ASSOCIATION FRANÇAISE

POUR

L'AVANCEMENT DES SCIENCES

FUSIONNÉE AVEC

L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

(Fondée par Le Verrier, en 1864)

(*Reconnues d'utilité publique*)

COMPTE RENDU DE LA 57e SESSION

CHAMBÉRY

1933

PARIS

AU SECRÉTARIAT DE L'ASSOCIATION

Rue Serpente 28 (6e arr.)

ET CHEZ MM. MASSON ET Cie, LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

Boulevard Saint-Germain, 120 (6e Arr.)

—

1933

LISTES DES CONGRES ET DE LEURS PRÉSIDENTS

VOLUMES

ANNÉES		VILLES		PRÉSIDENTS
1872	1re Session.	Bordeaux	1 volume.	Claude BERNARD (*)
1873	2e —	Lyon	1 —	DE QUATREFAGES (*)
1874	3e —	Lille	1 —	Adolphe WURTZ (*)
1875	4e —	Nantes	1 —	Adolphe D'EICHTHAL (*)
1876	5e —	Clermont-Ferrant	1 —	J.-B. DUMAS (*)
1877	6e —	Le Havre	1 —	Paul BROCA (*)
1878	7e —	Paris	1 —	Edmond FRÉMY (*)
1879	8e —	Montpellier	1 —	Agénor BARDOUX (*)
1880	9e —	Reims	1 —	J.-B. KRANTZ (*)
1881	10e —	Alger	1 —	Auguste CHAUVEAU (*)
1882	11e —	La Rochelle	1 —	Jules JANSSEN (*)
1883	12e —	Rouen	1 —	Frédéric PASSY (*)
1884	13e —	Blois	2 volumes (1)	A. BOUQUET DE LA GRYE (*)
1885	14e —	Grenoble	2 — »	Aristide VERNEUIL (*)
1886	15e —	Nancy	2 — »	Charles FRIEDEL (*)
1887	16e —	Toulouse	2 — »	Jules ROCHARD (*)
1888	17e —	Oran	2 — »	Aimé LAUSSEDAT (*)
1889	18e —	Paris	2 — »	H. DE LACAZE-DUTHIERS (*)
1890	19e —	Limoges	2 — »	Alfred CORNU (*)
1891	20e —	Marseille	2 — »	P.-P. DEHÉRAIN (*)
1892	21e —	Pau	2 — »	Edouard COLLIGNON (*)
1893	22e —	Besançon	2 — »	Charles BOUCHARD (*)
1894	23e —	Caen	2 — »	E. MASCART (*)
1895	24e —	Bordeaux	2 — »	Emile TRÉLAT (*)
1896	25e —	Carthage (Tunis)	2 — »	Paul DISLÈRE (*)
1897	26e —	Saint-Etienne	2 — »	J.-E. MAREY (*)
1898	27e —	Nantes	2 — »	Edouard GRIMAUX (*)
1899	28e —	Boulogne-sur-Mer	2 — »	Paul BROUARDEL (*)
1900	29e —	Paris	2 — »	Hippolyte SEBERT (*)
1901	30e —	Ajaccio	2 — »	E.-T. HAMY (*)
1902	31e —	Montauban	2 — »	Jules CARPENTIER (*)
1903	32e —	Angers	2 — »	Emile LEVASSEUR (*)
1904	33e —	Grenoble	1 —	(2) C.-A. LAISSANT (*)
1905	34e —	Cherbourg	1 —	(2) Alfred GIARD (*)
1906	35e —	Lyon	2 —	(1) Gabriel LIPPMANN (*)
1907	36e —	Reims	2 —	(1) Henri HENROT (*)
1908	37e —	Clermont-Ferrand	1 —	(3) Paul APPELL. (*)
1909	38e —	Lille	1 —	(4) Louis LANDOUZY (*)
1910	39e —	Toulouse	1 —	(5) C. M. GARIEL (*)
1911	40e —	Dijon	1 —	(5) S. ARLOING (*)
1912	41e —	Nîmes	1 —	(4) Charles LALLEMAND
1913	42e —	Tunis	1 —	(4) Emile HAUG (*)
1914	43e —	Le Havre	1 —	(6) Armand GAUTIER (*)
1915-1916	(Conférences)		1 —	(7) Albert CALMETTE.
1916-1917	—		1 —	» —
1917-1918	—		1 —	» —
1918-1919	—		1 —	» —
1920	44e Session.	Strasbourg	1 —	—
1921	45e —	Rouen	1 —	Auguste RATEAU (*)
1922	46e —	Montpellier	1 —	Louis MANGIN.
1923	47e —	Bordeaux	1 —	Alexandre DESGREZ.
1924	48e —	Liége	1 —	Pierre VIALA.
1925	49e —	Grenoble	1 —	Emile BOREL.
1926	50e —	Lyon	1 —	Alfred LACROIX.
1927	51e —	Constantine	1 —	Paul LANGEVIN.
1928	52e —	La Rochelle	1 —	Léon LINDET (*)
1929	53e —	Le Havre	1 —	Général PERRIER.
1930	54e —	Alger	1 —	Etienne RABAUD.
1931	55e —	Nancy	1 —	Maurice DE BROGLIE
1932	56e —	Bruxelles	1 —	E. DE MARTONNE.
1933	57e —	Chambéry	1 —	E. CARTAN.

(1) Les tomes I et II sont reliés séparément.

(2) Pour la 33e Session, Grenoble 1904, et la 34e Session, Cherbourg 1905, le tome I a été remplacé par un Bulletin mensuel dont les numéros 8 et 9 de chaque année ont été consacrés aux comptes rendus des séances générales et aux procès-verbaux des Sections.

(3) Le tome I a été remplacé par deux brochures parues en 1908.

(4) Le tome I a été remplacé par une brochure parue dans l'année où a eu lieu le Congrès.

(5) Le tome I a été remplacé par une brochure parue dans l'année où a eu lieu le Congrès.

(6) Le Tome I a été remplacé par une brochure parue en Mai 1915.

(7) En 1915, 1916, 1917, 1918 et 1919, il n'y a pas eu de Congrès.

(*) Les astériques placées à la suite du nom correspondent à la mention (décédé)

MINISTÈRE
DE
l'Instruction Publique
des Beaux-Arts
ET
des Cultes

CABINET

N° 175

ASSOCIATION FRANÇAISE
POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES
Fusionnée avec
L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE
(Fondée par Le Verrier, en 1864)

RECONNUES D'UTILITÉ PUBLIQUE

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

DECRET

LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE,

Sur le rapport du Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes ;

Vu le procès-verbal de l'Assemblée générale de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, tenue à Grenoble le 10 août 1885 ;

Vu le procès-verbal de l'Assemblée générale de l'Association scientifique de France, tenue à Paris le 14 novembre 1885, et les décisions prises par les deux Sociétés ;

Toutes deux ayant pour objet de réunir en une seule Association ces deux Sociétés sus-nommées ;

Vu les Statuts, l'état de la situation financière et les autres pièces fournies à l'appui de cette demande ;

La Section de l'Intérieur, de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes, du Conseil d'Etat entendue,

DÉCRÈTE :

ARTICLE PREMIER. — L'Association française pour l'Avancement des Sciences et l'Association scientifique de France (fondée par Le Verrier en 1864), toutes deux reconnues d'utilité publique, forment une seule et même Association.

Les Statuts de l'Association française pour l'Avancement des Sciences fusionnée avec l'Association scientifique de France (fondée par Le Verrier en 1864) sont approuvés tels qu'ils sont ci-annexés.

ART. 2. — Le Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 28 septembre 1886.

Signé : Jules GRÉVY.

Par le Président de la République :

Le Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes,

Signé : René GOBLET.

Pour ampliation,
Le Chef de bureau du Cabinet,

Signé : ROUJON.

SÉANCE INAUGURALE DU CONGRÈS

TENUE AU THÉATRE DE CHAMBÉRY

LE LUNDI 24 JUILLET 1933

ALLOCUTION

DE

M. Charles ARMINJON

Président du Comité local
Président de l'Académie de Savoie

Mesdames, Messieurs,

A votre arrivée dans Chambéry, où, cette année, l'Association Française pour l'Avancement des Sciences tient ses assises, veuillez recevoir notre salut.

L'accueil qui vous est fait dans notre ville est très cordial et très simple : à la savoyarde. Le chant des Allobroges, dont vous entendrez tout à l'heure l'entraînante cadence, et qui est pour notre petite patrie une sorte d'hymne national, le proclame dans un lyrisme un peu naïf, mais qui, tout de même nous est cher :

« Je te salue, ô terre hospitalière ! »

Hôtes d'une semaine, soyez ici les bienvenus :

Monsieur le Maire de Chambéry, interprète autorisé des sentiments de cette cité, vous les a excellemment traduits.

Mon rôle, plus modeste, est d'être ici le porte-parole du Comité local, à qui le soin fut confié de préparer ce Congrès.

A ce titre, j'ai plusieurs devoirs :

Le premier est de rendre hommage à la haute personnalité du président effectif de ce Congrès.

M. le Professeur Elie Cartan, membre de l'Institut, est universellement connu, dans le monde scientifique, pour ses travaux et ses découvertes dans le domaine des mathématiques.

Aussi, l'an dernier, lors du Congrès international de Zurich, M. Cartan fut-il choisi par le Gouvernement et par l'Institut pour y représenter officiellement la Science française.

Nous ressentons vivement l'honneur qu'il nous fait en venant prendre cette présidence. Et, dans la mesure de nos moyens, nous ferons tout le possible pour lui rendre plus facile la direction de vos travaux.

Après ce nom, nous devons saluer celui du secrétaire général de l'A. F. A. S., M. le Dr Jean Verne, professeur d'histologie à la Faculté de Médecine de Paris.

Avec un succès qui lui fait une place très en vue dans cette spécialité, il s'adonne à la culture des tissus extraits des organismes, et maintenus vivants dans des liquides chimiques appropriés.

J'ai aussi le devoir, de simple justice, de reconnaître, au nom du Comité local, le rôle particulièrement délicat, mais également heureux de deux de ses membres.

L'un est son secrétaire général, M. Eugène Lemoine, le géologue avisé qui continue en Savoie les travaux de ses devanciers en cette branche des sciences naturelles : Louis Pillet, Joseph Révil, l'abbé Combaz, pour ne citer que ces trois noms.

L'autre est M. le Marquis de Bissy. Avec une sûreté de vues hautement remarquée, avec un admirable désintéressement, il dirige en cette région les destinées du tourisme. Il s'est imposé la tâche difficile d'organiser les excursions du Congrès.

Je dois enfin rendre un hommage plein de regrets à la mémoire de l'un des vice-présidents du Comité local, M. François Rey, conservateur des Eaux et Forêts, qu'une mort presque subite nous a enlevé.

Sa carrière, trop courte, s'est dévouée presque tout entière au service de la Savoie, dont il connaissait à merveille les ressources et les besoins.

Vous trouverez, parmi les études publiées à l'occasion de ce Congrès, un article qu'il avait bien voulu rédiger à cette intention.

Et ceux d'entre vous qui assisteront vendredi à l'inauguration de l'Institut biogéographique du lac du Bourget sauront la part qu'il avait prise à la fondation de cet établissement.

Mesdames, Messieurs,

Après le labeur de l'année, avant le repos des vacances, chacun de vous vient prendre contact avec les autres spécialistes que lui apparente la culture d'une même section de l'immense domaine des sciences.

Vos exercices n'attirent peut-être pas la curiosité du grand public.

Faut-il le dire tout bas : je crains fort que la foule s'attache davantage aux exploits d'un coureur cycliste, à la détente musculaire qui projette le poing d'un boxeur dans la figure de son adversaire, ou encore aux voyages transatlantiques d'une étoile de cinéma...

Une réclame savante, et d'ailleurs fort lucrative, accapare pour ces événements sensationnels la clientèle des journaux.

Emoussée par des émotions si prenantes, l'attention du lecteur reste sans force pour aborder les problèmes dont vous poursuivez la solution.

Allez-vous, par représailles, vous enfermer vous-mêmes dans une indifférence pleine de mépris en répétant le vers d'Horace :

« Odi profanum vulgus et arceo ».

Il me semble que ce serait faire injure à cette Savoie où, depuis des siècles, les lettres, les sciences et les arts ont trouvé des fidèles, où, maintenant encore, sont tenues en grand honneur les choses de l'esprit.

Chez nous autant qu'ailleurs, plus qu'ailleurs, pourrais-je dire, l'instruction est depuis longtemps répandue dans toutes les classes sociales.

Nos populations des hautes vallées de la Maurienne et de la Tarentaise occupaient les mois de leurs longs hivers à des exercices littéraires et dramatiques qui témoignent d'une culture très généralisée.

Et les élites accompagnaient toujours, précédaient quelquefois le mouvement intellectuel des pays voisins.

Dans le volume qui vous est destiné, vous trouverez plusieurs chapitres qui sont la preuve de ce que j'avance : la nomenclature des savants originaires de la Savoie, celle des sociétés savantes écloses sur notre sol sont, comme vous le verrez, fort honorables.

Mais la chaîne de ces traditions n'est pas rompue :

Parmi ceux des adhérents à votre Congrès, je vois deux noms que notre ville connaît bien, car M. Sébastien Charléty, recteur de l'Université de Paris, et M. le baron Gian Alberto Blanc, professeur à l'Université de Rome, président de la Société Italienne pour l'avancement des Sciences, ont tous les deux, dans cette cité de Chambéry, leur origine bien authentique.

Et n'est-elle pas symbolique, cette rencontre, ici-même, de ces deux fils de la Savoie que leurs mérites ont élevés l'un et l'autre, et dans leurs patries respectives, aux degrés les plus élevés de la hiérarchie universitaire ou de la notoriété scientifique ?

Une fois de plus, semble-t-il, la Savoie, cette province si profondément, si naturellement française, mais en même temps fidèle aux souvenirs de son histoire, est le trait d'union entre la France, sa grande patrie, et l'Italie, son amie de toujours.

MM. les délégués des autres sociétés étrangères — belges, suisses et roumaines — voudront bien considérer que la très cordiale sympathie qui les accueille en ce moment s'attache autant à leurs nations respectives qu'aux sociétés dont ils sont les représentants éminents.

Mesdames, Messieurs,

Puissent les brèves journées que vous allez vivre ici vous apporter toutes grandes les jouissances que vos esprits et vos yeux sont venus y chercher !

Puissiez-vous goûter, dans ce pays, où la nature a prodigué les merveilles de sa force et de sa beauté, quelque chose de cet enthousiasme qu'on a si bien appelé la joie de connaître, et que naguère,

sous la coupole de l'Institut, Pierre Termier chantait en ces accents :

« Oui la Science est cause de joie, l'une des causes de la joie des « hommes. Et c'est pourquoi il y aura toujours des savants, tant qu'il « y aura des hommes capables de penser.

« Certes, les académies ont raison d'instituer des prix, de promet- « tre des récompenses, pour encourager les chercheurs. Mais quel « prix peut se comparer à la joie de la découverte ? et quelle récom- « pense ne paraîtrait misérable à côté de celle que la Vérité elle-même « décerne au chercheur qui l'a dévoilée ?

« C'est moi qui serai ta récompense, et elle sera trop grande pour « ton pauvre cœur, dit la Sagesse divine ; ego ero merces tua magna « nimis. La joie de connaître apparaît parfois tellement accablante « que l'on a peur d'en mourir, comme de la vision même de Dieu. » (1).

ALLOCUTION

DE

M. le Dr Eugène JULLIAND

Maire de Chambéry,
Conseiller général de la Savoie

Mesdames,

Messieurs,

La génération d'avant-guerre avait pour la Science un culte qui fait songer à ces pages de souvenirs dans lesquelles Renan raconte la passion de savoir qui embrasait sa jeunesse et nourrissait son amitié pour Berthelot.

La guerre a passé sur cet enthousiasme. Elle a mobilisé la science pour la satisfaction des besoins élémentaires et une plus grande efficacité des forces de destruction. Les obligations impérieuses du combat ont rejeté au second plan et fait paraître un peu vaines les spéculations abstraites et désintéressées ; le progrès scientifique employé à produire la mort a paru tromper les espoirs que l'on avait placés en lui pour réaliser le bonheur de l'homme et a cessé d'être considéré comme bienfaisant. L'inévitable réaction qui accompagne dans l'Histoire les périodes d'épreuves et de sacrifices et rejette les peuples vers les

---

(1) Pierre Termier : La joie de connaître ; discours lu dans la séance publique annuelle des Cinq Académies de l'Institut de France, à Paris, le 25 octobre 1923.

jouissances immédiates et matérielles, la crise économique qui a maintenu au premier rang de leurs préoccupations les nécessités premières de l'existence, ont détourné de l'idéalisme qu'implique cette recherche scientifique du Vrai dont les joies sont difficiles et qui conduit rarement à la fortune. Le grand financier et le sportif ont remplacé le Savant comme Héros dans les feuilletons populaires.

Mais l'intelligence, dont la Science est l'expression la plus directe et la plus haute, mesure et conditionne si évidemment toute la civilisation, jusque dans les problèmes économiques et les questions sportives qui passionnent l'opinion ; elle fait tellement la puissance, la noblesse, la raison d'être de l'Humanité, qu'elle ne peut tarder à reprendre dans l'esprit public la place qui lui appartient, *la première.* C'est en tous cas celle que nous lui accordons et c'est pourquoi nous adressons à chacune des personnalités qui sont rassemblées ici et parmi lesquelles on m'excusera de ne nommer et distinguer personne, parce qu'elles ont toutes ce trait commun de consacrer leur existence ou leurs loisirs à la recherche du Vrai et à l'Avancement des Sciences, l'hommage de notre reconnaissance et de notre admiration.

Si le développement des Sciences ne se conçoit pas sans des individualités assez fortes pour y vouer leur vie, si chaque étape du progrès scientifique est marquée par un grand nom, il n'en est pas moins vrai que la Science est une œuvre collective, le résultat d'un ensemble de méditations, de travaux conservés, repris, rectifiés depuis le temps lointain où la science orientale essayait ses explications empiriques et mystérieuses, clarifiées et approfondies par la pensée grecque jusqu'à l'effort méthodique et spécialisé qui se poursuit aujourd'hui sur toute la surface du globe. Faciliter cette œuvre collective, et pour cela, dans le cadre national que l'histoire a donné à l'activité humaine, coordonner l'activité individuelle des scientifiques en les mettant en rapport, en leur facilitant l'échange des idées, en corrigeant, par la rencontre de diverses disciplines dans une même société, les abus de la spécialisation ; multiplier surtout par les forces accrues de l'Association et de l'action collective les ressources, les moyens d'action et l'influence de chacun : voilà, je crois, le but de l'Association française pour l'Avancement des Sciences. Son importance essentielle et la grandeur des services ainsi rendus nous ont fait sentir toute l'étendue de l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de tenir son 57e Congrès à Chambéry.

La Savoie a été, dans l'histoire, un lieu de passage pour les peuples qui venaient d'Italie ou s'y rendaient, comme pour les courants intellectuels et artistiques qui suivaient le même chemin : les ombres de Freizier, de Berthollet, de Fodéré, de Sommeiller et du savant compatriote que nous avons eu la douleur de perdre récemment, le Général Ferrié, doivent se réjouir de voir leur pays devenir aujourd'hui un

centre de rassemblement pour l'élite de la pensée scientifique française. La *Vérité*, venue en Savoie, y rencontrera la *Beauté*, dans l'aspect magnifique de nos montagnes, de nos lacs, de nos vallées. Je souhaite, Mesdames et Messieurs, que vous emportiez du Congrès tenu sous les auspices de ces deux déesses, avec la satisfaction d'avoir servi utilement la cause des sciences un souvenir agréable de la reconnaissance profonde et de la déférente affection qu'éprouvent pour votre œuvre et pour vous, la population chambérienne, et dont je suis particulièrement heureux de vous apporter l'expression au seuil de vos travaux.

DISCOURS

DE

M. Elie CARTAN

Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris
Président de l'Association

Mesdames, Messieurs,

En venant à Chambéry tenir son 57e Congrès, l'Association française pour l'Avancement des Sciences savait trouver un milieu où a toujours été en honneur le culte désintéressé des Lettres et des Sciences. Je n'en veux pour preuve que le grand nombre d'Académies et de Sociétés savantes qui, depuis l'Académie florimontane de Saint François de Sales et d'Antoine Favre, ont trouvé en Savoie un terrain d'élection particulièrement favorable. M. le Maire de Chambéry vient de nous souhaiter la bienvenue dans cette ville si riche d'histoire ; en votre nom, je lui exprime, ainsi qu'au Conseil municipal de Chambéry, toute notre reconnaissance pour leur cordiale réception. Ont également droit à notre gratitude M. le Préfet de la Savoie, le Conseil général de la Savoie, la Chambre de Commerce et la Société d'Electrochimie, d'Electrométallurgie et les Aciéries d'Ugine. Nos remerciements les plus chaleureux vont à tous les membres du Comité local d'organisation du Congrès, et spécialement à son Président M. Charles Arminjon et à son Secrétaire M. Eugène Lemoine ; c'est leur activité et leur dévouement inlassables qui ont assuré la pleine réussite du premier Congrès tenu par notre Association en Savoie.

Comme d'habitude les Associations étrangères consacrées, comme la nôtre, au progrès des sciences, ont bien voulu se faire représenter à Chambéry. Nous leur sommes reconnaissants de leur fidélité et nous

souhaitons la plus cordiale bienvenue à leurs délégués. Il m'est particulièrement agréable de saluer M. le Baron Gian Alberto Blanc, président de la « Societá italiana per il progresso delle Scienze » ; nulle ville n'était mieux qualifiée que Chambéry pour servir de lien entre nos deux grandes Associations, qui ont toujours été étroitement unies. Trois Sociétés savantes suisses ont bien voulu se faire représenter à notre Congrès : la Société Mathématique Suisse ; la Société de Géographie de Berne et la Société fribourgeoise des Sciences Naturelles ; nous sommes très sensibles à ce témoignage de bon voisinage et de confraternité scientifique. Que leurs délégués, M. le Professeur Rolin Wavre, M. le Professeur Fritz Nussbaum, et M. le Recteur Paul Girardin soient assurés de trouver ici l'accueil le plus cordial. Nous sommes également très sensibles à la présence de M. Gotteland, directeur général de l'Enseignement au Maroc, président du comité local d'organisation du prochain Congrès, de M. le Professeur Lonay, représentant de l'Université de Liége, et de M. le Professeur de Sélys-Longchamps de l'Université de Bruxelles, qui fut l'actif président du Comité local d'organisation de notre Congrès de l'an dernier.

Enfin, je m'en voudrais de ne pas remercier tout particulièrement mon collègue et ami, M. le Professeur Sergesco, délégué de l'Université de Cluj et de la Société roumaine de Mathématiques. Je sais par expérience personnelle combien la science française est en honneur dans son pays, mais je sais aussi que la Roumanie prend une part de plus en plus active et féconde au mouvement scientifique contemporain, et de cela nous nous réjouissons bien sincèrement.

Une tradition déjà ancienne veut que, à la séance d'ouverture de chacun de vos Congrès, votre Président vous entretienne de la Science qu'il cultive lui-même. La tâche n'est pas facile pour un mathématicien. Tout homme cultivé est capable de s'intéresser aux grands problèmes que posent les Sciences de la Nature : l'origine des espèces, l'histoire de notre planète, la structure du ciel et l'évolution des étoiles, la constitution de l'atome et les répercussions que les mystères de l'infiniment petit entraînent dans notre notion du déterminisme scientifique. En Mathématiques, il ne serait pas difficile de trouver des problèmes importants dont le simple énoncé serait presque inintelligible à des non initiés. Même si les mots qui entrent dans cet énoncé sont tous empruntés à la langue vulgaire, leur signification, toujours un peu floue dans le langage courant, a dû être soigneusement précisée de manière à ne laisser place à aucune équivoque ; mais pour comprendre ce sens épuré, il faut s'être assimilé certaines notions souvent très abstraites, ce qui ne peut se faire que par un entraînement rigoureux. Enfin, il arrive qu'à force d'abstractions successives, certains mots ont été tellement vidés de leur sens concret qu'on a pu paradoxalement

caractériser les mathématiciens, non parfois sans une certaine apparence de raison, comme des gens qui ne savent pas de quoi ils parlent et ne se préoccupent du reste pas de savoir si ce dont ils parlent existe. Les objets de leurs méditations sont des êtres de raison auxquels ils demandent simplement de ne pas être contradictoires. A ce stade d'évolution, les Mathématiques substituent, semble-t-il, à la réalité des constructions abstraites et artificielles de l'esprit, qui ne sont que des prétextes à des échafaudages logiques savamment construits.

Envisager les Mathématiques uniquement sous cet aspect serait méconnaître le caractère profond de cette science. On ne comprendrait pas, en effet, par quel paradoxe les Mathématiques auraient pu pénétrer dans toutes les branches du savoir humain. L'Astronomie et la Mécanique n'en sont que des rameaux détachés ; la Physique ne saurait se concevoir sans elles ; il en est de même de plus en plus de la Chimie, de la Minéralogie, de la Biologie. Sans les Mathématiques, le développement inouï de la civilisation industrielle moderne eût été impossible. C'est grâce aux Mathématiques que les ingénieurs construisent aux moindres frais et avec le maximum de sécurité les ponts, les barrages, les lignes de transport d'énergie ; qu'ils peuvent utiliser les chutes d'eau de plusieurs centaines de mètres ; c'est grâce à elles que les sociétés d'assurances établissent leurs tables ; c'est sur elles que repose la science financière. D'une manière générale, toutes les réalisations matérielles par lesquelles l'homme met son empreinte sur l'Univers ont les Mathématiques à leur base.

Qu'est-ce donc que cette Science, à la fois si abstraite et si riche d'applications concrètes, si désintéressée et créatrice de tant de richesses, si enfermée dans son monde mystérieux et éclairant de tant de lueurs l'Univers non moins mystérieux qui nous environne ? Dans l'unité profonde des différentes sciences dont la réunion constitue la Science, quel rôle jouent les Mathématiques ? Que reçoivent-elles des autres sciences, et que leur apportent-elles ? Voilà des questions bien vastes auxquelles ce n'est pas ici le lieu de répondre, mais à propos desquelles je me permettrai de faire devant vous quelques réflexions. Elles graviteront surtout autour du rôle joué par les Mathématiques dans l'évolution récente de la Physique, en particulier de la Relativité.

La théorie de la relativité généralisée a intéressé à égal titre les mathématiciens et les physiciens. On peut la considérer comme un essai grandiose de géométrisation de la Physique, au moins tant qu'on ne considère que les phénomènes à l'échelle humaine, car le domaine mystérieux de l'infiniment petit, des atomes et des électrons semble être jusqu'à présent rebelle à toute tentative de ce genre. Cette géométrisation avait déjà été tentée par Descartes, expliquant tout par l'étendue ; mais, au temps de Descartes, le développement des Mathémati-

ques et de la Physique était trop peu avancé pour que sa théorie pût être autre chose qu'un rêve éphémère. Je voudrais essayer de montrer d'une part comment la Géométrie, détachée de la Physique au moment de sa constitution définitive par les Grecs, a évolué, surtout depuis deux siècles, par une suite d'abstractions et de généralisations ; d'autre part, comment cette évolution lui a permis de reprendre avec la Physique un double contact miraculeux, permettant ainsi la création de la relativité restreinte d'abord, de la relativité généralisée ensuite.

La vieille géométrie d'Euclide, l'une des plus merveilleuses manifestations du miracle grec, a fourni pendant de longs siècles un modèle achevé de théorie déductive. Elle semblait satisfaire aux exigences les plus strictes de la rigueur logique à tel point que les philosophes, cherchant des exemples de vérités absolues, vraies en tout temps et en tout lieu, citaient les théorèmes de la Géométrie. L'édifice cependant n'était pas parfait : dans la chaîne de ses axiomes, le postulat des parallèles semblait dénué de ce caractère d'évidence qui était tenu pour le critérium de la vérité. C'est sur ce postulat que se sont portés depuis le milieu du XVIII^{e} siècle les efforts des mathématiciens, afin de le démontrer et de porter ainsi la Géométrie au point de perfection absolue que réclamait la pensée humaine. Ces efforts n'ont pas abouti, mais ils ont conduit à un résultat d'une portée philosophique considérable. Ils ont montré, en effet, la possibilité de géométries non euclidiennes, parfaitement cohérentes et fondées sur les mêmes axiomes d'évidence que la géométrie euclidienne ; celle-ci ne pouvait donc être déduite, comme certains philosophes étaient portés à le croire, des seules exigences de la raison humaine. Mais la pensée mathématique ne s'est pas arrêtée là dans son effort de rigueur logique ; elle a soumis à une analyse critique serrée les axiomes d'évidence eux-mêmes. On découvrit alors que certains n'étaient que des définitions déguisées, que d'autres étaient des hypothèses sans nécessité logique et qu'enfin il se trouvait des axiomes fondamentaux admis implicitement sans même que la nécessité de leur énoncé explicite fût sentie.

Après tout ce travail de revision critique, qu'obtenait-on ? A la base, on avait un ensemble soigneusement précisé d'axiomes et de postulats suggérés sans doute par l'expérience, mais qui, au point de vue de la logique pure, n'étaient que des hypothèses indémontrables et irréductibles les unes aux autres : sur cette base reposait une Science déductive si parfaite que la chaîne harmonieuse des relations entre les notions géométriques fondamentales pouvait se dérouler sans qu'on eût besoin d'attacher un sens concret quelconque à ces notions. Ainsi deux résultats, corrélatifs l'un de l'autre, étaient atteints : l'accord de la Géométrie avec les exigences logiques de l'esprit humain était parfait, mais cet accord était obtenu au prix d'un repliement de l'esprit mathématique sur lui-même, le géomètre arrivant à se désintéresser

complètement de la matière sur laquelle la Géométrie avait été édifiée, la droite par exemple étant devenue une notion purement abstraite capable d'être conçue par un homme privé de tous ses sens. La Géométrie avait gagné sa forme mathématique pure, puisqu'on pouvait géométriser sans savoir de quoi l'on parlait, la nature concrète de ce dont on parlait n'intervenant pas dans les raisonnements. Le géomètre avait ainsi l'apparence de perdre tout contact avec la réalité, mais sa science était toujours capable de s'adapter au monde réel, et même il n'était pas interdit de penser que le même moule pouvait s'adapter à d'autres réalités physiques que le monde des corps.

La pensée mathématique ne s'est pas bornée au travail critique dont je viens de parler. Elle a aussi procédé par généralisations, créant des disciplines géométriques nouvelles qui débordent le cadre de la Géométrie classique. Elle a été puissamment aidée dans ce travail par la création de la Géométrie analytique qui, grâce à l'introduction des coordonnées, a conduit tout naturellement de la Géométrie à trois dimensions, à la Géométrie à 4, 5, un nombre quelconque de dimensions. Mais je signalerai surtout deux courants particulièrement importants qu'on peut rattacher à deux géomètres allemands, Klein et Riemann ; ce sont ces deux courants qui ont permis de donner un moule géométrique adéquat, le premier à la relativité restreinte, le second à la relativité généralisée.

L'idée directrice, plus ou moins consciente, des géomètres qui ont suivi l'un et l'autre courant est la suivante. On peut exposer la Géométrie classique en partant d'une notion centrale autour de laquelle tout l'édifice géométrique s'ordonne et se construit. Cette notion centrale ne suffit pas à elle seule pour fonder la Géométrie : il faut préciser les modalités suivant lesquelles l'édifice s'ordonne autour d'elle. Mais on conçoit qu'en changeant ces modalités on puisse créer un édifice nouveau, qui mérite encore le nom de géométrie parce qu'il conserve certains des caractères essentiels de la géométrie classique, celle qui s'adapte à notre monde réel.

Pour les géométries kleinéennes, la notion centrale est celle de l'égalité des figures, cette notion d'égalité ayant le caractère essentiel que deux figures égales à une troisième sont égales entre elles. Affirmer cette notion revient à dire que de l'ensemble des propriétés qui individualisent une figure donnée on peut extraire certaines propriétés qui lui sont communes avec toute une classe d'autres figures, à savoir les figures égales à la première, et ces propriétés communes sont les propriétés proprement géométriques de la figure ; en Géométrie classique, ce sont les propriétés de forme et de grandeur des corps, indépendantes de la nature chimique de ces corps, de leur couleur, et surtout de la position particulière que ces corps occupent dans l'espace. Si donc on attribue à l'espace les propriétés géométriques des corps qui y sont

plongés, on peut dire que l'espace est *homogène*, c'est-à-dire a les mêmes propriétés ici et là, car une figure placée ici peut être transportée là sans cesser d'être égale à elle-même. Ces transports ou *déplacements*, considérés comme des opérations effectuées sur les corps, forment ce que les mathématiciens appellent un groupe. La Géométrie, au sens général de Klein, rejoint ainsi une théorie qui joue un rôle de plus en plus prépondérant en Mathématiques et en Physique, la théorie des groupes, avec laquelle elle se confond en partie. C'est la théorie des groupes qui a permis de déduire d'une notion aussi générale et, semble-t-il, aussi vague que celle de l'égalité des figures, les différents édifices géométriques susceptibles d'être ordonnés autour de cette notion centrale. La Mécanique classique, par exemple, peut être regardée comme une géométrie opérant dans un espace à quatre dimensions, l'espace-temps de Newton ; cet espace est homogène, son groupe étant le groupe de Galilée. L'homogénéité de l'espace-temps de la Mécanique n'est du reste ici qu'un aspect particulier du principe de causalité, tel que l'entend M. Painlevé : on sait que l'état d'un système matériel à un instant donné détermine ses états ultérieurs ; dire que l'espace-temps est homogène, c'est dire que si l'on déplace l'état initial dans l'espace et dans le temps, les états ultérieurs subissent le même déplacement, ou encore c'est dire que les mêmes causes produisent les mêmes effets.

Arrivons maintenant à la Relativité restreinte. Dans l'Electromagnétisme classique, fondé sur les équations de Maxwell, il règne aussi un groupe, différent de celui de Galilée, c'est le groupe de Lorentz. On peut donc dire que l'Electromagnétisme est une géométrie opérant dans un espace-temps homogène, qu'on appelle l'espace de Minkowski. Seulement les déplacements de cet espace-temps bouleversent toutes les notions auxquelles l'humanité s'était habituée depuis longtemps, mêlant d'une façon paradoxale l'espace avec le temps ; aussi les physiciens, dont les calculs étaient facilités par la considération de ces déplacements, ne leur conféraient-ils qu'un sens purement mathématique, leur déniant toute signification physique. Einstein décrète que l'ordre mathématique est le reflet de l'ordre physique, que la géométrie, purement abstraite jusqu'alors, de Minkowski est l'image adéquate de la réalité physique. Aussitôt l'ordre et l'harmonie s'introduisent là où les physiciens ne trouvaient que complications et paradoxes. La relativité restreinte était créée ; le moule mathématique avait révélé la réalité physique. On sait du reste comment, pour sauver l'unité de la science, le groupe de Galilée fut sacrifié au groupe de Lorentz ; la Mécanique dut s'adapter à la nouvelle réalité physique.

J'aborde maintenant le second courant de l'évolution géométrique moderne, celui qui se rattache au nom de Riemann. Ici la notion géo-

métrique centrale est celle de *mesure*. Un espace est riemannien dès qu'on connaît la loi qui fournit la distance de deux points infiniment voisins. Cette loi peut être très différente de la loi euclidienne. Dans le cas général, l'espace riemannien ne se range pas dans la catégorie des espaces de Klein ; il n'est pas homogène ; il n'y a pas de figures égales : un corps plongé dans l'espace n'a pas d'existence indépendante de la position qu'il y occupe. Ainsi donc maintien de la notion de mesure, mais abandon possible de la notion d'homogénéité, voilà comment on peut caractériser en gros les géométries riemanniennes. Voyons de quelle manière ce nouveau schéma géométrique s'est adapté à la Physique pour créer l'espace-temps de la Relativité généralisée.

L'espace-temps de la Relativité restreinte est homogène, mais il est aussi riemannien, la distance de deux points, ou événements, étant ce que les physiciens appellent *intervalle*. L'observateur détermine cet intervalle en interprétant ses mesures d'après les principes de la Physique classique, mais à une condition, c'est que son laboratoire soit invariablement lié à un de ces systèmes de référence privilégiés, en translation uniforme les uns par rapport aux autres, qu'on appelle galiléens. Dans la Relativité généralisée, cette condition est regardée comme n'étant qu'approximativement vraie ; mais en toute rigueur elle n'est ni nécessaire ni suffisante ; la vraie condition d'une mesure correcte de l'intervalle est qu'à l'intérieur du laboratoire il ne règne aucun champ de gravitation apparent : il en est ainsi par exemple si le laboratoire est installé dans un ascenseur dont le câble vient de se rompre, ou dans l'obus de Jules Verne circulant entre la Terre et la Lune : nous avons là la première idée fondamentale de la Relativité généralisée.

De ce point de vue l'espace-temps, qui continue à être riemannien, cesse d'être homogène, parce que les phénomènes de gravitation, dus comme on sait à la répartition des masses dans l'univers, interviennent dans les mesures ; l'espace-temps ne pourrait être homogène que si cette répartition était elle-même uniforme. La dépendance qui doit exister ainsi entre la structure de l'espace-temps et les corps qui y sont plongés conduit assez naturellement à la seconde idée fondamentale de la Relativité généralisée, à savoir que les propriétés physiques des corps, quantité de mouvement et énergie de la matière, sont la simple révélation d'une réalité géométrique sous-jacente. Cette réalité doit être cherchée dans l'espace-temps lui-même, et en effet un espace non homogène a des propriétés géométriques locales différentes ici et là, et que le géomètre résume dans le nom, assez vague et assez mal choisi, de courbure. On aura donc une confirmation des vues théoriques de la relativité si l'on peut trouver dans la courbure d'un espace riemannien des éléments de même structure mathématique que la quantité de mouvement et l'énergie d'un corps. Ce fut une seconde réus-

site miraculeuse que de trouver ces éléments, et cela ne fut possible que grâce aux travaux, échelonnés sur un demi-siècle, des spécialistes de la géométrie riemannienne. Là encore, grâce au génie d'Einstein, ce qui n'était qu'une création abstraite de l'esprit mathématique se trouvait promu au rang de réalité physique. Du même coup était expliqué le vieux mystère de la gravitation ; mais cette explication, purement abstraite, revient au fond à la possibilité d'intégrer la gravitation dans la géométrie.

Les services rendus par les Mathématiques à la Physique eurent leur contre-partie. Les géomètres s'ingénièrent à présenter d'une manière plus intuitive l'exposé de la géométrie riemannienne, qui avait gardé jusque-là un caractère purement analytique et formel. Ce fut l'origine d'une nouvelle floraison géométrique, qui eut pour objet final de concilier dans une vaste synthèse les deux courants en apparence divergents que j'ai rattachés aux noms de Klein et de Riemann. On pouvait en effet se demander par quel paradoxe les physiciens tirèrent de leurs nombreuses observations faites dans la conviction d'un espace-temps homogène la conclusion que l'espace-temps ne l'était pas. Là encore, c'est la théorie des groupes qui servit de lien ; on put ainsi imaginer une variété considérable de constructions géométriques nouvelles ; et c'est précisément une de ces constructions que choisit Einsteint pour essayer de fonder il y a cinq ans sa théorie unitaire du champ. Sa tentative, trop audacieuse ou prématurée, ne réussit pas ; mais une autre peut être plus heureuse.

Depuis la Relativité, les rencontres entre les Mathématiques et la Physique se sont multipliées. La Mécanique ondulatoire, c'est au fond l'affirmation que certaines analogies signalées depuis longtemps entre les théories mathématiques de la Mécanique et celles de l'Optique correspondent à une identité de nature physique. La Mécanique quantique, à court d'images familières à notre expérience sensible pour rendre compte de ce qui se passe au sein de l'atome, invoque des constructions mathématiques de la plus grande abstraction. De plus en plus l'Univers du physicien ne peut être conçu sans le secours de l'Analyse mathématique le plus évoluée.

L'espèce d'harmonie préétablie que toute l'histoire de la Science nous révèle entre les Mathématiques et la Physique n'a jamais été mieux pressentie que par un des plus grands mathématiciens français, qui n'a jamais cultivé que les parties les plus abstraites de la théorie des nombres et de l'Analyse, et dont le nom cependant est un de ceux qui apparaissent le plus fréquemment dans les nombreux mémoires consacrés chaque mois à la Physique quantique : je veux parler de Charles Hermite. Ceux qui ont eu le privilège d'entendre Hermite à la Sorbonne n'oublieront jamais l'enthousiasme concentré que son enseignement suscitait chez tous ses auditeurs : ils se rappellent tou-

jours « cette éloquence si particulière, où il y avait du recueillement, de la solennité et une sorte de tendresse passionnée » (1) ; ils revoient « ces yeux qui semblaient fuir le contact du monde et cherchaient non au dehors, mais au dedans, la vision de la vérité » (2). On avait en le regardant la révélation de la joie sereine et pure que donne la contemplation de l'ordre mathématique, joie comparable à celle que donnait à Beethoven l'audition intérieure de ses œuvres les plus hautes. Ecoutez le grand analyste, et ses paroles serviront de conclusion à mes réflexions. « Il existe, dit-il, tout un monde qui est l'ensemble des vérités mathématiques, dans lequel nous n'avons accès que par l'intelligence, comme existe le monde des réalités physiques, l'un et l'autre indépendants de nous, tous deux de création divine, qui ne semblent distincts qu'à cause de la faiblesse de notre esprit, qui ne sont pour une pensée plus puissante qu'une seule et même chose, et dont la synthèse se révèle partiellement dans cette merveilleuse correspondance entre les Mathématiques d'une part, l'Astronomie et toutes les branches de la Physique de l'autre. »

Mesdames, Messieurs, les paroles d'Hermite s'appliquent à la Science tout entière, qui est une. C'est dans la pleine conscience de cette unité que notre Association a été fondée ; c'est à fortifier cette unité par les contacts entre adeptes des différentes sciences que tendent nos Congrès annuels. J'espère qu'ici à Chambéry, ces contacts seront fructueux.

Je déclare ouverte la 57e Session de l'Association française pour l'Avancement des Sciences.

---

(1) J. TANNERY.
(2) H. POINCARÉ.

SÉANCES DE SECTIONS

PREMIER GROUPE

SCIENCES MATHÉMATIQUES

Première section

MATHÉMATIQUES

Président. . . . . M. CARRON, Directeur de l'Ecole préparatoire à l'Enseignement supérieur de Chambéry.

Elie CARTAN

Professeur à la Faculté des Sciences de Paris

LA CINÉMATIQUE NEWTONIENNE ET LA THÉORIE DES ESPACES RÈGLÉS A CONNEXION EUCLIDIENNE

(RÉSUMÉ)

La géométrie euclidienne peut être ordonnée autour de la notion de droite, toute figure pouvant en un certain sens être regardée comme engendrée par des droites : un point par exemple peut être assimilé à la figure formée de toutes les droites qui passent par ce point, un plan à la figure formée de toutes les droites contenues dans ce plan, une ligne à la figure formée de ses tangentes, etc. De même qu'un espace riemannien possède, au voisinage de chacun de ses points, tous les caractères d'un espace euclidien, on peut concevoir un espace réglé qui possèderait, au voisinage de chacune de ses droites, tous les caractères d'un espace euclidien, mais sans être pour cela dans son ensemble un espace euclidien ; on l'appelle *espace réglé à connexion enclidienne*. Dans un tel espace les propriétés différentielles des figures peuvent être étudiées par les procédés de la géométrie différentielle euclidienne.

L'un des exemples les plus curieux de géométries réglées à connexion euclidienne est formé par la cinématique newtonienne, si du moins l'on suppose, dans cette cinématique, l'espace réduit à deux dimensions. On a ici un groupe fondamental qui est le groupe de Galilée. Dans l'espace-temps qui est à trois dimensions convenons d'appeler *droite d'Univers* un mouvement rectiligne et uniforme ; la figure formée par les droites

d'Univers infiniment voisines d'une droite d'Univers donnée est complètement caractérisée, par rapport au groupe de Galilée, par deux formes différentielles. Si l'on désigne par u, v les composantes de la vitesse d'un mouvement uniforme, par x_0, y_0 la position du mobile à l'origine du temps, ces deux formes sont :

$$\mathrm{d}u^2 + \mathrm{d}v^2 \quad \text{et} \quad \mathrm{d}x_0\,\mathrm{d}v - \mathrm{d}y_0\,\mathrm{d}u; \tag{1}$$

on peut les assimiler aux deux formes qui caractérisent dans l'espace enclidien la figure formée par une droite de toutes les droites infiniment voisines ; si chaque droite est définie par ses cosinus directeurs α, β, γ et les coordonnées x_0, y_0 du point où elle rencontre le plan des xy, ces deux formes sont

$$\mathrm{d}\alpha^2 + \mathrm{d}\beta^2 + \mathrm{d}\gamma^2 \quad \text{et} \quad \begin{vmatrix} \alpha & \beta & \gamma \\ \mathrm{d}x_0 & \mathrm{d}y_0 & 0 \\ \mathrm{d}\alpha & \mathrm{d}\beta & \mathrm{d}\gamma \end{vmatrix};$$

en prenant la droite donnée pour axe des z, elles se réduisent à

$$\mathrm{d}\alpha^2 + \mathrm{d}\beta^2 \quad \text{et} \quad \mathrm{d}x_0\,\mathrm{d}\beta - \mathrm{d}y_0\,\mathrm{d}\alpha. \tag{2}$$

La comparaison des formes (1) et (2) montre que l'espace-temps de la cinématique newtonienne, considéré comme lieu de droites d'Univers (mouvements rectilignes et uniformes), possède au voisinage de chaque droite d'Univers les mêmes caractères que l'espace euclidien.

On peut alors établir une théorie à forme euclidienne de la cinématique newtonienne. Par exemple on trouve qu'une ligne d'Univers (mouvement plan) a comme courbure en chaque point l'accélération du mouvement. La théorie de la courbure des lignes tracées sur les surfaces s'étend en partie : par exemple le théorème de Meusnier garde sa validité ; toute surface a deux familles de lignes asymptotiques, mais elle n'a qu'une seule famille de lignes de courbure, etc. Les calculs, du reste très simples, qui conduisent à ces résultats seront développés dans un autre Recueil.

Daniel ARANY
Professeur de Mathématiques à Budapest

LE PROBLÈME DES PARCOURS

1. Je désigne par *réseau linéaire* une droite sur laquelle sont marqués les points

$$x = -\mathrm{N}, \ldots, o, \ldots, \mathrm{N}.$$

La distance de deux points voisins soit l'unité.

Je nomme les points $(-\mathrm{N})$ et $(+\mathrm{N})$ points *extrémaux*, tous les autres points *intérieurs*.

Le problème des parcours consiste dans ce cas dans la recherche de la probabilité, d'arriver du point O au point x en n pas, en touchant le

point x *au moins une fois* et ne touchant *jamais* les points extrémaux.

La probabilité de passer d'un point x à l'un de ses points voisins $x-1$ ou $x+1$ soit égale à $\frac{1}{2}$.

Je désigne la probabilité cherchée par le symbole $w(n,x)$. Il satisfait à l'équation aux différences finies suivante :

$$w(n, x) = \frac{1}{2} w(n-1, x-1) + \frac{1}{2} w(n-1, x+1). \qquad (1)$$

aux conditions aux limites $w(n, \pm N) = 0$.

La solution générale de l'équation (1) peut s'énoncer dans les deux formes suivantes :

$$w(n, x) = \frac{1}{N} \sum_{\mu=1}^{N-1} \cos\left(\frac{2\mu+1}{2N} x\pi\right) \cos^n\left(\frac{2\mu+1}{2N}\pi\right) \qquad (2)$$

ou

$$w(n, x) = \frac{1}{N} \sum_{\mu=1}^{2N-1} \sin(N-x)\frac{\mu\pi}{2N} \sin\left(N\frac{\mu\pi}{2N}\right) \cos^n\left(\frac{\mu\pi}{2N}\right). \qquad (3)$$

La dernière équation exprime encore la probabilité de ce que de deux joueurs A et B, possédant au commencement du jeu chacun N francs A ou B perde à la fin de la n^e partie x francs.

Si nous désignons cette probabilité par $n^{N_1 N}_{x,-x}$, on peut écrire :

$$w(n, x) = n^{N, N}_{x,-x}.$$

Pour calculer les valeurs de $w(n,x)$ pour des *valeurs numériques* de n,x et N il faut se servir de la formule suivante :

$$w(n, x) = \frac{1}{2^n}\left[\binom{n}{\frac{n-x}{2}} + \sum_{\lambda=1}^{\mu} (-1)^\lambda \binom{n}{\frac{n-x}{2} \pm \lambda N}\right] \qquad (4)$$

où μ est la plus grande valeur de λ, pour laquelle :

$$\frac{n-x}{2} - \mu N \geqq 0.$$

Pour :

$$\frac{n-x}{2} < N$$

l'équation (4) se réduit à la suivante :

$$w(n, x) = \frac{1}{2^n}\binom{n}{\frac{n-x}{2}}. \qquad (5)$$

Puisque $w(n,x)$ désigne la probabilité d'arriver du point O au point x en n pas, en touchant ce dernier au moins *une* fois, $w(n,x)$ doit être la somme des probabilités.

$$w_1(n, x), \quad w_2(n, x), \quad \ldots\ldots, \quad w_\lambda(n, x)$$

ces dernières exprimant les probabilités d'arriver du point O au point x en n pas, touchant ce dernier *précisément* une, deux, ..., λ fois ; $\lambda = \frac{n}{2}$ quand n est *pair* et $\lambda = \frac{n+1}{2}$ quand n est impair.

On *vérifie* que quand $w(n,x)$ se calcule de l'équation (5), on a :

$$w_\lambda(n, x) = \frac{x + \lambda - 1}{n - \lambda + 1} w(n - \lambda + 1, x + \lambda - 1). \qquad (6)$$

On vérifie, en outre, que dans ce cas on a encore :

$$w_\lambda(n, x) = \sum_{v=1}^{\mu} w_1(2v - 1, 1)\, w_{\lambda-1}(n - 2v, x - 1) \qquad (7)$$

où μ se calcule de l'équation :

$$\mu - 1 = \frac{n - x}{2} - (\lambda - 1). \qquad (8)$$

2. Cherchons maintenant l'expression de la probabilité d'arriver d'un point x au point y en n pas ; les points extrémaux étant toujours encore ($\pm$ N).

Puisqu'il est évident, que cette probabilité est la même, que celle d'arriver du point O au point $z = y - x$, mais les points extrémaux étant dans ce cas $N_1 = N - x$ et $N_2 = N + x$.

Désignons la probabilité d'arriver d'un point x au point y en n pas, par le symbole $w(n,x,y)$.

Cette probabilité est la même que celle de la perte $z = y - x$ francs de l'un des deux joueurs A et B, possédant au commencement du jeu $N_1 = N - x$ et $N_2 = N + x$ francs respectivement.

Si nous désignons cette dernière probabilité par le symbole $n_{z,-z}^{N_1,N_2}$ la probabilité cherchée $w(n,x,y)$ s'exprime par la formule suivante.

$$w(n, x, y) = n_{z,-z}^{N_1, N_2}$$
$$= \frac{1}{N} \sum_{\mu=1}^{2N-1} \sin(N - x) \frac{\mu\pi}{2N} \sin(N - y) \frac{\mu\pi}{2N} \cos^n\left(\frac{\mu\pi}{2N}\right). \qquad (9)$$

Le problème des parcours peut être défini aussi pour le plan.

Je désigne par *réseau quadratique* un carré, sur lequel sont marqués les points (x, y) $x = -N, \ldots, O, \ldots, N$ et $y = -N, \ldots, O, \ldots, N$.

Je nomme les points de la forme $(\pm N, y)$ et $(x, \pm N)$ points extrémaux, tous les autres, points intérieurs.

Le problème des parcours consiste dans ce cas dans la recherche de la probabilité, d'arriver du point (O,O) au point (x,y) en n pas, touchant ce dernier *au moins une fois* et ne touchant *jamais* les points extrémaux.

Je désigne la probabilité cherchée par le symbole $w(n,x/y)$.

Il satisfait à l'équation aux différences finies suivante

$$w(n, x/y) = \frac{1}{4} w(n-1, x-1/y) + \frac{1}{4} w(n-1, x+1/y) + \frac{4}{4} w(n-1, x/y-1) + \frac{1}{4} w(n-1, x/y+1) \quad (10)$$

aux conditions aux limites :

$$w(n, x/\pm N) = 0 \quad \text{et} \quad w(n, \pm N/y) = 0.$$

La solution de l'équation (10) est la suivante :

$$w(n, x/y) = \frac{1}{2^n} \cdot \frac{1}{N^2} \sum_{\mu=0}^{N-1} \sum_{\nu=0}^{N-1} \left[\cos \frac{2\mu+1}{2N} \pi + \cos \frac{2\nu+1}{2N} \pi \right]^n \cdot \cos\left(\frac{2\mu+1}{2N} x\pi\right) \cos\left(\frac{2\nu+1}{2N} y\pi\right). \quad (11)$$

Pour des valeurs suffisamment grandes de N,

$$\left(N > \frac{n-x}{2} \quad \text{et} \quad N > \frac{n-y}{2}\right).$$

on a :

$$w(n, x/y) = \frac{1}{4^n} \sum_{K=0}^{n} \binom{n-K}{\frac{n-x-K}{2}} \binom{k}{\frac{k-y}{2}} = \frac{1}{4^n} \binom{n}{\frac{n+x+y}{2}} \binom{n}{\frac{n+x-y}{2}}. \quad (11)$$

3. Le problème des parcours peut être défini aussi pour l'espace. Je ne présente que les formules analogues à celles de l'article 2.

$$w(n, x/y/z) = \frac{1}{3^n} \frac{1}{N^3} \sum_{n=0,\ \nu=0,\ s=0}^{N-1\ \ N-1\ \ N-1} \left[\cos \frac{2\mu+1}{2N} \pi + \cos \frac{2\nu+1}{2N} \pi + \cos \frac{2\rho+1}{2N} \pi \right]^n \cdot \cos\left(\frac{2\mu+1}{2N} x\pi\right) \cos\left(\frac{2\nu+1}{2N} y\pi\right) \cos\left(\frac{2\rho+1}{2N} z\pi\right). \quad (12)$$

et pour des valeurs suffisamment grandes de N.

$$w(n, x/y/z) = \frac{1}{6^n} \sum_{K=0}^{n} \binom{n}{K} \binom{n-k}{\frac{n-k+x+y}{2}} \binom{n-k}{\frac{n-k+x-y}{2}} \binom{K}{\frac{K-z}{2}}. \quad (13)$$

N.-G. BOTEA
(Bucarest)

UNE PROPRIÉTÉ DE RÉCIPROCITÉ

1° Considérons les fonctions à n variables :

$$\left.\begin{aligned} X_1 = X_1(x_1 x_2, \ldots x_n), \quad & X_2 = X_2(x_1, x_2, \ldots x_n), \ldots \\ & X_n = X_n(x_1, x_2, \ldots, x_n) \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

solutions du système :

$$\left.\begin{aligned} &\frac{\partial X_1}{\partial x_1} = \frac{\partial X_2}{\partial x_2} = \ldots\ldots = \frac{\partial X_n}{\partial x_n} \\ &\frac{\partial X_1}{\partial x_2} = \frac{\partial X_2}{\partial x_3} = \ldots\ldots = \frac{\partial X_n}{\partial x_1} \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ &\frac{\partial X_1}{\partial x_n} = \frac{\partial X_2}{\partial x_1} = \ldots\ldots = \frac{\partial X_n}{\partial x_{n-1}} \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

Nous avons étudié ce système dans deux notes (1). Nous avons appelé les fonctions $X_1, X_2, \ldots X_n$ des fonctions conjuguées par rapport à l'équation :

$$\Delta_n U = \begin{vmatrix} \frac{\partial}{\partial x_1} & \frac{\partial}{\partial x_2} & \ldots\ldots & \frac{\partial}{\partial x_n} \\ \frac{\partial}{\partial x_n} & \frac{\partial}{\partial x_1} & \ldots & \frac{\partial}{\partial x_{n-1}} \\ \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots\ldots \\ \frac{\partial}{\partial x_2} & \frac{\partial}{\partial x_3} & \ldots\ldots & \frac{\partial}{\partial x_1} \end{vmatrix} U = 0 \qquad (3)$$

et nous avons trouvé quelques propriétés de l'équation $\Delta_n U = 0$ et des fonctions conjuguées $X_1, X_2 \ldots, X_n$. Ajoutons la suivante :

Si $$\frac{D(X_1, X_2, \ldots\ldots, X_n)}{D(x_1, x_2, \ldots\ldots, x_n)} \neq 0$$

et si l'on regarde les quantités $x_1, x_2 \ldots x_n$, tirées de (1) comme des fonctions de $X_1, X_2, \ldots X_n$:

$$\left.\begin{aligned} x_1 = x_1(X_1, X_2, \ldots\ldots, X_n), \quad & x_2 = x_2(X_1, X_2, \ldots\ldots, X_n), \ldots\ldots \\ & x_n = x_n(X_1, V_2, \ldots\ldots, X_n) \end{aligned}\right\} \qquad (4)$$

---

(1) N. Bote. Sur quelques équations aux dérivées partielles. Comptes rendus 195. 1932, p. 992 et 196. 1933, p. 35.

elles vérifient le système :

$$\left.\begin{aligned} &\frac{\partial x_1}{\partial X_1} = \frac{\partial x_2}{\partial X_2} = \ldots\ldots = \frac{\partial x_n}{\partial X_n} \\ &\frac{\partial x_1}{\partial X_2} = \frac{\partial x_2}{\partial X_3} = \ldots\ldots = \frac{\partial x_n}{\partial X_1} \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ &\frac{\partial x_1}{\partial X_n} = \frac{\partial x_2}{\partial X_1} = \ldots = \frac{\partial x_n}{\partial X_{n-1}} \end{aligned}\right\} \quad (5)$$

Pour démontrer cette proposition il est aisé de vérifier que les relations (2) ou (5) représentent les conditions nécessaires et suffisantes pour avoir les égalités :

$$\left.\begin{aligned} &dX_1 + dX_2 + \ldots. + dX_n \\ &\quad = \lambda_1 (x_1, x_2, \ldots. x_n) [dx_1 + dx_2 + \ldots. + dx_n] \\ &dX_1 + j_1 dX_2 + \ldots. + j^{n-1} dX_n \\ &\quad = \lambda_2 (x_1, x_2, \ldots. x_n) [dx_1 + j_1 dx_2 + \ldots. j_1^{n-1} dx_n] \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ &dX_1 + j_{n-1} dX_2 + \ldots. + j_{n-1}^{n-1} dX_n \\ &\quad = \lambda_n (x_1, x_2, \ldots., x_n) [dx_1 + j_{n-1} dx + \ldots. + j_{n-1}^{n-1} dx_n] \end{aligned}\right\} \quad (6)$$

où $j_1, j_2, \ldots j_{n-1}$ sont les racines de l'équation

$$j^n - 1 = 0$$

Si $n = 3$ on obtient un théorème donnée par P. Appel (2);

2° On peut généraliser la proposition établie, en considérant les fonctions :

$$\left.\begin{aligned} X_1 = X_1 (x_1, x_2, \ldots., x_n), \quad X_2 = X_2 (x_1\, x_2, \ldots. x_n). \ldots. \\ X_n = X_n\, x_1, x_2, \ldots. x_n) \end{aligned}\right\} \quad (7)$$

qui vérifient le système :

$$\left.\begin{aligned} &\sum_{i=1}^{n} \frac{a_{i1}}{b_{11}} \cdot \frac{\partial X_i}{\partial x_1} = \sum_{i=1}^{n} \frac{a_{i1}}{b_{12}} \cdot \frac{\partial X_i}{\partial x_2} = \ldots\ldots = \sum_{i=1}^{n} \frac{a_{i1}}{b_{1n}} \cdot \frac{\partial X_i}{\partial x_n} \\ &\sum_{i=1}^{n} \frac{a_{2i}}{b_{21}} \cdot \frac{\partial X_i}{\partial x_2} = \sum_{i=1}^{n} \frac{a_{2i}}{b_{22}} \cdot \frac{\partial X_i}{\partial x_2} = \ldots\ldots = \sum_{i=1}^{n} \frac{a_{2i}}{b_{2n}} \cdot \frac{\partial X_i}{\partial x_n} \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ &\sum_{i=1}^{n} \frac{a_{mi}}{b_{m1}} \cdot \frac{\partial X_i}{\partial x_1} = \sum_{i=1}^{n} \frac{a_{mi}}{b_{m2}} \cdot \frac{\partial X_i}{\partial x_2} = \ldots\ldots = \sum_{i=1}^{n} \frac{a_{mi}}{b_{mn}} \cdot \frac{\partial X_i}{\partial x_n} \end{aligned}\right\} \quad (8)$$

---

(2) P. Appel. Propositions d'Algèbre et de Géométrie déduits de la considération des racines cubiques de l'unité. Comptes rendus 84. 1877, p. 540.

Si l'on suppose que :

$$\frac{\mathrm{D}\,(\mathrm{X}_1, \mathrm{X}_2, \ldots\ldots \mathrm{X}_n)}{\mathrm{D}\,(x_1, x_2, \ldots\ldots x_n)} \neq 0$$

et l'on regarde les fonctions :

$$\left.\begin{array}{ll} x_1 = x_1\,(\mathrm{X}_1, \mathrm{X}_2, \ldots\ldots \mathrm{X}_n), & x_2 = x_2\,(\mathrm{X}_1, \mathrm{X}_2, \ldots\ldots \mathrm{X}_n), \ldots\ldots \\ & x_n = x_n\,(\mathrm{X}_1, \mathrm{X}_2. \ldots\ldots \mathrm{X}_n) \end{array}\right\} \quad (9)$$

tirées de (7), comme des fonctions de n variables X_1, X_2,... X_n, elles vérifient le système :

$$\left.\begin{array}{l} \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{b_{1i}}{a_{11}}\right] \frac{\partial x_i}{\partial \mathrm{X}_1} = \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{b_{1i}}{a_{12}}\right] \frac{\partial x_i}{\partial \mathrm{X}_2} = \ldots\ldots = \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{b_{1i}}{a_{1n}}\right] \frac{\partial x_i}{\partial \mathrm{X}_n} \\ \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{b_{2i}}{a_{21}}\right] \frac{\partial x_i}{\partial \mathrm{X}_1} = \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{b_{2i}}{a_{22}}\right] \frac{\partial x_i}{\partial \mathrm{X}_2} = \ldots\ldots = \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{b_{2i}}{a_{2n}}\right] \frac{\partial x_i}{\partial \mathrm{X}_n} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{b_{mi}}{a_{m1}}\right] \frac{\partial x_i}{\partial \mathrm{X}_1} = \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{b_{mi}}{a_{m1}}\right] \frac{\partial x_i}{\partial \mathrm{X}_2} = \ldots\ldots = \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{b_{mi}}{a_{mn}}\right] \frac{\partial x_i}{\partial \mathrm{X}_n} \quad (3) \end{array}\right\} \quad (10)$$

En effet, les relations (8) et (10) représentent les conditions nécessaires et suffisantes pour avoir les égalités :

$$\left.\begin{array}{l} a_{11}\,\mathrm{d}\mathrm{X}_1 + a_{12}\,\mathrm{d}\mathrm{X}_2 + \ldots\ldots + a_{1n}\,\mathrm{d}\mathrm{X}_n \\ \qquad = \lambda_1\,(x_1, x_2, \ldots\ldots x_n)\,[b_{11}\,\mathrm{d}\,x_1 + b_{12}\,\mathrm{d}\,x_2 + \ldots\ldots + b_{1n}\,\mathrm{d}\,x_n] \\ a_{21}\,\mathrm{d}\mathrm{X}_1 + a_{22}\,\mathrm{d}\mathrm{X}_2 + \ldots\ldots a_{2n}\,\mathrm{d}\mathrm{X}_n \\ \qquad = \lambda_2\,x_1, x_2, \ldots\ldots x_n)\,[b_{21}\,\mathrm{d}\,x_1 + b_{22}\,\mathrm{d}\,x_2 + \ldots\ldots + b_{2n}\,\mathrm{d}\,x_n] \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ a_{m1}\,\mathrm{d}\mathrm{X}_1 + a_{m2}\,\mathrm{d}\mathrm{X}_2 + \ldots\ldots a_{mn}\,\mathrm{d}\mathrm{X}_n \\ \qquad = \lambda_m\,(x_1, x_2, \ldots\ldots x_n)\,[b_{m1}\,\mathrm{d}\,x_1 + b_{m2}\,\mathrm{d}\,x_2 + \ldots\ldots + b_{mn}\,\mathrm{d}\,x_n] \end{array}\right\} \quad (11)$$

3° Si dans les relations (7) (8) (9) (10) on fait $m = n = 2$, $a_{11} = a_{21} = b_{11} = b_{21} = 1$, $a_{12} = b_{12} = i$, $a_{22} = b_{22} = -i$ on obtient la propriété suivante des fonctions harmoniques (4) :

Si les fonctions :

$$\mathrm{X} = \mathrm{X}\,(x, y); \quad \mathrm{Y} = \mathrm{Y}\,(x, y) \quad (12)$$

sont harmoniques conjuguées, des équations (12) on peut tirer :

$$x = x\,(\mathrm{X}, \mathrm{Y}); \; y = y\,(\mathrm{X}, \mathrm{Y}).$$

et les fonctions x, y de variables X, Y sont aussi harmoniques conjuguées.

---

(3) La notation [F] représente ce que devient la fonction F $(x_1, x_2, \ldots x_n)$ quand on remplace les quantités x_1, x_2,... x_n par leurs valeurs (9).

(4) Voir par exemple *Forsyth*. Theory of functions of a complex variable. Third edition 1918, p. 15. Ex. 6.

J. CARRON
Professeur à Chambéry

SUR UN THÉORÈME DE LA THÉORIE DES ENSEMBLES

Il s'agit d'une démonstration, un peu différente de celles que nous connaissons, du théorème classique (Cantor-Bendixson) :

Tout ensemble fermé est la somme d'un ensemble parfait et d'un ensemble dénombrable.

Elle repose sur la remarque suivante :

Tout nombre compris entre 0 et 1 pouvant être défini par une fraction continue

$$\cfrac{1}{m_1 + \cfrac{1}{m_2 + \cfrac{1}{m_3 + \ldots}}}$$

l'ensemble $A_{m_1 m_2 \ldots m_p \ldots}$ ou $m_1\ m_2 \ldots\ m_p \ldots$ sont assujettis à prendre toutes les valeurs entières *à la puissance du continu.*

Il en est de même de l'ensemble $Aq_1q_2 \ldots\ q_p \ldots$ dans lequel les q sont en nombre infini, chacun d'eux prenant un nombre fini ou infini de valeurs entières (1).

Au contraire si les q sont en nombre fini, l'ensemble $Aq_1q_2 \ldots q_p$ est *dénombrable.*

Considérons un ensemble fermé A. On établit sans peine que, s'il n'est pas parfait, ceux de ses éléments qui n'appartiennent pas à son dérivé A' *forment un ensemble dénombrable D.* Si A' n'est pas parfait. il est de même la somme de son dérivé A'' et d'un ensemble dénombrable D' et ainsi de suite... $A^{(p)}$, supposé non parfait sera la somme de son dérivé $A^{(p+1)}$ et d'un ensemble dénombrable $D^{(p)}$... Je dis qu'au bout d'un nombre limité d'opérations, on tombera ainsi sur un parfait ensemble parfait $A^{(n)}$. A sera alors la somme de $A^{(n)}$ et de l'ensemble dénombrable Δ des éléments de D,D'... $D^{(p^n-1)}$.

En effet, représentons par aq_p les éléments de $D^{(p)}$, au voisinage de chacun de ces éléments, il y a une infinité d'éléments de $A^{(p-1)}$ dont il est aisé de voir qu'ils appartiennent à $D^{(p-1)}$, d'où l'on déduit que les éléments de $D^{(p-1)}$ peuvent être représentés par aq_pq_{p-1},... On montre ainsi, de proche en proche, que les éléments de D peuvent être représentés par $Aq_1q_2 \ldots\ q_{(p-1)}q_p$. Or, si les q étaient en nombre infini D ne serait pas dénombrable.

---

(1) Il suffit qu'une infinité des q prennent 2 valeurs différentes, puisqu'on peut alors faire correspondre les éléments de l'ensemble donné à l'ensemble des nombres compris entre 0 et 1, supposés écrits dans le système binaire.

M. COTTON

Professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble

SUR LES FONCTIONS ALGÉBROIDES DE DEUX VARIABLES

Poincaré, dans sa thèse, a introduit en Analyse la notion très importante de fonction algébroïde de plusieurs variables indépendantes. Supposons qu'il y en ait deux, jouant des rôles différents, x et z, *la fonction* y *est algébroïde et d'ordre* n *quand elle vérifie une équation, algébrique et de degré* n *en* y,

$$y^n + a_1 y^{n-1} + \ldots + a_n = 0, \qquad (1)$$

dont les coefficients sont des séries entières en x *et* z *s'annulant pour* $x = z = 0$.

L'illustre géomètre a démontré que *les solutions* y *d'une équation*

$$f(x, y, z) = 0 \qquad (2)$$

dont le premier membre est une série entière en x y z *qui s'annule ainsi que certaines de ses dérivées par rapport à* y *lorsque* $x = y = z = 0$, *sont des fonctions algébroïdes.*

L'anologie entre ces fonctions $y\ (x;\ z)$ et les fonctions algébriques d'une variable x dépendant d'nn paramètre z est très suggestive. Elle conduit à étudier les fonctions composées $\frac{\varphi(x, y, z)}{\psi(x, y, z)}$ où φ et ψ sont des séries entières : ce sont les analogues des fonctions rationnelles de la théorie des fonctions algébriques ; les intégrales $\int \frac{\varphi}{\psi}\, dx$ sont analogues aux intégrales abéliennes.

Les coordonnées x, y des divers points critiques de ces fonctions $\frac{\varphi}{\psi}$ dépendent du paramètre z ; ceux pour lesquels x, y et z tendent simultanément vers zéro sont particulièrement importants : nous les appellerons points critiques locaux. On peut établir que pour ces points x, y sont développables en séries ordonnées suivant des puissances fractionnaires de z, les fractions exposants étant réductibles à un même dénominateur commun.

La recherche de ces développements lorsque l'équation de définition est de la forme non réduite (2) conduit à se poser la question suivante :

Soit :

$$f(x, y, z) = \sum A_{abc}\, x^a y^b z^c \qquad (3)$$

une série entière où manquent le terme constant et quelques termes de moindre degré ; on effectue la substitution

$$x = x' u^\alpha \qquad y = y' u^\beta \qquad z = u^\gamma \qquad (4)$$

α, β, γ étant des entiers positifs, x', y' des nombres différents de zéro. Le résultat $\varphi(u)$ de cette substitution s'annule pour $u = 0$; et peut être regardé comme une fonction de u infiniment petite avec cette variable ; trouver l'ordre infinitésimal de cet infiniment petit (par rapport à u); discuter suivant les valeurs données à α, β, γ, x', y'.

Considérons $a\ b\ c$ comme les coordonnées d'un point rapporté à trois axes rectangulaires $Oa\ Ob\ Oc$ et supposons marqués les *points E* auxquels correspondent dans la série entière des *coefficients* A_{abc} *différents de zéro.*

Soit de même ε le point de coordonnées α, β, γ ; le terme en $x^a y^b z^c$ de la série donne par la substitution (4) le monôme $A_{abc}\, x'^a y'^b u^{a\alpha + b\beta + c\gamma}$ dont l'ordre en u est :

$$a\alpha + b\beta + c\gamma,$$

c'est-à-dire le produit scalaire

$$\overrightarrow{OE}.\overrightarrow{O\varepsilon} = OE.O\varepsilon.\cos \widehat{OE\,O\varepsilon}$$

des deux vecteurs $\overrightarrow{OE}$, $\overrightarrow{O\varepsilon}$.

Il en résulte que *l'ordre infinitésimal de* $\varphi(u)$ *peut en général être obtenu en projetant les points* E *sur la droite* Oε *et cherchant celle de ces projections qui est la plus voisine de* 0 :

Le point E pour lequel cette condition de voisinage est réalisée dépend de ε; *lorsqu'on fait varier* α, β, γ, *les divers points* E *sont évidemment répartis sur une surface polyédrale convexe* P *à faces planes ; c'est l'analogue du polygone de Newton utilisé dans la théorie des courbes algébriques.*

Examinons les choses de plus près.

1° Si pour un point ε le produit scalaire minimum n'est réalisé que par un seul sommet de P, il donne effectivement l'ordre infinitésimal de $\varphi(u)$ puisque nous supposons $x'y' \neq 0$.

2° S'il y a plusieurs points E (a, b, c) E' $a', b'c,'),\ldots$ donnant le produit scalaire minimum, ils sont répartis sur une arête ou sur une face de P et l'on a :

$$a\alpha + b\beta + c\gamma = a'\alpha + b'\beta + c'\gamma = \ldots$$

le coefficient de $u^{a\alpha + b\beta + c\gamma}$ dans la série $\varphi(u)$ est un polynôme

$$g(x'y') = A_{abc}\, x'^a y'^b + A_{a'b'c'}\, x'^{a'} y'^{b'} + \ldots$$

et deux cas sont à distinguer.

Si le point x', y' *d'un plan* $x'O'y'$ *n'est pas sur la courbe algébrique.*

$$g(x'y') = 0 \qquad (c)$$

correspondant à ce groupe de points E,E',... *l'ordre de* $\varphi(u)$ *est bien* $a\alpha + b\beta + c\gamma$; *il s'élève dans le cas contraire.*

Nous considérerons aussi la surface algébrique S

$$H(x, y, z) = A_{abc}\, x^a y^b z^c + A_{a'b'c'}\, x^{a'} y^{b'} z^{c'} + \ldots = 0. \qquad (5)$$

Indiquons, en passant, les résultats suivants :

Les courbes algébriques (c) correspondant à une arête de la surface P se transforment en elles-mêmes par les transformations d'un groupe projectif à un paramètre ; les courbes de cette nature ont été étudiées par Klein (courbes W de sa Höhere Geometrie). Les surfaces (S) admettent de même un groupe projectif à un paramètre ou à deux paramètres suivant qu'elles correspondent à une face ou à une arête de la surface polyédrale P ; leur étude a été faite par Sophus Lie.

Revenons à la surface polyédrale P ; nous lui associerons les semi-droites $O\varepsilon$ perpendiculaires à ses faces et nous les grouperons de la façon suivante : A une arête de P correspondra l'angle aigu des normales aux faces adjacentes ; aux arêtes de P issues d'un même sommet correspondra un angle polyèdre convexe. La figure ainsi formée, *gerbe* d'angles polyèdres de même sommet O, sera désignée par Π. Les points ε, à coordonnées entières, répartis sur les arêtes ou dans les faces de Π donnent par leurs coordonnées les valeurs de $\alpha\ \beta\ \gamma$ pour lesquelles plusieurs termes de la série f interviennent dans la détermination de l'ordre infinitésimal de $\varphi(u)$.

Indiquons enfin l'application aux fonctions algébroïdes, et aux singularités locales dont il a été question plus haut.

Pour rechercher les solutions x,y de deux équations

$$f(x, y, z) = 0 \qquad \psi(x, y, z) = 0$$

(f et ψ séries entières s'annulant pour $x = y = z = 0$) on considère les gerbes $\Pi\,\Pi_1$, correspondant à f et ψ ; on prend les demi-droites communes à Π et Π_1. A chacune de ces demi-droites Δ_i correspondent des nombres $\alpha_i\beta_i\gamma_i$; les rapports $\frac{\alpha_i}{\gamma_i}$, $\frac{\beta_i}{\gamma_i}$ donnent les ordres infinitésimaux de x et y considérés comme fonctions de z. Les coefficients de $z^{\frac{\alpha_i}{\gamma_i}}$ et $z^{\frac{\beta_i}{\gamma_i}}$ dans les parties principales de x et y s'obtiennent en résolvant le système :

$$g(x', y') = 0 \qquad g_1(x', y') = 0$$

correspondant à ces valeurs.

Ceci s'applique non seulement à la recherche des pôles locaux d'une fonction $\frac{\varphi}{\psi}$, mais aussi, en prenant $\psi = f'_y$ à la recherche des singularités analogues aux points de ramification de la théorie des courbes algébriques.

En arrêtant là ces indications rapides, signalons la nécessité de les compléter par une discussion et la possibilité de les étendre aux fonctions algébroïdes de plus de deux variables.

Paul DELENS
Professeur au Lycée du Havre

1°) OPÉRATEURS DIFFÉRENTIELS SUR UNE SURFACE

1. Les paramètres différentiels de Beltrami et Darboux, employés pour l'étude de la géométrie intrinsèque d'une surface, sont aisément traduits avec les notations du calcul différentiel absolu. Il convient aussi de les rattacher à des vecteurs remarquables et à des opérateurs vectoriels (superficiels). J'ai, pour ma part (1), déjà insisté sur le rôle d'un vecteur appelé *géodèse*, attaché à un *réseau angulaire* de courbes tracées sur la surface, distributeur de leurs courbures géodésiques : son importance au point de vue du transport parallèle et la simplicité des expressions qu'il permet de traduire apparaîtront encore ici. J'emploie dans ce qui suit quelques notations vectorielles, en indiquant les formes correspondantes du calcul tensoriel.

Soient $\mathfrak{a} = (a_{ij})$ le tenseur métrique fondamental du ds^2 d'une surface

$$\mathrm{d}s^2 = a_{ij}\,\mathrm{d}u^i\,\mathrm{d}u^j \qquad (i, j, \ldots = 1, 2),$$

$\mathbf{v}$ le vecteur gradient d'un champ scalaire, $\mathcal{F}$ son tenseur dérivé

$$\mathbf{v} = \mathrm{grad}\,\varphi = \nabla\varphi = (\varphi_i). \qquad \mathcal{F} = \nabla\mathbf{v} = \nabla^2\varphi = (\varphi_{ij}) \tag{1}$$

(φ_i, φ_{ij} dérivées covariantes de φ) ; d'où les expressions

$$\mathrm{V}^2 = \mathbf{v} \times \mathbf{v} = \Delta_1\varphi = a^{ij}\,\varphi_i\,\varphi_j = \varphi^i\varphi_i, \tag{2}$$

$$\mathrm{div}\,\mathbf{v} = \Delta_2\varphi = a^{ij}\varphi_{ij} = \varphi_i{}^i = \mathrm{I}_1\mathcal{F}, \tag{3}$$

$$\Delta_{22}\varphi = a^{12,12}\varphi_{12,12} = \mathrm{I}_2\mathcal{F} \qquad (a^{12,12} = \text{dét}\,|\,a^{ij}\,|, \tag{4}$$

$$\varphi_{12,12} = \text{dét}\,|\,\varphi_{ij}\,|)$$

$$\nabla\Delta_1\varphi = 2\mathbf{v} \times \nabla\mathbf{v} = 2\mathbf{v}\mathcal{F} = (2\varphi^i\varphi_{ij}). \tag{5}$$

(Les notations I_1 et I_2 sont celles de l'école italienne de Burali-Forti ; — $\Delta_{22}\varphi$ de Bianchi est le paramètre $\sigma(\varphi)$ de Darboux).

Le tenseur $\mathcal{F}$ satisfait à l'identité (équation principale),

$$\mathcal{F}^2 - \mathrm{I}_1\mathcal{F}.\mathcal{F} + \mathrm{I}_2\mathcal{F}.\mathfrak{a} = 0\,; \tag{6}$$

le tenseur $\overline{\mathcal{F}}$, *majeur* ou *cyclique* de $\mathcal{F}$, défini par

$$\overline{\mathcal{F}} = \mathrm{I}_1\mathcal{F}.\mathfrak{a} - \mathcal{F} \qquad \text{ou} \qquad \overline{\varphi_{ij}} = \varphi_r{}^r\,a_{ij} - \varphi_{ij}\,, \tag{7}$$

---

(1) *Méthodes et problèmes des géométries différentielles...* (*Thèse, Paris* 1927). *Sur les propriétés de certaines familles de courbes* (*C. R.*, **189**, 1929, p. 226). — *Application à la représentation conforme des transformations à variables séparées* (*L'Ens. Math.*, **30**, 1931, p. 91-135). — *Géométrie des congruences de courbes* (*Rendic. del circ. mat. di Palermo*, LVI, 1932, p. 289-352). Voir aussi C. E. Weatherburn, *Differential geometry of three dimensions*, I, II (Cambridge, 1927 et 1930).

permet d'écrire cette relation et (6) sous les formes

$$\mathcal{F} + \overline{\mathcal{F}} = \mathrm{I}_1 \mathcal{F}.\mathcal{A}, \qquad \mathcal{F}\overline{\mathcal{F}} = \mathrm{I}_2 \mathcal{F}.\mathcal{A}, \tag{8}$$

et

$$\mathrm{I}_1 \overline{\mathcal{F}} = \mathrm{I}_1 \mathcal{F}, \qquad \mathrm{I}_2 \overline{\mathcal{F}} = \mathrm{I}_2 \mathcal{F}.$$

Le géodèse $\mathbf{g} = (\gamma_i)$ est défini par

$$\mathrm{V}^2 \mathbf{g} = - \mathbf{v}\, \overline{\mathcal{F}} \qquad \text{ou} \qquad \varphi^i \varphi_i \gamma_j = - \varphi_i{}^i \varphi_j + \varphi^i \varphi_{ij}, \tag{9}$$

$$\Delta_1 \varphi . \mathbf{g} = - \Delta_2 \varphi . \nabla \varphi + \frac{1}{2} \nabla \Delta_1 \varphi . \tag{9'}$$

On obtient à partir de $\mathbf{g}$ *le paramètre* $\Delta_{22}\varphi$ *par*

$$\Delta_{22} \varphi = - \frac{1}{2} \mathbf{g} \times \nabla \Delta_1 \varphi = \frac{1}{\mathrm{V}^2} \mathbf{v}\, \overline{\mathcal{F}} \mathcal{F} \mathbf{v}, \tag{10}$$

(9′), (5) et $(8)_2$ ramenant aux formes (4) et

$$\Delta_{22} \varphi = \frac{2 \Delta_2 \varphi \Delta . (\varphi, \Delta_1 \varphi) - \Delta_1 \Delta_1 \varphi}{4 \Delta_1 \varphi}. \tag{10'}$$

D'après (9) et $(8)_2$, on a encore

$$\mathrm{V}^2 \mathbf{g} \times \nabla \mathbf{v} = - \mathbf{v}\, \overline{\mathcal{F}} \mathcal{F} = - \Delta_{22} \varphi . \mathbf{v}, \tag{11}$$

d'où s'ensuit bien que pour un déplacement dM suivant $\mathbf{g}$, $\mathbf{v}$ subit un transport *parallèle*; $\Delta_{22}\varphi = 0$ traduit que, dans la direction $\mathbf{g}$, le vecteur *gradient* $\mathbf{v} = \Delta\, \varphi$ est transporté *par équipollence*; un cas particulier est celui d'un faisceau de lignes parallèles $\varphi = \text{const.}$, avec $\Delta_1 \varphi = \text{const.}$ Pour $\Delta_{22}\varphi = 0$, la propriété indiquée correspond bien (*Thèse*) à la dégénérescence du tenseur $\mathcal{F}$, réduit ici à $\mathcal{F} = \Delta_2 \varphi\, \mathfrak{q}^2$, $\mathfrak{q}$ étant le vecteur unitaire perpendiculaire à $\mathbf{g}$.

2. Je rappelle que la théorie du repère mobile, avec un repère normal unitaire $\mathrm{M}\mathfrak{t}_1\mathfrak{t}_2\mathfrak{n}$, et $\mathbf{v} = \mathrm{V}\mathfrak{t}_1$, introduit $\mathbf{g}$ par les différentielles spatiale et superficielle de $\mathfrak{t}_1$, respectivement

$$\mathrm{d}\mathfrak{t}_1 = \omega_{12} \mathfrak{t}_2 + \omega_{13} \mathfrak{n}, \qquad \delta \mathfrak{t}_1 = \omega_{12} \mathfrak{t}_2,$$

avec les notations de M. E. Cartan; pour $\omega_{12} = 0$, $\delta\mathfrak{t}_1 = 0$ et $d\mathfrak{t}_1$ est suivant $\mathfrak{n}$, ce qui exprime qu'une *directrice* $\omega_{12} = 0$, tangente à $\mathbf{g}$, est ligne de striction pour la surface réglée engendrée, suivant cette ligne, par les génératrices $[\mathrm{M}\mathfrak{t}_1]$. Cette méthode est déjà employée par Darboux (*Leçons sur la théorie générale des surfaces*, t, IV, livre VIII, chap. XIV, 1896) et *il est intéressant, à la lumière des recherches contemporaines, de remarquer combien Darboux s'est alors approché de la notion de déplacement parallèle*; ceci à propos d'études sur la déformation des surfaces, qui l'ont aussi conduit à l'introduction de $\Delta_{22}\varphi$.

L'exposé de Darboux correspond au point de vue *externe* de M. Levi-Civita pour le déplacement parallèle; on rejoint le point de vue *interne* de M. H. Weyl (transport *géodésique*) en remarquant que dans le réseau angulaire défini à partir du champ de vecteurs $\mathfrak{t}_1$, la ligne tangente à $\mathbf{g}$ en *Moy* a une inflexion géodésique. On peut d'ailleurs se placer à un point

de vue autre (*Thèse*) que celui du déplacement élémentaire d'un vecteur suivant une courbe assignée, en se proposant d'ordonner *un champ de vecteurs*, donné a priori, en séries de vecteurs parallèles, suivant les courbes d'une congruence (directrices), et ce point de vue peut être généralisé pour plus de deux dimensions.

2°) SUR UNE GÉOMÉTRIE AFFINE DES COURBES

(RÉSUMÉ)

La géométrie des variétés pour le groupe Γ'' des affinités conservant un point O est ici limitée à l'étude des courbes du plan et de l'espace à 3 dimensions ; la dualité joue un rôle important, et la géométrie projective autour de O ou dans l'élément I à l'infini intervient aussi (1).

I. *Courbes planes.* — Il s'agit de courbes (l, L), lieux de points et enveloppes. On définit le paramètre invariant φ par

$$d\varphi^2 = \varepsilon \frac{[d\mathbf{x}\, d^2\mathbf{x}]}{[\mathbf{x}\, d\mathbf{x}]} > 0 \qquad d\varphi = \sqrt{\frac{\chi}{\delta}}\, ds = \sqrt{\frac{R}{\delta}}\, d\alpha$$

($\varepsilon = 1$ pour simplifier) ;

ceci conduit à l'équation différentielle des courbes équivalentes (Γ'')

$$\mathbf{x}'' = -\mathbf{x} + h\,\mathbf{x}'$$

h étant la courbure (Γ''). Les coniques de centre $O, h = 0$, et les courbes W pour h constant se rattachent aux contacts d'ordres 2 et 3 avec une courbe (l, L). Dans un repère mobile $M, \mathbf{x}', -\mathbf{x}$, la position de la normale *affine* et d'une autre direction introduite par le faisceau de coniques avec contact du troisième ordre sont précisées.

II. *Courbes gauches.* — Le paramètre ψ est défini par

$$d\psi^3 = -\frac{[d\mathbf{x}\, d^2\mathbf{x}\, d^3\mathbf{x}]}{[\mathbf{x}\, d\mathbf{x}\, d^2\mathbf{x}]} = -\frac{\chi\tau}{\delta}\, ds^3 = \frac{\chi}{\tau^2\delta}\, d\beta^3.$$

L'équation différentielle des courbes (l, L) équivalentes (Γ'') est

$$(\mathbf{x}'' - H\mathbf{x}')' = -\mathbf{x} + J\mathbf{x}' ;$$

H et J sont la courbure et la torsion (Γ'') ; $H = 0$ caractérise les asymptotiques des surfaces de Tzitzéica. Le repère mobile a pour vecteurs de base $\mathbf{x}', \mathbf{x}'' - H\mathbf{x}', \mathbf{x}$, les vecteurs duals réciproques étant $-\mathbf{Y}'', \mathbf{Y}', \mathbf{Y}$; on y précise la position de la normale affine.

L'étude dans le plan de l'infini I se rapporte à la géométrie projective d'un couple $(\mathcal{L}, \Lambda)$ de courbes, dérivées réciproques de Tzitzéica ; ceci permet d'intéressantes interprétations des éléments invariants.

---

(1) Cf. P. DELENS, *La métrique angulaire des espaces de Finsler et la géométrie différentielle projective.* (*Act. scient. et ind.*, 80, *Exposés de géométrie* publiés sous la direction de M. E. CARTAN, III ; Paris, 1933).

Jacques DEVISME
Professeur au Lycée du Havre

SUR UNE FAMILLE DE POLYNOMES

NOTATIONS : Etant données r variables distinctes u_1, $u_2 \ldots$, u_r, nous poserons :

$$p = \prod_1^r u_i, \qquad \Delta_r = \frac{\partial^r}{\partial u_1 \, \partial u_2 \ldots \partial u_r},$$

$$\nabla i = \frac{\partial^{r-1}}{\partial u_1 \ldots \partial u_{i-1} \, \partial u_{i+1} \ldots \partial u_r}, \ \ldots$$

$$\mathrm{P}_{\alpha_1, \alpha_2 \ldots \alpha_r} = \frac{\partial^{\alpha_1 + \alpha_2 \ldots + \alpha_r}}{\partial u_1^{\alpha_1} \, \partial u_2^{\alpha_2} \ldots \partial u_r^{\alpha_r}} [p - 1]^{\alpha_1 + \alpha_2 \ldots + \alpha_r}.$$

PROBLÈME : Je me suis proposé d'étudier les équations aux dérivées partielles vérifiées par les polynomes $\mathrm{P}_{\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_r}$. Je voudrais énoncer ici quelques propriétés dont je ne possède pas actuellement toutes les démonstrations pour r quelconque mais qui ont été vérifiées pour les valeurs 2, 3, 4. Cette étude sera reprise et complétée dans un mémoire ultérieur.

I. *Les polynomes* $\mathrm{P}_{\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_r}$ *vérifient un système de* r *équations aux dérivées partielles d'ordre* r de la forme

$$(p - 1) \, \Delta_r \mathrm{U} + \sum_i \mathrm{A}_i \frac{p}{u_i} \nabla i \mathrm{U} + \sum_{i,j} \mathrm{A}_{ij} \frac{p}{u_i u_j} \nabla i, j \, \mathrm{U} + \ldots$$

$$+ \sum_i \mathrm{B}_i u_i \frac{\partial \mathrm{U}}{\partial u_i} + \mathrm{CU} = 0. \qquad (1)$$

où les différents coefficients, A_i, $\mathrm{A}_{ij}, \ldots, \mathrm{B}_i, \mathrm{C}$ *sont des polynomes, aisément calculables, en* $\alpha_1, \ldots \alpha_r$.

II. *Lorsque l'on pose*

$$\alpha_1 = \alpha_2 \ldots = \alpha_r = -\frac{1}{r}, \qquad (-n) = 1 - \frac{1}{r},$$

les équations (1) *s'identifient à l'équation*

$$(p - 1) \, \Delta_r \mathrm{U} - n \sum_i \frac{p}{u_i} \nabla i \mathrm{U} + n^2 \sum_{i,j} \frac{p}{u_i u_j} \nabla i, j \, \mathrm{U} + \ldots$$

$$+ (-n)^{r-1} \sum u_i \frac{\partial \mathrm{U}}{\partial u_i} + (-n)^r \mathrm{U} = 0,$$

que nous avons déjà signalée autre part.

---

(1) J. DEVISME. *Sur quelques équations aux dérivées partielles* : Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris 193, 1931, p. 983.

III. *En combinant par soustraction les équations* (1) *on forme de nouveaux systèmes d'équations d'ordre* r-1 *cette fois-ci. Pour les premières valeurs* 2, 3, 4 *de* r, *on trouve respectivement des équations de la forme*

$$D_{1,2}U \equiv u_1 \frac{\partial U}{\partial u_1} - u_2 \frac{\partial U}{\partial u_2} + (\alpha_1 - \alpha_2) U = 0,$$

$$u_3 D_{1,2}\left(\frac{\partial U}{\partial u_3}\right) + (\alpha_1 + 1) D_{1,2} U = 0.$$

$$u_3 u_4 D_{1,2}\left(\frac{\partial^2 U}{\partial u_3 \partial u_4}\right) + (\alpha_3 + 1) u_4 D_{1,2}\left(\frac{\partial U}{\partial u_4}\right) + (\alpha_4 + 1) u_3 D_{1,2}\left(\frac{\partial U}{\partial u_3}\right) + (\alpha_3 + 1)(\alpha_4 + 1) D_{1,2} U = 0,$$

qui laissent prévoir la loi générale ainsi que le rôle fondamental joué par l'opérateur $D_{1,2}$.

J. FAVARD

SUR LA QUADRATURE DES SURFACES DE RÉVOLUTION

J'appelle surface de révolution la surface engendrée par un arc plan simple de Jordan en tournant autour d'un axe de son plan qui ne le rencontre pas.

A ma connaissance on n'a pas encore étudié la quadrature de ces surfaces suivant la définition de M. Lebesgue ; à ce sujet j'ai pu établir le résultat suivant :

Pour qu'une telle surface soit quarrable, il est nécessaire et suffisant que l'arc qui l'engendre soit rectifiable ; l'aire d'une zone est alors donnée par la formule classique de Guldin.

Ce résultat permet de poser d'une manière plus large le problème de la surface minima de révolution passant par deux cercles de même axe et les résultats connus à ce sujet demeurent inaltérés.

Bertrand GAMBIER
Professeur à la Faculté des Sciences de Lille.

SUR CERTAINES VARIÉTÉS DE L'ESPACE A QUATRE DIMENSIONS

1. Considérons une variété V_3 à trois dimensions de l'espace à quatre dimensions, dont l'équation puisse être mise sous la forme

$$f(u, v) = f_1(u_1, v_1) \tag{1}$$

où les variables u, v, u_1, v_1, sont *séparées* en deux groupes (u, v), (u_1, v_1). Une variété *quelconque* ne possède pas cette propriété ; on peut remarquer en effet qu'une équation telle que (1) permet en écrivant

$$f(u, v) = a \qquad f_1(u_1, v_1) = a, \tag{2}$$

où a est une constante arbitraire, d'obtenir ∞^1 variétés V_2 à deux dimensions, $v = v(u,a)$; $v_1 = v_1(u_1,a)$, tracées sur V_3, variétés très spéciales ; on définit une variété V_3 par une équation $u = F(u_1,v_1,v)$, cette variété ne possède pas en général de variété V_2 définie par les équations (2); en effet sur une telle variété V_2, on aurait

$$\frac{\partial F}{\partial u_1} du_1 + \frac{\partial F}{\partial v_1} dv_1 = 0, \tag{3}$$

de sorte que le rapport $\frac{\partial F}{\partial u_1} : \frac{\partial F}{\partial v_1}$ doit rester constant, *indépendant de* v ; ce critérium permet de reconnaître que l'équation $u = u_1 v + v_1 v^2$ ne peut être mise sous la forme (1). Si le rapport $\frac{\partial F}{\partial u_1} : \frac{\partial F}{\partial v_1}$ est indépendant de v, désignons par $f_1(u_1,v_1)$ une intégrale première de l'équation différentielle (3); on peut écrire $F(u_1,v_1,v) = G[f_1,v]$ et l'équation $u = G[f_1, v]$ peut évidemment être résolue en f_1 ce qui donne $f(u,v) = f_1(u_1,v_1)$. Nous avons donc un critérium simple pour reconnaître si, oui ou non, une variété V_3 appartient au type envisagé.

2. — Mais alors une question se pose : la variété V_3 définie par l'équation (1) peut-elle avoir une autre réduction analogue

$$F(u, u_1) = \Phi(v, v_1) \tag{1'}$$

à variables séparées encore, mais groupées autrement?

Le mode de raisonnement employé conduit à étudier les variétés V'_2, $F(u,u_1) = \alpha$, $\Phi(v,v_1) = \alpha$ où α est une constante arbitraire; sur une telle variété on doit avoir :

$$\frac{\partial f}{\partial u} du = \frac{\partial f_1}{\partial u_1} du_1 \qquad \frac{\partial f}{\partial v} dv = \frac{\partial f_1}{\partial v_1} dv_1,$$

de sorte que les rapports :

$$\frac{\partial f}{\partial u} : \frac{\partial f_1}{\partial u_1}, \qquad \frac{\partial f}{\partial v} : \frac{\partial f_1}{\partial v_1} \quad \text{doivent rester}$$

le premier indépendant de v, quand v_1 est remplacé par la fonction de v et α définie par $\Phi(v,v_1) = \alpha$, le second indépendant de u dans les conditions analogues.

Naturellement si $\frac{\partial f}{\partial u} : \frac{\partial f_1}{\partial u_1}$ est indépendant de v et v_1 et si $\frac{\partial f}{\partial v} : \frac{\partial f_1}{\partial v_1}$ est indépendant de u et u_1, les conditions cherchées sont remplies : ceci exige que $\frac{\partial f}{\partial u}$ ne dépende que de u, $\frac{\partial f}{\partial v}$ de v, c'est-à-dire que f soit de la $U + V$ et de même f_1 de la forme $U_1 + V_1$; *mais alors l'équation* :

$$U + V = U_1 + V_1$$

admet trois formes du type annoncé :

$$U + V = U_1 + V_1 \qquad U - U_1 = V_1 - V \qquad U - V_1 = U_1 - V.$$

On remarque que la forme équivalente $UV = U_1V_1$ (en prenant les logarithmes $\log U + \log V = \log U_1 + \log V_1$) donne le critérium indiqué, *mais non vérifié identiquement* ; le rapport $U'V : U'_1V_1$ ne devient indépendant de v et v_1 que si le rapport $V : V_1$ est constant.

Il serait intéressant de chercher toutes les équations susceptibles de deux réductions seulement.

3. — Je cite un exemple d'application géométrique.

Il existe des couples de surfaces tels que les lignes de courbure se correspondent et que, de plus, aux points homologues, les rayons de courbure principaux soient égaux.

Il suffit en effet de trouver deux formes quadratiques différentielles

$$\text{(I)} \quad e^2dx^2 + g^2dy^2, \qquad \text{(II)} \quad \frac{e^2dx^2}{X} + \frac{g^2dy^2}{Y},$$

où e,g sont fonction de x,y et où X dépend de x seul, Y de y seul, dont la courbure totale soit égale à 1. A toute surface S dont la forme (I) est la troisième forme fondamentale correspond une surface S' dont la forme (II) est la troisième forme et se trouvant avec S dans la relation indiquée ; X et Y se trouvant données, e,g sont déterminées par deux équations aux dérivées partielles du second ordre ; pour un couple S,S' la correspondance ponctuelle est *unique* ; mais pour le cas où S est surface W, et par suite S', il y a ∞^1 correspondances. Supposons par exemple que S soit la surface minima d'Enneper, et S' cette surface ou une surface homothétique ; avec les paramètres habituels, on a une *unique* équation

$$1 + \alpha^2 + \beta^2 = \pm\lambda(1 + \alpha^2 + \beta_1{}^2),$$

où λ est le rapport d'homothétie ; l'équation

$$\alpha^2 + \frac{1}{2} = \pm\lambda\left(\alpha_1^2 + \frac{1}{2}\right) + \mu \qquad \beta^2 + \frac{1}{2} = \pm\lambda\left(\beta_1^2 + \frac{1}{2}\right) - \mu$$

donne ∞^1 correspondances ; de même

$$\alpha^2 + \frac{1}{2} = \pm\lambda\left(\beta_1^2 + \frac{1}{2}\right) + \nu \qquad \text{et} \qquad \beta^2 + \frac{1}{2} = \pm\lambda\left(\alpha_1^2 + \frac{1}{2}\right) - \nu.$$

Si S et S_1 sont deux surfaces W (u,v) les paramètres de courbure de la première (u_1,v_1) ceux de la seconde, on a une équation $f(u_1,v) = f(u_1,v_1)$ à résoudre en prenant u_1 fonction de u,v_1 de v et cela conduit au problème de cette note.

T. LEMOYNE

ENVELOPPE DE LA SECONDE ASYMPTOTE D'UNE CONIQUE VARIABLE DONT UNE ASYMPTOTE PASSE PAR UN POINT FIXE

Nous nous proposons de chercher la classe de l'enveloppe (Γ) de la seconde asymptote d'une conique (Σ) satisfaisant à trois conditions simples quelconques A, B, C et dont une asymptote passe par un point fixe P à distance finie.

La conique (Σ) appartient à un système de caractéristiques (μ, ν). L'intérêt particulier du problème est que le résultat s'exprime par une formule très simple qui n'est point du type des formules de Chasles, autrement dit, le résultat n'est pas de la forme $\alpha\mu + \beta\nu$.

Par un point quelconque M de la droite de l'infini D passent, par définition, μ coniques (μ,ν) et par suite μ asymptotes ML, différentes de D puisque M est pris arbitrairement sur D. Aucune conique (μ, ν) non décomposée n'est tangente à D. Donc les ν coniques (μ, ν) tangentes à D sont décomposées les unes en deux droites ayant leur point d'intersection E sur D, les autres en deux points, dont l'un, R, appartient à la droite D.

Or, une conique décomposée en deux droites ayant leur intersection E sur D et supposées distinctes de D (ou en deux points dont l'un R est sur D) ne donne aucune tangente à l'enveloppe (Γ) coïncidant avec D, car toute droite passant par E ou par R est tangente à l'enveloppe des asymptotes, de sorte que celle-ci se compose au total des points analogues à E, à R et de la courbe (Γ) dont nous cherchons la classe ; de plus D ne touche pas (Γ).

Désignons par m le nombre des coniques satisfaisant aux trois condi-

tions A, B, C et tangentes en M à la droite P M ; les m asymptotes coïncidant avec la droite P M ne peuvent être tangentes à (Γ), puisque M est arbitraire sur D. Donc le nombre des tangentes à (Γ) issues de M est $\mu - m$. La droite D n'étant pas tangente à (Γ), ce nombre donne la classe de l'enveloppe. Le nombre m est évidemment celui des coniques satisfaisant aux trois conditions A, B, C et tangentes à une droite donnée en un point fixe de cette droite. On peut donc énoncer le théorème suivant :

I. — *Quand les coniques d'un système de caractéristiques* (μ, ν) *sont telles qu'une de leurs asymptotes passe par un point fixe P et qu'elles satisfont à trois conditions simples* A, B, C, *l'enveloppe de la seconde asymptote est une courbe de la classe* $\mu - m$, *m désignant le nombre des coniques satisfaisant aux conditions* A, B, C *et ayant pour asymptote une droite fixe quelconque, ou, si l'on préfère, tangentes à une droite donnée en un point fixe de cette droite,*

Ce théorème suppose, bien entendu, que les trois conditions A, B, C ne dépendent aucune de la droite de l'infini.

Appliquons le résultat obtenu au cas le plus simple : celui où les coniques du système sont circonscrites à un triangle A B C, et cherchons à cet effet la caractéristique μ du système. Les caractéristiques des coniques passant par quatre points étant $\mu = 1$, $\nu = 2$, l'enveloppe de leurs asymptotes est une courbe de la classe $\mu + \nu = 3$. On en déduit que la caractéristique μ du système de coniques circonscrites à un triangle A B C et dont une asymptote passe par un point fixe P est $\mu = 3$. D'autre part, il y a une seule conique passant par A, B, C et tangente à une droite donnée en l'un de ses points, donc $m = 1$. L'enveloppe cherchée est de la classe $\mu - m = 3 - 1 = 2$: c'est une conique. Les couples de droites (B C, P A), (C A, P B), (A B, P C), forment trois coniques du système réduites à deux droites (ce ne sont pas d'ailleurs les seuls). Or, l'enveloppe des asymptotes des coniques (μ, ν) est tangente (Voir mon ouvrage *Les Lieux géométriques en Mathématiques spéciales*, p. 68), aux couples de droites qui constituent les coniques du système réduites à deux droites, donc l'enveloppe (Γ) est tangente aux côtés du triangle A B C. Ainsi :

Quand des coniques sont circonscrites à un triangle A B C, *et que l'une de leurs asymptotes passe par un point fixe* P, *l'autre asymptote enveloppe une conique inscrite au triangle* A B C.

On retrouve un résultat donné par Salmon (*Conic Sections*, p. 225).

Le raisonnement qui nous a servi à établir le théorème I s'applique évidemment au cas où D est une droite quelconque du plan, et non plus la droite de l'infini.

Corrélativement, on peut énoncer le théorème suivant :

II. *Quand l'un des points de contact des tangentes qu'on peut mener d'un point fixe* P *à une conique* (μ, ν) *assujettie à trois conditions simples* A, B, C, *décrit une droite* D, *l'autre point de contact décrit une*

courbe de l'ordre $\nu - m$, *m désignant le nombre des coniques satisfaisant aux conditions* A, B, C, *et tangentes à une droite donnée en l'un de ses points.*

Rappelons que le résultat est tout différent du théorème I et rentre dans le cadre des formules de Chasles, $\alpha\mu + \beta\nu$, quand le point P, au lieu d'être à distance finie, est à l'infini. Nous avons, dans ce cas, établi le théorème suivant (*Lieux géométriques*, p. 71) :

III. *Lorsque les coniques* (μ, ν) *ont une direction asymptotique donnée, l'enveloppe de l'autre asymptote est une courbe de la classe* $\mu + \frac{\nu}{2}$ *admettant la droite de l'infini pour tangente multiple d'ordre* $\nu : 2$.

Paul MENTRÉ
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy

ÉTUDE GÉOMÉTRIQUE DU PROBLÈME GÉNÉRAL DE LA DÉFORMATION A UN PARAMÈTRE

1. — Considérons une courbe plane formée de points successifs infiniment voisins a_0, a_1, a_2, a_3, a_4. Un « morceau du premier ordre » est défini par deux points successifs.

Laissons fixe le morceau $a_0\ a_1$ et faisons tourner dans son plan, d'un angle infiniment petit, autour du point a_1, la portion $a_1\ a_2\ a_3$ de la courbe. Laissons alors fixes les morceaux $a_0\ a_1$ et $a_1\ a_2$; faisons tourner dans son plan, d'un angle infiniment petit autour du point a_2, la portion $a_2\ a_3\ a_4$ de la courbe. Donnons ensuite des rotations successives infiniment petites autour des points a_3, a_4... aux portions $a_3\ a_4\ a_5$..., $a_4\ a_5\ a_6$... de la courbe.

Finalement les points a_0, a_1, a_2, a_3, a_4... sont venus en a_0, a_1, b_2, b_3..

La courbe donnée (a) est transformée en une courbe (b) mais les morceaux ont seulement subi des déplacements.

La courbe (a) est donc « déformée » au sens mathématique du mot. On peut d'ailleurs « appliquer » la courbe (a) sur la courbe (b) en la faisant rouler sans glisser de façon que les morceaux successifs de la courbe (a) viennent coïncider avec les morceaux successifs de la courbe (b). Dans ce déplacement rigide de la courbe (a), on obtient la courbe (b) parmi les courbes enveloppes. Ce déplacement est d'ailleurs classique; c'est celui d'une « roulante » sur une base.

Ajoutons que les courbes (a) et (b) sont arbitraires et que deux morceaux de courbes quelconques peuvent être égaux.

2. — Considérons une surface réglée formée de génératrices successives a_0, a_1, a_2... Un morceau du premier ordre est défini par deux génératrices successives.

Laissons fixe le morceau $a_0\ a_1$ et faisons tourner d'un angle infiniment petit, autour de la génératrice a_1, la portion $a_1\ a_2\ a_3$... de la surface. Donnons ensuite des rotations successives infiniment petites autour des génératrices a_2, a_3, aux portions $a_2\ a_3\ a_4$..., $a_3\ a_4\ a_5$... de la surface.

Finalement la surface donnée (a) est transformée en une surface réglée (b) mais les morceaux successifs de (a) sont égaux aux morceaux successifs de (b). On peut d'ailleurs « appliquer » la surface (a) sur la surface (b) par un déplacement à un paramètre faisant coïncider les morceaux correspondants successifs.

Remarquons que la déformafion euclidienne donnée à la surface (a) met en correspondance les génératrices.

Nous voyons qu'une surface réglée quelconque peut toujours subir une déformation à un paramètre. Mais deux surfaces réglées quelconques ne sont en général pas applicables, car une surface réglée arbitraire dépend de trois fonctions arbitraires d'un argument.

Deux droites successives quelconques d'une surface réglée ne se « rencontrent » que si la surface est développable. Nous prévoyons qu'on ne pourra appliquer sur un plan que des surfaces développables. D'ailleurs il est, comme on sait, possible d'appliquer sur un plan une surface développable quelconque. Il suffit pour cela d'amener les deux génératrices $a_0\ a_1$ sur le plan, puis d'amener la génératrice a_2 sur le plan par une rotation autour de a_1 et ainsi de suite.

Les considérations géométriques précédentes permettent de résoudre une foule de problèmes classiques de la Déformation des « surfaces gauches », problèmes étudiés notamment par *Beltrami* et *Darboux* (1).

On voit ainsi aisément qu'on peut toujours déformer une surface gauche de façon qu'une courbe arbitraire de cette surface devienne une courbe plane ou une ligne asymptotique, mais qu'on ne peut en général pas transformer une courbe en une droite. On se rend bien compte du rôle privilégié que jouent dans la déformation les trajectoires orthogonales des génératrices. Enfin en déformant une quadrique de deux manières différentes, en utilisant les génératrices des deux systèmes, on obtient des surfaces déformées pour lesquelles il n'y a pas correspondance entre les génératrices.

3. On peut généraliser les raisonnements précédents. Considérons dans un espace euclidien ou non, à un nombre quelconque de dimensions une « variété » à p dimensions formée de ∞^1 « génératrices » (ayant $p - 1$ dimensions). Supposons que le Groupe des Déplacements qui définissent l'Espace soit tel qu'on puisse déplacer l'Espace (entraî-

(1) G. Darboux, Théorie des Surfaces, Tome III, p. 293 à 315.

nant la variété) *en laissant fixe une génératrice quelconque*. Alors on pourra déformer la variété en une autre formée de ∞^1 « génératrices ». Deux « morceaux » correspondants des deux variétés sont « égaux » c'est-à-dire sont superposables (aux infiniment petits près du deuxième ordre); ils sont chacun définis par deux « génératrices » successives.

L'application se réalise en donnant à la variété donnée un déplacement à un paramètre dans lequel déplacement on laisse fixe à chaque instant l'un des morceaux.

4. Donnons comme exemple l'Espace projectif réglé. Il est possible de donner à cet espace des déplacements qui laissent fixes soit un point arbitraire, soit une droite arbitraire, soit les points de deux droites arbitraires (et par suite toutes les droites d'une Congruence linéaire).

On peut donc appliquer la théorie précédente en adoptant pour génératrices des points, des droites, des congruences linéaires,...

Le cas le plus intéressant est celui des génératrices congruences linéaires. On obtient ainsi des Complexes formés de ∞^1 congruences linéaires.

On voit que ces Complexes admettent tous une Déformation dépendant d'un paramètre, comme l'a signalé M. Cartan (1). On obtient l'un des complexes déformés en imprimant à un complexe donné un déplacement projectif dans lequel à chaque instant une congruence linéaire reste fixe et en cherchant l'enveloppe.

On sait que deux congruences linéaires dont les deux couples de directrices sont situés sur une demi-quadrique sont situés dans un complexe linéaire. On en déduit que les enveloppes à un paramètre d'un complexe linéaire sont applicables sur le complexe linéaire.

On peut plus généralement considérer géométriquement la Déformation des complexes tétraédraux, que nous avons récemment étudiée par le calcul (2).

---

(1) E. Cartan. Sur le problème général de la Déformation, C. R. du Congrès international des Mathématiciens, Strasbourg, 1920.

(2) P. Mentré, Comptes rendus, 1933. t. 196, p. 1069.

Léon POMEY
Examinateur d'Admission à l'Ecole Polytechnique.

GÉNÉRALISATION D'UN THÉORÈME DE FAURE

1. — Dans ce qui suit, nous appellerons *coniques de Salmon* ponctuelle et tangentielle — de deux coniques Γ et γ, dégénérées ou non : d'une part le lieu $\sigma(\Gamma, \gamma)$ des points d'où l'on peut mener à Γ et γ deux couples de tangentes conjuguées, d'autre part l'enveloppe $\Sigma(\Gamma,\gamma)$ des droites qui divisent harmoniquement Γ et γ.

Cela posé, voici le premier théorème très général annoncé.

Pour qu'une conique G *soit harmoniquement circonscrite à une conique* Γ, *ou, ce qui revient au même, pour que* Γ *soit harmoniquement inscrite à* G, *il faut et il suffit qu'en un point d'intersection* ω *de* G *avec la conique ponctuelle de Salmon* $\sigma(\Gamma,\gamma)$ *relative à* Γ *et à une autre conique arbitraire* γ, *la tangente à* G *soit une droite qui passe par le pôle, par rapport à* Γ, *de la corde* p q *joignant les points* p *et* q *où* G *recoupe les deux tangentes menées du point* ω *à la conique* γ.

Et corrélativement.

2. Cas particuliers.

A. — Si la conique arbitraire γ se réduit à un couple de points $\alpha\beta$, la conique $\sigma(\Gamma,\gamma)$ passe par α et β, et *les tangentes à* γ *menées par* ω *deviennent les droites* $\omega\alpha$ *et* $\omega\beta$. D'où une forme plus simple du théorème précédent.

B. — Si, de plus, ces deux points α et β sont choisis sur la conique *G*, ils coïncident avec les points *p* et *q*. On a alors ce corollaire du théorème général 3 :

Si une conique G *est harmoniquement circonscrite à une conique* Γ, *et si* α *et* β *sont deux points arbitraires de* G, *la tangente à* G *en tout point* ω *où elle rencontre la conique* $\sigma(\Gamma,\gamma\beta)$, *passe par le pôle de la droite* $\alpha\beta$ *par rapport à* Γ.

C. — Plus particulièrement encore, *si* α *et* β *sont les points cycliques*, on obtient ce corollaire :

Si un cercle G *est harmoniquement circonscrit à une conique* Γ, *il a pour tangente, en chacun de ses points d'intersection avec le cercle orthoptique de* Γ, *une droite qui passe par le centre de* Γ.

Ou, sous une forme, puisque le centre de Γ est aussi celui de son cercle orthoptique :

Un cercle G, *harmoniquement circonscrit à une conique, en coupant orthogonalement le cercle orthoptique.*

Nous retrouvons ainsi le célèbre *théorème de Faure.*

3. — Dans le cas particulier où il arrive que les points p et q sont sur un côté du triangle autopolaire des coniques Γ et $\sigma(\Gamma,\gamma)$, *le théorème* 3 conduit au suivant :

Si une conique G *rencontre la conique harmonique ponctuelle* $\sigma(\Gamma,\gamma)$ *de deux coniques* Γ *et* γ *en un point* ω *tel que les tangentes à* γ *menées par ce point recoupent* G *en deux points* p *et* q *qui soient situés sur un côté* D *du triangle conjugué commun à* Γ *et à* $\sigma(\Gamma,\gamma)$, *une condition nécessaire et suffisante pour que la conique* G *soit harmoniquement circonscrite à la conique* Γ *est que les tangentes en* ω *aux coniques* G *et* $\sigma(\Gamma,\gamma)$ *soient conjuguées par rapport aux droites* ωa *et* ωb *joignant* ω *aux points* a *et* b *d'intersection de* $\sigma(\Gamma,\gamma)$ *avec la droite* D.

Application. — Les conditions de ce dernier théorème sont notamment toujours réalisées lorsque la conique γ se réduit à deux points α et β de la conique G, car ceux-ci sont évidemment deux ombilics de Γ et γ, et les points p, q, qui coïncident avec eux, sont bien toujours situés sur une droite telle que D, quel que soit le point de rencontre ω de G et de $\sigma(\Gamma,\alpha\beta)$.

L'application du théorème précédent donne donc celui-ci qui est dû à *A. Cazamian* et d'où cet auteur a tiré de très nombreuses conséquences.

Si une conique G *est harmoniquement circonscrite à une conique* Γ *et si* $\sigma(\Gamma,\alpha\beta)$ *est la conique ponctuelle de Salmon relative à* Γ *et à un couple de points* α, β *de* G, *les tangentes aux coniques* G *et* $\sigma(\Gamma,\alpha\beta)$, *en un de leurs points d'intersection* ω, *sont conjuguées par rapport aux droites* $\omega\alpha$ *et* $\omega\beta$.

Dans le cas particulier où α et β sont les points cycliques, on retombe de nouveau sur *le théorème de Faure.*

4. Nous avons encore cette propriété *des coniques de Salmon :*

Les coniques ponctuelle et tangentielle de Salmon relatives aux coniques d'un faisceau linéaire prises deux à deux sont toutes conjuguées au triangle autopolaire du faisceau.

SUR CERTAINES GÉNÉRALISATIONS DE THÉORÈMES DUS A JOACHIMSTHAL ET A STEINER ET SUR LEURS RELATIONS AVEC LES CONIQUES DE SALMON ET DE PONCELET

Je vais formuler certaines généralisations obtenues par voie purement géométrique, de divers théorèmes célèbres. En outre de leurs innombrables corollaires, qu'il serait trop long d'énumérer dans cette courte note, elles offrent ce premier intérêt de mettre en lumière, par leurs énoncés mêmes, l'étroite connexion de questions qui pouvaient ne pas sembler aussi intimement liées.

C'est ainsi que dans cette généralisation du problème de Steiner (sur les cercles osculateurs menés par un point à un conique), on voit apparaître simultanément les diverses propriétés des coniques de Poncelet et

de Salmon ainsi que celles des coniques généralisant le cercle de Joachimsthal (mené par les pieds de trois normales concourantes), comme si ce problème résumait et concentrait en lui toute une partie de la théorie des coniques.

En second lieu, ces généralisations montrent que certaines questions — comme le théorème précité de Joachimsthal — présentent, quand on les envisage de ce point de vue général, un rayonnement beaucoup plus grand qu'il ne pouvait paraître a priori.

De fait, et c'est là un point essentiel, ces diverses généralisations ont des conséquences qui dépassent singulièrement le cadre des coniques.

Il convient en effet, dans ce préambule, d'attirer l'attention sur cette constatation assez imprévue ; c'est que ces considérations permettent de résoudre très élégamment plusieurs problèmes fondamentaux de *la théorie des involutions unicursales du troisième ordre*, et par suite aussi, de la théorie des courbes de degré supérieur (cubiques, quartiques,...)(1). Elles acquièrent donc par là une importance inattendue.

Il est curieux de voir. par cette échappée, s'élargir brusquement le champ d'application de la théorie des coniques et d'observer que certaines propriétés de ces courbes (comme celle par exemple qu'énonce le théorème de Joachimsthal) peuvent jouer un rôle dont on ne soupçonnait pas l'étendue.

I. — Généralisation du théorème de Joachimsthal (en relation avec la conique tangentielle de Salmon).

1. Théorème. — *Si* a, b. c, d *sont les quatre points, distincts ou non, communs à deux coniques* Γ *et* G, *et si* δ *est une tangente quelconque de leur conique tangentielle de Salmon* Σ (Γ, G), *toute autre conique* K, *menée par trois des pivots, soit* b c d, *et par deux points* m *et* n *de la droite* δ *qui soient conjugués â une des deux coniques considérées, soit* G, *recoupe l'autre conique* Γ *en un dernier point* a' *qui est aligné sur le quatrième pivot* a *et sur le pôle* ω *de la droite* δ *par rapport à* Γ. *Et corrélativement.*

Nota. — Par la suite, nous appellerons le point *a' l'opposé de* a *sur* Γ *par rapport à* ω ; et toute conique satisfaisant, comme la conique K aux conditions de ce théorème, sera dite *une conique* J *attachée à la conique* Γ *relativement à la conique* G *et a la droite* π, et elle sera désignée par la notation abrégée $J\left(\frac{\Gamma}{G,\ \delta}\right)$ (2).

---

(1) Voir les Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, séance du 15 mai 1933, p. 1451.

Voir aussi une Note parue aux *Comptes-Rendus* de la séance du 23 octobre 1933, p. 881 (Remarque ajoutée au moment de la correction des épreuves).

(2) Dans ma Note « Théorèmes de Géométrie » publiée aux Comptes rendus du Congrès de L'AFAS de 1928, les théorèmes 3, 4 et 8 étaient des corollaires de ce théorème général 1 ou de son corrélatif. Le théorème 5 de cette même note était une application du théorème généralisant celui de Faure (donné dans la première Note ci-dessus).

REMARQUE. — Si Γ, G et δ sont données, toutes les coniques J correspondantes se répartissent en quatre faisceaux de coniques.

Observons encore que c'est grâce au théorème général qui précède qu'on peut aisément résoudre le problème important que voici : construire un réseau linéaire de coniques *aussi simple que possible* et capable d'engendrer une involution du troisième ordre donnée (*réseau réduit*).

2. On peut encore énoncer le *théorème 1* sous l'une des formes suivantes :

Si $a'\ b\ c\ d$ sont les quatre pivots d'un faisceau de coniques (Γ, K) et si μ, ν sont les points de contact d'une droite donnée δ avec les deux coniques du faisceau qui lui sont tangentes, la conique G définie par les cinq points μ, ν, b, c, d, recoupe une conique quelconque Γ du faisceau en un quatrième point a qui est, sur Γ, l'opposé de a' par rapport au pôle ω de δ par rapport à Γ.

Ou encore :

Le lieu du point a *qui est, sur une conique quelconque* Γ *du faisceau considéré, l'opposé de* a' *par rapport au pôle de la droite fixe* δ *par rapport à* Γ, *est conique à G.*

En permutant les rôles des quatre points $a'\ b\ c\ d$, on obtient trois autres coniques analogues à G.

De là, on conclut immédiatement :

Le lieu des pôles ω *d'une droite fixe* δ *par rapport aux coniques* Γ *circonscrites au quadrangle* a' b c d *est une conique* π, *homologique de chacune des quatre coniques précédentes G, le centre d'homologie étant le point fixe* a' *correspondant, l'axe d'homologie la droite* δ *et* ω *étant constamment le conjugué harmonique du point homologue* a *de G par rapport au point fixe* a' *et au point de la droite* δ *qui est sur la droite* a' a. *Et corrélativement.*

Nous retrouvons ainsi un résultat classique : ce lieu π est *la conique de Poncelet* du faisceau de coniques considéré relativement à la droite δ.

3. REMARQUE. — L'énoncé précédent peut prendre une foule d'autres formes si l'on tient compte d'une part de ce que les coniques circonscrites à un quadrangle sont aussi des coniques harmoniquement circonscrites à quatre coniques fixes dont chacune peut se réduire à un couple de points distincts ou confondus; et d'autre part, des propriétés connues des coniques harmoniquement circonscrites ou inscrites à d'autres.

Pour en donner un seul exemple, on a ce théorème :

Si l'on considère toutes les coniques circonscrites à un triangle et conjuguées à deux points μ *et* ν, *le lieu du pôle de la droite* μν *par rapport aux coniques de ce faisceau coïncide avec le lieu du point de rencontre des tangentes menées par* μ *et* ν *aux coniques qui sont tangentes à la droite* μν *et conjuguées au triangle considéré.*

D'où, en supposant que μ et ν sont les points cycliques, ce théorème

obtenu analytiquement par *Painvin* (Nouv. Ann. de Math., 1867, p. 443).

Théorème de Painvin. — *Le lieu des foyers des paraboles conjuguées par rapport à un triangle fixe coïncide avec le lieu des centres des hyperboles équilatères qui sont circonscrites à ce triangle ; autrement dit ce lieu est le cercle des neuf points de ce triangle.*

4. Comme la conique de Poncelet π rencontre la droite δ aux points $\mu\,\nu$ précités, on peut lui appliquer à son tour le théorème 1 ; ce qui donne celui-ci :

Si $a_1\ b_1\ c_1\ d_1$ *sont les quatre points d'intersection d'une conique quelconque* Γ *d'un faisceau avec la conique de Poncelet* π *de ce faisceau, toute conique* K_1 *menée par trois de ces points, soit* $b_1\ c_1\ d_1$ *et par deux points* μ_1, ν_1 *de la droite* δ *qui soient conjugués par rapport à* μ *et* ν, *passera par le point* a'_1 *opposé, sur* Γ, *au quatrième point* a_1 *par rapport à* ω (*pôle de* δ *par rapport à* Γ).

Nota. — On pourrait alors envisager le faisceau de ces coniques K_1 relatives à la même conique Γ et lui appliquer à son tour les théorèmes précédents. D'où une nouvelle conique de Poncelet π_1, à laquelle on pourrait encore appliquer le dernier théorème, ce qui donnerait un nouveau faisceau de coniques K_2, et ainsi de suite.

5. Remarque. — On voit encore aisément que la *conique de Poncelet* π est le lieu du point de concours des polaires d'un point variable de la droite δ, par rapport aux coniques du faisceau, ainsi que le lieu des pieds des sécantes abaissées du point ω — pôle de la droite δ par rapport à une conique quelconque Γ du faisceau — sur chaque conique γ du faisceau de telle sorte qu'une telle sécante soit conjuguée, par rapport aux points i et j où la conique Γ coupe la droite δ, de la tangente menée par son pied à la conique γ.

Application. — Si ces pieds i et j sont les *points cycliques*, la conique de Poncelet π devient *l'hyperbole d'Apollonius* et le théorème 4 n'est autre chose alors que le *théorème de Joachimsthal.*

D'autre part, en supposant que Γ est une hyperbole équilatère et G un cercle, on obtient encore maints théorème et en particulier maintes propriétés du *cercle des neuf points.*

6. Autre remarque. — La *conique de Poncelet* II étant circonscrite au triangle autopolaire du faisceau, est *harmoniquement circonscrite* à toutes les coniques du faisceau, ainsi qu'aux *coniques de Salmon* ponctuelle et tangentielle qu'elles ont deux à deux.

On pourra donc lui appliquer le théorème généralisant celui de Faure (voir la première note ci-dessus sur la généralisation du théorème de Faure).

On pourra également lui appliquer — ainsi d'ailleurs qu'à la *conique ponctuelle de Salmon* — *le théorème de Hamilton* généralisant celui de

Feuerbach (relatif au contact du cercle des neufs points avec les cercles inscrits ou ex-inscrits au triangle). La place nous manque pour effectuer ici toutes ces applications, aussi bien que celles qui ont trait aux nombreux cas particuliers des coniques J et Π.

II. — Généralisation du théorème de Steiner.

7. Voici la dernière généralisation annoncée.

THÉORÈME. — *Etant donné un réseau linéaire ponctuel (R) composé de coniques passant toutes par un même point D d'une conique fixe* Γ *et harmoniquement circonscrites à deux coniques fixes données* K_1 *et* K_2 *dont chacune peut être dégénérée en un couple de points distincts ou confondus, il y a trois coniques* C_1 C_2 C_3 *de ce réseau qui sont osculatrices à* Γ *et leurs points d'oscultation* a_1 a_2 a_3 *sont tous trois sur une même conique S du réseau. Et corrélativement.*

8. Nous allons compléter ce théorème général par une série d'autres qui montrent les liens de cette *conique S* avec les coniques J, Π, σ, etc. (Il serait facile de transformer ensuite ces résultats par dualité).

La tangente $a_i T_i$ *à* Γ *en* a_i ($i = 1, 2, 3$) *passe par l'intersection* α_i *de la droite* $a_j a_k$ *avec la corde (différente de* $a_i D$ *commune aux coniques S et* C_i*; les trois points* α_i *sont alignés sur une droite de Pascal* α*, dont le pôle A par rapport à* Γ *(point de Brianchon) est le point de concours des droites* $A_i a_i$ *(*A_i *étant l'intersection des tangentes* T_j *et* T_k*).*

Si l'on appelle μ, ν les intersections de la droite α avec LA CONIQUE S *celle-ci est la* CONIQUE DE PONCELET — *relativement à la droite* α — *du faisceau de coniques circonscrites au triangle* A_1 A_2 A_3 *et conjuguées à* μ *et* ν, *faisceau dont le quatrième pivot E est tel que chaque couple de droites* ($A_i E$, $A_j A_k$) *soit conjugué à* μ *et* ν (1).

Dès lors, l'*intersection* η_i *des droites* $A_i E$ *et* $A_j A_k$ *est le second point de rencontre (différent de* a_i*) de* $A_j A_k$ *avec la conique S.* Par suite, si l'on appelle H la conique qui touche en η_i chaque côté $A_j A_k$ du triangle A_1 A_2 A_3, LA CONIQUE S est la conique de Salmon ponctuelle σ (Γ, H).

En outre, si une des quatre tangentes τ_i ($i = 1, 2, 3, 4$) communes aux coniques Γ et S, touche S au point t_i, *la conique* G_i *qui est inscrite dans le* triangle A_1 A_2 A_3 et qui touche aussi τ_i au même point t_i, passe par μ et ν (en vertu *du théorème de Hamilton* généralisant celui *de Feuerbach*), *de sorte que la corde commune aux deux coniques* G_i *et* G_j *et opposée à* μ ν, *passe l'ombilic* (τ_i τ_j), *intersection des tangentes* τ_i *et* τ_j.

De plus *le point* t_i *et le point de contact* θ_i *de la conique* Γ *avec sa tangente* τ_i *sont sur la* CONIQUE DE SALMON.

---

(1) C'est cette propriété de *la conique S* qui conduit à la construction purement géométrique des points triples d'une involution du troisième ordre et, par suite, des points d'inflexion d'une cubique plane unicursale donnée par son point double et six autres points.

Enfin, si l'on mène par le point a_i la droite conjuguée de la tangente $a_i T_i$ par rapport aux deux points μ et ν, *ces trois droites concourent en un point B. La conique qui passe par* $a_1 a_2 a_3$ *A B est une* CONIQUE DE PONCELET *pour le faisceau* (Γ, *K*), K étant la conique qui passe par $A_1 A_2 A_3$ μ. ν, ET LA CONIQUE S EST UNE CONIQUE J *relativement à cette conique de Poncelet.*

Par suite, si l'on abaisse du point B sur la conique Γ la quatrième sécante qui est conjuguée par rapport à μ et ν de la tangente menée en un de ses pieds à Γ *ce pied de cette sécante est le second point de rencontre de la conique* Γ *avec la droite AD.*

9. Le théorème général 7 et tous ceux du § 8 conduisent à de nombreux corollaires, suivant les diverses manières de particulariser les coniques K_1 et K_2 auxquelles sont harmoniquement circonscrites toutes les coniques du réseau (R) considéré dans le théorème 7.

Le cas le plus particulier sera celui où ces coniques K_1 et K_2 se réduisent *simultanément* chacune à un couple de points *confondus* : Les coniques du réseau (R) sont donc alors celles qui passent par le point D de Γ et par deux autres points K_1 et K_2.

Les énoncés se simplifieront encore davantage si l'on suppose que ces deux points K_1 et K_2 sont à l'infini ; ou enfin même qu'ils soient les *points cycliques* : On retombe sur le cas considéré *par Steiner* : La droite α devient la droite de l'infini, son pôle A est le centre de Γ en même temps que le centre de gravité des triangles $A_1 A_2 A_3$ et $a_1 a_2 a_3$. Les normales à Γ en $a_1 a_2 a_3$ concourent au centre du cercle circonscrit au triangle $A_1 A_2 A_3$, point qui est aussi l'orthocentre du triangle $a_1 a_2 a_3$. Le cercle S passant par $a_1 a_2 a_3$ *est le cercle de Joachimsthal* de ces trois pieds de normales. Il est aussi *le cercle des neuf points* du triangle $A_1 A_2 A_3$.

D'ailleurs la conique Γ devant toucher les côtés de ce triangle $A_1 A_2 A_3$ en leurs milieux $a_1 a_2 a_3$, ne peut être que l'*Ellipse de Steiner* de ce triangle ; etc.

P. SERGESCU

Professeur à l'Université de Cluj.

SUR UNE CLASSE PARTICULIÈRE D'ÉQUATIONS

$$\sum_{k=0}^{n} (1 + kr)^p x^k = 0.$$

Considérons les équations algébriques dont les coefficients consécutifs sont les puissances semblables p des termes consécutifs d'une *progression arithmétique*. On peut supposer, sans restreindre la généralité que le premier terme de la progression est 1 [car cela revient à diviser l'équation par a^p] et que la raison r *est positive* [car dans le cas contraire on prend l'équation transformée en $\frac{1}{x}$]. Soit donc :

$$F_p(x) = 1 + (1 + r)^p x + (1 + 2r)^p x^2 + \ldots + (1 + nr)^p x^n = 0$$

avec $r > 0$. Toutes les racines réelles de cette équation sont négatives.

THÉORÈME I. — *Si* $p \leq 0$, *l'équation* $F_p = 0$ *a au plus une racine réelle. Elle est inférieure à* -1 *et croît avec* n.

Posons :

$$\Phi_p(x) = x^{\frac{1}{r}} - (1 + r)^p x^{\frac{1+r}{r}} + \ldots + (-1)^n (1 + nr)^p x^{\frac{1+nr}{r}}$$

$F_p(x) = 0$ a comme racines les zéros non nuls de $\varphi_p(-x)$. La démonstration du théorème se fera par induction complète, en considérant Φ_p à la place de F_p. On a

$$\Phi_0(x) = x^{\frac{1}{r}} \frac{1 + (-1)^n x^{n+1}}{1 + x},$$

donc $\Phi_0(x)$ n'a pas de zéro non nul si n est pair et a le zéro non nul 1 si n est impair ; la proposition est vraie pour $p = 0$. Or :

$$\Phi'_p(x) = \frac{1}{rx} \Phi_{p+1}(x).$$

Alors si pour n pair Φ_{p+1} n'a pas de zéro réel non nul, $\Phi_p(x)$ qui contient un facteur polynome de degré pair, ne saurait avoir aucun zéro réel non nul, car il devrait en avoir au moins deux (positifs) et Φ'_p, donc Φ_{p+1}, devrait s'annuler dans l'intervalle.

Pour n impair, supposons que $\Phi_{p+1}(n)$ a un zéro réel positif. Φ_p contient un facteur polynome de degré impair qui ne saurait avoir plus d'un zéro réel, car s'il en avait trois, Φ'_p et donc Φ_{p+1} devrait avoir au moins deux zéros réels positifs, ce qui est absurde.

Comme le théorème est vrai pour $p = 0$, il est général.

Pour démontrer la dernière partie, remarquons qu'en vertu du théorème de *Kakeya* tous les modules des racines de $F_p = 0$ sont plus grands que 1. Je dis que la seule racine réelle (négative) pour le cas n impair croît avec n. En effet, soit b_n la racine de $F_p = 0$ correspondant au degré n; si on la met à la place de x dans l'équation relative au degré $n+2$, le résultat de la substitution est :

$$b_n^{n+1}\left[[1+(n+1)r]^p + [1+(n+2)r]^p b_n\right]$$

b_n^{n+1} est positif car n est impair, la parenthèse est négative, car b_n est inférieur à $-\left[\frac{1+(n+1)r}{1+(n+2)r}\right]^p$. (Nous montrerons cela un peu plus bas.) Le résultat de la substitution de b_n dans le polynôme de degré $n+2$ étant négatif, il résulte $b_n < b_{n+2}$. C. Q. F. D.

Pour montrer que $b_n < -\left[\frac{1+(n+1)r}{1+(n+2)r}\right]^p$, considérons :

$$F_p\left[-\left[\frac{1+(n+1)r}{1+(n+2)r}\right]^p\right]$$

et groupons les termes deux à deux à partir du premier. Le groupe général est :

$$\left\{-\left[\frac{1+(n+1)r}{1+(n+2)r}\right]^p\right\}^{2j}\left\{(1+2jr)^p-[1+(2j+1)r]^p\left[\frac{1+(n+1)r}{1+(n+2)r}\right]^p\right\}.$$

Le premier crochet est évidemment positif. Le second s'écrit :

$$\frac{1}{1+2jr)^{-p}} - \frac{[1+(n+2)r]^{-p}}{[1+(n+1)r]^{-p}\,[1+(2j+1)r]^{-p}}$$

$$=\frac{[1+(n+2j+2)r+(2nj+n+2j+1)r^2]^{-p}-[1+(n+2j+2)r+(2nj+4j)r^2]^{-p}}{(1+2jr)^{-p}[1+(n+1)r]^{-p}[1+(2j+1)r]^{-p}}$$

Or $2j$ varie de 0 à $n-1$, d'autre part $-p$ est positif; donc le terme considéré est positif et, en définitive, $F_p\left[-\left[\frac{1+(n+1)r}{1+(n+2)r}\right]^p\right] > 0$, ce qui entraîne bien $b_n < -\left[\frac{1+(n+1)r}{1+(n+2)r}\right]^p$.

Pour le cas où p est positif, j'ai obtenu des résultats précis pour $p=1$ et $p=2$.

LEMME. — *L'équation* :

$$K(x) = 1 \pm A x^{n_1} + B x^{n_2} - C x^{n_3} - D x^{n_4} - \ldots - M x^{n_k} = 0$$

où les A, B, ... M *sont positifs et où les* n_i *vont en croissant, admet au plus une racine réelle dans l'intervalle* $0, +\sqrt[n_2]{\frac{n_1}{(n_2-n_1)B}}$.

En désignant par x_0 une racine positive de $K(x)=0$, on a :

$$\frac{x_0}{n_1}K'(x_0) - K(x_0) = -1 + \frac{n_2-n_1}{n_1}Bx_0^{n_2} - \frac{n_3-n_1}{n_1}Cx_0^{n_3} - \ldots - \frac{n_k-n_1}{n_1}Mx_0^{n_k}.$$

Comme $K(x_0) = 0$, si x_0 se trouve dans l'intervalle considéré, l'expression précédente est *négative*, $K'(x_0)$ est négatif, $K(x)$ s'annule en passant du signe $+$ au signe $-$. Donc il est évident que $K(x)$ ne peut pas s'annuler deux fois dans l'intervalle, car il ne peut pas passer deux fois du $+$ au $-$ sans passer du $-$ au $+$. Le lemme se trouve ainsi établi.

THÉORÈME II. — *Si* $\mathrm{p} = 1$ *ou* $\mathrm{p} = 2$, *l'équation* $\mathrm{F}_p = 0$ *a au plus deux racines réelles. Quand* n *est impair la racine réelle qui est supérieure à* -1, *décroît avec* n. *Quand* n *est pair, si l'équation de degré* n *a deux racines réelles, l'équation analogue de degré* $n+2$ *a également deux racines réelles dont l'intervalle comprend les racines de la première équation* [*la plus petite racine décroît, la plus grande croît avec* n].

Le nombre deux des racines réelles possibles est effectivement atteint. Comme exemples on a respectivement les équations :

$$1 + 8x + 15x^2 = 0 \qquad 1 + 4^2x + 7^2x^2 = 0.$$

Posons :

$$\mathrm{H}_1(x) = \mathrm{F}_1(x)(1-x)^2 = 1 + (r-1)x - [1 + (n+1)r]x^{n+1} + (1+nr)x^{n+2}$$

$\mathrm{H}_1(-x)$ présente aucune ou une variation suivant que n est pair ou impair si $r < 1$; quand $r > 1$, elle présente deux ou une variation suivant que n est pair ou impair. Donc $\mathrm{F}(x) = 0$ peut avoir au plus deux racines réelles, et ceci a lieu quand la condition $r > 1$ est remplie.

Pour le cas $p = 2$, on a :

$$\mathrm{H}_2(x) = \mathrm{F}_2(x)(1-x)^3 = 1 + (r^2+2r-2)x + (r-1)^2x^2 - [1+(n+1)r]^2x^{n+1}$$
$$+ [[1+(n+1)r]^2 + (1+nr)^2 - 2r^2]x^{n+2} - (1+nr)^2x^{n+3} = 0.$$

Si n est pair, $\mathrm{H}_2(-x)$ peut présenter deux variations (si $r^2 + 2r - 2 > 0$), donc l'équation peut avoir deux racines négatives.

Pour n impair, considérons séparément les cas $r \leqq 1$ et $r > 1$. Si $r \leqq 1$, appliquons le lemme. Il y a une seule racine de $\mathrm{H}_2(-x) = 0$ comprise entre 0 et $\dfrac{1}{1-r} \geqq 1$. Donc $\mathrm{F}_2(x) = 0$ a une seule racine réelle dans l'intervalle 0, -1. Comme *toutes* les racines de $\mathrm{F}_2(x) = 0$ ont le module plus petit que 1 en vertu du théorème de *Kakeya*, il résulte que l'équation considérée a une *seule racine* réelle.

Dans le cas $r > 1$, remarquons que pour que $\mathrm{H}_2(-x) = 0$, il faut

$$1 - (r^2 + 2r - 2)x + (r-1)^2x^2 = [1 + (n+1)r]^2x^{n+1}$$
$$+ [(1 + (n+1)r)^2 + (1+nr)^2 - 2r^2]x^{n+2} + (1+nr)^2x^{n+3}.$$

Le second membre croît avec x, à partir de 0, pour $x = 0$. La fonction :

$$y = 1 - (r^2 + 2r - 2)x + (r-1)^2x^2$$

est représentée par une parabole. Dans l'intervalle 0,1, y est positif seulement sur la branche *décroissante* de la parabole. En effet

$$y(0) = 1 \qquad y(1) = 4(1-r) < 0, \qquad y(\infty) = \infty.$$

Mais alors, la parabole et la courbe représentant le second membre de l'égalité précédente, qui est *croissant et positif*, ne peuvent se rencontrer qu'en un *seul point* dont l'abscisse soit comprise entre 0 et 1. Il résulte que $F_2(x) = 0$ a *une seule racine* réelle.

Pour $r = 1$, on aurait pu arriver au même résultat en remarquant que :

$$1 + r^2x + \ldots + n^2x^n = [x(1 + 2x + \ldots + nx^{n-1})]' = [x(1 + x + \ldots + x^{n-1})']'.$$

Passons à l'examen de la position des zéros réels de $F_1 = 0$ et de $F_2 = 0$.

Cas où n *est impair*. L'équation $F_p = 0$ $[p = 1,2]$ admet une seule racine réelle, négative. Soit b_n la racine correspondant au degré n et b_{n+2} la racine correspondant au degré $n + 2$. Le résultat de la substitution de b_n dans l'équation de degré $n + 2$ est :

$$b_n^{n+1} \{ [1 + (n + 1)r]^p + [1 + (n + 2)r]^p b_n \}.$$

Le facteur b_n^{n+1} est positif. Pour connaître le signe du crochet, considérons $F_p\left[-\left[\frac{1 + (n + 1)r}{1 + (n + 2)r}\right]^p\right]$. En faisant un calcul analogue à celui du cas $p < 0$, on arrive à la conclusion que cette quantité est *négative*.

Comme $F_p(-\infty) < 0$, ceci montre que $-\left[\frac{1 + (n + 1)r}{1 + (n + 2)r}\right]^p < b_n$ et, par suite, le crochet est positif. Ceci entraîne $b_n > b_{n+2}$, donc dans le cas n impair, la racine réelle décroît avec n.

Cas n *pair*. Considérons les équations $(p = 1,2)$ de degrés $2q$ et $2q + 2$, que nous désignerons respectivement par $F_p^{2q} = 0$, $F_p^{2q+2} = 0$ et supposons que $F_p^{2q} = 0$ a deux racines réelles a_2 et b_2. Elles sont contenues dans l'intervalle $-1,0$. Or :

$$F_p^{2q+2}(-1) > F_p^{2q}(-1) \qquad F_p^{2q}(0) = F_p^{2q+2}(0) = 1.$$

D'autre part, la racine non nulle de

$$F_p^{2q}(x) = F_p^{2q+2}(x)$$

est $x = -\left[\frac{1 + (2q + 1)r}{1 + (2q + 2)r}\right]^p$. L'expression $F_p^{2q}(x)$ est *constamment positive* si x croît de -1 à $-\left[\frac{1 + (2q + 1)r}{1 + (2q + 2)r}\right]^p$. En effet, on peut la décomposer en des groupes de termes de la forme :

$$x^{2j-1}[1 + (2j - 1)r + (1 + 2jr)x] \qquad j = 1, 2, \ldots q.$$

Pour l'intervalle considéré, les facteurs $- x^{2j-1}$ décroissent continuellement de 1 à une valeur *positive;* les parenthèses

$$-[1 + (2j - 1)r + [1 + 2jr]x]$$

décroissent également de r à des valeurs *positives*. Par conséquent, les *droduits* décroissent continuellement de r à des valeurs positives et

$F_p^{2q}(x)$ reste constamment positif. Mais alors la courbe $y = F_p^{2q+2}(x)$ coupe $y = F_p^{2q}(x)$ dans un point d'abscisse *inférieure* à a_2 et b_2.

De plus, comme $F_p^{2q+2}(-1) > F_p^{2q}(-1)$, la première courbe passe *au-dessous* de la seconde et ne la rencontre plus qu'au point d'abscisse o. Ceci entraîne nécessairement l'existence des deux racines réelles a_{q+2} et b_{q+2} de l'équation $F_p^{2q+2}(x) = 0$ et, de plus, l'intervalle a_{q+2} et b_{q+2} contient l'intervalle $a_q b_q$. Avec cela, la dernière partie du théorème est établie.

V. THÉBAULT

(LE MANS)

SUR LES POINTS DE CONTACT DU CERCLE DES NEUF POINTS D'UN TRIANGLE AVEC LES CERCLES TANGENTS AUX TROIS COTÉS

1. NOTATIONS. — Soient un triangle A B C (BC $= a$, CA $= b$, AB $= c$, $a > b > c$); A_1, B_1, C_1, les milieux des côtés A′, B′, C′, les pieds des hauteurs; G, H, le centre de gravité et l'orthocentre; (O), (O_9), (I), (I_a), (I_b), (I_c), les cercles circonscrit, des neuf points et tritangents; R, $\frac{R}{2}$, r, r_a, r_b, r_c, leurs rayons; D, E, F, les contacts de (I) sur BC, CA, AB; φ, φ_a, φ_b, φ_c, les contacts du cercle (O_9) avec les cercles (I), (I_a), (I_b), (I_c) (1); S l'aire du triangle A B C.

2. Nous avons obtenu très simplement les expressions suivantes des distances des points φ, φ_a, φ_b, φ_c, entre eux et aux points A_1, B_1, C_1, A′, B′, C′, D, E, F.

$$\begin{aligned}
\overline{\varphi\varphi_a}^2 &= R^2 (b-c)^2 : (R-2r)(R+2r_a)\\
\overline{\varphi\varphi_b}^2 &= R^2 (a-c)^2 : (R-2r)(R+2r_b)\\
\overline{\varphi\varphi_c}^2 &= R^2 (a-b)^2 : (R-2r)(R+2r_c)\\
\overline{\varphi_b\varphi_c}^2 &= R^2 (b+c)^2 : (R+2r_b)(R+2r_c) \qquad (1)\\
\overline{\varphi_c\varphi_a}^2 &= R^2 (c+a)^2 : (R+2r_c)(R+2r_a)\\
\overline{\varphi_a\varphi_b}^2 &= R^2 (a+b)^2 : (R+2r_a)(R+2r_b)\ (2)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\overline{\varphi A_1}^2 &= R (b-c)^2 : 4(R-2r),\\
\overline{\varphi B_1}^2 &= R (a-c)^2 : 4(R-2r)
\end{aligned}$$

---

(1) Ces contacts sont appelés *points de* FEUERBACH.

(2) *Mathesis*, 1922-118.

$$\varphi\overline{C_1}^2 = R\,(a-b)^2 : 4\,(R-2r). \qquad (2)$$

.....

$$\varphi\overline{A'}^2 = R\,(b-c)^2\,(p-a)^2 : a^2\,(R-2r)$$

$$\varphi\overline{B'}^2 = R\,(a-c)^2\,(p-b)^2 : b^2\,(R-2r) \qquad (3)$$

$$\varphi\overline{C'}^2 = R\,(a-b)^2\,(p-c)^2 : c^2\,(R-2r)\ (1).$$

.....

$$\overline{\varphi D}^2 = (b-c)^2\,(p-a)\,r : a\,(R-2r)$$

$$\varphi\overline{E}^2 = (a-c)^2\,(p-b)\,r : b\,(R-2r) \qquad (4)$$

$$\varphi\overline{F}^2 = (a-b)^2\,(p-c)\,r \cdot c\,(R-2r)\ (2).$$

3. Ces relations conduisent directement à la plupart des propriétés des points de FEUERBACH et nous ont suggéré des remarques nouvelles.

1° *Les points* φ, φ_a, φ_b, φ_c, *forment une division harmonique sur le cercle des neuf points, lorsque les côtés du triangle* ABC *vérifient la relation* $2a^2 = b^2 + c^2$, (triangle automédian) (3), *et réciproquement.*

2° *Les points* D, E, F, *partagent respectivement les segments* A_1A', B_1B', C_1C', *dans les rapports* $a : 2(p-a)$, $b : 2(p-b)$, $c : 2(p-c)$, *et les droites* φD, φE, φF, *bissectent les angles* $A_1\varphi A'$, $B_1\varphi B'$, $C_1\varphi C'$.

En effet, en vertu des relations (2) et (3),

$$\varphi A_1 : \varphi A' = a : 2(p-a) = D A_1 : D A'.$$

3° *Les coordonnées normales absolues* x, y, z, *du point* φ, *par rapport au triangle* ABC, *s'expriment*

$$x = \frac{(b-c)^2\,(p-a)}{2a\,(R-2r)}, \quad y = \frac{(a-c)^2\,(p-b)}{2b\,(R-2r)}, \quad z = \frac{(a-b)^2\,(p-c)}{2c\,(R-2r)}. \qquad (5)$$

On en déduit cette relation entre les éléments du triangle,

$$\Sigma\,(b-c)^2\,(p-a) = 4S\,(R-2r),$$

puis

$$x : \varphi A' = (b-c) : 2OI = \cos\alpha,$$

et, par analogie,

$$y : \varphi B' = \cos\beta', \qquad z : \varphi c' = \cos\gamma,$$

α, β, γ étant les angles de même sens que la droite de direction OI détermine avec BC, CA, AB.

Les symétriques des droites $\varphi A'$, $\varphi B'$, $\varphi C'$ *par rapport aux hauteurs* AA', BB', CC', *du triangle sont donc perpendiculaires à la droite* OI (4).

Il vient aussi

$$\varphi A_1 : \cos\alpha = \varphi B_1 : \cos\beta = \varphi C_1 : \cos\gamma = R(5),$$

---

(1) *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, 1932-289.
(2) *Mathesis*, 1929-354.
(3) J. NEUBERG (*Mathesis*, 1889-208).
(4) V. THÉBAULT, *Nouvelles Annales de Mathématiques*, 1910-275.
(5) R. GOORMAGHTIGH, *Journal de Vuibert*, quarantième année-149.

puis

$$x : \varphi A_1 = \sin \varphi A_1 A' = DA' : OI = \frac{(b-c)(p-a)}{a.OI},$$

et, par analogie,

$$\sin \varphi B_1 B' = \frac{(a-c')(p-b')}{b.OI}, \quad \sin \varphi C_1 C' = \frac{(a-b)(p-c)}{c.OI}. \quad (6)$$

4° *On a les relations suivantes :*

$$\left.\begin{aligned} \varphi\overline{A}^2 &= \frac{2R[bc - r(4R+r)] - (b^2+c^2-a^2)r}{2(R-2r)} \\ \varphi\overline{B}^2 &= \frac{2R[ca - r(4R+r)] - (c^2+a^2-b^2)r}{2(R-2r)} \\ \varphi\overline{C}^2 &= \frac{2R[ab - r(4R+r)] - (a^2+b^2-c^2)r}{2(R-2r)} \end{aligned}\right\} \quad (7)$$

desquelles on déduit facilement :

$$\varphi\overline{G}^2 = \frac{p^2(R+r) - r(4R+r)^2}{9(R-2r)},$$

$$\varphi\overline{O}^2 = R^2 - \Sigma\frac{a^2}{6} + 3\varphi\overline{G}^2, \qquad \varphi\overline{H}^2 = 4R^2 - \Sigma\frac{a^2}{3} - 3\varphi\overline{G}^2,$$

$$\varphi\overline{O}^2 + \varphi\overline{H}^2 = 5R^2 - \Sigma\frac{a^2}{2}, \qquad \varphi\overline{O}^2 + \frac{\overline{OH}^2}{3} = \varphi\overline{H}^2 + 6\varphi\overline{G}^2.$$

4. *Application au triangle rectangle.* — Il existe trois cercles (W_a), (W_b), (W_c), qui touchent *intérieurement* le cercle (O) et les côtés BC et CA, CA et AB, AB et BC d'un triangle quelconque. Les centres de ces cercles appartiennent aux bissectrices AI, BI, CI, et leurs rayons s'expriment

$$\rho_a = r\,\text{séc.}^2\frac{A}{2}, \qquad \rho_b = r\,\text{séc.}^2\frac{B}{2}, \qquad \rho_c = r\,\text{séc.}^2\frac{C}{4}\,(1).$$

Lorsque le triangle ABC est *rectangle* en A, $\rho_a = 2r$.

Le cercle transformé du cercle (O) *dans l'homothétie* $\left[A, \frac{1}{2}\right]$, *est donc tangent au cercle* (I) *inscrit.*

Mais ce cercle homothétique passant par les milieux de BA, AC, et par O, n'est autre que le cercle (O_9) de ABC, ce qui justifie le théorème de FEUERBACH dans le triangle rectangle.

Dans un tel triangle, les relations qui précèdent se simplifient, car

$$r = p - a,\ r_a = p,\ r_b = p - c,\ r_c = p - b.$$

(1) V. THÉBAULT, *Nouvelles Annales*, 1916-104.

1° Le cercle (O_9) touche le cercle (O) en (A), et

$$(p-a)^2 = r'^2 = \overline{AE}^2 = AQ.A\varphi = \overline{A\varphi}^2.\frac{(R-2r')}{R}$$

soit

$$A\varphi = \frac{Rr}{OI}, \qquad (8)$$

Q étant l'intersection de A avec (O_9).

Par analogie,

$$A\varphi_a = \frac{Rr_a}{OI_a} \qquad A\varphi_b = \frac{Rr_b}{OI_b}, \qquad A\varphi_c = \frac{Rr_c}{OI_c}. \qquad (8)$$

2° On a aussi

$$\varphi\overline{A}^2 = \frac{R\,[bc - r\,(4R + r)]}{R - 2r}, \qquad \varphi\overline{B}^2 = \frac{R\,[ca - r\,(4R + r)] - c^2r}{R - 2r},$$

$$\varphi\overline{C}^2 = \frac{R\,[ab - r\,(4R + r)] - b^2r}{R - 2r}.$$

$$\varphi A' = \frac{(c-b)\,(p-a)}{2OI},$$

$$\varphi b = \varphi C' = \frac{R\,(a-c)\,(p-b)}{b.OI} = \frac{R\,(a-b)\,(p-c)}{c.OI} = \varphi A = \frac{Rr}{OI},$$

d'où cette relation du triangle rectangle

$$(a-c)\,(p-b) : b = (a-b)\,(p-c) : c = r,$$

qui, rapprochée de (6) indique que les *droites* OI, B_1, C_1, *sont également inclinées sur les côtés* CB, AC, BA.

3° *Les quadrilatères* $A\varphi\,A'\,\varphi_a$ *et* $A\,\varphi_b\,A'\,\varphi_c$, *inscrits dans le cercle* (O_9), *sont harmoniques. Les droites* $\varphi\,\varphi_a$ *et* $\varphi_b\,\varphi_c$ *se coupent sur la droite* $B_1\,C_1$ *tandis que* $\varphi\,\varphi_b$ et $\varphi_a\,\varphi_c$ *se rencontrent sur la hauteur* A A'. *Les pôles* P *et* Q *des droites* $\varphi\,\varphi_a$ *et* $\varphi_b\,\varphi_c$, *par rapport à* (O_9), *sont situés sur* A A'.

En vertu des relations (1), (3) et (8), on vérifie en effet que

$$A\varphi.A'\varphi_a = \frac{1}{2}\,AA'.\varphi\varphi_a, \quad A\varphi_b.A'\varphi_c = \frac{1}{2}\,AA'.\varphi_b\varphi_c.$$

4° *Les points* P, Q, *sont symétriques par rapport au sommet* A, *et* P Q = B C.

Les droites PA_1, QA_1, sont les axes radicaux des cercles (I_b) et (I_c), (I) et (I_a), et les quadrilatères PA_1MA, MA_1AQ, sont des parallélogrammes, M étant l'intersection de la bissectrice A I avec (O).

5° *Les droites qui joignent le point* K *de* Lemoine *du triangle* ABC *aux points* φ *et* φ_a *sont également inclinées sur l'hypoténuse* BC; *il en est de même des droites* $K\varphi_b$ *et* $K\varphi_c$

K est en effet situé au milieu de la hauteur A A'.

R. WAVRE

SUR LES PROLONGEMENTS ANALYTIQUES DES POTENTIELS NEWTONIENS AU TRAVERS DES MASSES ATTIRANTES

Dans les traités classiques, on se préoccupe du prolongement analytique du potentiel newtonien au travers des surfaces qui limitent ou qui portent les masses attirantes et l'on montre, comme l'a fait en particulier M. Ehrard Schmidt, qu'il est possible de franchir ces surfaces. Je me suis posé le problème suivant, plus général : étudier dans tout son domaine d'existence la fonction analytique qui coïncide, dans une région de l'espace, avec un potentiel newtonien, engendré par des masses données et j'ai obtenu des théorèmes généraux qui paraîtront dans une revue que M. Brouwer va créer en Hollande. Il est possible de montrer que si les faces des corps satisfont à certaines conditions de régularité, les intersections de ces faces sont, pour les corps homogènes, des lignes de ramification du potentiel prolongé. Ce dernier appartient à une fonction analytique multiforme qui admet une infinité de branches et le potentiel ordinaire n'est que la branche principale.

Ces propriétés dégagées au début, en collaboration avec M. Dive, professeur à Clermont-Ferrand, et M. F. Vasilesco, sur quelques exemples, font aujourd'hui l'objet d'études d'une extrême généralité, en relation avec la topologie et les périodes des intégrales multiples.

L. B. ROBINSON

SUR UNE ÉQUATION AUX DIFFÉRENCES MÊLÉES

M. Hadamard a écrit que le calcul des variations constitue le premier chapitre du calcul fonctionnel.

Peut-être pourrons-nous faire une remarque semblable à l'égard des équations aux différences mêlées.

Considérons, en effet :

$$u'(x) = \sum_i A_i(x)\, u(a_i x + b_i) + B(x).$$

Les A et B ont un pôle à $x = \alpha$.

Si certaines inégalités sont vérifiées, l'équation ci-dessus a une solution qui dépend d'un paramètre. Cette solution se divise en deux parties. La première partie est une série finie où chaque terme est une intégrale multiple d'une fonction uniforme à l'exception des points singuliers logarithmiques. C'est très semblable à une *fonctionnelle de Gâteaux*. On peut démontrer la convergence de la deuxième partie à l'aide d'un déterminant, d'ordre infini étudié par l'auteur (1).

Ainsi l'on établit un lien avec le calcul fonctionnel.

---

(1) Bulletin of the American mathematical Society, vol. 39, page 356).

2e section

ASTRONOMIE, GÉODÉSIE ET MÉCANIQUE

Président. . . . . M. J. DUFAY, Chargé de cours à la Faculté des Sciences de Lyon, chargé de la Direction de l'Observatoire.

ASTRONOMIE

D. BARBIER

Astronome à l'Observatoire de Marseille

1°) SUR UNE ABSORPTION SÉLECTIVE DE LA LUMIÈRE A L'INTÉRIEUR DE L'AMAS DES PLÉIADES

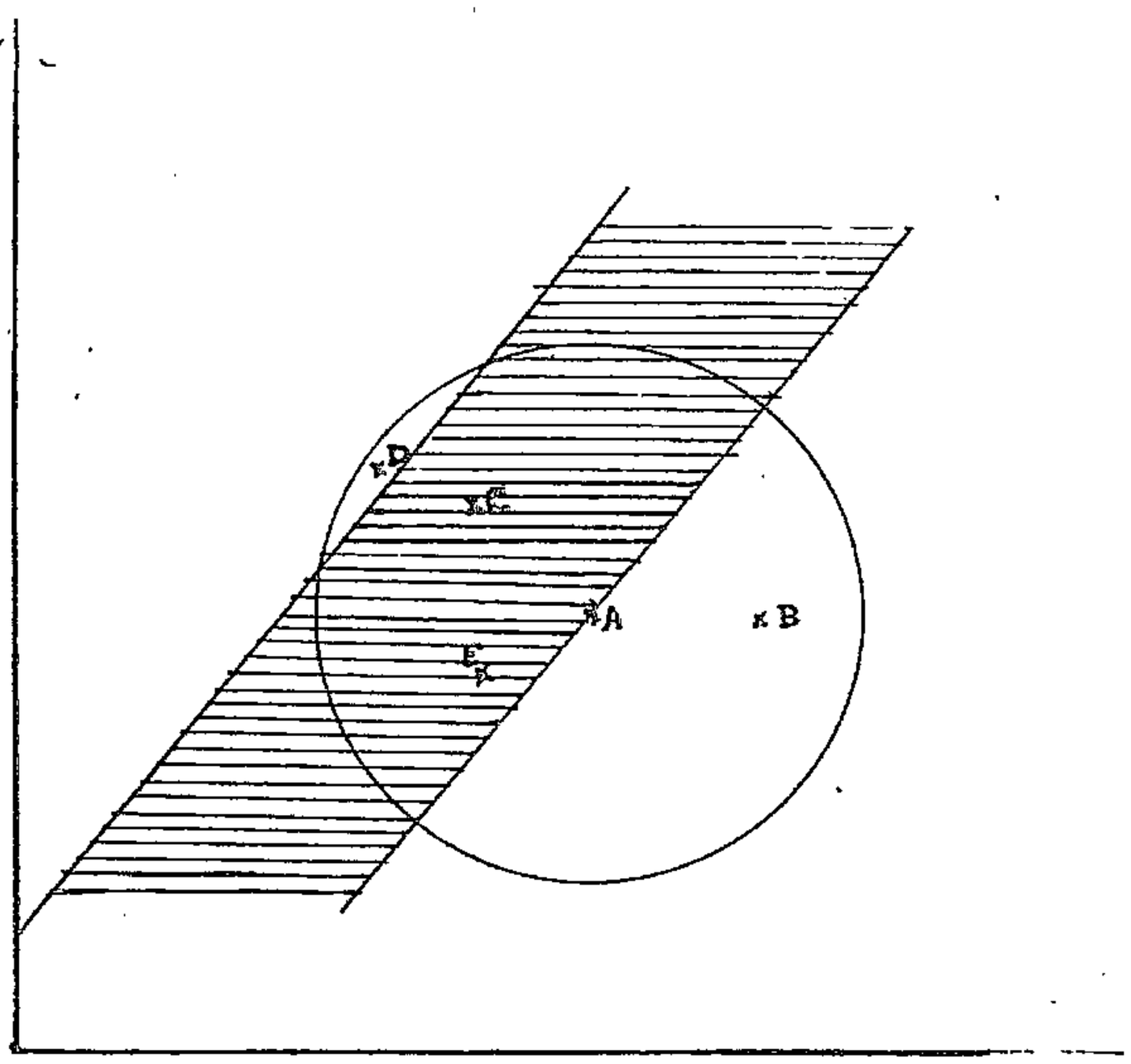
Certaines des étoiles des Pléiades sont plus jaunes que leur type spectral l'aurait fait prévoir. Ceci suggère l'idée d'une absorption sélective par la matière constituant la nébuleuse des Pléiades. Nous utilisons des magnitudes mesurées par Miss C. H. Payne dans quatre régions différentes du spectre de longueurs d'onde effectives

$\lambda_1 = 0{,}369\ \mu$ $\lambda_2 = 0{,}425\ \mu$ $\lambda_3 = 0{,}548.\mu$ $\lambda_4 = 0{,}634\ \mu$

A l'aide des magnitudes m_{λ_2} et m_{λ_3}, nous calculons par la formule de Planck les magnitudes m_{λ_1} et m_{λ_4}. Les différences entre ces magnitudes et les magnitudes vraies sont attribuées, au moins statistiquement, à une absorption sélective. La variation de ces différences avec les étoiles considérées suggère la forme indiquée par la figure pour la nébuleuse des Pléiades. (La figure est tracée dans un plan de déclinaison constante.)

A Alcyone, B Atlas, C Maïa, D Electra, E Merope.

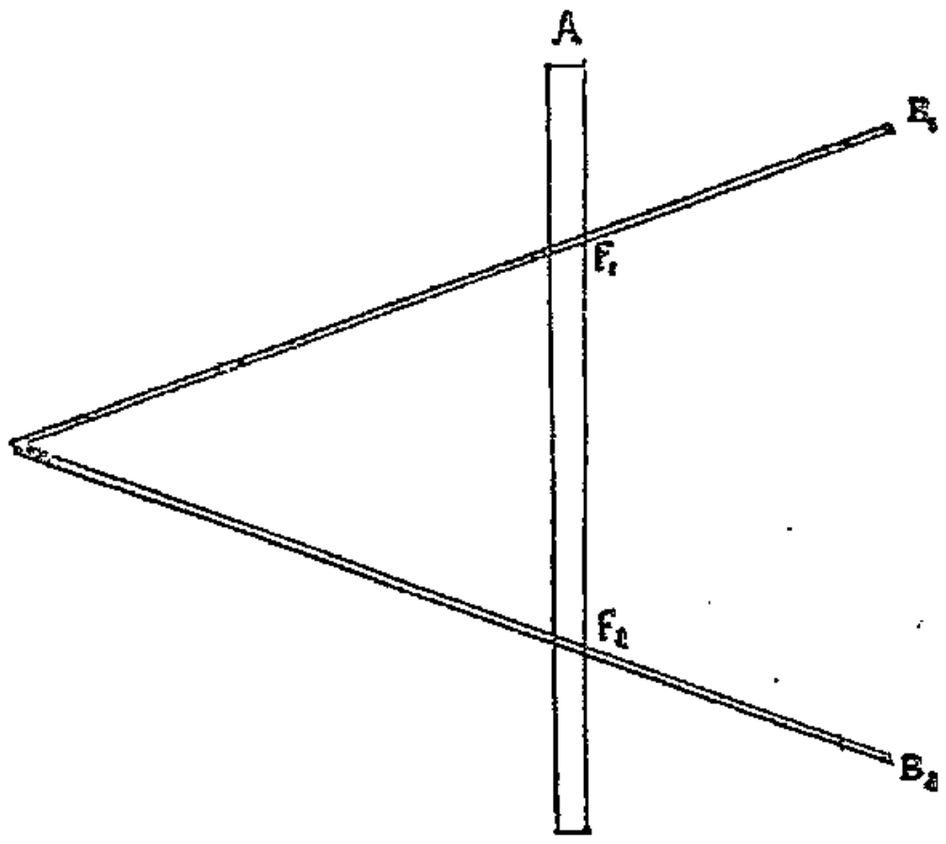
La moyenne des différences pour quatre étoiles situées derrière les Pléiades est $-0{,}60$ pour m_{λ_1} et $-0{,}60$ pour m_{λ_4}. Pour deux étoiles situées devant elles sont respectivement $-0{,}23$ et $+0{,}08$. Ce qui conduit pour le coefficient d'absorption β, défini par $\Delta m = \beta\lambda^{-4}$ où Δm est la différence de magnitude produite par l'absorption, à $\lg_{10}\ \beta = -16{,}5$ (λ étant exprimé en centimètres). Cette valeur est un peu grande, mais elle confirme une idée de O. Struve, savoir que l'exposant de λ



dans la loi de diffusion de la matière nébulaire des Pléiades ne peut être de l'ordre de — 1 à — 2 comme l'étude de son spectre aurait pu le faire croire. Pour les détails complémentaires, nous renvoyons à la note : C. R 196 1933 p. 1868.

2°) DISPOSITIF INTERFÉRENTIEL POUR LA MESURE DES ÉTOILES DOUBLES

Ce dispositif est un appareil de démonstration permettant d'étudier, à peu de frais, la possibilité d'utiliser un appareil donné pour la mesure interférométrique des étoiles doubles par la méthode de Fizeau Michelson. Cette méthode nécessite l'emploi devant l'objectif ou de-



vant l'occulaire (Anderson) d'une lunette de 2 fentes de distance variable et pouvant tourner parallèlement à l'objectif.

Le dispositif que nous avons réalisé avec le concours de M. Galleron, mécanicien de l'Observatoire de Marseille, est situé dans le micromètre de l'équatorial de 25 cm. de cet établissement. Le fil fixe du micromètre a été remplacé par une lame de clinquant dans laquelle une fente large A a été tracée. Le fil mobile est remplacé par une autre lame de clinquant dans laquelle se trouvent deux fentes fines B_1, B_2 formant un V très aigu (angle de 2°). Le déplacement du V et par suite la variation de distance des deux petites fentes F_1, F_2 s'obtient par la vis micrométrique.

Le défaut de ce système est d'être situé beaucoup trop près du foyer (1 à 5 cms environ), ce qui peut entraîner des erreurs de mesures.

Les mesures sont extrêmement difficiles et nous confirmons absolument les résultats de Calder sur la quasi impossibilité d'appliquer, sous nos climats, la méthode de Fizeau-Michelson avec de petits instruments.

Emile BELOT

MÉTHODE ET CRITERIUMS DE RÉALITÉ DANS LES HYPOTHÈSES COSMOGONIQUES

Le nombre et la variété des hypothèses cosmogoniques modernes semblent justifier l'affirmation défaitiste « qu'on peut faire autant de Cosmogonies que l'on veut » ou le scepticisme du point d'interrogation par lequel H. Poincaré termine la préface de ses *hypothèses Cosmogoniques* en 1911. On s'étonne aussi que les philosophes scientifiques aussi avertis que Meyerson (1912-1921) et Busco (1924) n'aient pas soumis à leur analyse ccritique les méthodes et les données de ces hypothèses pour y séparer la vérité de l'erreur ; car à priori dans la réalité cosmique le système planétaire a eu une évolution mécanique et physique que la Science moderne est apte à découvrir à condition d'employer une *méthode de recherche sûre* qui aboutisse à des *critériums de réalité* permettant de discerner la vérité de la fiction : sans ces deux conditions essentielles, l'imagination et la virtuosité mathématique ne peuvent éviter des conclusions erronées.

Etudions à ce double point de vue les hypothèses cosmogoniques.

Méthodes et prémisses. — Presque toutes ces hypothèses partent de postulats a prioriques (et non de la réalité) qu'elles élaborent par un travail de déduction mathématique ; rôle du hasard dans la théorie de

la capture de T. J. Sée, dans l'hypothèse météoritique ou planétésinale de Chamberlin et Moulton, Lockyer, Jeans, rôle des demi-chocs à distance selon Jeans, rôle cosmogonique des marées d'après Darwin, rôle des perturbations d'autres voisins et du hasard de faibles condensations dans la nébuleuse primitive d'après A. Veronnet, rôle de la seule condensation par gravitation d'une masse unique dans les hypothèses monistes de Kant, Laplace, Faye, du Ligoudes. Aucune de ces prémisses n'est tirée de réalités observées : la méthode mathématique ne pourra rien en tirer qui puisse avec certitude être en correspondance avec la réalité cosmique.

La seule méthode sure de la Cosmogonie. — A la réalité physique du système planétaire, il faut appliquer la méthode inductive des Sciences physiques qui part de réalités exprimées en nombre dans des *lois empiriques* dont il s'agit de démontrer la forme mathématique par une théorie mécanique. Ce n'est pas autrement qu'a procédé Newton pour expliquer les 3 lois empiriques trouvées par Kepler : et la gravitation a fondé sur une base solide l'Astronomie moderne. La même méthode m'a permis d'édifier *la Cosmogonie Dualiste* sur une base réelle et non fictive en partant en 1905 de la loi empirique des distances Xn des planètes et satellites dont j'ai expliqué la forme mathématique ($Xn = \alpha + C^n$) par la pulsation périodique de l'astre central de chaque système en mouvement de translation dans la nébuleuse primitive.

La loi des distances est beaucoup plus précise que la loi de Bode pour les planètes : elle n'a que deux paramètres *a. c*, au lieu de 3 : de plus elle s'applique aux distances de tous les satellites. Elle donne de suite en nombres les rayons α des astres primitifs de chaque système (protosoleil ou rayons des tourbillons planétaires primitifs). Aucun de ces rayons n'était connu avant 1905, en sorte que la loi des distances a fourni aussitôt une quantité de données précises sur l'origine du système planétaire, données qui m'ont permis de calculer de multiples conséquences dans mes livres (1).

Critériums de réalité

1° Les postulats aprioriques de toutes les autres hypothèses cosmogoniques sont en contradiction avec l'existence de lois des distances ou sont incapables d'en démontrer la forme mathématique. Ces hypothèses ne correspondent donc à aucune réalité cosmique. La loi des

---

(1) Essai de Cosmogonie tourbillonnaire (1911). — Origine des formes de la Terre et des Planètes (1918). — Origine dualiste des Mondes (1924). — La naissance de la Terre et de ses satellites (1931). — Enseignements de la Cosmogonie moderne (1933). — Les tableaux numériques des distances théoriques et réelle sdes planètes et statellites sont dans mes livres de 1924 et 1933.

distances des planètes et satellites est donc le premier et le plus précis des *critériums de réalité.*

2° Critérium de réalité, par la démonstration de l'origine des nébuleuses spirales et de la forme ($\rho = a + \varepsilon e^{\beta\Omega}$) de leurs spires.

H. Poincaré, en 1911, termine sa préface des *hypothèses cosmogoniques* par la question toujours posée de la forme inexpliquée des spirales.

L'éminent cosmogoniste anglais Jeans, en 1928, dit : « L'interprétation des formes spirales est un des problèmes les plus déconcertants de la cosmogonie : il doit régner dans ces astres des forces inconnues de nous ».

Or, ce qu'aucune Cosmogonie n'a pu imaginer, je l'ai trouvé réalisé dans le système planétaire en formation : l'équation ci-dessus est celle de la trajectoire projetée sur l'écliptique d'une molécule d'un anneau planétaire émis par le protosoleil, (rayon $a = 62{,}3\ \odot$) et montant dans la nébuleuse, en se dilatant jusqu'au rayon de l'orbite de la planète. Cette même équation est celle des spires d'une spirale dont le noyau est une masse gazeuse ou stellaire en rotation qui émet deux spires diamétralement opposées dans son choc équatorial sur une nébuleuse.

3° Un troisième Critérium de Réalité est dans la *fécondité de la Cosmogonie dualiste pour prévoir des faits astronomiques nouveaux avant leur découverte par l'observation.*

Aucune Cosmogonie n'a pu, comme la Cosmogonie dualiste, faire de telles prévisions. Je citerai quelques-unes de celles que j'ai précisées.

En 1905, 8 ans avant la théorie des étoiles géantes de Russell, et 15 ans avant leur mesure par Michelson, j'ai annoncé que l'astre central de notre système était géant avec un rayon 62,3 fois celui du Soleil.

En 1911, j'ai prévu que Saturne devait avoir, comme Jupiter, une famille de petites planètes situées à l'aphélie dans la direction d'axe de Saturne. — La première Hidalgo (944) a été découverte en 1920 dans la position prévue.

En 1909 (Congrès de Lille de l'A. F. A. S.), j'ai établi la théorie complète des nébuleuses spirales, démontrant que la matière suivait les spires dans la direction centrifuge, ce qu'a observé Van Maanen à partir de 1916 sur 6 spirales remarquables.

Conclusions. — Si la Cosmogonie dualiste a réussi :

1° A démontrer la loi des distances des planètes et satellites, l'origine et la forme des mouvements dans les nébuleuses spirales ;

2° A prévoir des faits nouveaux avant leur découverte, c'est qu'elle a mis en œuvre la méthode sûre qui a servi à fonder l'astronomie mo-

derne. L'impuissance des autres cosmogonies, démontrée par les critériums de réalité ci-dessus, est due à l'absence de méthode et à l'adoption comme prémisses de postulats invérifiables.

M^lle M. BLOCH
Observatoire de Lyon

MICROPHOTOMÉTRIE D'IMAGES STELLAIRES

On a essayé d'utiliser, pour la mesure photométrique de photographies stellaires prises au foyer, un microphotomètre visuel construit par M. Grouiller, et analogue à celui de MM. Fabry et Buisson. Les mesures ont été faites sur les positifs des clichés. Projetant sur la tache blanche formée par chaque étoile sur le positif, un étroit faisceau lumineux, on a mesuré la quantité de lumière transmise.

Les photographies ont été prises avec une chambre photographique Zeiss munie d'un triplet de 17 cm. d'ouverture et de 1 m. 20 de longueur focale.

On a étudié la précision des mesures faites au microphotomètre visuel et on l'a comparée à celle donnée par des mesures de diamètres. Cette comparaison s'est montrée très en faveur des mesures microphotométriques. Pour les faibles images, tandis que les mesures de diamètres varient très peu et deviennent très imprécises, les mesures au microphotomètre gardent leur précision. Même pour les images assez brillantes, l'erreur moyenne d'une mesure de diamètre (0 m. 12 à 0 m. 15, suivant les clichés), est supérieure à celle d'une mesure microphotométrique (0 m. 06).

On a essayé d'étalonner les clichés à l'aide d'un diaphragme. Dans ce but, on a tiré 2 poses successives de la séquence polaire, l'une à pleine ouverture, l'autre avec le diaphragme. Les deux séries de mesures de diamètres faites sur ce cliché ne sont restées parallèles que pour les étoiles brillantes. Pour les étoiles faibles, les courbes tendaient à se rapprocher et l'utilisation du diaphragme n'était pas possible : la constante d'absorption de ce dernier n'était plus déterminée. Au contraire, les mesures microphotométriques ont donné deux courbes très sensiblement rectilignes et parallèles presque jusqu'au seuil du cliché.

Il semble bien que l'emploi du microphotomètre visuel pour la mesure des étoiles, surtout des étoiles faibles, soit très favorable et que la précision des résultats obtenus soit très comparable à celle obtenue précédemment avec des microphotomètres à récepteurs physiques plus complexes et plus coûteux.

J. DUFAY et SSU-PIN LIAU
Observatoire de Lyon

L'ABSORPTION DE LA LUMIÈRE DANS L'ESPACE, LES INDICES DE COULEUR DES ÉTOILES *B* ET L'INTENSITÉ DES RAIES DU CALCIUM INTERSTELLAIRE

(RÉSUMÉ)

Une étude statistique basée sur les mesures photoélectriques de W. Becker (*Veroffentl. d. Universitätsternwarte zu Berlin-Babeisberg*, 10, *Part* 3, 1933) montre qu'il n'existe aucune corrélation entre les indices de couleur des étoiles O et B et leurs magnitudes absolues. Au contraire, on trouve une corrélation notable entre les indices de couleur et les distances.

La dispersion des indices de couleur ne résulte donc pas d'un « effet de magnitude absolue », mais d'un phénomène d'absorption dans l'espace insterstellaire. Les étoiles sont d'autant plus rouges qu'elles sont plus lointaines, et la différence des coefficients d'absorption correspondant aux deux régions spectrales isolées par les filtres de Becker est $0,16 \pm 0,02$ magnitude par kiloparsec. Dans le système des indices de couleur de King, on aurait $0,36 \pm 0,04$ magnitude par kiloparsec. Ce nombre s'accorde parfaitement avec les évaluations indépendantes de P. Van de Kamp ($0,33 \pm 0,02$) et de Miss Emma T. Williams ($0,38 \pm 0,04$).

Nous trouvons d'autre part une corrélation notable entre les indices de couleur et l'intensité de la raie *K* du calcium interstellaire, évaluée soit par Otto Struve, soit par J. S. Plaskett. L'absorption générale qui modifie la couleur des étoiles et l'absorption sélective par le calcium ionisé paraissent proportionnelles, comme si le milieu absorbant avait, dans toute son étendue, une teneur moyenne en calcium à peu près invariable.

J. ELLSWORTH
Observatoire de Lyon

OBSERVATION D'ÉTOILES VARIABLES PAR PHOTOGRAPHIE

Nous cherchons à montrer comment des amateurs peuvent, photographiquement, par comparaison d'étoiles entre elles, obtenir des mesures photométriques plus précises que par la méthode d'Argelander visuelle. Le programme suivi est une partie de celui proposé par le Congrès astronomique international de Leyde en 1928 (Bull. Obs. Lyon, mai 1929). L'instrument utilisé est un objectif à portrait de 130 mm. de diamètre et 70 cm. de foyer guidé à la main avec une petite lunette. Nous adoptons une pose de 15 à 20 m. sur plaque « Lumière Opta », une durée de développement de 20 m. au diamidophénol ; tenant compte d'une croissance de contraste avec la durée de pose et la durée de développement.

Quatre courbes de lumière ont été bien déterminées ; elles donnent pour erreur moyenne d'une observation :

Rz Geminorum $\pm 0,13$;
RT Aurigae $\pm 0,05$;
RR Leonis $\pm 0,07$;
RS Bootis $\pm 0,04$.

Eliminant Rz Geminorum qui est dans la zone de sous-exposition, nous concluons que l'erreur moyenne est inférieure au 1/10 de magnitude. Nous espérons, d'autre part, que des séquences lumineuses photographiques commencées à Harvard seront continuées.

P. SWINGS et L. DONNAY
Institut d'Astrophysique de l'Université de Liége

LES MULTIPLETS ATOMIQUES DANS LES SPECTRES STELLAIRES

Malgré tous les progrès récents de la spectrophotométrie photographique, il existe extrêmement peu de documents quantitatifs précis relatifs aux intensités des raies d'absorption et d'émission dans les spectres stellaires. Cette pénurie en valeurs exactes d'intensités provient de ce que les évaluations photométriques précises sont délicates et exigent beaucoup de précautions.

En général, les données photométriques astrophysiques que l'on possède sont d'ordre purement qualitatif. On peut cependant déjà tirer des documents existants certains résultats et indiquer des directives pour une recherche photométrique plus précise.

On sait que les composantes des multiplets atomiques ont leurs intensités relatives déterminées par des formules théoriques dont on a pu vérifier l'exactitude dans de nombreux exemples. Lorsqu'on a fait des déterminations précises des absorptions des différentes raies du spectre stellaire, les lois d'intensités relatives des multiplets peuvent servir à l'identification des raies et donner les pourcentages d'absorption relatifs aux atomes d'éléments différents lorsqu'une ligne « instrumentale » résulte de la superposition de plusieurs raies atomiques (voir communication de P. Swings et F. Nisoli).

Lorsqu'on ne possède que des estimations qualitatives, ces lois d'intensité peuvent dans de nombreux cas déterminer si la raie « instrumentale » examinée est complexe (1) ou simple.

Prenons par exemple le triplet $5^2D—6^2P^o$ de Ba^+. Dans le Tableau I, nous avons indiqué les longueurs d'onde, les notations, les intensités théoriques et les intensités telles que Th. Dunham jr. les a estimées dans le spectre de α Persei (*g*F5) ; dans la dernière colonne, nous avons aussi indiqué si, selon Dunham, la raie est simple ou complexe.

TABLEAU I.

λ	NOTATION	INT. THÉOR.	INT. ESTIMÉES PAR DUNHAM (α PERSEI)
6496.90	$5^2\ D_{3/2} — 6^2\ P^o_{1/2}$	5	6 complexe
6141.76	$5^2\ D_{5/2} — 6^2\ P^o_{3/2}$	9	6 complexe
5853.70	$5^2\ D_{3/2} — 6^2\ P^o_{3/2}$	1	8 simple

Il est évident, d'après l'examen de ce tableau, que la raie λ5853.70, considérée comme simple par Dunham, ne l'est certainement pas.

Nous avons examiné les estimations d'intensités relatives à une série de spectres : spectre du Soleil (Rowland revised), spectre-éclair (Menzel, Lick Observ. Publ.), de α Persei (Dunham, Princeton Univers. Observ., n° 9), des étoiles de classe B (O. Struve). Nous avons classé en multiplets toutes les raies de Fe I, Fe II, Ti I, Ti II, V I, V II, O II et N II, situées dans le domaine astronomique ; ces éléments présentent un intérêt particulier pour l'astrophysique, étant donné qu'ils sont en grande quantité dans les étoiles de différentes classes spectrales. Pour chaque multiplet, nous avons dressé un diagramme en prenant sur l'axe des abcisses, des points correspondant aux différents passages du

(1) C'est-à-dire résulte de la superposition de plusieurs raies simples.

quantique interne j et en indiquant en ordonnées les racines carrées des intensités théoriques (d'après la théorie de Struve-Elvey, les intensités en absorption des composantes d'un multiplet seraient proportionnelles aux racines carrées des intensités théoriques ou d'émission) et les intensités observées dans les différents astres (sauf pour le spectre-éclair, spectre d'émission où on devait considérer les racines carrres des intensités observées). Grâce à ces diagrammes, on peut aisément en comparant les *positions relatives* des points des différents diagrammes aux positions relatives des points du diagramme théorique, déterminer les cas certains où la raie est complexe ou bien où l'estimation a été faite d'une manière erronée.

Parmi les nombreux multiplets que nous avons examinés, certains ont donné un accord parfait entre les valeurs théoriques et les valeurs observées dans les spectres indiqués ; ce sont :

pour O II (Struve) : a^4D^o — a^4D ; a^4P^o — a^4D ; 3^4P^o — 3^4D ; b^2D-a^2F^o ; a^4P^o — b^4D ;
pour N II (Struve) : $^3P^o$ — ^3P ; ^3D — $^3P^o$;
pour V I (Rowland, Menzel, Dunham) : a^4F — y^4F^o ; a^4D — x^4D^o ; a^4P — x^4D^o ;
pour V II (R., M., D.) : a^3G — z^3G^o et b^3G — z^3F^o ;
pour Ti I (R., M., D.) : z^5F — e^5D^o ; a^3D — s^3F^o ; a^3G — x^3H^o ;
pour Ti II (R., M., D.) : b^2G — y^2F^o.

Quant aux autres multiplets, ils présentent tous des anomalies et mériteraient un examen spectrophotométrique approfondi. Dans certains cas, la complexité de la raie se manifeste d'une manière certaine. C'est ainsi que plusieurs raies de O II observées par O. Struve dans les étoiles B sont certainement complexes.

Un travail de ce genre peut être très utile pour l'identification des raies d'un spectre lorsqu'on ne possède que des estimations qualitatives des intensités. Il peut aussi donner des directives pour un travail plus précis ultérieur. En effet, lorsqu'une intensité sera vraiment anormale et que cette anomalie ne pourra pas se justifier par la superposition de raies, il y aura lieu d'examiner à plus grande dispersion la région considérée et de faire des estimations photométriques plus soigneuses.

P. SWINGS et F. NISOLI
Institut d'Astrophysique de l'Université de Liége

NOTE SUR LE SPECTRE DES ÉTOILES DE CLASSE *M*

Comme on le sait, les spectres des étoiles M sont surtout caractérisés par les bandes de TiO ; en plus de ces bandes, on observe aussi celles de AlO, de CH, de CN, de ScO et peut-être de Yo. La variation d'intensité des bandes de TiO, CH et CN au sein de la classe M peut être interprétée théoriquement d'une façon parfaite en partant des équations de dissociation et des équations d'équilibre à l'intérieur de l'atmosphère stellaire (1). Les bandes de TiO correspondent à trois passages électroniques $^3\Pi \leftarrow {}^3\Pi$, $^1\Pi \leftarrow {}^1\Sigma$ et $^3\Sigma \leftarrow {}^3\Pi$; elles ont fait l'objet de belles recherches de A. Christy. Les bandes de CH résultent des transitions $^2\Delta \leftarrow {}^2\Pi$ (vers 4.300 Å) et $^2\Sigma \leftarrow {}^2\Pi$ (vers 3.900 Å) ; celles de CN proviennent des deux passages $^2\Sigma \leftarrow {}^2\Sigma$ (entre 3.600 Å et 4.600 Å) et $^2\Pi \leftarrow {}^2\Sigma$) vers 7.000 Å).

D'autre part, on ne connaît que de façon très incomplète le spectre atomique des étoiles M. La plupart des auteurs, ayant travaillé la question, indiquent des résultats qui leur paraissent bizarres, alors que ces résultats semblent tout à fait logiques lorsqu'on fait, d'une façon convenable, la distinction entre étoiles naines et étoiles géantes. Dans la classe M surtout, cette distinction s'impose et permet de comprendre aisément, par simple application des équations de M. N. Saha, la plupart des différences d'intensité de certaines raies suivant l'étoile que l'on considère.

D'ailleurs, les travaux sur les spectres atomiques des étoiles M avaient besoin d'être repris avec de bons clichés spectraux, les renseignements possédés jusqu'ici étant très peu dignes de confiance. Nous avons étudié le spectre de α Orionis, supergéante typique de classe MO sans raie d'émission ; les caractéristiques essentielles de cet astre sont :

température	3100°K,
rayon	290 $R_\odot$,
masse	15 $M_\odot$,
densité	6.10^{-7} g.cm^{-3}.

Le spectre examiné provient du Yerkes Observatory (2) ; il a une dispersion d'environ 25 A° par mm. et les raies sont très fines.

Pour chaque raie, nous avons déterminé la longueur d'onde et aussi

---

(1) L. Rosenfeld et Y. Cambresiep. M. N. of the R. A. S., octobre 1933 (recherche faite à l'Institut d'Astrophysique de Liége).

(2) Nous remercions vivement le professeur O. Struve pour le prêt de ces clichés.

le pourcentage d'absorption du fonds continu ; pour obtenir ce second renseignement, nous avons fait des enregistrements photométriques du spectre et déterminé au moyen des marques photométriques imprimées sur la plaque la courbe de noircissement de l'émulsion ; nous avons ensuite tracé le fonds continu de l'étoile et en utilisant alors la courbe de noircissement, déterminé le pourcentage d'absorption du fonds continu au centre de la raie.

Nous avons d'abord fait l'identification par simple coïncidence des longueurs d'ondes ; nos mesures d'intensité nous ont ensuite permis de discuter nos identifications de la façon suivante. Chaque raie « instrumentale » peut résulter de la superposition de plusieurs lignes spectrales d'origines diverses ; nous avons recherché les notations spectroscopiques de chacune des raies susceptibles de collaborer à la formation de la ligne instrumentale observée. Nous avons ensuite classé toutes ces raies en multiplets. Nous savons que les composantes des multiplets ont des intensités relatives données par des formules théoriques qui ont été vérifiées dans de nombreux cas. En nous basant sur les intensités théoriques calculées, nous avons pu déterminer pour chaque raie instrumentale le pourcentage d'intervention des différentes raies atomiques constituant la ligne observée (1). Cette méthode d'identification est susceptible d'applications nombreuses (surtout dans les spectres d'étoiles chaudes où l'on n'a pas à craindre de superposition de raies moléculaires et où la complexité du spectre est moins grande).

Le tableau I comprend les éléments observés classés par nombre atomique croissant ; nous avons indiqué dans la 2e colonne le potentiel d'ionisation, et dans la 3e une valeur approchée des niveaux électroniques inférieurs (la valeur moyenne des composantes du niveau dans le cas d'un multiplet) des raies observées dans le spectre.

TABLEAU I.

ÉLÉMENT	P. ION.	(NIV. INF. EN VOLTS)
H	13.53	10.16 (2^2P^o)
Mg	7.61	4.33 (3^1P^o)
Ca	6.09	0 (4^1S), 1.88 (4^3P^o), 2.51 (3^3D), 2.70 (3^1D)
Sc	6.7	0 (a^2D), 2.01 (z^4D^o)
Sc+	12.8	0.31 (a^1D), 0.60 (a^3F)
Ti	6.81	0.05 (a^3F), 0.82 (a^5F), 1.05 (a^3P), 1.44 (b^3F), 1.49 (a^1G) 1.73 (a^5P), 1 86 (a^3G), 2.09 (z^5F^o), 2.15 (a^3D), 2.24 (b^3P) 2.29 (z^5D^o), 2.57 (a^1H), 2.65 (z^3G^o).
Ti+	13.6	1.08 (a^2D), 1.12 (a^2G), 1.16 (a^4P), 1.22 (b^4P et a^2P), 2.05 (b^2P), 2.58 (b^2F), 3.10 (c^2D).

(1) Des détails sur la question seront publiés prochainement dans les Mém. Soc. R. Sc. de Liége, 1933; il en est de même de toutes les tables de longueurs d'onde et d'intensités.

V	6.76	0.0 (a^4F), 0.28 (a^6D), 1.04 (a^4D), 1.19 (a^4P).
V+	14.1	1.67 (a^5P), 2.02 (b^3G).
Cr	6.74	0.0 (a^7S), 0.94 (a^5S), 1.0 (a^5D), 2.53 (a^5G), 2.70 (a^5P 2.89 (z^7P^o), 3.0 (b^5D).
Cr+	16.6	3.09 (b^4D), 3.74 (a^4P), 3.84 (a^4F).
Mn	7.41	2.90 (a^4D), 3.06 (z^6P^o),
Fe	7.83	0.0 à 0.12 (a^5D), 0.98 (a^5F), 1.55 (a^3F), 2.19 (a^5P), 2.27 (a^3P). 2.45 (z^7D^o et a^3P), 2.58 (b^3F), 2 72 (a^3G), 2.83 (b^3P), 2.94 (b^3G), 3.35 (z^5F^o), 3.63 (z^5P^o), 3.92 (z^3D et z^3F^o).
Fe+	16.5	2.70 (b^4P), 2.82 (b^4F).
Co	8.5	0.0 à 0.23 (a^4F), 0.55 (b^4F), 0.98 (a^2F), 1.90 (b^4P), 2.05 (a^2D), 2.32 (a^2P), 3.62 (z^4D^o).
Ni	7.61	0.42 (a^1D), 1.67 (b^1D), 3.29 (z^5D^o), 4.07 (y^3F^o).
Ni+	18.2	4.015 (a^2G).
Sr+	10.98	0.0 (5^2S)
Y	6.5	0.0 (a^2D).
Y+	12.3	0.0 (a^1S), 0.13 (a^3D), 0.41 (a^1D).
Zr	6.92	0.68 (a^5F).
Zr+	13.97	0.56 (a^2D), 0.71 (a^2P), 0.76 (a^2F), 0.97 (a^4P), 1.20 (b^4P) 1.50 (a^2H).
La+	12.5	0.0 à 0.13 (a^3F), 0.17 (a^1D), 0.28 (a^3D), 0.68 (a^3P).

Parmi ces éléments, Co, Se et Y n'avaient pas été jusqu'ici observés dans les étoiles M.

Parmi les niveaux inférieurs, un grand nombre n'avaient pas encore été observés jusqu'ici dans les spectres stellaires, par exemple tous les niveaux de Fe et Ti supérieurs à 2 volts.

On constate que l'énergie du niveau de départ de la raie d'absorption est toujours comprise entre 0 et 4,33 volts, sauf pour l'hydrogène qui se manifeste par la série de Balmer ; mais celle-ci n'apparaît que grâce à la très grande abondance de l'hydrogène dans les atmosphères stellaires. Ainsi donc, dans l'atmosphère d'une étoile du type de α Orionis, les atomes sont excités en proportion appréciable jusqu'au potentiel d'environ 4 volts.

L'étude des densités relatives des différents niveaux électroniques d'un atome déterminé — étude que des mesures microphotométriques du genre des nôtres ou, de préférence, plus précises que les nôtres (1), permettraient de faire — rendrait possible la détermination de la température de l'atmosphère stellaire ; il est probable que cette méthode donnerait des résultats au moins aussi précis que ceux qu'on obtient en partant des autres méthodes existantes. Les recherches correspondantes sont actuellement en cours.

(1) Il faudrait pour chaque raie d'absorption, tracer le profil de la raie et intégrer pour tout ce profil.

GÉODÉSIE

A. DANJON
Directeur de l'Oservatoire de Strasbourg

MESURES GRAVIMÉTRIQUES EN ALSACE ET EN LORRAINE

L'Observatoire de Strasbourg a été chargé, par la Commission du réseau gravimétrique, d'effectuer en Alsace et en Lorraine une série de mesures gravimétriques, avec le pendule relatif de Defforges N 2, que le Service Géographique de l'Armée a bien voulu lui confier. Cet appareil, qui avait déjà servi aux observations de M. Esclangon en 1922-1925, s'est montré rigoureusement invariable dans l'intervalle, comme on peut en juger d'après les durées d'oscillation obtenues à Strasbourg au cours des deux campagnes :

1922-25			1932-33		
I.....	0s,7110	906	VI.....	0s,7110	867
II.....		874	VII.....		891
III.....		871	VIII.....		884
IV.....		887			
V.....		861			
	0s,7110	880		0s,7110	881

Ces mêmes nombres permettent de préciser la valeur de l'écart moyen d'une détermination complète, comportant 3 séries de mesures dans chacune des 4 positions du pendule et de la masse mobile, soit au total 4 journées d'observation. Rapportées à leur moyenne générale, les périodes ci-dessus donnent les écarts suivants pour la valeur de g, exprimés en milligals :

— 7	+ 4	Mne : ± 3
+ 2	— 3	
+ 2	— 1	
— 2		
+ 5		

On voit que, pour pouvoir garantir le milligal, il est nécessaire de faire en chaque point plusieurs déterminations complètes, et par conséquent, d'observer pendant près de deux semaines.

Le pendule de Defforges est donc un appareil très fidèle et très sûr, mais peu pratique pour l'établissement d'un réseau serré. Il convient de réserver son emploi au rattachement des stations fondamentales.

On doit apporter en outre un soin spécial à la construction des piliers. Nous avons fait établir des piliers de 80 cm. de côté, sur une fondation profonde de 1 m. de côté ; la partie du pilier qui dépassait le sol ayant généralement 70 ou 80 cm. de hauteur.

Les observations de 1932 ont porté sur les stations de Sarreguemines et Metz. Elles ont été effectuées par MM. Véronnet, Xanthakis et Muller. En voici les résultats provisoirement réduits :

	SARREGUEMINES	METZ	REMARQUES
Altitude.....	219 m	164 m	
g obs.....	980,953	980,959	Sys. de Potsdam ; Strasb. : 980,904
g''_0.....	981,000	980,994	
γ_0.....	981,987	980,987	Helmert 1901.
Anomalie.....	+ 13	+ 7	

Pour les mêmes localités, les mesures de E. Becker et de ses collaborateurs ont donné les anomalies suivantes : +16 et +9 milligals, dans le même système.

R. GOUDEY
Astronome à l'Observatoire de Besançon

MESURES DE GRAVITÉ EN FRANCE

Cette communication débute par une description sommaire des appareils généralement employés pour la mesure de g : pendule réversible de Defforges et appareil de Sterneck. Ces appareils exigent la construction de piliers, le transport d'un lourd matériel, une liaison télégraphique avec un observatoire ; l'observation nécessite de 2 à 4 jours.

Un gravimètre, mis au point par MM. Holweck et Lejay, est actuellement utilisé pour les mesures de g en France. Le principe de cet appareil étant rappelé, les divers modèles successivement construits sont étudiés et on montre que la précision est allée toujours en croissant tout en rendant plus facile la mesure de la période, plus rapide la mise en station et plus simple le mode de calcul.

Les résultats obtenus, au cours des années 1931-1932, sont ensuite exposés : la valeur de g, obtenue à Lyon au début de 1931, avec le pendule n° 2, après rectification de calcul, coïncide exactement avec la valeur obtenue en 1932 avec le gravimètre 42 ; la valeur de g à Dijon, 980,766, déterminée à la même date, est à 2 milligals près

(980,768) celle qui a été mesurée de nouveau en juillet 1933 avec le même pendule n° 2. La constance de cet appareil est ainsi établie, puisque ces deux mesures ont été faites à deux ans et demi d'intervalle.

En 1932, 20 stations dans la région de l'Orne ont été faites par M. Holweck, 38 stations dans le Nord de la France par M. P. Lejay avec le pendule 42 ; 27 stations en Franche-Comté par M. Goudey avec le pendule 2, de sorte qu'en trois mois, 85 mesures ont été effectuées. La précision de ces mesures est confirmée par les observations faites par M. P. Lejay en 8 stations internationales ; les écarts sont de l'ordre de 1 à 2 mgals.

Pour couvrir la France d'un réseau gravimétrique suffisant, le gravimètre Holweck-Lejay se révèle l'instrument le mieux approprié, tant par la commodité et la précision des mesures que par le faible prix de revient.

Paul HELBRONNER
Membre de l'Institut

ÉTAT ACTUEL DE LA PUBLICATION DE LA DESCRIPTION GÉOMÉTRIQUE DÉTAILLÉE DES ALPES FRANÇAISES

J'ai présenté à l'Académie des Sciences, le 5 décembre 1932, le tome septième de la *Description géométrique détaillée des Alpes françaises.* Consacré aux réseaux que j'ai constitués en Haute-Maurienne, ce tome comble la lacune que, par suite de circonstances techniques, j'avais dû laisser se créer au milieu de la suite rationnelle de mes résultats. Désormais, du tome premier au tome neuvième inclus, en y comprenant l'annexe du tome second, spécial à une iconographie en couleurs du Mont Blanc, il ne présente plus aucune solution de continuité : géographiquement toute la région comprise entre le Sud du Léman et le Nord de la vallée de la Romanche, à l'Est des plaines du Rhône et à l'ouest de la frontière franco-italienne est ainsi mise à jour en ce qui concerne le détail des triangulations dont la trame fondamentale est entièrement publiée jusqu'au détroit de Bonifacio, tandis qu'un arc de méridien de 37° calculé du Nord de la Norvège jusqu'au Sahara, l'enchâsse dans sa partie moyenne.

Il restera à donner les trois volumes X, XI et XII et l'annexe du tome X comprenant le tour d'horizon en couleurs du Pelvoux. Le premier de ces quatre éléments qui, vraisemblablement, sera le plus volumineux des quatorze concernant la totalité de l'œuvre, décrira les

massifs du Champsaur, du Dévoluy, des Ecrins et du Pelvoux. Le suivant portera sur les massifs encaissants des bassins du Guil et de l'Ubaye ; et le dernier sur ceux des Alpes Maritimes, en se terminant probablement par plusieurs tables générales. Si la chance continue à me favoriser, tout cet ensemble doit être achevé avant la fin de 1936.

Dès à présent, environ cinq mille tours d'horizon géodésiques compensés sont ainsi publiés, dont une grande partie des résultats a été communiquée, au fur et à mesure de leurs besoins, à des services publics et aussi à des travailleurs isolés, attelés à des problèmes d'ordre scientifique ou simplement touristiques. Ces tours d'horizon, qui sont contenus dans environ 6.000 pages de texte in-4°, donnent les valeurs des coordonnées géographiques (latitude et longitude au millième de seconde d'arc) de leur centre et celle de leur altitude (au décimètre), ainsi que les valeurs de plus de 55.000 longueurs de cotes (en centimètres et à la sixième décimale logarithmique) et de plus de 110.000 directions azimutales (à la seconde centésimale).

162 panoramas photographiques de sommets, reproduits à la similigravure, illustrent actuellement cette documentation mathématique et reproduisent des tours d'horizon complets à une échelle constante, en général sur plus de 2 mètres de développement. Une vingtaine de cartes, à l'échelle du 50.000e, permettent de situer les positions déterminées. Différents schémas à des échelles variées éclairent, d'autre part, des enchaînements calculs par compensations analytiques. Enfin, une quarantaine de planches, placées surtout dans le tome IX, relatif à la Corse, donnent des reproductions de signaux et d'instruments ou des vues d'ensemble qui, sans avoir l'ampleur des grands panoramas de sommets, ont justifié leur présentation par leurs particularités scientifiques, par leur aspect artistique ou par l'intérêt des silhouettes de crêtes qui y sont figurées.

Général PERRIER
Membre de l'Institut

LE CONGRÈS ET L'EXPOSITION INTERNATIONAUX DE PHOTOGRAMMÉTRIE A PARIS EN 1934

La Métrophotographie (terme français) ou Photogrammétrie (terme presque partout employé ailleurs qu'en France) est, on le sait, la Science qui utilise des mesures prises sur les photographies pour restituer les dimensions exactes des objets photographiés.

La principale de ses applications est la Phototopographie, qui déduit la carte d'une région de photographies terrestres ou aériennes repré-

sentant cette région. Citons encore, parmi les multiples applications de la Photogrammétrie, celles qui intéressent l'Architecture, la Balistique, l'Astronomie, la Criminalistique, la Chirurgie, etc.

La Photogrammétrie est une Science d'origine française. C'est le Colonel Laussedat qui en a posé le premier les principes, et qui, pendant sa longue carrière, s'est employé à en développer les applications topographiques, en s'efforçant de triompher des résistances que lui opposait la routine des topographes classiques. Après Laussedat, cette Science a pris un développement considérable à l'étranger, surtout en Allemagne, en Autriche et en Suisse, tandis qu'elle avait peu d'adeptes en France.

L'année 1930 a marqué heureusement un effort de notre pays pour reprendre le rang qu'il avait perdu.

Il avait été créé quelques années avant la guerre, par le Professeur Dolezal, de Vienne, une Société internationale de Photogrammétrie, organisée comme une Fédération d'un petit nombre de Sociétés nationales. Elle avait tenu des Congrès et organisé des Expositions à Vienne en 1913, à Berlin en 1926. Le Congrès et l'Exposition de 1930 devaient avoir lieu à Zurich.

La Société française de Photographie, qui comprenait depuis 1908 une Section, dite Section Laussedat, se consacrant spécialement aux questions de Photogrammétrie, adhéra à cette occasion à la Société internationale de Photogrammétrie, et la France put ainsi prendre place dans l'organisation internationale de cette Science en tenant un rang honorable au Congrès et à l'Exposition de Zurich.

A l'occasion de ce Congrès, les Statuts de la Société internationale furent revisés, pour lui permettre d'étendre son action et de provoquer dans les pays qui n'en ont pas encore, la constitution de Sociétés nationales de Photogrammétrie. A Zurich, la Société internationale de Photogrammétrie fut invitée par la Délégation française, au nom du Gouvernement français, à tenir son prochain Congrès et sa prochaine Exposition à Paris, en 1934. En même temps, le Général Perrier, Président actuel de la Société française de Photographie, était nommé Président de la Société internationale de Photogrammétrie, et M. Roussilhe, Ingénieur-Hydrographe en Chef, bien connu pour ses travaux de Photogrammétrie, Chef du Service de Photographie aérienne au Ministère de l'Air, était nommé Secrétaire général de la Société internationale pour la même période.

L'organisation du Congrès et de l'Exposition de 1934 incombent donc à la France, en l'espèce à la Société française de Photographie.

Au moins 14 pays, représentés par leurs Sociétés nationales de Photogrammétrie, prendront part à la manifestation de 1934. Ce sont : l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, l'Espagne, la Finlande, la France, la Hongrie, la Lettonie, la Norvège, la Pologne, la Roumanie,

la Suède, la Suisse, la Tchécoslovaquie. D'ici 1934, l'adhésion de certains autres pays est escomptée, notamment celle des Pays-Bas, de l'Italie et du Portugal.

La Photogrammétrie par photographies aériennes constitue actuellement la branche la plus importante de la Science photogrammétrique : aussi ne faut-il pas s'étonner de l'intérêt qu'a pris immédiatement au Congrès et à l'Exposition de 1934 la Chambre syndicale des Industries aéronautiques, présidée actuellement par M. Potez.

D'accord avec cette Chambre syndicale, il a été entendu que le Congrès et l'Exposition auront lieu en même temps que le Salon bisannuel de l'Aéronautique, et dans le même local (Grand-Palais des Champs-Elysées), en novembre ou décembre 1934.

M. Lebrun, Président de la République, a bien voulu accepter la Présidence du Comité d'Honneur du Congrès et de l'Exposition, et M. Painlevé, ancien Ministre de la Guerre et de l'Air, ancien Président du Conseil, celle du Comité de Patronage, qui réunit un grand nombre de hautes personnalités.

Deux Commissions exécutives ont été constituées : l'une pour le Congrès, présidée par M. Roussilhe ; l'autre pour l'Exposition, présidée par M. Balleyguier, Administrateur Délégué de la Compagnie aérienne française.

Le travail scientifique du Congrès a été réparti par la Société internationale entre un certain nombre de Commissions, l'organisation de chacune de ces Commissions étant confiée à l'une des Sociétés nationales adhérentes.

Ces Commissions sont les suivantes :

Commission 1 : Photogrammétrie terrestre.
(Méthodes, matériels, applications à la Topographie.) — *Suisse.*

Commission 2 : Prise de Photographies aériennes.
(Méthodes, matériels, avions, détermination des repères de redressement et restitution par opérations à terre.) — *France.*

Commission 3 : Exploitation topographique des photographies aériennes.
(Redressement, restitution, triangulation aérienne.) — *Allemagne.*

Commission 4 : Applications diverses de la Photogrammétrie.) — *Autriche.*
a) Architecture. — *Espagne.*
b) Médecine. Chirurgie. Criminalistique. — *Allemagne.*

Commission 5 : Enseignement technique à tous les degrés. — *Pologne.*

Commission 6 : Bibliographie. Vocabulaire. Notation. — *Hongrie.*

Le Bureau de la Commission 2, dont l'organisation a été confiée à la France, est présidé par M. Labussière, Ingénieur en Chef de l'Aéronautique, Sous-Directeur de l'Ecole nationale supérieure de l'Aéronautique.

Il existe un certain nombre d'organes périodiques consacrés à la Photogrammétrie : l'*Internationales Archiv für Photogrammetrie*, créé par Dolezal, paraît à présent à l'occasion de chaque Congrès, en deux volumes : l'un avant, l'autre après le Congrès. L'organe trimestriel allemand : *Bildmessung und Luftbildwesen* est admirablement documenté et très répandu. Citons encore les *Anales de la Sociedad española de Estudios fotogrameticos.* Mais, avant 1931, il n'existait pas de périodique français spécialement consacré à la Photogrammétrie. Cette lacune a été comblée par la création d'un Supplément trimestriel au Bulletin mensuel de la Société française de Photographie, supplément consacré à la Photogrammétrie. Deux années ont paru : 1931 et 1932. En raison de l'intérêt que présente ce périodique et de l'abondance des matières, à partir de 1933, il a été rendu bi-mestriel.

En somme, depuis trois ans, les questions de Photogrammétrie ont suscité en France un intérêt renouvelé.

Il convient que le Congrès et l'Exposition de 1934 donnent à l'étranger une idée avantageuse de l'état actuel de la Photogrammétrie française, qui est à la fois une Science et une Industrie, et pour réunir dans ce but, en un seul faisceau, toutes les bonnes volontés, nous engageons très vivement tous ceux que les questions de Photogrammétrie intéressent à des titres divers, à se faire inscrire à la Société française de Photographie, ou, tout au moins, à sa Section Laussedat, pour laquelle il est prévu des adhésions spéciales.

E. PRÉVOT

Ingénieur des Ponts et Chaussées en retraite

I. — INFLUENCE DES OSCILLATIONS DIURNES DE LA VERTICALE SUR LES RÉSULTATS DES NIVELLEMENTS DE HAUTE PRÉCISION

II. — MESURE DES LENTES DÉVIATIONS DE LA VERTICALE

I. — En 1925, au Congrès de Grenoble, sous le titre « *Sur une cause possible d'erreurs systématiques inexpliquées dans les nivellements de haute précision* », j'ai émis l'hypothèse que certains écarts anormaux, constatés en France et à l'étranger, entre des nivellements très précis, d'époques différentes, pouvaient avoir pour cause une déforma-

tion, dans le temps, des surfaces de niveau du globe terrestre, c'est-à-dire des variations, avec le temps, de la direction de la verticale (1).

Une première confirmation expérimentale de cette hypothèse a été fournie par des observations faites, en 1928, à l'Observatoire du Parc Saint-Maur, relevant de l'Institut de Physique du globe de l'Université de Paris, par MM. L. Genaux et R. Guilhem (2), avec l'appui et les conseils de MM. Maurain, Brazier et Eblé. Ces observations, en effet, ont révélé des variations périodiques diurnes de la verticale paraissant liées à une cause d'origine thermique et saisonnière. Les oscillations varient de quelques centièmes de seconde en hiver à plus d'*une seconde* en été, dans une direction peu différente du S.-W. au N.-E. Comme je l'ai indiqué, en février 1933, dans une Note présentée à l'Académie des Sciences (3), ces fluctuations diurnes thermiques de la verticale peuvent créer de très graves anomalies dans les nivellements de haute précision ; en voici deux exemples :

1° Considérons deux points fixes limitant une ligne de 1 kilomètre de longueur, orientée du S.-W. au N.-E. et mesurons leur différence de niveau deux fois, pendant une belle journée d'été, le premier nivellement étant effectué vers 10 heures et le second vers 15 heures. Les deux résultats différeront, du seul fait de l'oscillation diurne de la verticale, de 4 *mm.*, alors que la valeur probable de l'écart imputable à toutes les autres causes d'erreurs instrumentales et d'observation n'atteindra que 1 *mm.;*

2° Si, pendant la saison d'été, on déterminait l'altitude de *Strasbourg* au moyen de *deux* nivellements issus de *Brest* en exécutant, sur chaque tronçon du travail, selon un usage fréquent, le premier nivellement entre 7 h. et 11 h., puis le deuxième entre 14 h. et 18 h., l'écart entre les deux altitudes obtenues serait, du seul fait de l'oscillation diurne thermique de la verticale, évaluable à 0'',5 en moyenne, de 2,8 m., soit de l'ordre de *trois mètres ;* or, la valeur probable de l'écart attri-

---

(1) M. Ch. Lallemand, alors Directeur du Nivellement général de la France, avait depuis longtemps institué des discussions pour rechercher si les écarts anormaux en question provenaient d'erreurs imputables aux instruments, aux procédés d'observation, aux équations personnelles des opérateurs, aux circonstances extérieures (circonstances atmosphériques, orientation des lignes nivelées), à l'instabilité des repères, etc.; mais toutes les recherches faites dans ces diverses voies avaient abouti à des conclusions négatives.

(2) Annales de l'Inst. de Physique du Globe de l'Univ. de Paris, t. IX, 1931, p. 102 : *Sur les déplacements périodiques de la masse stationnaire du séismographe Wiéchert*, par L. Genaux et R. Guilhen.

(3) C. R., t. 196, p. 605.

buable à toutes les autres causes d'erreur accidentelle et systématique réunies serait inférieure à 9 *centimètres* (1).

*
* *

II. — Mais, indépendamment des variations diurnes de la verticale, il existe sans doute, soit en raison de séismes provoquant, à l'intérieur du globe, le déplacement d'énormes masses de matières, soit du fait d'autres causes, des variations lentes ou brusques de la verticale. Il y aurait donc utilité à élucider cette dernière question. En raison des difficultés que présenterait actuellement, à cet effet, l'emploi des séismographes, j'ai pensé que la précision réalisable avec les niveaux de haute précision, de création récente, devait permettre d'aborder dès maintenant l'étude expérimentale de ce problème.

Il faudrait, pour cela, sur un champ d'expérience *convenablement choisi* au point de vue géologique, disposer deux lignes de repères d'environ 1 kilomètre d'étendue chacune, orientées l'une dans la direction N.-S., l'autre dans la direction W.-E.

On exécuterait tous les ansfi et même plusieurs fois par an selon les possibilités, la détermination des altitudes de tous les repères en fonction de celle, connue ou arbitraire, de l'un d'eux, en ayant soin de n'opérer que pendant les journées froides et très nuageuses pendant lesquelles on sait que l'oscillation diurne thermique de la verticale est pratiquemenu nulle (2).

On calculerait les discordances entre les altitudes successives obtenues. Le choix du terrain d'expérience ayant été convenablement fait, on pourrait admettre que les déplacements verticaux saisonniers des repères sont constants dans l'étendue relativement faible de ce terrain et n'influencent pas leurs relations mutuelles de hauteur (1). Dans ces conditions, si les discordances d'altitudes excédaient la limite normale connue des erreurs d'observation, elles pourraient être attribuées à la variation de la verticale, dont il serait alors aisé de calculer l'angle de déviation.

Il faudrait pouvoir déceler des variations de l'ordre de 0''05 ; les anomalies correspondantes de nivellement atteindraient alors seulement

---

(1) Cet *écart probable* correspond à un écart maximum de 4 *décimètres* n'ayant que l'infime probabilité de 1 à 2 millièmes d'être dépassé.

(2) S'il était possible d'enregistrer, dans un observatoire régional, les variations diurnes pendant les journées d'exécution des nivellements, on pourrait d'ailleurs rapporter les résultats à la position moyenne de la verticale.

(3) Pour avoir une garantie absolue à ce sujet, il faudrait une installation plus complexe, comportant à peu près à l'aplomb de chacun des deux repères extrêmes de chacune des deux lignes un repère établi au fond d'un puits d'une vingtaine de mètres de profondeur. La distance verticale entre le repère souterrain et le repère superficiel serait mesurée à l'aide d'un fil en invar et on aurait égard aux variations éventuelles de cette distance.

0 mm, 25 par kilomètre de cheminement. Or, d'après les renseignements officiels les plus récents concernant les nivellements de haute précision (2), l'erreur accidentelle probable de la différence d'altitude de deux points distants d'un kilomètre peut être évaluée à 0 mm, 7 pour un seul nivellement ; l'erreur systématique est d'ailleurs négligeable vis-à-vis de la précédente pour des cheminements aussi courts que ceux considérés ici.

Pour réaliser la précision requise et ramener l'erreur probable kilométrique d'observation de 0 mm,7 à 0 mm,25, il serait donc nécessaire de procéder à des réitérations des mesures, dont le nombre N serait, d'après la théorie des erreurs :

$$N = \left(\frac{0,70}{0,25}\right)^2 = 8.$$

Ce nombre serait tout à fait acceptable en pratique. Pour les 2 cheminements, N.-S. et W.-E., le travail exigerait, à chacune des époques d'observation, 3 ou 4 jours de présence sur le terrain à une équipe comprenant l'observateur et 2 manœuvres. L'effort ne paraît pas hors de proportion avec l'intérêt du problème à élucider.

Capitaine REIGNIER
de la Section de Géodésie du Service Géographique de l'Armée

LES LIAISONS GRAVIMÉTRIQUES PARIS-PADOUE ET PARIS-MADRID 1931-1933

On sait l'importance, pour les Sciences de la Terre, de la détermination précise de l'intensité de la pesanteur en un aussi grand nombre que possible de stations bien réparties à la surface des continents et des mers.

Ces mesures ont été longtemps très délicates et laborieuses, parce qu'on cherchait à obtenir, en chaque point, la valeur *absolue* de l'intensité de la pesanteur. C'est dire qu'il fallait chaque fois déterminer très rigoureusement, outre la durée d'oscillation d'un pendule, la longueur du pendule simple synchrone et l'influence de diverses causes d'erreur telles que le roulement des couteaux, la résistance de l'air, l'entraînement du support. Certaines de ces influences furent, par la

---

(1) Rapport sur les Nivellements de précision exécutés de 1924 à 1929 dans les pays adhérents à l'Union géodésique et géophysique internationales par Jean VIGNAL, Directeur du Nivellement général de la France (Tome 8 des Travaux de la Section de Géodésie de l'Union).

suite, éliminées ou diminuées par l'application du principe de réversion et l'emploi du pendule inversable.

*
* *

Cependant on a fini par en venir à limiter les déterminations de pesanteur absolue à quelques stations fondamentales, d'où l'on déduit la valeur de g en de nombreuses autres stations par la méthode dite de l'*intensité relative* de la pesanteur, qui consiste à mesurer en chacune la durée d'oscillation, dans des conditions aussi semblables que possible, d'un même pendule rigoureusement invariable, ce dont on s'assure en revenant au point de départ, et en utilisant, non pas un mais plusieurs pendules se contrôlant les uns les autres.

On fait ainsi l'économie de la mesure de longueur ; on élimine l'effet des causes troublantes agissant dans les mêmes circonstances (roulement des couteaux, déformation élastique du pendule) ; enfin on restreint l'effet de celles qui agissent dans des conditions un peu différentes, et dans le coefficient d'action desquelles peut subsister quelque incertitude (température, effet du milieu, amplitude, entraînement du support).

*
* *

Les progrès de la mécanique et de la chronométrie, l'emploi des méthodes de coïncidences et d'interférences, ainsi que certaines inventions modernes, telles que celles de l'invar et de la T. S. F., ont amélioré sans cesse la précision de ces mesures, effectuées aujourd'hui avec des appareils de types différents (Sterneck, Mendenhall, Mioni, etc.), mais se ramenant presque toujours à des pendules en bronze ou en invar, battant la demi-seconde environ, qu'on fait osciller, dans le vide ou dans l'air, individuellement ou par paire, sur un support aussi stable que possible. L'influence de l'entraînement du support a d'ailleurs été étudiée et restreinte par l'emploi de méthodes basées sur la résonance d'un pendule conjugué (Borrass).

Signalons encore que l'application du principe de la composition des mouvements pendulaires a permis à M. Vening-Meinesz de résoudre le problème des déterminations de pesanteur en mer.

Enfin bornons-nous à noter l'invention récente d'un appareil de principe tout nouveau qui est peut-être appelé à remplacer les méthodes actuelles de la gravimétrie : le *pendule élastique* Holweck-Lejay est d'un emploi extrêmement rapide et commode et permet déjà l'établissement d'un riche réseau gravimétrique français ; quant à sa pré-

cision, des études comparatives diront seules si elle doit atteindre ou dépasser celle des meilleurs appareils pendulaires actuels.

*
* *

Quels que soient les procédés et les instruments employés, on dispose aujourd'hui d'un grand nombre de déterminations de g à la surface du globe, mais leur quantité est encore très insuffisante et leur qualité des plus disparates.

L'ancienne Association géodésique internationale a fait des efforts efficaces pour rassembler, discuter, classer, exploiter les résultats acquis et développer méthodiquement le réseau gravimétrique mondial ; elle a décidé de rapporter tous les travaux à une station fondamentale unique, Potsdam, qui bénéficie des meilleures déterminations absolues de la pesanteur, et qui est reliée à toutes les stations de référence nationales.

Depuis la grande guerre, l'Union Géodésique et Géophysique Internationale a continué cette tâche. Elle a aussi émis, à Stockholm en 1930, le vœu, dont elle a poursuivi depuis la réalisation, que chaque station de référence nationale soit reliée, par des observations de haute précision, à 2 autres stations de référence au moins.

*
* *

En ce qui concerne la France, la station de référence nationale est l'Observatoire de Paris, où une salle, dite de la gravité, présente des conditions normales de stabilité et de constance de la température et des conditions exceptionnelles pour l'emploi d'une heure parfaite.

M. Vening-Meinesz l'a reliée en 1926 à la station hollandaise de De Bilt.

Enfin nous l'avons reliée, en 1931, à Padoue, et, cet été même, à Madrid, à l'aide de l'appareil pendulaire construit par Mioni à Padoue et acquis par le Comité national français de l'U. G. G. I.

Il comporte un jeu de 4 pendules en bronze nickelé, battant la demi-seconde, oscillant à l'air libre et par paire, sur une console fixée à un support mural qui lui donne les meilleures garanties de fixité. Notons que l'entraînement du support ne ralentit plus la durée d'oscillation que de 2 à 5 unités de la 7^{e} décimale de la seconde, alors que son influence, pour les appareils pendulaires placés sur pilier est de l'ordre de 15 à 100 de ces unités.

Nous avons déterminé à Padoue les constantes de réduction de température et de pression en faisant osciller les pendules dans l'installation spéciale de MM. Mioni, où l'on faisait varier à volonté la température de 4 à 38° et la pression de 30 à 88 centimètres de mercure.

A Padoue, la station a été faite en juin 1931, à l'Observatoire (salle de gravité). Les pendules étaient fixés contre un mur de 2 mètres d'épaisseur aux énormes fondations ; la température est restée remarquablement constante, dans des limites de un demi-degré au cours des quatre journées d'observation ; enfin la marche d'une excellente pendule était déterminée à la fois par des observations astronomiques et des comparaisons radiotélégraphiques, on peut estimer qu'elle était garantie à 0 s. 02 ou 0 s. 03 par jour. L'erreur accidentelle probable sur la durée d'oscillation est de 1 unité de la 7e décimale de la seconde.

A Paris, la station a été faite avec le même poids (6 séries de 4 pendules), une première fois en mai 1932, et une seconde fois en mai 1933. Les pendules étaient fixés contre l'un des murs principaux, épais de 2 m. 25 ; la température a varié dans les mêmes limites qu'à Padoue ; enfin on disposait d'une des pendules directrices de l'Observatoire, à température et pression constantes, dont la marche journalière était certainement connue à 0 s. 01 près. L'erreur accidentelle probable sur la durée d'oscillation est du même ordre qu'à Padoue et d'une année à l'autre, cette durée n'a accusé qu'une variation de 3 de ces unités, variation peut-être due à une très lente contraction des pendules qui a été déjà signalée par certains observateurs.

A Madrid, la station a été faite en juin 1933, à l'Observatoire, dans des conditions notablement moins bonnes ; les pendules étaient fixés à un pilier d'une masse de 1.500 kilos environ, aux solides fondations, un peu sensible aux vibrations d'une avenue voisine ; la température a varié dans des limites de 3°. On a utilisé une bonne pendule, de marche satisfaisante. Pour racheter l'infériorité de ces circonstances, on a doublé le nombre des observations et on les a réparties dans le temps de façon à s'affranchir aux mieux des diverses causes d'erreur. On peut évaluer à 4 unités de la 7e décimale de la seconde l'erreur probable accidentelle sur la durée d'oscillation.

La station de fermeture à Paris sera faite prochainement ; on sait que cette opération sert à déceler les variations accidentelles ou systématiques, des pendules, ou peut-être, l'avenir l'apprendra, celles de l'intensité de la pesanteur elle-même dans le cours du temps.

Si nous rappelons qu'une erreur de 1 unité de la 7e décimale de la seconde sur une durée d'oscillation de 0 s. 5 se traduit sur g par une erreur de 0,4 milligal, c'est-à-dire 0,0004 cm sec-2, donc sur la différence de g en 2 stations par $\sqrt{2} \times 0{,}4$ milligal, nous devons nous attendre, du fait des erreurs accidentelles seulement, à des divergences de l'ordre du milligal sur l'intensité de la pesanteur déterminée en une station à partir de 2 autres stations également reliées entre elles.

Les calculs provisoires donnent pour Paris,

A partir de Padoue : g = 980,947 cm sec-^{2} ;

A partir de Madrid : g = 980, 945 cm sec-^{2}

valeurs qui permettent d'espérer, par leur bon accord, que la valeur de g à Paris, sera déterminée avec précision par une compensation d'ensemble des jonctions gravimétriques, en attendant, ce qui serait hautement désirable, qu'on puisse reprendre des observations de pesanteur absolue dans notre station de référence nationale.

Capitaine P. TARDI

du Comité National Français de Géodésie et Géophysique

BIBLIOGRAPHIE GÉODÉSIQUE INTERNATIONALE

(RÉSUMÉ)

L'Association internationale de Géodésie a organisé la publication d'une Bibliographie géodésique internationale, dont les volumes paraîtront tous les trois ans au moment des Assemblées générales de cette Association. Le premier volume paraît en 1933, à l'occasion de l'Assemblée générale de Lisbonne.

La publication est assurée par le Secrétariat de l'Association, sous la direction du Général G. Perrier, membre de l'Institut, mais on a eu recours à la collaboration de nombreux géodésiens du monde entier.

La publication est faite en français (sauf pour les titres d'ouvrages). Chaque fois que cela a été possible on a fait suivre l'indication bibliographique d'un compte rendu analytique mais non critique.

L'ensemble de cette bibliographie ne concerne que la Géodésie proprement dite et non les Sciences annexes (telles que la Topographie, Photogrammétrie, etc.). Voici d'ailleurs les titres des différentes parties de la liste de classification et indexation (1) :

— Généralités sur la Géodésie 69-11
— Travaux exécutés ou projetés. Publications et rapports périodiques des Services officiels ..... 71—12
— Géodésie mathématique ..... 74—13
— Astronomie géodésique de position ..... 75—14
— Comparaison des résultats de la Géodésie mathématique et de l'Astronomie géodésique de position ..... 76—15

---

(1) L'indexation est double et correspond soit au Système de l'International Catalogue (Royal Society) (1er nombre), soit au Système décimal (2^{e} nombre).

— Géodésie et Astronomie d'exploration ..... 78—16
— Géodésie physique ..... 80—17
— Détermination de la figure de la Terre ..... 81—18
— Etude de quelques constantes et propriétés du corps terrestre ..... 82—19

Le premier volume, actuellement sous presse, comprendra environ 1.500 numéros relatifs aux publications d'ordre géodésique parues en 1928, 1929 et 1930.

MÉCANIQUE

E. DOUCET
Docteur ès-Sciences

1° SUR LES PHÉNOMÈNES DE RELAXATION

Les systèmes auto entretenus et les oscillations de relaxation sont régis par l'équation

$$L\frac{d^2 i}{dt^2} + f(i)\frac{di}{dt} + ki = 0. \qquad (1)$$

dans laquelle i est l'intensité du phénomène, fonction du temps, L et K deux constantes.

Désignons par C la courbe d'équation $v = f(i)$.

On se donne les valeurs pour $t = 0$ de i et de $\frac{di}{dt}$. On a, par exemple,

pour $$t = 0 \quad i = i_0 \quad \left(\frac{di}{dt}\right)_0 = v_0.$$

pour $t = 0$.

Nous nous proposons d'indiquer une méthode permettant de former une fonction i satisfaisant à l'équation (1) pour un nombre étendu de courbes C et permettant, pour une courbe C de nature quelconque, d'obtenir une solution approchée.

Nous avons ainsi pu mettre en évidence l'existence de solutions périodiques de solutions asymptomatiquement périodiques, de solutions périodiques en résonance et enfin de solutions non périodiques. D'ailleurs nous n'avons pas eu l'intention d'épuiser la question, très complexe.

Nous avons utilisé deux idées :

La première consiste à considérer la courbe C comme ayant ses coordonnées exprimées en fonctions du temps t par les expressions

$$v = \frac{\varphi(t)}{\psi(t)} \qquad i = \rho(t). \tag{2}$$

La fonction $f(i)$ est le résultat de l'élimination t entre ces deux équations.

Les trois fonctions φ, ψ et ρ seront déterminées plus loin.

L'équation à intégrer devient donc :

$$L\rho''\psi + \varphi.\rho' + \rho.\psi = 0. \tag{3}$$

La deuxième consiste à choisir les fonctions φ, ψ et ρ, de telle sorte qu'une identification du premier membre de (3) à zéro soit possible. Sans vouloir épuiser la question, rappelons que les expressions de la forme te^{nt} satisfont à cette condition, n pouvant être réel ou imaginaire.

Solutions périodiques. — Posons :

$$\begin{cases} \varphi = A_0 + \Sigma (A_k \cos k\omega t + B_k \sin k\omega t). \\ \psi = C_0 + \Sigma (C_k \cos k\omega t + D_k \sin k\omega t). \\ \rho = a_0 + \Sigma (a_k \cos k\omega t + b_k \sin k\omega t). \end{cases}$$

La courbe c' définie par les équations 2 est alors une courbe algébrique de degré k. Par substitution et identification on obtient une suite d'équations provenant de l'identification à o des coefficients des termes suivants :

$$\begin{cases} \text{terme constant.} \\ \cos \omega t \quad \text{et} \quad \sin \omega t \\ \cos \omega t \qquad\quad \sin 2\omega t \\ \ldots\ldots \qquad\quad \ldots\ldots \\ \cos 2\omega t \qquad\quad \sin 2k\omega t \end{cases}$$

au total $(4k + 1)$ équations. En y ajoutant les deux équations initiales on obtient $(4k + 3)$ équations liant $(6k + 4)$ coefficients, A B C D, a, b et ω. Il reste donc $(6k + 4) - (4k + 3) = 2k + 1$ paramètres disponibles. On les emploiera à identifier la courbe C' avec la courbe C, ce qui exige que C soit d'une nature particulière. Si l'identification est impossible, on disposera de ces coefficients de manière que C' s'approchera le plus possible de la courbe C.

On pourrait généraliser l'étude de cette question.

Solution asymptotiquement périodiques. — Posons, en supposant $n < 0$,

$$\begin{cases} \varphi = A_0 + \Sigma (A_k \cos k\omega t + B_k \sin k\omega t) \\ \psi = C_0 + \Sigma (C_k \cos k\omega t + D_k \sin k\omega t) \\ \rho = a_0 + \Sigma (a_k \cos k\omega t + b_k \sin k\omega t) \\ \qquad + e^{nt} (c_0 + \Sigma (c_k \cos k\omega t + d_k \sin k\omega t) \end{cases}$$

La courbe C′ est une courbe transcendante : Reste $(4k + 2)$ paramètres disponibles.

Solutions périodiques en résonance. — Posons :

$$\begin{cases} \varphi = A_0 + \Sigma\,(A_k \cos k\omega t + B_k \sin k\omega t) \\ \psi = C_0 + \Sigma\,(C_k \cos k\omega t + D_k \sin k\omega t) \\ \rho = a_0 + \Sigma\,(a_k \cos k\omega t + b_k \sin k\omega t) \\ \qquad + t\,[c_0 + \Sigma\,(c_k \cos k\omega t + d_k \sin k\omega t)]. \end{cases}$$

La courbe C′ est une courbe transcendante. Reste $(4k + 1)$ paramètres disponibles.

Solutions non périodiques. — Posons :

$$\begin{cases} \varphi = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + \ldots\ldots + a_{k+1} t^{k+1} \\ \psi = b_0 + b_1 t + b_2 t^2 + \ldots\ldots + b_k t^k \\ \rho = c_0 + c_1 t + c_2 t^2 + \ldots\ldots + c_{k+1} t^{k+1}. \end{cases}$$

La courbe C′ est une courbe de degré $2k + 1$. Reste : $(k + 1)$ paramètres disponibles.

Conclusion. — Nous pouvons, sans vouloir épuiser la question, mettre en évidence un certain nombre de solutions de l'équation (1) correspondant à certaines courbes C. Nous avons limité l'expression des fonctions φ, ψ, ρ de manière à ne pas étudier la convergence des séries qui peuvent naître.

2° NOTE SUR UNE SOLUTION A QUATRE SÉRIES DE PARAMÈTRES DES ÉQUATIONS DES PETITS MOUVEMENTS D'UN CORPS ÉLASTIQUE

Considérons un corps élastique homogène, rapporté à troix axes rectangulaires $O\,xyz$. Soit p la masse spécifique, supposé constante de ce corps. Nous supposerons que $\lambda = \mu$. Posons :

$$\square = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} - \frac{\rho}{\lambda}\frac{\partial}{\partial t^2} = \Delta - \frac{\rho}{\lambda}\frac{\partial}{\partial t^2}.$$

Supposons que la force agissant en un point du corps ait des composantes X, Y, Z telles que

$$X = \frac{\partial G}{\partial x} \qquad Y = \frac{\partial G}{\partial y} \qquad Z = \frac{\partial G}{\partial z} \qquad \text{avec} \qquad \square G = 0.$$

Soit (u, v, w) les composantes du déplacement. Posons

$$\Theta = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}.$$

Les équations des petits mouvements forment un système de trois équations dont la première s'écrit :

$$2\frac{\partial\Theta}{\partial x}+\square u+\frac{\rho}{\lambda}X=0.$$

Les équations d'équilibre se réduisent à

$$2\frac{\partial\Theta}{\partial x}+\Delta u+\frac{\rho}{\lambda}X=0.$$

La solution proposée est, en désignant par p le nombre des dimensions de l'espace considéré ($p=1, 2, 3$) et par

$$u=\sum_1^m u_m \qquad v=\sum_1^m v_m \qquad w=\sum_1^m w_m$$

avec :

$$\left\{\begin{aligned}
u_m &= -\Lambda_m\cos mx\,F_1(y)+\Gamma_m\sin my\,F_2(x)+\Delta_m\sin mz\,Chmy\\
&\quad+\Xi_m\cos mx\sin m\omega t-\frac{\rho}{2p\lambda}\int Gd\,x.\\
v_m &= \Lambda_m\sin mx\,F_2(y)-\Gamma_m\cos my\,F_1(x)+\Delta_m\sin mz\,F_2(y)\\
&\quad+\Xi_m\cos my\sin m\omega t-\frac{\rho}{2p\lambda}\int Gd\,y.\\
w_m &= \Lambda_m\cos mx\,Chmy+\Gamma_m\sin my\,Chmx-\Delta_m\cos mz\,F_1(y)\\
&\quad+\Xi_m\cos mz\sin m\omega t-\frac{\rho}{2p\lambda}\int Gd\,z.
\end{aligned}\right.$$

avec :

$$F_1(\alpha)=Chm\alpha+m\alpha\,Shm\alpha. \qquad F_2=Shm\alpha-m\alpha\,Chm\alpha.$$

Λ, Γ, Δ constantes.

Posons $\omega=\sqrt{\frac{3\lambda}{\rho}}$ est la vitesse de propagation des ondes longitudinales dans le milieu considéré. On peut déduire de ce système les solutions suivantes :

	ESPACE A 3 DIMENSIONS ($p=3$)	ESPACE PLAN ($p=2$)	ESPACE RECTILIGNE ($p=1$)
Petits mouvements.	Système indiqué.	$\Delta=0$	$\Delta=0 \quad \Gamma=0$
Equilibre.....	$\Xi=0$	$\Xi=0 \quad \Delta=0$	$\Xi=0 \quad \Delta=0 \quad \Gamma=0$

en annulant un certain nombre de constantes. Il faut remarquer la parenté de cette solution avec celle du problème élastique indiquée au Congrès de 1932.

3° RÉPARTITION DES VITESSES A L'INTÉRIEUR D'UN LIQUIDE CIRCULANT DANS UNE CANALISATION CYLINDRIQUE (EXPÉRIENCE DE BAZIN)

4° NOTE SUR UNE ÉTUDE ÉLASTIQUE DES PLAQUES RECTANGULAIRES ENCASTRÉS SUR TROIS COTÉS (CHARGES FONCTIONS UNIQUEMENT DE LA HAUTEUR)

GÉNIE CIVIL ET MILITAIRE, NAVIGATION, AÉRONAUTIQUE

Président. . . . . M. Gex, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

ANSELME
Ingénieur Principal du Service Vicinal

DÉBLAIEMENT DES NEIGES DANS LE DÉPARTEMENT DE LA SAVOIE

L'auteur donne quelques renseignements sur le matériel utilisé pour le déblaiement des neiges dans le département de la Savoie.

Jusqu'en 1921, ce déblaiement s'effectuait par traction animale, mais de plus en plus les propriétaires ont demandé la liberté complète des chemins en hiver pour leur approvisionnement, le passage des services automobiles et la visite du médecin.

Ceci a posé un problème très difficile si l'on se souvient que beaucoup d'agglomérations, comprenant plus de 1.000 habitants, se trouvent en Savoie au-dessus de 1.500 mètres.

L'auteur décrit les premiers appareils employés par tracteur. La grosse difficulté est, en général, la trop faible puissance du moteur et le manque d'adhérence des roues. Le dernier modèle est constitué par un tracteur à chenilles Citroën Kégresse où l'ancien triangle en bois a été considérablement modifié.

On peut obtenir ainsi des déblaiements — sur des rampes atteignant 9 % — de 1 m. 20 de neige fraîche, pour 2 m. 50 de largeur.

Des résultats analogues sont obtenus par un chasse-neige métallique extensible conçu par M. Carle, Ingénieur T. P. E. à Saint-Jean-de-Maurienne.

L'emploi du tracteur Latil à 4 roues motrices de 30 CV avec un chasse-neige perfectionné permet de déblayer jusqu'à 0 m. 80.

Enfin, ceci ne suffit pas. Dans certains cas, les appareils ne peuvent franchir l'accumulation de neige par le vent, dite « congère » et même simplement les amas de neige fraîche.

Il a été utilisé un chasse-neige Clétrac Rotary King qui ouvre, en un seul passage, 3 m. 20.

La puissance de 125 CV est tout juste suffisante pour cette largeur. La vitesse de déblaiement de 5 km. est un peu faible, enfin la chenille dégrade la chaussée dans les lacets.

Cependant pour la neige non mêlée de pierres, il est possible d'obtenir des déblaiements jusqu'à 1 m. 50.

Par contre, les amas d'avalanches contenant des pierres et du bois ne permettent pas l'usage de cet appareil et doivent être enlevés à la main.

Les recherches continuent à ce point de vue.

Le T. C. F. effectue depuis quelques années, sur ce sujet, des concours très intéressants.

L'auteur donne ensuite, verbalement, quelques explications sur les dépenses de déneigement qui sont considérables.

BERTRAND

Chef des Travaux Neufs de la Société Alais, Froges et Camargue

CONSTRUCTION DU BARRAGE ET AMÉNAGEMENT DE LA CHUTE DE LA BISSORTE

Cette communication, très importante, a trait à un des ouvrages les plus intéressants de la Région des Alpes.

La Bissorte, affluent rive gauche de l'Arc, prend sa source au glacier du Thabor, traverse vers la cote 2030 une barrière rocheuse en amont de laquelle les alluvions glaciaires ont formé une vaste plaine, puis rejoint l'Arc vers la cote 900 après un parcours de 3 km. seulement.

La Société Alais Froges et Camargue a décidé la construction d'un barrage rétablissant totalement l'ancien verrou créant une retenue de 40.000.000 de m^3 destinée à régulariser ses usines d'aluminium de la Maurienne.

Les travaux sont effectués par une filiale de la Société Alais Froges et Camargue.: la Société Hydro-Electrique de Savoie.

Le barrage du type gravité, rectiligne sur toute sa longueur, est fondé sur un rocher donnant une base parfaitement saine et homogène constituée par des grès très durs et très résistants dont le pendange est entièrement dirigé vers l'intérieur du réservoir.

Les caractéristiques du barrage sont les suivantes :

Niveau normal de la retenue	2.082 m.
Niveau de la crête	2.084 m.
Niveau minimum du rocher de fondation.....	2.022 m.
Hauteur du barrage	60 m.
Longueur en crête	545 m.
Epaisseur en crête minima	5 m.
Epaisseur maxima	45 m. 80
Cube total de la maçonnerie	300.000 m^3

Depuis les fondations jusqu'à la cote 2.072, le parement amont est incliné de 3 %, puis ce parement est vertical jusqu'à la crête. La face aval est inclinée à 72 % entre les cotes 2.047,47 et 2.068,55 ; en-dessous elle est inclinée à 77 % en en-dessous elle se termine par un raccordement cylindrique de 26 m. 45 de rayon. Deux parapets de 1 m. de hauteur complètent le couronnement.

Un parafouille de 3 m. × 3 m. est établi dans le rocher au pied du parement amont.

Le corps du barrage est exécuté en maçonnerie de moellons. La fondation sur une épaisseur moyenne de 0 m. 60 est toutefois exécutée en béton pour mieux assurer l'adhérence et la liaison sur la roche de fondation.

L'étanchéité sera assurée sur le parement amont par un masque en béton vibré de 1 m. 50 d'épaisseur uniforme, de compacité élevée ; ce masque étant lui-même protégé contre les effets destructifs des grandes variations de température à cette altitude par un revêtement en pierres de taille de 0 m. 50 d'épaisseur moyenne posées au mortier sec de ciment avec joints au plomb particulièrement soignés.

Le parement aval est exécuté en moellons têtués posés par assises réglées.

Le barrage a été exécuté en maçonnerie pour les raisons ci-après :

La roche que l'on peut extraire à côté du barrage de même origine que le rocher de fondation est de très bonne qualité non gélive, très dense (2.700 kg. m^3), très résistante (2.000 kg. cm^3). Il est donc inutile de la broyer.

Les accès du barrage sont très difficiles — un téléférique franchit une dénivellation de 1.200 m. pour 3 km. horizontaux au-dessus d'avalanches importantes.

L'emploi de la maçonnerie réduit le tonnage de ciment entre la moitié et les deux tiers de celui qui aurait été nécessaire pour le béton ; les retraits sont bien moins considérables et la liaison plus parfaite.

Les maçonneries résistent au gel et à la chaleur qui sont les grands ennemis des barrages en béton.

Si une sous-pression traverse le masque d'étanchéité, elle sera annulée par la faible résistance de la maçonnerie au passage de l'eau.

La densité totale est de 5 % plus grande que le meilleur béton.

L'auteur donne ensuite la méthode de calcul employée, qui dérive des méthodes de MM. Pigeaud et Mohr.

Voici les résultats de ce calcul :

FATIGUES NORMALES AUX JOINTS NORMAUX AUX PAREMENTS DANS LE CAS DU RÉSERVOIR PLEIN AVEC POUSSÉE DE GLACE DE 10 T PAR MÈTRE LINÉAIRE DE CRÊTE

Profondeur en-dessous du niveau maximum de la retenue	Barrage supposé de densité uniforme (2.450 km.) Calcul suivant méthode de M. Pigeaud				Barrage réel tenu compte des densités diverses et des vides Calcul graphique			
	Parement amont		Parement aval		Parement amont		Parement aval	
	Fatigue	% de la condition de M. Lévy	Fatigue	Fatigue avec s/ pression jusqu'aux drains	Fatigue	% de la condition de M. Lévy	Fatigue	Fatigue avec s/ pression jusqu'aux drains
10.....	1,255	125	4,067	4,367	1,27	127	4,11	4,41
20.....	2,216	110	5,936	6,480	2,22	111	5,99	6,53
30.....	2,727	87	8,362	9,072	2,68	89,3	8,48	9,19
40.....	3,401	85	11,268	12,096	3,34	83,5	11,45	12,27
50.....	4,195	83,9	13,628	14,524	4,17	83,4	13,82	14,71
60.....	5,027	83,7	16,086	17,050	4,71	78,5	16,56	17,52

L'auteur donne ensuite des renseignements sur la marche des travaux.

La roche de fondation est dure au point de détruire les couronnes des sondages en quelques mètres.

Les injections à 30 kg. de pression n'ont pas dépassé plus de 400 kg. par mètre linéaire, la moyenne étant seulement de 85 kg.

Le parement en pierres de taille assisées a une hauteur minima de 0,40, l'étanchéité du joint et sa protection contre les eaux et les effets de la température sont assurées par une tresse de fils de plomb avec âme en chanvre cérusée, fortement matée au bourroir pneumatique.

Le masque d'étanchéité en béton est de 1,50 seulement, pour avoir l'adhérence complète des pierres de la maçonnerie du barrage. Son dosage est de 250 kg. par m^3 ; le béton est vibré à la mise en place.

Tout un réseau de drains évite la sous-pression.

Les joints de contraction divisent l'ouvrage en tronçons de 15 m. Le joint est en ligne brisée très peu inclinée sur la direction générale. La surface est passée à la graisse consistante avant d'appliquer contre elle la maçonnerie voisine.

L'étanchéité est assurée par 2 feuilles de cuivre, dont l'une en amont du réservoir est ondulée et serrée contre la pierre de taille par des écrous fixés sur des goujons en cuivre avec feuilles de caoutchouc.

En arrière de cette feuille s'en trouve une deuxième ayant la forme d'un Z placée dans le béton du masque. Un puits de visite avec échelons est placé dans l'axe de chaque joint ; il sert en même temps de drain.

L'auteur donne divers renseignements sur l'organisation du chantier qui a permis d'atteindre 1.000 m³ de maçonnerie par jour.

La vidange est prévue à raison de 50 m³ par seconde. Le déversement des crues assuré par 2 vannes mobiles et 4 siphons permet d'évacuer 90 m³ à la seconde.

Un tunnel long de 5 km. 600 amènera les eaux des bassins voisins et portera le bassin versant de 23 km² à 43 km².

La conduite forcée, remarquable par la très grande puissance qu'elle doit fournir et qui peut atteindre 70.000 kws, a un débit de 7 m³ et demi seconde, sous une hauteur de chute statique de 1.146 m. Elle sera une des plus puissantes conduites à l'air libre du monde entier, c'est-à-dire non bloquée contre le rocher.

La pression atteint 132 km. cm² à la partie inférieure. Il a fallu recourir au système de tuyaux auto-frettés qui sont essayés au double de la pression de service.

Le poids de la conduite forcée est de 3.500 tonnes ; elle est mise en place par tronçons de 6 m. pesant 13 tonnes.

L'usine comprendra 3 turbines de 34.500 CV du type Pelton à une seule roue et à un seul injecteur entraînant des alternateurs de 27.500 kva à 600 tours.

Il a fallu protéger l'usine spécialement contre l'affouillement, par la puissance du jet, du radier et des bajoyers des fosses des turbines. On y est arrivé par des fondations en béton de 0,80 d'épaisseur, armées de 2 rangées de rails de voie normale espacés de 0 m. 30. Le radier des fosses des turbines et les bajoyers des fosses sont constitués en pierre de taille. Le plafond des fosses est blindé par une plaque d'acier de 10 mm.

En plus, un déversoir sur le canal de fuite assure en permanence l'existence d'un matelas d'eau de 3 m. de hauteur.

La quantité annuelle d'énergie produite par l'usine sera en année normale de 120.000.000 de kwh qui pourront être débités en période d'étiage sous n'importe quel régime horaire jusqu'à une puissance instantanée de 70.000 kwh.

La quantité annuelle d'énergie produite dans toutes les usines de la vallée de l'Arc, du fait de cette accumulation, augmentera de 25 millions de kwh le total ci-dessus.

Arthur CAENEPENNE

Ex-chargé de cours de Béton Armé à l'Ecole Saint-Luc de Molenbeck, Bruxelles

ÉGLISES A NEFS LATÉRALES SANS COLONNES

En l'absence de l'auteur, cette communication est lue par M. Gex, Président de Section.

Le système préconisé par l'auteur consiste à constituer l'ensemble de l'église par une parabole en béton armé analogue à celle employée pour certains hangars d'aviation et à laquelle on suspend — sans colonnes intermédiaires — les poutres et cloisons délimitant la nef latérale.

L'auteur donne quelques explications sur les avantages de la parabole et de ce système qui permet de conserver l'ogive médiévale et d'obtenir une grande visibilité.

Thomas COLLIGNON

Ingénieur des Ponts et Chaussées

1° LES ÉLECTROBUS DE SAVOIE

L'auteur étudie les deux plus récentes lignes d'électrobus construites en Savoie entre Chambéry et Chignin d'une part, et Moûtiers et Villard-du-Planay, d'autre part.

Elles ont été construites en remplacement des tramways et ont donné jusqu'ici des résultats très satisfaisants.

L'alimentation se fait en triphasé, 10.000 volts, 50 périodes transformé soit par commutatrices, soit par redresseurs à vapeur de mercure en continu 500 volts.

La ligne Moûtiers-Villard-du-Planay comporte en plus un feeder de survoltage.

La ligne de contact constituée par 2 lignes à 2 fils entre Chambéry et Challes, d'une part, et Moûtiers-Brides, d'autre part, est établie sur poteaux en béton armé sauf à la traversée de Chambéry où ce sont des poteaux métalliques.

Le ciment fondu a été employé pour les poteaux.

Le trafic journalier est de 13 voyages aller et retour.

Le matériel a été fourni par la Société Vetra.

Les châssis sont des châssis d'automobile Renault, le moteur électrique placé à l'avant remplace le moteur à essence.

Sa puissance instantanée est de 57 CV. Les vitesses sont comprises entre 15 et 45 km. à l'heure par simple variation du champ inducteur. L'enroulement est Compound.

Le contrôle est effectué par système spécial de la Société Vetra.

La capacité des voitures à voyageurs sur Chambéry-Chignin est de 34 voyageurs, on y ajoute également une remorque de 50 voyageurs.

En outre, peuvent être transportés 500 kg. de messageries.

2° ROUTE DES ALPES

Historique. — C'est en 1912 que furent groupés sous le nom de Route des Alpes une suite d'itinéraires destinés à mettre en valeur au point de vue économique et touristique les régions les plus variées des Alpes Françaises d'Evian à Nice et les sites les plus beaux.

Il fallait aménager pour la grande circulation automobile ces chemins souvent précaires et même construire de nombreux tronçons. Ces travaux très importants sont encore en cours.

Tracé en Savoie. — Venant de Mégève en Haute-Savoie, la route des Alpes descend les gorges de l'Arly, suit l'Isère d'Albertville jusqu'au confluent de l'Arc, remonte cette rivière en Maurienne jusqu'à Saint-Michel-de-Maurienne et de là s'élève sur les pentes du Galibier jusqu'au col de ce nom à 2.600 m. pour paser dans les Hautes Alpes.

Ce tracé délaissait donc presque entièrement les deux grandes vallées de la Savoie :

— La Tarentaise (ou vallée de la Haute-Isère) ;

— La Maurienne (ou vallée de l'Arc),

aux caractères si différents, au passé si riche de souvenirs.

Les hautes vallées de Tarentaise et de Maurienne ne communiquant pas, leur visite obligeait à un double percours. De plus, sauf au passage du Galibier, l'altitude reste basse, laissant ignorés les hauts sommets de Savoie.

C'est pour combler ces laçunes que sur l'initiative des représentants de la Savoie, fut décidée la construction de 2 nouveaux itinéraires :

L'un faisant communiquer les hautes vallées de Tarentaise et de Maurienne par le col de l'Iseran, l'autre réunissant la vallée de Chamonix avec la Tarentaise à travers le massif du Bonhomme.

Ce dernier tracé est en cours d'études.

Route de l'Iseran. — La route de l'Iseran actuellement en construction réalise la jonction des deux grandes vallées de Savoie, depuis si longtemps désirée par les populations.

Partant du Fornet de Val d'Isère en Tarentaise à 1.900 m. d'altitude, elle franchit le col de l'Iseran à 2.769 m. et redescend sur Bonneval-sur-Arc en Maurienne à 1.800 m.

Elle se trouve ainsi devenir la route la plus haute d'Europe devant celle du Stelvio en Suisse.

La distance à vol d'oiseau de ces deux villages n'est que de 12 km.; le développement de la route est de 30 km. avec une pente moyenne de 6,5 %, le maximum ne dépassant pas 10 %.

Le tracé a été fixé dans son ensemble par la nécessité d'éviter les grandes avalanches charriant de gros blocs de rochers qui eussent entraîné de gros frais d'entretien. On a tenu compte également de l'exposition dans toute la mesure possible. On rencontre 7 lacets sur le versant Tarentaise et 4 sur le versant Maurienne, comportant un rayon minimum de 10 m.

Une maison-cantonnière refuge est construite à mi-chemin du col sur chaque versant. Un chalet refuge existe au col.

La route comporte normalement 7 m. de plateforme dont 5 m. de chaussée, largeur très suffisante pour le croisement de 2 cars automobiles.

Afin de réduire les terrassements, le profil en travers ne comporte pas de fossés, mais simplement du côté montagne un revers pavé conduisant les eaux à l'aqueduc aval. Cette solution est économique et très satisfaisante à la condition que les aqueducs d'évacuation soient suffisamment rapprochés pour éviter que le revers pavé ne conduise les eaux sur un long parcours.

Aucune disposition spéciale n'a été prise contre les avalanches si ce n'est que l'on a suivi le terrain d'un peu plus près pour éviter les très grands murs.

Les ouvrages livrant passage aux cours d'eau (l'Isère, l'Iseran, la Lenta) sont tous en maçonnerie ; on a proscrit le béton armé à cette altitude à cause de l'influence du gel qui disloque le béton et dégarnit les armatures.

Les travaux ont été commencés au cours de l'été 1929 du côté Tarentaise et en 1931 du côté Maurienne.

Ils seront sans doute achevés à la fin de l'été 1934. Cette longue durée d'exécution est nécessitée par le fait que chaque campagne est très courte, 3 mois et demi en Tarentaise (versant Nord), 5 mois en Maurienne (versant Sud).

Il est prévu qu'ultérieurement la route sera revêtue au bitume. D'autre part, un chasse-neige mécanique devra y être affecté en permanence l'été même, car à cette altitude de petites chutes de neige ne sont pas rares.

En ce qui concerne la route reliant Bourg-Saint-Maurice à Chamonix à travers le massif du Bonhomme, le tracé est à l'étude et n'a pas encore été arrêté.

La grande circulation que l'on peut attendre de l'achèvement des nouveaux itinéraires oblige à procéder dès maintenant à des améliora-

tions sur les routes actuelles qui se poursuivent tant en Maurienne qu'en Tarentaise. En particulier, la route du Galibier, étroite avec des virages serrés est en cours d'élargissement.

LEHANNEUR

Ingénieur des Ponts et Chaussées

1° NOTE SUR LES CALCULS ET LES ÉTUDES DE RÉSISTANCE DU PONT DE LA BAIME

Cet ouvrage qui fut construit en 1912-1913 a constitué un record du monde.

C'est un pont en béton armé très surbaissé (9 m. de flèche pour 96 m. de portée). Cet ouvrage a donné lieu à un calcul très difficile qui fut effectué par les Inspecteurs Généraux des Ponts et Chaussées MM. Charles Rabut et Ménager.

La méthode de calcul fut mise au point par M. Ch. Rabut qui fit entrer en ligne de compte, dans la résistance de l'arc, la solidarité établie par les tympans entre le tablier et l'arc. Il admit que la poussée exercée par les culées se répartissait :

— Aux retombées en totalité dans l'arc et à la clef proportionnellement à leurs sections respectives ;

— Dans l'intervalle proportionnellement à la distance de la section considérée à la culée située du même côté.

C'est alors que M. Ménager offrit de vérifier ce calcul par une photo élasticimétrie.

Le principe est le suivant :

1° Si, dans une matière homogène sans action sur la lumière polarisée on introduit un système de tensions, celles-ci donnent lieu à une rotation du plan de polarisation.

On a choisi en l'espèce le verre recuit.

2° Entre 2 solides élastiques, de dimensions égales, assimilables à un plan et soumis uniquement à des efforts extérieurs contenus dans leur plan, les tensions qui apparaissent en deux points correspondants sont les mêmes, c'est-à-dire sont indépendantes des coefficients d'élasticité.

Ceci fait, il fut construit un modèle en verre de l'ouvrage et on lui appliqua le système de charges qui devaient s'exercer sur celui-ci.

Si, alors, on place le modèle en verre chargé entre un polarisateur et un analyseur croisés, on voit apparaître, en lignes noires, le lieu des points du modèle où les tensions principales sont parallèles ou perpendiculaires au plan de polarisation.

Pour connaître la valeur des tensions principales, on superpose, ensuite, au modèle étudié un parallélipipède en verre de même nature sur lequel on exerce une traction connue amenant l'extinction. Il est clair que cette tension est alors égale à la différence des tensions principales dans le modèle.

On peut d'ailleurs au lieu du parallélipipède avoir un compensateur de Babinet ou de Janin étalonné par rapport au verre employé dans le modèle.

D'autre part, la somme des tensions principales s'obtient en mesurant simplement la vibration d'épaisseur du modèle en chaque point.

L'ensemble de cette méthode donne donc les tensions principales en grandeur et direction.

Les résultats du calcul furent confirmés d'une façon très remarquable. La différence ne dépassa jamais 15 %.

2° CONSTRUCTION DU TUNNEL DU MONT-DU-CHAT

Le tunnel a été construit de 1929 à 1931 par le Département de la Savoie pour améliorer les communications de la région de Chambéry avec la région de Yenne et la vallée du Rhône.

En fait, il constitue l'accès normal du Département pour la circulation en provenance du nord de Mâcon et de Paris en particulier.

Sa longueur est de 1.487 m. 50. Il remplace une route qui, très exposée au verglas, rendait les communications très précaires.

L'économie d'altitude est de 230 m. et le raccourcissement du tracé de près de 4 km.

Il est en principe sans revêtement, sauf en quelques points particuliers.

En effet, lorsque des suintements d'eau ont été rencontrés, on a établi un revêtement en tôle, qui a seulement pour but de récueillir ces eaux et d'empêcher leur chûte sur la chaussée.

Au contact des marnes délitables à l'air, on a revêtu le rocher d'un enduit en béton exécuté soit sur coffrages, soit au cemen-gun.

L'étude géologique, entièrement confirmée par les faits, montre que l'on traverse le flanc est d'un anticlinal effondré dans sa partie médiane avec faille affleurant en surface, aux environs de la sortie, côté Chambéry.

Les couches rencontrées ont été, partant de Chambéry : du Purbeckien, du Portlandien, du Kimmeridgien, du Séquanien, de l'Oxfordien, du Callovien, du Balthonien et du Bajocien, avec présence, dans le Séquanien et l'Oxfordien des marnes et marno-calcaires dont il a été question plus haut.

L'éclairage a été particulièrement étudié. Pour éviter les accidents dus à l'éblouissement, on a masqué l'entre du côté Chevelu par un ri-

deau d'arbres et du côté Bourdeau par une courbe d'assez grand rayon.

L'écartement des lampes diminue depuis les extrémités du tunnel jusqu'à la partie médiane et l'éclairage est trois fois plus intense de jour que de nuit.

La commande de changement d'éclairage se fait automatiquement par horloge.

Les comptages de la circulation qui ont été faits montrent que la construction de l'ouvrage a constitué une opération bénéficiaire.

---

de MAUBLANC
Ingénieur Civil des Mines

AMÉNAGEMENT HYDRO-ELECTRIQUE DU BASSIN DU DORON DE BEAUFORT

Les premières installations hydroélectriques sont faites aux environs de 1885. L'électrification de la commune de la Roche-sur-Foron date de 1888, celle de Moûtiers de 1891.

Au premier Congrès de la Houille Blanche en 1902, la Savoie pouvait aligner 100.000 CV dont 30.000 en Tarentaise, 20.000 en Maurienne, 35.000 dans la vallée de l'Arve. Sur ce total, 5.700 CV seulement étaient affectés à la distribution locale, le transport de force à haut voltage n'étant pas encore réalisé. Le reste était employé à l'industrie, toute nouvelle, de l'électrochimie et de l'électrométallurgie. L'aménagement était fait au petit bonheur, avec la préoccupation de l'économie immédiate dans les installations. L'équipement ne dépassait guère la puissance d'étiage.

En 1906, Thury crée le transport de force à courant continu et intensité constante entre la Savoie et Lyon.

En 1912, le Gaz de Lyon construit une ligne à 70.000 volts entre Venthon et Lyon.

Le développement de l'électrochimie et de l'électrométallurgie par l'industrie nouvelle des ferro-alliages et des aciers électriques augmente rapidement le nombre des chutes.

En 1914, la Savoie totalise 310.000 CV dont 35.000 pour la distribution (éclairage et force motrice). Après guerre, c'est la distribution qui prend le plus grand développement. La loi de 1919 donne le droit d'expropriation aux constructeurs de chutes, les communes s'électrifient (en Savoie 32 communes non électrifiées sur 645).

On voit se construire en 1919 les grandes artères de transport et de très fortes chutes. En 1930, la puissance installée atteint 600.000 CV dont 210.000 CV consacrés à la distribution. L'énergie produite dé-

passe 1.500.000.000 de kwh, la Savoie est ainsi au premier rang des Départements producteurs de « Houille Blanche » et le deuxième après la Seine, des Départements producteurs d'énergie électrique.

Les possibilités d'extension restent encore immenses et beaucoup de chutes sont déjà étudiées complètement. La Savoie peut, en effet, fournir 1.800.000 CV et une production annuelle de plus de 4 milliards de kwh.

L'ensemble de l'aménagement des chutes du bassin du Doron de Beaufort montre les possibilités qu'il est facile de réaliser avec la loi de 1919. C'est un exemple, des plus complets, d'aménagement d'un bassin.

Il a été exécuté par la Société d'Electrochimie, d'Electrométallurgie et des Aciéries électriques d'Ugine qui utilise l'énergie soit pour l'envoyer à Lyon, soit pour l'alimentation de ses usines à Ugine ; l'ensemble des chutes se trouve équilibré et complètement régularisé journellement et annuellement.

L'auteur décrit en détail la vallée du Bassin de Beaufort.

La superficie du bassin est de 280 km^2, sans glaciers, ni névés. Les précipitations y sont très abondantes — environ 1 m. 70 par an — alors que, en Tarentaise, elles sont un peu inférieures à 1 m. 20. Le débit d'étiage du Doron tombe rarement au-dessous de 15 litres par seconde au km^2, alors que celui de l'Arc descend à 3 litres.

De plus, il existe dans ce bassin le lac de la Girotte à l'altitude de 1.724 m.; sa superficie est de 57 ha, sa profondeur maximum de 100 m. et sa contenance 30.000.000 de m^3 d'eau.

Sa position permet donc l'utilisation pour la régulation, mais il a un bassin d'alimentation trop exigu ne donnant pas plus de 6 à 7 millions de m^3 d'eau.

Le problème étant ainsi déterminé, voici la solution qui a été adoptée.

Pour la régulation journalière de la consommation résultant des variations dans la quantité d'énergie livrée aux Sociétés de distribution et aux Aciéries, on accumule l'eau dans des tunnels dont la longueur totale est de 48 km. dont 25 de large section. L'accumulation atteint ainsi 90.000 m^3. En se servant seulement de 1/3 on peut obtenir une puissance de pointe de 18.000 kws pendant 3 heures.

La régulation annuelle est obtenue en aménageant le lac de la Girotte où chaque mètre cube est susceptible de produire 2 kws 82, soit, pour la capacité totale, 75.000.000 de kwh. On obtient ce résultat par l'aménagement d'usine en paliers successifs. Il n'est pas possible de l'obtenir avec une seule usine.

Il a donc été établi une galerie qui, s'ouvrant au fond du lac, permet d'utiliser la totalité du réservoir. De plus, pour remplir le lac, il a été créé :

a) Une dérivation souterraine de 5.400 mètres qui va chercher les eaux du Haut-Bonnant en Haute-Savoie et donne au total : 12.000.000 de mètres cubes.

b) Des groupes de pompes, à l'usine située au pied du lac, refoulent les eaux des affluents supérieurs. Les pompes d'une puissance totale de 16.000 CV donnent 2 m³ à la seconde.

Le pompage s'effectue sur 500 m. alors que l'eau travaille sur 1.379 mètres.

De plus, la région des Alpes est riche en énergie de hautes eaux qui, très peu chère, peut être employée au pompage.

Il y a actuellement 7 usines installées sur les 8 projetées. L'alimentation artificielle du lac est complètement assurée.

Dans ces conditions, la Société d'Electrochimie, d'Electrométallurgie et des Aciéries électriques d'Ugine pourvoit aux besoins de son réseau sans aucun secours thermique.

Lorsque la crise sera terminée, un nouveau réservoir, créé par un barrage dans la vallée de la Gittaz, pourra donner un appoint de 50.000.000 de kwh.

La vallée de Beaufort avec 140.000 CV installés fournira alors annuellement 380.000.000 de kwh dont 125.000.000 d'accumulation.

Voici quelle est la liste des chutes et usines :

	Chute brute	Puissance installée H. P.	Production annuelle Kwh.
A. — *en Fonctionnement* :			
Venthon	102	11.000	37.000.000
Roengers	80	8.000	28.000.000
Queige	101	10.000	33 000.000
Villard	118	13.500	34 000 000
Beaufort	282	30.000	77 000.000
Hauteluce	178	12.000	8.000.000
Belleville	510/430	20.000	27.000.000
Dérivation du Bonnant 10.000.000 m³			
Répercussion sur Belleville	510/430	7.000	10.000.000
Répercussion sur les chutes inférieures	861	—	17.000.000
TOTAL A)		111.500	271.000.000
B. — *en Projet* :			
Dérivation de la Gittaz dans le lac de la Girotte 12.000.000 m³			
Répercussion sur les usines de la vallée	1.371	—	29 000 000
Chute de Fontanus	400	15.000	39.000.000
Accumulation de la Gittaz	540	15 000	25.000 000
Répercussion à l'aval	683	—	21 000 000
Deuxième tunnel de Venthon	102	—	8 000.000
TOTAL B)		30.000	122.000.000
TOTAL A) + B)		141.500	393.000.000

Paul RAZOUS
Président de la Société de Statistique de Paris

DÉVELOPPEMENT POSSIBLE DE L'EMPLOI DU BOIS

(RÉSUMÉ)

L'auteur fait remarquer que si les gîtes métalliques s'épuisent progressivement, il n'en est pas de même pour les pays producteurs de bois, à condition que les exploitations ne soient pas abusives.

La régénération naturelle des forêts est même obtenue souvent avec très peu de frais.

Il faut s'efforcer d'employer le bois pour les usages auxquels il convient et ne pas lui substituer systématiquement le métal comme on le fait depuis quelques années.

Il faut donc comparer le bois et le métal en raison des propriétés et des avantages de chacun.

Or, pour les mêmes résistances mécaniques principales, comme le montre M. Monnin, Chef du Laboratoire du bois des Services de Recherches de l'Aéronautique (1), le bois est un matériau léger, commode, économique par son approvisionnement facile, son prix d'achat peu élevé, ses frais d'emmagasinage réduits, ses réparations relativement peu onéreuses.

Si la question d'encombrement n'intervient pas, le bois reste sans rival (échafaudages, coffrages, échelles, etc.). En plus le bois a une beauté propre — variable suivant son essence — qui le désigne pour les emplois de luxe et même pour les meubles ordinaires dont le style — dit l'auteur — procède de la caisse d'emballage.

Aucun matériau ne réunit les mêmes avantages, même les alliages légers et extra-légers dont la résistance est presque toujours inférieure pour une égalité de poids.

Il est vrai que certains bois sont relativement lourds, mais il faut les employer ailleurs que dans les charpentes.

L'auteur cite l'étude publiée dans la Revue Suisse des Bâtiments et des Travaux Publics « L'Entreprise », qui montre que les maisons en bois présentent sur les constructions massives en pierre et en béton des avantages appréciables.

Si celles-ci, en effet, sont incombustibles et ne pourrissent pas, elles ont par contre un coefficient de conductibilité bien supérieur. Par exemple celui-ci pour le bois de sapin ou de pin séché à l'air, peut tomber à 0,12 et 0,14 contre 0,46 et 1,20 pour le béton de gravier ou la maçonnerie.

---

(1) Conférence faite le 24 mars 1933 à l'Assemblée Générale du Comité National des Bois Coloniaux.

Ainsi donc — toutes choses égales d'ailleurs — une quantité de chaleur 6 fois plus grande traversera les parois des bâtiments en pierre.

Cette appréciation est confirmée par les recherches de M. le Professeur Bugge en Norvège sur des Maisons d'essais de la Ville de Drontheim. Pour une paroi composée de 3 cloisons de bois et de 2 couches d'air (épaisseur des cloisons de bois 26, 13 et 20 mm., intervalle entre les parois 32 mm.), le coefficient de radiation de la chaleur est de 0,83 et pour un mur en maçonnerie, d'une épaisseur de une brique et demie (0 m. 36), un coefficient de 1,52.

Les inconvénients du bois, c'est-à-dire : la combustibilité et la pourriture peuvent être corrigés par les moyens modernes.

L'eucalyptus d'Australie est pratiquement incombustible. Les contreplaqués avec des joints de caséinates de chaux et d'ammoniaque le sont peu, mais les bois usuels s'enflamment à partir de 140°.

1° Les expériences de M. Monnin — déjà cité — donnent quelques moyens de réduire ce défaut à l'aide de calorifuges non fusibles (fibre d'amiante) qui produisent l'abaissement de la température du matériau au-dessous de 140°.

2° On peut aussi abaisser la température des vapeurs distillées par l'ignition. La propagation est alors arrêtée. Le type est la toile métallique, mais un autre revêtement métallique tel que : vernis à poudre d'aluminium, dépôts électrolytiques, projection à chaud de particules métalliques, joue un rôle analogue. En plus, il limite l'échauffement en un point déterminé.

3° Isolement du charbon en ignition. Le type est le borate de soude, quelquefois l'acide borique et le silicate de potasse.

Il se forme un glaçage, isolant de l'air les points en ignition.

4° On peut aussi protéger par injections à cœur, de solutions diverses à condition que les mélanges soient acides, car les mélanges basiques rendent le bois cassant au choc.

Pour éviter la pourriture et les insectes, de nombreux procédés sont indiqués.

Il suffit de se reporter aux indications données par M. Guinier, Directeur de l'Ecole Nationale Forestière, et par M. Mangin, Membre de l'Institut et, enfin, au livre de l'auteur (aide-mémoire du Commerce et des Industries du bois).

1° *Chauffage.* — La France produit un excédent de bois de chauffage ; on peut donc développer cette utilisation par emplois directs dans des foyers industriels et domestiques, par carbonisation, spécialement en pays montagneux afin d'éviter les transports onéreux, le bois pesant 5 ou 6 fois plus que le charbon de bois.

Enfin il y a l'emploi nouveau de celui-ci comme carburant.

2° *Bois pour pâtes à papier et pour soie artificielle.* — On doit leur réserver et ne pas employer pour le chauffage les rondins d'essence

donnant les meilleurs résultats, c'est-à-dire l'épicéa commun, le sapin, le peuplier-tremble et le tilleul.

L'auteur signale à ce propos les emplois du bois de châtaignier pour extraction de produits tannants. Il signale également la possibilité d'utiliser les résidus de cette industrie pour la fabrication du papier.

3° *Bois de Mines.* — L'emploi du bois est beaucoup réduit dans les Mines. Aux Mines de Lens, la longueur des voies boisées s'est abaissée à 27,9 % contre 50 % fin 1930. De 1927 à 1932, le cube par tonne extraite, de 45 dmc 5 à 28 dmc 7.

Mais si le bois ne présente pas des avantages dans ces grandes mines, il n'en est pas de même ailleurs.

4° Bois pour installation des chantiers de bâtiments et de Travaux publics. — C'est un emploi où le bois peut être difficilement remplacé. Toutefois, on a vu apparaître les coffrages métalliques, pour les bétons armés, les échafaudages et les étais en tubes creux d'acier. Toutefois ces engins sont chers et peu susceptibles de réemploi. En outre, l'emploi de sapines métalliques tend à diminuer à la suite de l'ordonnance du 1er avril 1929 prise en conséquence de quelques accidents.

Pour les installations de concassage, de broyage de couloirs pour l'évacuation des terres et de lavage des sables, pour les baraquements, les cantines, les logements du personnel, le bois présente de très grands avantages.

5° *Bois dans les constructions modernes.* — Cette utilisation a fait l'objet d'un remarquable rapport de M. Blondel, Secrétaire de la Chambre Syndicale de Menuiserie et de Parquets.

Ce rapport indique que le ciment armé a triomphé des belles charpentes et aussi des escaliers et que dans la confection des devantures, le bois est en recul marqué.

Ce matériau conserve seulement les croisées et les châssis malgré l'introduction du châssis métallique. Il en est de même pour les portes avec utilisation, de plus en plus grande, des panneaux contreplaqués.

M. Blondel indique quelques précautions à prendre pour que, dans ces emplois, le bois puisse garder sa supériorité.

Dans ces bois contreplaqués peuvent être utilisées, non seulement les essences métropolitaines, mais surtout les bois coloniaux : l'okoumé, l'acajou, le noyer d'Afrique.

Par contre, l'art moderne a considérablement réduit l'emploi du bois, dans les décorations murales qui sont obtenues par l'harmonie des couleurs, c'est-à-dire la peinture et le papier et non par le jeu des ombres sur les moulures et corniches.

En outre, les produits à base de ciment, malgré leurs défauts que l'usage seul révèle, c'est-à-dire sonorité, fragilité, aspect désagréable des raccords, taches des enduits au plâtre, attaques des parties métal-

liques, concurrencent les beaux parquets en chêne, mais toutefois ceux-ci résistent encore victorieusement à cette concurrence.

M. Michon, Président de la Chambre Syndicale des Entrepreneurs d'installation des magasins et bureaux et installations annexes de France et des Colonies, a insisté sur les avantages de la menuiserie en bois contre la menuiserie métallique, avantages dus à la sonorité réduite, à l'étanchéité meilleure, etc... Il conclut que le bois s'impose dans toutes les maisons d'habitation vraiment confortables et n'a aucune raison pour être proscrit des maisons de santé, des cliniques ou des hôpitaux où avec une peinture appropriée il offre les mêmes qualités hygiéniques que le métal.

6° *Bois pour bâtiments entiers.* — Cet emploi est réservé aux pays riches en forêts comme l'Allemagne, la Suède, la Pologne, la Russie. Les avantages de ce procédé ont été dits plus haut.

7° *Bois pour les constructions navales.* — Des incendies récents ont attiré l'attention sur l'emploi du bois. L'arrêté du 21 juin 1933 a accepté l'incombustibilité et accepté certains procédés à cet effet.

8° *Bois pour l'aviation.* — Le bois était presque seul employé à l'origine de l'aviation. Maintenant l'avion en bois de moyenne importance se construit en 3 mois et coûte la moitié moins cher qu'un avion semblable métallique, dont la construction exige 4 fois plus de temps. Les avions italiens « Savoia » sont en bois. Avec ces avions, les réparations sont effectuées sans difficulté.

9° *Bois pour wagons et matériel roulant.* — Le bois a perdu du terrain par la construction des wagons métalliques incomparablement plus robustes en cas d'accident, mais le bois reste nécessaire à la menuiserie et aux décorations intérieures, car il assourdit les bruits et atténue les vibrations. Les longs voyages deviennent ainsi beaucoup moins fatigants.

Conclusions. — Il résulte de ce qui précède que tout en reconnaissant les grands services que les métaux rendent dans la vie moderne, c'est surtout au bois que le constructeur doit recourir pour la menuiserie lorsqu'il s'agit d'établir des locaux véritablement agréables à habiter et dans lesquels les frais d'entretien se trouveront réduits au minimum.

La charpente des habitations rurales peut aussi être économiquement réalisée en bois et l'on peut, dans les pays forestiers, généraliser l'emploi du bois à la presque totalité des éléments de la construction.

Enfin, les constructions navales, l'automobile et l'aviation doivent constituer pour le bois de qualité un débouché important.

DEUXIÈME GROUPE

SCIENCES PHYSIQUES

5e section

PHYSIQUE

Président. . . . . M. GAYTON, Professeur au Lycée et à l'Ecole préparatoire de Chambéry.

L. BARBILLION

Professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble

SUR LA RÉGULATION DES STATIONS CENTRALES D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE FONCTIONNANT EN PARALLÈLE

Au Congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, tenu à Grenoble en 1913, dans cette même section de Physique où nous parlons aujourd'hui, et dont nous étions alors Président, nous avions présenté trois communications, parmi lesquelles l'une relative aux phénomènes liés à la régulation des groupes électrogènes en régime troublé, communication devenue le noyau d'un ouvrage que l'Académie des Sciences voulut bien couronner en 1916. Si je me permets de rappeler ce modeste fait d'histoire personnelle, c'est surtout pour essayer de justifier le choix du sujet de la communication d'aujourd'hui.

Cette question de la régulation a pu sembler épuisée par les travaux de grands mathématiciens qui s'étaient surtout attachés, à l'exception de Léauté, cependant, à la régulation directe ; elle a eu le don de passionner littéralement une équipe de techniciens qui s'est attachée, avec une ardeur presque incroyable, à la solution des difficultés si nombreuses que pose la régulation indirecte, aussi, et bien plus largement, appliquée au fonctionnement des stations centrales.

Depuis 1888, date de la publication du mémoire de Leauté, sur les oscillations à longue période, et depuis 1894, année où Rateau commença à publier sa brillante série d'études sur les régulateurs dans la

Revue de Mécanique, un grand nombre de travaux ont vu le jour, si nombreux qu'on peut dire qu'aujourd'hui la question est jugée. Certes, les appareils réalisés sont multiformes et d'apparences souvent peu comparables. Lorsqu'on les dissèque, on s'aperçoit de l'identité presque absolue des squelettes, preuve qu'on est arrivé à la solution étalon qui est le criterium de la perfection industrielle. Sans fausse modestie, nous pouvons rappeler que c'est surtout depuis vingt-cinq ans, à l'ombre de l'Ecole de Grenoble, école morale, naturellement, qu'ont poussé tous ces rameaux aujourd'hui si forts. De cela, nous ne tirons d'autre vanité que celle d'un père de famille sur le retour, qui voit s'ébattre autour de lui, avec quelque virilité, les fruits de ses œuvres.

Une question cependant reste à régler. Elle l'est presque déjà, mais plusieurs chercheurs s'y emploient encore, c'est celle du fonctionnement simultané de stations centrales pourvues de moteurs de types différents, donc de régulateurs, d'admission ou de vitesse, de types aussi différents. La question est immense ; nous n'en traiterons, sous une forme à dessein extrêmement simplifiée, qu'une toute petite partie, cependant d'allure assez saisissante et de portée assez lumineuse pour éclairer tout le reste,

Le propre des régulateurs directs est d'assurer, comme on le sait, une double fonction, d'abord celle de mesurer, par la position du système déformable qu'on appelle le tachymètre, la valeur de la vitesse du groupe en régime établi. C'est évidemment un équilibre relatif, mais qui se conserve tant qu'une modification importante de la consommation n'intervient pas. Sa deuxième fonction consiste à corriger, suivant les mêmes besoins du réseau absorbeur d'énergie, l'admission de vapeur ou d'eau nécessaire. Au contraire, le régulateur indirect, surtout appliqué aux turbines hydrauliques, mais qui s'introduit peu à peu dans le domaine des turbines à vapeur, dissocie ces deux fonctions. Le tachymètre, qui demeure indépendant, entraîne dans ses déformations, lors d'une variation de charge, la mise en marche de relais, et même commande la mise en route d'un moteur de vannage, aussi puissant qu'il est nécessaire, et commandant lui-même l'admission. Cette opération serait impossible pour le régulateur direct en raison des efforts réclamés, et qui, s'ils étaient fournis par lui, lui ôteraient toute sensibilité.

Si l'on imagine deux groupes (ou deux stations) de même nature, associés en parallèle et soumis à une brusque variation de charge, le régulateur indirect fera décrire au couple moteur, en fonction des vitesses, une courbe déterminée, dite *courbe de perturbation*. Le régulateur direct, au lieu d'utiliser sa caractéristique de régime, empruntera pour le même office une courbe qui différera plus ou moins de la première.

On sait que le régulateur direct, dans le cas d'une marche de groupe isolé, doit avoir toujours une période propre, c'est-à-dire celle du sys-

tème considéré comme un pendule, oscillant isolément, la plus petite possible. Elle est généralement de l'ordre de 1,5 à 2 secondes. Cependant, on s'est mépris souvent sur l'importance de cette condition. C'est ainsi qu'on a donné au régulateur direct des périodes propres trop grandes. Il en est résulté des oscillations de ces régulateurs, et aussi des valves qu'ils commandent directement, de telle sorte que la qualité principale de la régulation directe, celle qui consiste à faire passer la vitesse d'un régime à un autre sous une forme exponentielle négative, en fonction du temps, Z (t) disparaît. Or, de travaux de notoriété déjà ancienne, et mettant en jeu des artifices de calculs assez compliqués, et sauf du reste quelques réserves, on peut déduire le résultat suivant :

Si l'on appelle $\mathfrak{E}$ le quotient de l'énergie cinétique du groupe par la puissance maximum qu'il peut fournir, et E l'écart des vitesses de régime, entre la marche à vide et la marche en charge, suivant que les conditions ci-après pourront être ou non réalisées, si l'on pose enfin $A = 3\mathfrak{E}E$, on aura des régimes perturbés très différents.

Si $\mathfrak{E}$ est plus petit que A, le régulateur direct passe d'un régime à un autre au prix d'ondulations peu nombreuses, généralement faibles et sans aucun danger pour la stabilité.

Si $\mathfrak{E}$ est égal à A, le passage s'effectue suivant une courbe non ondulée et s'écartant assez peu de la caractéristique statique.

Si $\mathfrak{E}$ est compris entre A et 3 A, il y a cycle convergent ; et si enfin $\mathfrak{E}$ est supérieur à 3 A, il y a cycle divergent.

En faisant abstraction, pour simplifier, des courants d'échange établis entre les groupes intéressés des deux natures, on voit par conséquent qu'un régulateur direct, associé à un régulateur indirect, s'il a une période d'oscillation trop grande, pourra donner naissance à des pompages, qui deviendront en particulier inextinguibles et s'amplifieront jusqu'au tout ou rien, si $\mathfrak{E}$ est supérieur à 3 A. D'où l'explication de faits depuis longtemps constatés, dans les accouplements d'usines, et dont on ne pouvait trouver la cause, de pompages et de pulsations entre régulateurs directs et régulateurs indirects. On peut ainsi aller jusqu'au décrochage, mais il convient d'ajouter que, en général, les effets synchronisants tendant à tempérer ces effets. Donc le plus souvent, ces effets synchronisants s'emploieront à empêcher le décrochage, tout en laissant subsister les phénomènes d'oscillation, toutefois si préjudiciables aux installations.

Des expériences assez nombreuses ont été faites, par divers auteurs et par nous, sur ce fait. On constate, en particulier par l'emploi d'appareils électriques détecteurs, des formes tout à fait anormales, même éminemment dangereuses, de courants de circulation, lorsque ces pompages de régulateur à régulateur prennent naissance et s'entretiennent.

BOUASSE

Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse

ENROULEMENTS SPIRALOÏDES DUS AUX JETS GAZEUX DE TRÈS PETITES VITESSES (CURRENTILIGNES)

1° *Anneaux en* U *ouverts, stationnaires, circulatoires*

Par généralisation commode, je conserve le mot *anneau* pour un phénomène tourbillonnaire qui n'est pas fermé ; les anneaux que nous allons rencontrer sont généralement des U dont la ligne centrale est plane au gauche. Coupons suivant une section droite, nous obtenons un *enroulement spiraloïde*. L'anneau est *stationnaire* lorsqu'il ne change pas de place ; il est par conséquent *entretenu*. Un anneau stationnaire est *circulatoire* en ce sens qu'il est le siège d'un courant qui se dirige en général de la base de l'U vers les extrémités ouvertes de ses bras.

Les anneaux des fumeurs sont spiraloïdes, mais fermés, *progressifs* (ils se déplacent), non entretenus, non circulatoires.

Pour reconnaître la position des anneaux et vérifier les propositions précédentes, il faut obtenir un jet visible en l'enfumant ; le gaz enfumé peut être de l'air ou du gaz d'éclairage que sa moindre densité rend souvent avantageux.

L'éclairage peut être diffus ou localisé dans un plan à l'aide d'une lentille cylindrique. Sa source lumineuse est un arc ou une lampe de 500 bougies.

En éclairage diffus, l'anneau en U se reconnaît à sa striation parallèle à la ligne centrale ; parfois d'une incroyable finesse, les stries sont dues aux enroulements spiraloïdes qui modifient périodiquement les épaisseurs de gaz enfumé traversées. En éclairage localisé coupant l'anneau suivant une section droite, on distingue les spires de l'enroulement spiraloïde.

Voici les dispositifs qui donnent les plus beaux anneaux. Le jet (ordinairement de gaz d'éclairage enfumé) sort d'un tube de calibre de 5 mm. On le reçoit sur une plaque indéfinie ; on modifie l'inclinaison de la plaque et du tube ; l'U plan type est obtenu avec un tube horizontal, une plaque verticale. Je ne puis insister sur les particularités des phénomènes, en particulier sur les surfaces qui raccordent les bras de l'U.

On reçoit le jet sur un cylindre, sur l'arête d'un dièdre, sur le bord d'une plaque, sur un petit disque circulaire, sur le bord d'un V ; ce dernier cas est très favorable à l'étude de la formation de l'enroulement spiraloïde.

Comme phénomène accessoire, on vérifie qu'une lance gazeuse qui se courbe, s'enroule sur ses bords (spires peu nombreuses) du côté de sa concavité.

2° *Anneaux progressifs se formant à la surface d'un anneau stationnaire*

Deux anneaux *voisins* sont *conjugués* lorsque leurs rotations sont de sens inverses.

Autour d'un anneau principal stationnaire, avec une périodicité en général irrégulière, se forment très souvent des anneaux conjugués progressifs plus petits et à spires moins nombreuses, de ligne centrale parallèle à celle du principal. Ils sont entraînés par le principal sur un arc plus ou moins grand, puis lachés par lui ; on peut les suivre parfois loin du principal. On dirait d'une roue qui entraîne des cubes et les abandonne.

Le phénomène très général est particulièrement net dans les deux cas suivants. Plaque verticale, jet incliné descendant d'assez grand débit. Jet horizontal reçu près de l'arête d'un dièdre droit dont une des faces est verticale.

3° *Jets pulsatoires*

Le débit d'un sens unique est variable : tous les jets sont plus ou moins pulsatoires (flamme de gaz d'éclairage). J'indique plusieurs procédés pour obtenir des pulsations systématiques d'intensités et de fréquences variées.

Un jet vertical pulsatoire donne suivant les cas une stratification ou des anneaux des fumeurs détachés. Reçu sur une plaque horizontale, il donne des anneaux progressifs. Je ne puis insister sur la variété des phénomènes obtenus avec de tels jets ; je n'en citerai que deux.

Le jet pulsatoire est dévié par l'agitation de l'air : d'où un phénomène admirable quand on systématise la fréquence de la pulsation et le vent dans l'atmosphère, phénomène d'autant plus intéressant qu'on l'obtient avec la fumée d'une cigarette tenue horizontalement et brûlant spontanément.

Le jet pulsatoire passe devant une fenêtre ménagée entre deux génératrices d'un cylindre très plat transparent. A l'intérieur du cylindre on voit tourner une roue à aube du plus curieux aspect. Nous sommes loin des tourbillons classiques.

4° *Corps oscillants*

On obtient des phénomènes analogues aux précédents en faisant osciller un tube ou un ajutage laminaire suivant sa longueur ou normalement à elle. Le tube ou l'ajutage restant immobile, on peut faire osciller la plaque qui reçoit le jet. Suivant les cas, on obtient une mo-

dification périodique d'un anneau stationnaire ou des anneaux progressifs.

Tous ces phénomènes réalisables avec un matériel qu'on trouve partout, sont très beaux. On peut s'étonner qu'ils ne soient pas classiques et qu'on ait eu si longtemps des idées manifestement fausses sur la nature des tourbillons. Si l'on objecte qu'il s'agit de jets de très petites vitesses, currentilignes ou quasi tels, je réponds que les idées courantes sont aussi fausses pour les jets turbulents, comme je l'ai montré dans un mémoire paru en février 1933 dans les Annales de Physique.

Dr H. et Angelica BERAHA

LE PRINCIPE DE CARNOT ET L'ENTROPIE, LA CHALEUR EST-ELLE UNE FORME DÉGRADÉE DE L'ÉNERGIE

A. BOUTARIC

LE ROLE DE LA FLUORESCENCE DANS LA FLOCULATION DES COLLOÏDES

1. Dans un ouvrage récent, l'un des physico-chimistes les plus compétents pour tout ce qui touche à l'étude des colloïdes pouvait écrire qu'on sait relativement peu de chose en ce qui concerne l'effet de la lumière et des autres radiations sur les systèmes colloïdaux (Kruyt). Sans doute a-t-on signalé quelques fois que certaines radiations lumineuses accéléreraient ou retarderaient la floculation des solutions colloïdales. Mais au cours de recherches déjà anciennes que j'ai entreprises moi-même sur le sujet, je n'ai jamais pu constater aucune action des radiations lumineuses ou même d'un rayonnement ultra-violet sur la floculation déterminée par l'introduction d'un électrolyte dans la solution colloïdale de divers colloïdes suspensoïdes : sulfure d'arsenic, ferrocyanure de cuivre, résine mastic, gomme-gutte, or, hydrate ferrique, etc.

2. Il n'en est plus ainsi si l'on introduit dans la solution colloïdale une substance fluorescente. Dans ces conditions, j'ai observé, au cours de recherches effectuées avec la collaboration de M. Jean Bouchard,

que l'action des radiations lumineuses et surtout ultra-violettes accélère d'une manière parfois considérable la floculation provoquée par l'électrolyte.

Il s'agit d'un phénomène tout à fait général, souvent très facile à constater. Dans certains cas, alors que pour la solution colloïdale additionnée d'une matière fluorescente, l'introduction d'un électrolyte sous une certaine concentration ne provoque aucune floculation dans l'obscurité, même au bout de plusieurs jours, nous avons pu observer une floculation totale au bout de quelques minutes sous l'influence d'un rayonnement approprié.

Le mode opératoire que nous avons suivi est très simple. Après avoir introduit dans la solution colloïdale une faible quantité de la substance fluorescente (sous une concentration de l'ordre de 1/2000), on ajoute à un volume déterminé de cette solution colloïdale un égal volume de solution électrolytique de concentration convenable et on détermine la durée de floculation : 1° sur une partie du mélange maintenue dans l'obscurité ; 2° sur une autre partie du même mélange soumise à l'action d'une lumière intense ou d'un rayonnement ultra-violet.

Comme rayonnement lumineux, nous avons utilisé celui d'une lampe à incandescence de 500 watts, privé de ses rayons infrarouges par passage à travers une cuve de 5 cm. d'épaisseur contenant une solution à 5 g. par litre d'acétate de cuivre dans l'eau. La cuve à expérience où se trouve le mélange de solution colloïdale, de matière fluorescente et d'électrolyte est disposée à 35 cm. environ de la lampe et elle est elle-même immergée dans une cuve de plus grandes dimensions contenant de l'eau afin de supprimer tout échauffement.

Comme rayonnement ultra-violet, nous avons pris celui que fournit une lampe en quartz à vapeur de mercure, modèle Gallois, tamisé par un verre de Wood ; la solution à étudier est alors introduite dans une cuve en quartz de 0 cm. 5 d'épaisseur disposée à 20 cm. de la source.

Dans tous les cas, on suit simultanément la floculation par des mesures intermittentes faites au spectrophotomètre : 1° pour la cuve maintenue à l'obscurité ; 2° pour celle exposée à l'action de la lumière. La durée de floculation de chaque solution est évaluée d'une manière précise par le temps nécessaire pour que l'opacité de la solution atteigne sa valeur limite. Afin d'avoir des mesures comparables dans tous les cas, on a choisi par tâtonnement la quantité d'électrolyte nécessaire pour produire la floculation en 75 minutes dans l'obscurité.

Le tableau suivant donne, pour un sol de As^2S^3 (5,8 g. p. l.), la durée de floculation déterminée par quelques électrolytes sous l'influence de la lumière ou des rayons ultra-violets, en présence d'uranine, d'éosine et d'érythrosine.

TABLEAU I

Electrolyte floculant.	Lumière			Ultra-violet		
	Eosine.	Uranine.	Erythrosine.	Eosine.	Uranine.	Erythrosine.
Cl Li....	55 min.	45 min	60 min	35 min	12 min	40 min.
Cl K....	60	45	60	35	12	40
Cl NH^4...	60	50	60	40	15	40

Nous avons vérifié que, dans la limite de durée des expériences, les radiations n'agissent pas sur la floculation en l'absence de substanc fluorescente et qu'elles n'agissent pas davantage sur le mélange de la solution colloïdale avec la substance fluorescente en l'absence d'électrolyte.

La dose d'électrolyte nécessaire pour produire la floculation est souvent abaissée d'une manière très considérable. Ainsi en présence d'uranine, la dose limite de Cl Li provoquant la floculation du sulfure d'arsenic est environ dix fois moindre sous l'influence du rayonnement ultra-violet que dans l'obscurité.

Les résultats précédents ne s'observent pas uniquement avec les matières fluorescentes colorées. Nous avons pu les retrouver, M. J. Bouchard et moi, avec des substances fluorescentes incolores telles que l'esculine, l'acide α-naphtol 4 monosulfurique (sel de sodium), l'acide de α-naphtol 3,6 disulfonique (sel neutre de sodium), l'acide β naphtol 6 monosulfonique, l'acide β naphtol 3.6 disulfonique (mono sel de sodium R), l'acide β naphtol 6.8 disulfonique (sel de potassium), l'acide β naphtol 3.7 disulfonique, l'acide β naphtol 3. 6. 8 trisulfonique, l'acide β naphtyl-amine 6.8 disulfonique, employés à la dose de 1/2000 (1). Ces diverses substances ne donnant que des fluorescences très faibles ou nulles sous l'influence des rayons visibles, nous avons étudié l'action qu'elles exercent sur la floculation uniquement sous l'influence d'une excitation produite par un rayonnement ultra-violet. Dans tous les cas, nous avons constaté une accélération de la floculation par les électrolytes du sulfure d'arsenic additionné de ces substances fluorescentes, lorsqu'on soumet la cuve à l'action d'un rayonnement ultra-violet. En présence d'esculine, la durée de floculation par KCl, qui est de 75 minutes dans l'obscurité, survient en 35 minutes seulement sous l'influence des radiations ultra-violettes. Avec les autres produits mentionnés, l'accélération de la floculation, bien que moins importante, est cependant décelable.

Dans ces expériences, il y a bien sensibilisation de la floculation par la fluorescence. Les diverses actions qui atténuent ou suppriment cette fluorescence, atténuent en même temps ou suppriment l'accé-

(1) Ces produits ont été mis aimablement à notre disposition par la Compagnie française des produits chimiques et matières colorantes de Saint-Clair-du-Rhône.

lération produite sur la floculation par la lumière ou les radiations ultra-violettes. Ainsi l'action accélétratrice des radiations sur la floculation s'atténue et peut même s'annuler lorsque l'électrolyte utilisé pour produire cette floculation appartient à la catégorie des substances antioxygènes qui, comme l'ont établi Francis Perrin (1) et Privault (2), agissent comme inhibitrices vis-à-vis de la fluorescence ; c'est le cas de IK, CNSK, $S^2O^3K^2$, etc.

Il en est de même lorsqu'on introduit dans la solution colloïdale une faible quantité (1 pour 1000) d'une substance antioxygène : tanin, hydroquinone, phénol, paraphénylène diamine, etc.

Par des mesures faites avec le fluoromètre de Francis Perrin, nous avons pu constater que l'action photosensibilisatrice exercée par la matière fluorescente sur la floculation du colloïde dépend du pouvoir fluorescent que possède la matière fluorescente dans le mélange où se produit la floculation. Cette action photosensibilisatrice s'atténue lorsqu'on diminue le pouvoir fluorescent, soit par l'addition d'un anti-oxygène (inhibiteur incolore), soit par l'addition d'une matière colorante dont le spectre d'absorption en solution présente une bande voisine d'une bande d'absorption de la matière fluorescente (inhibiteur coloré).

Diverses matières fluorescentes sont utilisées en thérapeutique et pour combattre certaines maladies cryptogamiques des végétaux. Comme beaucoup d'actions sériques et d'agglutinations de plastides microbiennes sont comparables, sur bien des points, à des floculations colloïdales, les recherches précédentes appellent l'attention sur l'importance que peut avoir l'efficacité d'un traitement par les substances fluorescentes : 1° pour l'action d'une lumière intense susceptible d'activer la fluorescence ; 2° la présence de substances antioxygènes, soit dans le milieu utilisé pour dissoudre ou fixer la matière fluorescente, soit à l'intérieur des tissus où doit se produire leur action.

---

(1) Francis Perrin, *C. R.* 1927, t. 184, p. 1121 et *Ann. Phys.*, 1929, t. 12, p. 169.

M. Privault, *C. R.* 1927, t. 184, p. 1120.

H. BRINKMAN
Institut de Physique (Utrecht)
et
J. GENARD
Institut d'Astrophysique (Liége)

SUR LA DÉTERMINATION DES TEMPÉRATURES D'UN ARC ÉLECTRIQUE

Dans certains cas spéciaux, il est possible de déterminer avec grande précision la température d'une source lumineuse au moyen des mesures d'intensités dans les spectres de bandes émis.

Toutefois, pour pouvoir comparer la théorie aux résultats expérimentaux, il faut que la répartition des molécules sur les niveaux de départ soit conforme à la loi de Boltzmann.

Le meilleur exemple connu de cette répartition est la distribution des molécules de cyanogène (CN) dans l'arc électrique entre électrodes de carbone.

A l'aide de la formule générale d'intensité pour les raies de rotation d'une bande (1) :

$$I = a . J' . e^{-\frac{E'_r}{kT}}$$

(I = intensité mesurée des raies de rotation, a = constante de proportionalité, J' = nombre quantique de rotation dans l'état excité, E'_r = énergie de rotation de la molécule dans l'état excité, k = constante de Boltzmann et T = température absolue), il a été possible de déterminer T sachant que E'_r vaut $\frac{h^2}{8\pi^2 I'} . J' (J' + 1)$ (branche R) ou $\frac{h^2}{8\pi^2 I'} . J' (J' - 1)$ (branche P) — (h = constante de Planck et I' = moment d'inertie de la molécule dans l'état excité) (2).

Les résultats ont été concordants et ont conduit à une température moyenne voisine de 6.000 d. pour le noyau de l'arc électrique.

La même détermination, effectuée à l'aide des bandes de Al.O. a fourni une température de 2.500 à 3.000 d. pour les parties de l'arc notablement éloignées du noyau.

Dans un travail récent, nous avons voulu étudier la variation éventuelle de température à l'intérieur du noyau même de l'arc, c'est-à-

---

(1) MULLIKEN : *Phys. Rev.*, 30, 138, 1927.

(2) Voir à ce sujet les travaux d'Ornstein, Van Wijck et un de nous (H. B.) dans Zeitsch. für Physik et Koningl. Akademie van Wetenschappen te Amsterdam.

dire voir si des modifications de température se présentaient dans la section du cylindre émetteur des bandes de CN.

A cet effet, nous avons pris une série de spectres transversaux de l'arc électrique, c'est-à-dire de spectres obtenus en plaçant la fente du spectrographe perpendiculairement à la direction des électrodes.

Des précautions spéciales ont évidemment été prises pour veiller au stigmatisme de l'installation spectrale ainsi qu'à l'immobilité parfaite de l'arc électrique (à cet effet, nos spectres définitifs ont été pris sous une pression d'air de 15 cm. de mercure).

Les spectres ont ensuite été photométrés à des hauteurs progressives, c'est-à-dire à des distances progressives du centre de l'arc.

L'emploi de la formule ci-dessus, calculée pour toutes les raies de rotation employables de la bande (o-o), permet de déterminer graphiquement une valeur très précise de la température pour chacune des distances au centre de l'arc.

Contrairement à toute attente, la température reste pratiquement constante (erreur de mesure : $\pm$ 150 d. maximum) dans la section complète de l'arc émettrice des bandes de CN.

Dans nos conditions de travail, cette température a été trouvée égale à 6000 d.

Michel DUREPAIRE
Licencié ès Sciences, Ingénieur E. S. E.

APPLICATION D'UNE RELATION VALABLE EN COURANT ALTERNATIF SINUSOÏDAL AUX OSCILLATIONS DE RELAXATION

Considérons le circuit de la fig. 1. On sait que (Voir Congrès du Havre, A. F. A. S. et C. R. Ac. Sc., 1932, t. 194, p. 1902), moyennant certaines conditions entre la force électromotrice de la source S, les valeurs de la résistance R, la capacité du condensateur C, et les constantes du tube N, des oscillations prennent naissance dans ce circuit : un téléphone intercalé en T dans le circuit de la lampe N rend un son si les oscillations se produisent à une fréquence audible.

Si, au moyen d'un commutateur, on remplace rapidement un condensateur dont on connaît la valeur par un condensateur de capacité inconnue, dans le montage décrit précédemment, on observe en général, au téléphone, une variation de fréquence : il suffit alors, pour comparer deux capacités, d'avoir un condensateur étalon à capacité variable et de le régler de manière que l'oreille ne puisse plus déceler

de variation de hauteur de son quand on fait jouer le commutateur : la valeur de la capacité inconnue est alors égale à celle du condensateur étalon.

Mais tout ceci suppose que le condensateur inconnu est parfait ; si, en particulier, la valeur de son isolement n'est pas très grande, la mesure est complètement erronée : on conçoit en effet que dans ce cas, le temps de charge du condensateur qui a des fuites, soit plus long que s'il était parfait : la fréquence obtenue est donc plus basse qu'elle devrait l'être dans le cas d'un condensateur sans fuites.

L'expérience montre alors qu'en mettant en série avec le condensateur à étudier un condensateur parfaitement isolé, on évite cet inconvénient : la mesure est indépendante de la résistance d'isolement, depuis la valeur I Mégohm jusqu'à l'infini ; sans cet artifice, les erreurs seraient de l'ordre de 100 % (par excès) pour une résistance d'isolement de l'ordre de 30 à 40 Mégohms et au-dessous de ces valeurs, les oscillations ne pourraient plus se produire.

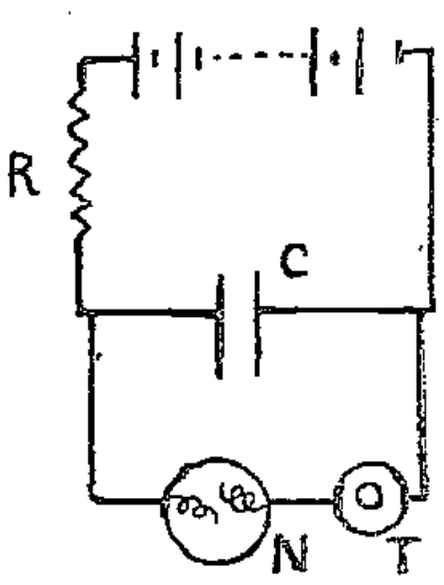


fig. 1

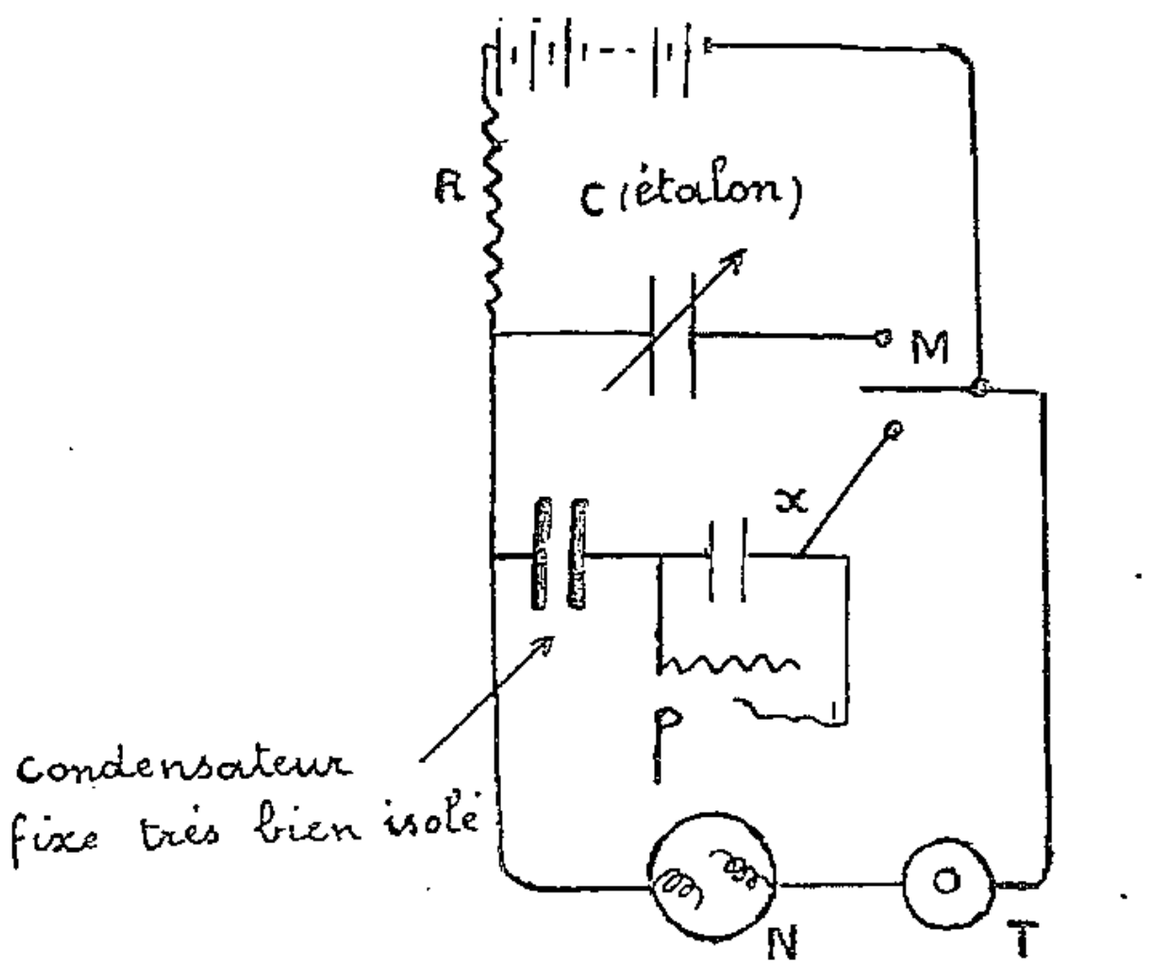


fig. 2

Si, avec notre nouveau montage, fig. 2, on effectue une série de mesures, en laissant fixe la capacité à étudier, mais en la shuntant par une résistance (figurant le mauvais isolement), ρ, que l'on fait varier, on s'aperçoit que, pour des valeurs de ρ inférieures à 1 Mégohm, le résultat est fonction de ρ mais alors que dans le premier cas, fig. 1, on avait une erreur *systématique* due à la méthode de mesure, et pratiquement impossible à calculer, avec le montage de la fig. 2, on apprécie l'impédance du circuit constitué par le condensateur x, en parallèle avec la résistance ρ.

En courant alternatif sinusoïdal de pulsation ω, l'impédance d'un condensateur de capacité x est :

$$-\frac{j}{C\omega} \quad \text{avec} \quad j = \sqrt{-1}$$

et l'impédance Z de cette capacité en parallèle avec une résistance est :

$$-\frac{1}{[Z]} = \frac{1}{\rho} - \frac{C\omega}{j} = \frac{1}{\rho} jC\omega \quad \text{d'où} \quad [Z] = \frac{1}{\frac{1}{\rho} + jC}$$

le module de cette expression est :

$$Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{\rho^2} + C^2\omega^2}}$$

Or notre montage compare cette impédance Z à une capacité étalon : au moment de l'égalité des fréquences pour les deux positions du commutateur M si C' est la valeur lue sur l'étalon, on a :

$$Z = \frac{1}{C'\omega}.$$

Si l'on compare les valeurs de C' obtenues expérimentalement en faisant varier ρ et les valeurs de C' calculées au moyen de l'expression

$$\frac{\rho}{\sqrt{\frac{1}{\rho^2} + C^2\omega^2}}$$

en prenant soin de maintenir la fréquence constante pendant les mesures, on obtient le tableau suivant (voir ce tableau à la planche contenant les figures).

Or le courant servant à la mesure est loin d'être sinusoïdal, comme le raisonnement permet de le prévoir et comme le confirment des relevés effectués à l'oscillographe à rayons cathodiques : il a une forme en « dents de scie ».

Cette expérience montre donc que l'on peut ici appliquer à un courant non sinusoïdal une expression valable normalement en courant sinusoïdal seulement.

Nous nous bornons, pour l'instant, à décrire le phénomène et à donner les résultats : il est, en effet, très difficile d'en donner une interprétation simple, car les oscillations de relaxation se prêtent mal à la mise en équations.

TABLEAU

ρ ohms.	G calculé.	G mesuré.
1.000.000	1,72	1,71
600.000	1,75	1,75
400.000	1,81	1,80
300.000	1,87	1,88
200.000	2,09	2,10
180.000	2,18	2,20
140.000	2 43	2,42

J. GÉNARD
Institut d'Astrophysique de l'Université de Liége

SUR LA FLUORESCENCE DES MOLÉCULES DIATOMIQUES D'ANTIMOINE

Parmi les éléments de la cinquième colonne du tableau périodique, on a pu seulement, jusqu'à maintenant, mettre en évidence d'une manière certaine, la fluorescence des molécules diatomiques de phosphore et de bismuth.

Une source excitatrice très intense nous a permis de déceler le même phénomène pour l'antimoine.

Cette source consistait en un arc à Hg brûlant dans un tube en quartz courbé en fer à cheval.

Le réservoir d'antimoine était composé de deux tubes de quartz communiquants placés dans deux fours électriques distincts ; ce dispositif permettait de faire varier indépendamment la pression et la température de l'antimoine dans le réservoir.

La lampe à Hg était elle-même placée dans le four de température et entourait danc complètement le tube correspondant du réservoir.

L'observation se faisait perpendiculairement au plan de la lampe.

La fluorescence de l'antimoine est relativement faible dans les conditions physiques qu'il est possible d'atteindre normalement ; en effet, malgré la source excitatrice très intense employée, des poses photographiques de 6 heures étaient nécessaires avec un spectrographe de dispersion moyenne. Les fours électriques étaient portés à des températures de 1.000 d. (température) et 700 d. (pression).

Comme il fallait s'y attendre théoriquement, la fluorescence est excitée dans le domaine spectral voisin de 3.000 Å.

Sur nos clichés, nous avons en effet pu ordonner les séries de résonance excitées par les raies λλ 2967, 3032, 3126 et 3132 HgI.

On sait que, théoriquement, chacune de ces séries de résonance se laisse représenter par une expression de la forme

$$\nu = \nu^* - a\left(N + \frac{1}{2}\right) + b\left(N + \frac{1}{2}\right)^2$$

où ν est la fréquence de chacun des termes de la série, V*, a et b trois constantes pour une même série et N un nombre d'ordre valant 0 pour la raie excitatrice, 1, 2, 3... pour les termes successifs de plus petite fréquence, et —1, —2, —3..., pour les termes successifs de plus grande fréquence.

L'application de la méthode des moindres carrés à nos mesures nous a fourni les formules suivantes :

Série λ 2967,6 : $\nu = 33822 - 271{,}7\left(N + \frac{1}{2}\right) + 0{,}70\left(N + \frac{1}{2}\right)^2$

— λ 3021,7 : $\nu = 33219 - 271{,}1\left(N + \frac{1}{2}\right) + 0{,}68\left(N + \frac{1}{2}\right)^2$

— λ 3125,8 : $\nu = 32117 - 268{,}7\left(N + \frac{1}{2}\right) + 0{,}53\left(N + \frac{1}{2}\right)^2$

— λ 3132 : $\nu = 32053 - 268{,}2\left(N + \frac{1}{2}\right) + 0{,}46\left(N + \frac{1}{2}\right)^2$

La théorie des spectres moléculaires nous a appris que les diverses valeurs de a trouvées ci-dessus étaient, en général, voisines d'une constante importante de la molécule dans son état normal, à savoir ω''_e =fréquence fondamentale de vibration dans la position d'équilibre ; dans tous les cas, les différentes valeurs de a doivent être, au plus, égales à ω''_e.

Nous avons donc admis, à titre d'évaluation, la quantité $\omega''_e = 277$.

La relation de Morce $\omega''_e\, r''^3_e = 3.000$ liant cette fréquence fondamentale au rayon interatomique dans la position d'équilibre nous donne

$$r''_e = 2{,}21 \text{ Å}.$$

Cette dernière valeur nous permet d'obtenir une valeur approchée du moment d'inertie dans l'état normal

$$I'' = 489 \times 10^{-40} \text{ gr. cm}^2.$$

Remarquons qu'une légère modification de ω''_e n'apporte pas de grande variation à I″.

L. GAYTON

Professeur au Lycée de Chambéry

SUR UNE EXPÉRIENCE RENDANT VISIBLE A TOUT UN AUDITOIRE LA VÉRIFICATION DE LA LOI DE JOULE EN ÉLECTRICITÉ ; ET, SUR UNE EXPÉRIENCE D'OPTIQUE RENDANT VISIBLE A TOUT UN AUDITOIRE L'ÉGALITÉ i = i' DANS UN PRISME AU MINIMUM DE DÉVIATION.

E. PIERRET

Assistant à la Faculté des Sciences de Nancy

SUR LA MODULATION DES ONDES ULTRA-COURTES

(RÉSUMÉ)

Les ondes ultra-courtes de 17 cm. peuvent être employées en Radiotéléphonie. Leur modulation a été étudiée en traçant le réseau des courbes caractéristiques ; l'examen de ce réseau montre qu'il est possible de moduler les ondes ultra-courtes en faisant varier à fréquence acoustique le potentiel de la plaque de la lampe d'émission et, par suite, l'amplitude des oscillations ; il suffit de se placer dans les régions des courbes caractéristiques telles que les conditions suivantes soient remplies :

1° Tension de grille suffisamment élevée pour éviter une modulation en fréquence.

2° Tension de plaque telle que de petites variations de cette tension produisent des variations aussi grandes que possible de l'intensité des oscillations (régions à grande pente des caractéristiques) en évitant les régions de faible amplitude, d'instabilité et de variation de longueur d'onde.

On trouve ainsi deux régions étroites déterminant les valeurs de la tension de plaque susceptibles d'être utilisées pour la modulation ; elles correspondent aux valeurs expérimentales observées.

Les ondes ultra-courtes de 17 cm. ont une modulation en fréquence très faible, sinon nulle, d'où leur avantage sur les ondes plus longues de Barkhausen où la modulation en fréquence se superposant à la modulation en amplitude produit en général une distorsion. Elles permettent d'obtenir en Radiotéléphonie une excellente reproduction de la parole.

P. SWINGS et M. MIGEOTTE
Institut d'Astrophysique de l'Université de Liége

SUR LA VARIATION DES SPECTRES D'ABSORPTION ET DE FLUORESCENCE DE LA VAPEUR DIATOMIQUE DE TELLURE, EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE ET DE LA PRESSION.

Au cours des nombreuses recherches effectuées depuis quelques années sur la fluorescence de la vapeur diatomique du tellure, plusieurs expérimentateurs ont observé des variations assez fortes dans la coloration de la fluorescence lorsque la température et la pression de la vapeur varient. C'est ainsi notamment que si l'on excite la fluorescence au moyen des raies 4416, 4676 et 4800 du cadmium, le pinceau fluorescent est bleu à basse température et basse pression, devient bleu-verdâtre pour des températures et des pressions plus élevées.

Nous avons fait une étude systématique de ces variations de la fluorescence afin de mettre en évidence l'influence de l'absorption et des chocs ; parallèlement nous avons étudié également la variation du spectre d'absorption. Afin d'obtenir des résultats relatifs à tous les états de vibration, nous avons excité la fluorescence au moyen d'une lumière blanche. Nous avons donc pris les spectres d'absorption et de fluorescence pour différentes pressions p et des gammes de températures T correspondant à chaque pression et inversement pour différentes températures T et des gammes de pressions p correspondant à chaque température. Afin d'éviter l'influence de la réabsorption, la fluorescence a toujours été excitée tout près de la fenêtre avant du tube en quartz contenant du tellure.

Les résultats sont les suivants :

1° *Action de la température* (à pression constante)

a) *Sur le spectre d'absorption.* A basse température, les trains de bandes d'absorption v''=const. n'apparaissent que pour de faibles valeurs de la constante ; au fur et à mesure que T augmente, les trains v'' de plus en plus élevés apparaissent et deviennent de plus en plus intenses.

Ceci se justifie aisément si l'on trace, pour les différentes valeurs entières successives du nombre quantique v'' de vibration, le diagramme théorique du pourcentage de molécules d'état vibratoire v'' en fonction de T. On constate que lorsque T augmente (entre les limites expérimentales,) les pourcentages correspondant à $v''=0$ et 1 diminuent ; pour $v''=2$, il y a d'abord diminution, puis augmentation ; pour $v''>2$, il y a augmentation continue et très appréciable.

b) *Sur le spectre de fluorescence.* Lorsque T augmente, les trains d'émission $v'=$ const. correspondant à des valeurs élevées de la constante vont en diminuant d'intensité relativement aux trains correspondant à v' petit. Autrement dit, le rapport

$$\frac{\text{intensité du train } v'=N}{\text{intensité du train } v'=0}$$

va en diminuant lorsque T augmente et cela d'autant plus fortement que N est plus grand.

Ce fait peut se justifier de la façon suivante. Les molécules fortement vibrantes ont, pour les collisions, un diamètre d'action agrandi ; c'est ce qui explique par exemple pourquoi l'adjonction d'un gaz étranger éteint plus fortement les molécules Te_2 excitées à grande énergie de vibration que les molécules à v' plus petit. Au fur et à mesure que T augmente, l'énergie des chocs intermoléculaires va en augmentant ; les chocs commenceront par éteindre les molécules à v' très grand ; puis, lorsque T augmente, ils pourront désactiver les molécules à v de plus en plus petit.

2° *Action de la pression* (à température constante)

a) *Sur le spectre d'absorption.* Tous les trains $v''=$const. deviennent de plus en plus intenses lorsque p augmente.

Ce fait est dû simplement à l'augmentation de la concentration en molécules.

b) *Sur le spectre de fluorescence.* A température constante et lorsque p augmente, les trains $v'=$ const. correspondant à des valeurs assez grandes de la constante diminuent d'intensité par rapport aux trains de constante v' petite.

Lorsque p augmente, le nombre de chocs augmente proportionnellement. Comme les molécules fortement vibrantes ont un diamètre d'autant plus agrandi que v' est plus grand, ces molécules seront plus atteintes que celles à v' petit par l'action des chocs. D'où affaiblissement relatif de plus en plus prononcé des trains à v' grand lorsque p augmente.

En appliquant ces résultats aux cas où la fluorescence n'est excitée que par quelques longueurs d'onde déterminées et en déterminant les passages de vibration auxquels correspondent ces raies excitatrices, on explique aisément tout le détail des variations de coloration observées jusqu'ici.

Remarquons encore que dans un pinceau de lumière fluorescente à l'intérieur d'un tube, la luminescence ne présente pas une teinte uniforme tout le long du trajet, depuis l'entrée A du faisceau excitateur jusqu'à l'extrémité opposée B. Si l'on compare le spectre de la luminescence en A et en B on constate qu'en B les séries à v' élevé

sont affaiblies par rapport aux séries à v' petit. Ceci est dû à ce que les photons de grand $h\nu$ absorbables par les molécules à v'' petit ont plus de probabilité d'absorption que les photons de plus petite énergie (qui ne sont absorbables que par les molécules à v'' plus grand). Lorsque la lumière excitatrice arrive en B, une partie de ses longueurs d'onde les plus courtes absorbables est déjà absorbée ; l'excitation se fait donc en B, comparativement à ce qui se passe en A, moins fortement par les courtes longueurs d'onde.

P. SWINGS et M. L. HUBIN
Institut d'Astrophysique de l'Université de Liége

NOTE SUR LE SPECTRE DES MOLÉCULES DIATOMIQUES DE SOUFRE

Les molécules diatomiques de soufre ont fait depuis quelques années l'objet d'un grand nombre de recherches de grande valeur (1) ; cependant, si l'on est fixé sur les niveaux électroniques de la molécule, on ne connaît pas encore actuellement avec précision la valeur des constantes de vibration intervenant dans la formule générale exprimant les nombres d'onde des raies origines des bandes de rotation. Cela provient surtout de deux causes :

1° Systématiquement, on emploie pour la période fondamentale de vibration ω''_e et pour la correction d'anharmonicité $x''\omega''$, les valeurs trouvées par B. Rosen en partant d'une seule série de résonance de S_2 excitée par λ 3132 Hg, série dont les termes sont d'ailleurs complexes et n'ont été spectrographiés qu'à dispersion relativement faible.

2° Etant donné un ensemble de mesures, on procède généralement par tâtonnements pour trouver la formule du spectre, au lieu de faire systématiquement les déterminations par moindres carrés.

Remarquons qu'on peut toujours essayer de grouper les résultats des mesures des nombres d'onde d'une série de résonance suivant une formule empirique

$$\nu = \nu_{exc} - bN + cN^2,$$

dans laquelle ν_{exc} est le nombre d'onde de la raie excitatrice, b et c deux constantes et N le numéro d'ordre du terme de la série (positif

---

(1) Travaux de Graham (1911), Henri et Teves (1924), Steubing (1913), Diestelmeyer (1913), Rosen (1926 et 1927), Mc Lennan (1927), Swings (1929 à 1933), Fridrichson (1931), van Iddekinge (1930), Rompe (1930), Naudé et Christy (1931), Genard (1930 à 1933), Fowler et Vaidiya (1931), Wen Shih (1932), D'Or (1931).

pour les termes positifs, négatif pour les termes antistokesiens) ; b varie d'une série à l'autre, tandis que c est une constante pour toutes les séries.

D'ailleurs, les théories modernes sur les spectres de molécules diatomiques ont conduit à une autre formule paraholique dont les coeffi-cients ont une signification physique :

$$\nu = \nu_0 - b_{th} v'' + c_{th} v''^2, \tag{2}$$

où v'' est le nombre quantique de vibration dans l'état électronique normal, ν_0 la fréquence de la raie correspondant à $v'' = 0$, b_{th} la fréquence fondamentale de vibration ω''_e diminuée de la correction d'anharmonicité $x_e'' \omega_e'''$, et c_{th} la correction d'anharmonicité $x_e'' \omega_e''$; b_{th} et c_{th} sont les mêmes pour toutes les séries de résonance d'une même vapeur diatomique.

Supposons que la raie excitatrice d'une série déterminée corresponde au passage de $v''_0 \rightarrow v'_0$; on constatera immédiatement que

$$\begin{cases} c_{th} = c & (3) \\ b_{th} = b + 2cv''_0. & (4) \end{cases}$$

Nous avons commencé par essayer de trouver une nouvelle série de résonance de S_2, mieux adaptée que celles qu'on connaissait jusqu'ici, à la détermination de la formule du spectre. La raie λ 3126 du mercure nous a fourni une série de doublets de rotation très fins que nous avons pu mesurer avec précision depuis le 3e terme antistokien jusqu au 8e terme positif.

Nous avons ensuite déterminé par moindres carrés, les coefficients b et c :

1° De la nouvelle série de résonance 3126 Hg ;

2° De chacune des 4 séries de doublets observées antérieurement par l'un de nous (P. Sw.) ;

3° De chacune des 9 séries de multiplets observées par J. Genard.

La valeur de c doit être théoriquement la même pour toutes les séries ; étant donné les précisions décroissantes des mesures de ces trois groupes, nous avons accordé le même poids à la valeur moyenne de c de chacun de ces trois groupes. Logiquement, il eût été préférable de traiter d'un bloc, par moindres carrés, toutes les séries, en considérant comme inconnues indépendantes toutes les valeurs de b et la valeur commune de c et en accordant un poids différent aux différentes séries. Mais cela nous eût conduits à des calculs inextricables.

La valeur finale obtenue pour c est

$$c = 2.69.$$

Nous avons ensuite calculé par moindres carrés les valeurs du coefficient b de chaque série, en admettant cette valeur commune de c.

Pour déterminer b_{th} nous avons appliqué la relation (4) ; la valeur de c est connue : b est déterminé pour chaque série ; v''_0 est un nombre

entier, positif ou nul. On doit logiquement s'attendre à ce que, parmi les 14 séries examinées, il y en ait au moins une pour laquelle v''_0 soit nul. En effet, aux températures des expériences, il y a toujours entre 70 et 80 % des molécules S_2 qui sont au niveau de vibration $v''=0$. Il est donc extrêmement improbable que, parmi ces 14 séries, aucune ne corresponde à ces molécules qui constituent une majorité.

Nous avons donc choisi comme premier essai de valeur théorique b_{th}, la valeur maximum des b trouvés pour les différentes séries. Nous avons ensuite déterminé les valeurs correspondantes de v''_0 déduites de la relation (4). On a constaté que les valeurs trouvées pour les v''_0 s'accordent avec les nombres de termes antistokesiens observés dans les différentes séries.

S'il y avait eu désaccord, nous aurions essayé comme deuxième hypothèse pour b_{th} la valeur maximum des b trouvés augmentée de $2c$. (C'est-à-dire, nous aurions admis qu'au moins une des raies excitatrices partait de $v''_0=1$). Et ainsi de suite. On a trouvé :

$$b_{th} = b_{max} = 727.\text{I}.$$

En admettant cette valeur comme 1re approximation de b_{th} et en reprenant ensuite par moindres carrés toutes les séries [en choisissant pour le v''_0 de chaque série le nombre entier le plus voisin du quotient $\frac{b_{th}-b}{2c}$ (v. formule 4)], on a trouvé comme valeur finale :

$$b_{th} = 728{,}23.$$

La formule des séries de résonance de S_2 est donc

$$\nu = \nu_0 - 728.23\, v'' + 2.69\, v''^2$$

ou bien

$$\nu = \nu_0^* - 730.92\left(v'' + \frac{1}{2}\right) + 2.69\left(v'' + \frac{1}{2}\right)^2;$$

la formule de B. Rosen était

$$\nu = \nu_0 - 724.5\, v'' + 2.91\, v''^2;$$

la modification apportée n'empêche pas de pouvoir employer pour la détermination des passages $v''_0 \rightarrow v'_0$ correspondant à chaque série, le schéma des niveaux de vibration dressé par B. Rosen.

Pour le calcul par moindres carrés des coefficients de v' et v'^2, nous avons utilisé les mesures des trains d'absorption $v''=0$ et $v''=1$ faites par S.-M. Naudé et A. Christy (ceci nous a d'ailleurs fourni une justification de notre choix de b_{th}).

Comme résultat final, nous obtenons comme formule générale du spectre de S_2 :

$$\nu = 32250.14 + 432.83\left(v' + \frac{1}{2}\right) - 2.93\left(v' + \frac{1}{2}\right)^2 - 730.92\left(v'' + \frac{1}{2}\right) + 2.69\left(v'' + \frac{1}{2}\right)^2.$$

Si, en partant de cette formule, on détermine les perturbations des niveaux de vibration de la molécule S_2 dans l'état électronique excité, on trouve que ces perturbations ne se portent pas seulement sur les niveaux pairs $v'=0$, 2, 4.., comme l'indiquaient Naudé et Christy ; elles semblent porter indifféremment sur les niveaux pairs et impairs.

P. SWINGS, J. PIERARD et M. MIGEOTTE
Institut d'Astrophysique de l'Université de Liége

SUR LA PRÉDISSOCIATION DE LA VAPEUR DE TELLURE

L'étude de la structure des bandes d'absorption de la vapeur diatomique de tellure a conduit récemment Hirschlaff (1) à la conclusion que, dans l'état électronique excité de Te_2, la prédissociation des niveaux de vibration commence à se manifester à partir du nombre quantique de vibration $v'\geqslant 21$. Pour les longueurs d'onde plus petites que λ 3980 Å ($v''=0 \rightarrow v'=20$), les bandes d'absorption cessent de manifester leur structure fine de rotation.

Ce résultat était intéressant, non seulement en lui-même, mais encore parce qu'il semblait en contradiction avec l'observation faite par l'un de nous (2), de deux séries de résonance de Te_2 excitées par les raies λ 4058 et λ 4245 Å du plomb, auxquelles, en première étude, on avait fait correspondre respectivement les passages de vibration

$$v''=5 \rightarrow v'=23 \quad \text{et} \quad v''=10 \rightarrow v'=24.$$

Ces pasages étaient incompatibles avec les résultats de Hirschlaff.

D'autre part, il est du plus haut intérêt d'avoir des données précises relatives à la prédissociation du plus grand nombre possible de molécules diatomiques. C'est pourquoi nous avons cru utile de reprendre la question par une autre méthode.

Nous avons excité la fluorescence de Te_2 au moyen d'une lampe à incandescence de luminosité extrêmement grande (lampe de cinéma, 15 volts, 50 amp.), dont le fonds continu est intense dans l'ultra-violet jusque vers λ 3300 Å. Nous avons pris le spectre de cette fluorescence pour toute une gamme de températures et de pressions de la vapeur et aussi pour toute une échelle d'expositions. Sur chacun de ces nombreux clichés, nous avons repéré les trains de bandes de fluorescence et nous avons constaté que l'on peut suivre des trains de bandes $v'=$const. depuis $v'=0$ jusque $v'=20$, mais jamais au delà.

---

(1) *Zeitschrift für Physik*, 75, 315, 1932.
(2) J. PIÉRARD, *Bull. Ac. R. Belg.*, Cl. Sc., 17, 974, 1930.

Ce résultat confirme bien le point de vue de Hirschlaff. En effet, comme l'ont montré notamment les travaux expérimentaux de V. Henri et les recherches théoriques de G. Herzberg, une molécule ayant absorbé un quantum correspondant à une bande de prédissociation ne possède jamais qu'une probabilité extrêmement faible d'émission

Le résultat de Hirschlaff étant confirmé d'une façon certaine, nous avons repris la série de résonance de Te_2 excitée par la raie γ 4245 et nous avons pu montrer que les valeurs mesurées des longueurs d'onde des différents termes de cette série s'accordent bien également avec le passage excitateur

$$v'' = 3 \rightarrow v' = 11 ;$$

les différences entre les valeurs mesurées et calculées des λ sont de l'ordre des erreurs instrumentales. On doit donc abandonner le passage indiqué primitivement par J. Piérard et admettre que la raie 4245 du plomb porte les molécules de l'état vibratoire $v''=3$ à l'état $v'=11$.

Un résultat analogue s'obtiendrait pour la série 4058.

Albert TURPAIN

Professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers

L'EFFET LALLEMAND (1868) PRÉCURSEUR DE L'EFFET RAMAN (1928)

Roppelons tout d'abord, brièvement, ce qu'est l'effet Raman :

On éclaire un liquide (le benzène), — rendu tout à fait pur. dépourvu de toute particule en suspension, si petite soit-elle, — par un faisceau lumineux qui en traverse la plus grande dimension. Ce liquide, observé dans une direction normale au faisceau éclairant, n'en diffuse pas moins la lumière.

Au spectroscope, cette lumière diffusée montre non seulement la riadotion λ_e monochromatique émise (Raman, 1928), mais de la lumière de longueurs d'onde différentes : $\lambda_{e\pm a}$, ce sont les *raies Raman*, observables en plusieurs bandes étroites de largeur 1 à 3 angstöms. L'intensité de cette lumière est beaucoup plus faible que celle $I_{\lambda e}$ de la lumière incidente : $I_{\lambda e} = 100\, I_{\lambda e \pm a}$; λ_{e-a} est dite raie négative ; λ_{e+a}, positive. L'intensité de la raie positive est de 3 à 10 fois moindre que celle de la négative :

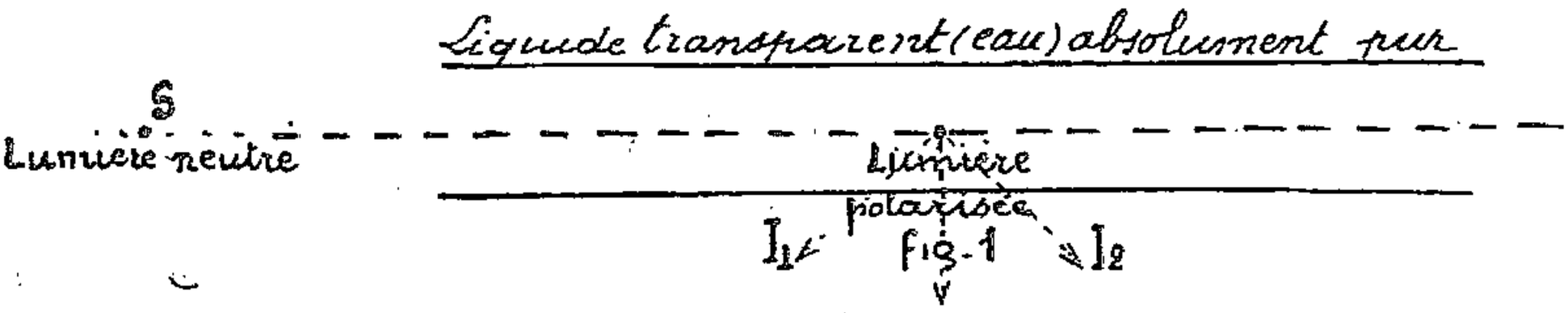
$$I_{\lambda e-a} = 10\, I_{\lambda e+a}.$$

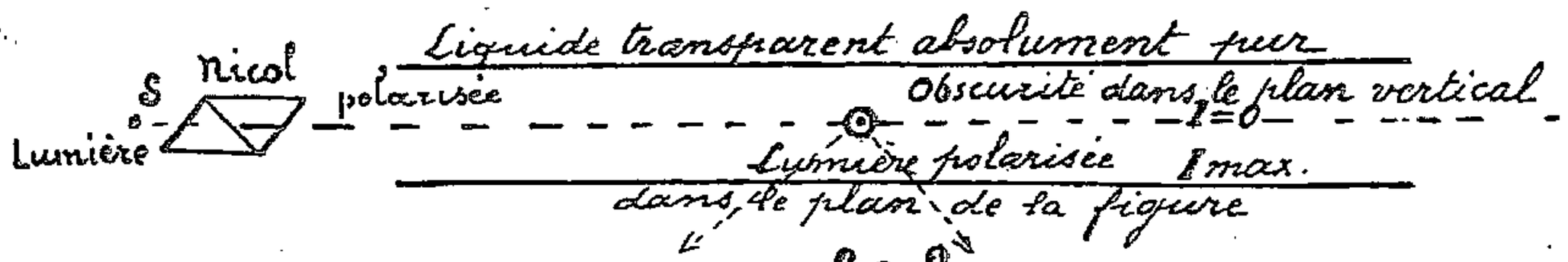
Une autre lumière monochromatique, λ'_e ne change pas les differences de longueurs d'ondes des lumières diffusées. On a :

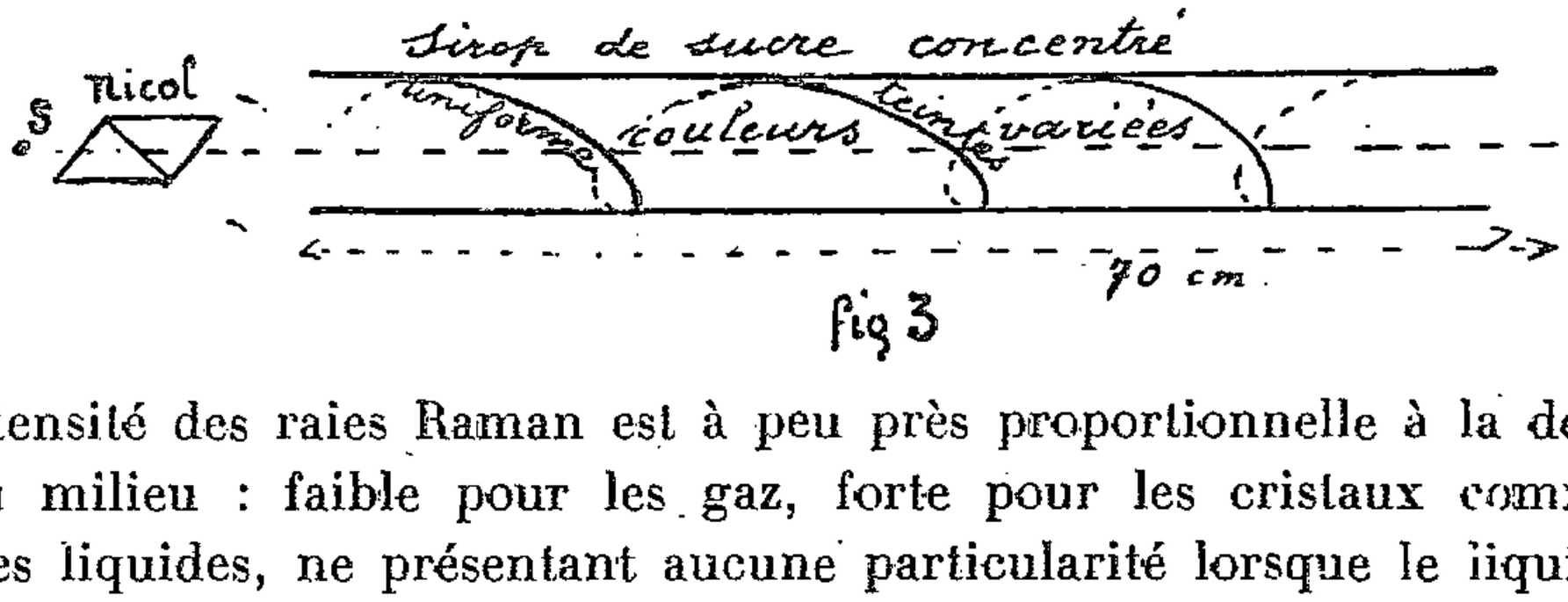
$$\lambda_e \pm a\,;\quad \lambda'_e \pm a\,;\quad \lambda''_e \pm a\,;\quad \lambda'''_e \pm a\,;\quad \text{etc.....}$$

pour lesquelles a reste constant, caractéristique du liquide étudié.

L'effet Raman est général ; quel que soit λ_e on l'observe. Il n'est pas nécessaire que λ_e appartienne à une bande d'absorption du liquide. De nombreux liquides *purs* : toluène, dissolution dans l'eau d'azotates, de chlorates ; des solides : le quartz, le spath ; des gaz : l'ammoniac, présentent ce phénomène.







L'intensité des raies Raman est à peu près proportionnelle à la densité du milieu : faible pour les gaz, forte pour les cristaux comme pour les liquides, ne présentant aucune particularité lorsque le liquide est au voisinage de l'état critique.

Voici maintenant les principales observations faites en 1868, soixante ans plus tôt par Lallemand :

Un faisceau incident traverse un tube de verre horizontal plein d'eau, tout à fait pure. Ce faisceau est ou non polarisé.

1° On opère d'abord en lumière neutre : observée dans une direction transversale, l'eau paraît illuminée. Analysée par un nicol, cette illumination se montre polarisée dans un plan passant par l'axe du tube. Un des mémoires de Lallemand (*Ann. Ch. et Phys.*, 1876, t. 8, p. 98) fait prévoir le résultat obtenu soixante ans plus tard par Raman, et formulé ci-dessus :

$$I_{\lambda e-a} = 10\lambda_{e+a}$$

2° La lumière incidente est polarisée (la vibration de Fresnel étant verticale) : l'illumination est alors maximum pour une visée latérale horizontale ; l'obscurité est complète en visée verticale.

« C'est », écrit Lallemand, soixante ans avant Raman, « une véritable propagation du mouvement vibratoire au sein de l'éther condensé du milieu réfringent, propagation qui a lieu exclusivement dans le plan de polarisation de la lumière incidente et cela dans toutes les directions. » Il souligne que la seconde expérience est une preuve expérimentale que la vibration lumineuse transversale s'exécute bien — suivant le choix de Fresnel — normalement au plan de polarisation.

J.-L. Soret ayant critiqué les expériences de Lallemand, les rapprochant de celles de Tyndall, suggérées par Stokes, sur les milieux troubles, Lallemand maintint, en toute rigueur, ses conclusions, indiquant comment il fallait purifier l'eau, opération à la vérité très difficile. Les liquides organiques très mobiles sont plus aisés à purifier complètement. « Le repos et la décantation », ajoute-t-il, « sont les seuls moyens à employer. Les filtrations, même répétées, restent impuissantes à dépouiller un liquide des immondices de l'atmosphère. » Ses recherches, dont la bibliographie suit, intéressent nombre de milieux transparents, liquides et solides. Parmi les solides, le sel gemme, le spath, le quartz hyalin s'illuminent peu, les divers verres et surtout les substances douées de polarisation rotatoire présentent de remarquables phénomènes :

Un faisceau polarisé traverse une lame de quartz perpendiculaire à l'axe, puis un tube de verre de 70 à 80 cm. de long plein d'une dissolution concentrée de sucre dans l'eau. On remarque des couleurs variables d'un point à l'autre du faisceau, changeantes avec l'azimut ; les directions normales au faisceau incident qui suivent une même teinte décrivent une hélice dont le pas est la longueur du liquide sucré qui fait tourner de 360° la vibration colorée suivie.

L'illumination latérale prismatique est du plus curieux effet.

Le sulfure de carbone, qu'on peut obtenir très pur, s'illumine très énergiquement.

Lallemand étudia les dissolutions salines incolores : les sels qui augmentent beaucoup l'indice de réfraction de l'eau accroissent d'autant son pouvoir d'illumination. L'influence de la densité est très nette avec les hydrocarbures saturés tirés de la distillation fractionnée de l'essence de pétrole, depuis l'hydrure d'amyle jusqu'à l'hydrure de décyle. Cette influence de la densité sur le coefficient d'illumination a été retrouvée par Raman.

Lallemand effectua sur le phénomène qu'il a découvert des mesures photométriques et des observations spectroscopiques.

On a trop laissé dans l'ombre l'œuvre de Lallemand, tant en électricité (il imagina, avant Weber, le premier électrodynamomètre ; voir A.F.A.S., Congrès de Liége, 1924, p. 302) qu'en optique.

C'est ainsi qu'on désigne — à tort — sous le nom de « diffusion Rayleigh normale » une partie de l'effet Lallemand de 1868 — trois ans

avant les premières publications de Lord Rayleight (J. W. Strutt) sur la matière, lesquelles datent de 1871 seulement (Phil. Mag., t. 41). — Les traités actuels, les plus soignés même, ignorent Lallemand et son expérience sur le sirop de sucre, expérience dont Mascart dit cependant qu'elle est « une des plus brillantes expériences que l'on puisse réaliser », « matérialisant pour ainsi dire le pouvoir rotatoire « (C. R. Ac. des Sciences, t. 102, 5 avril 1886, p. 786).

La première note qu'il adressa à l'Académie sur l'illumination des liquides, le 19 juillet 1869, fut présentée par Ballard. Elle excéda la longueur réglementaire. On lit cependant en note, p. 282, t. 69, 1869, des Comptes rendus : « L'Académie décide que cette note, bien que dépassant les limites réglementaires, serait insérée en entier aux Comptes rendus. » Et lorsqu'on annonça à l'Institut le décès de Lallemand qui, élu correspondant, succédant à Billet en 1882, s'éteignit en 1886 dans sa 70e année, l'éloge qui fut lu à la séance qui suivit de peu son décès indique que la Science française vient de perdre un de ses doyens.

Bibliographie des publications de Lallemand sur l'Illumination des solides et liquides transparents

Comptes Rendus de l'Académie des Sciences :

19 juillet 1869 ; t. 69, p. 189 ;
26 juillet 1869 ; t. 69, p. 282 ;
25 octobre 1869 ; t. 69, p. 917 ;
20 décembre 1869 ; t. 69, p. 1294 (réponse à J.-L. Soret) ;
23 septembre 1873 ; t. 75, p. 711 (sur la polarisation de l'atmosphère) ;
24 novembre 1873 ; t. 77, p. 1216 ;
4 mai 1874 ; t. 78, p. 1272 ;
21 septembre 1874 ; t. 79, p. 693.

Mémoires : *Annales de Chimie et de Physique :*

4e série, t. 22, 1871, p. 200 à 234 ;
5e *série*, t. 528, 1876, p. 93 à 137.

R. BERTHIER

Professeur à l'Ecole Préparatoire à l'Enseignement Supérieur de Chambéry

1° REMARQUE GÉNÉRALE SUR LA PHYSIQUE THÉORIQUE LES HYPOTHÈSES DES ÉQUATIONS MAXWELL

(RÉSUMÉ)

I

1° *Notations.* — Il serait nécessaire de revoir et d'unifier les symboles principaux, champs, vitesse de la lumière, dérivées, et surtout opérations vectorielles. Tous les symboles devraient être prononçables, car il faut pouvoir *parler l'Analyse et la Physique*, il faudrait répudier les artifices

typographiques, accents, astérisques, caractères spéciaux, en général imprononçables.

2° *Unités*. — On emploie encore tour à tour et même tout à la fois les systèmes : de Gauss, UES, UEM, Heaviside, UEM pratique. Le système UEM semble le plus commode. Il faudrait s'entendre définitivement sur un système d'unités, à condition de donner *des noms* à toutes ses unités.

3° *Termes*. — Il n'y aurait que des avantages à éliminer des expressions impropres ou absurdes comme Force-Vive, Force Electromotrice, Induction Magnétique, etc...

4° *Hypothèses*. — Il faudrait procéder à un vaste récolement des Hypothèses et Principes et obtenir des Auteurs qu'ils indiquent nettement leurs suppositions et les séparent des déductions. Personne ne se gêne plus pour introduire subrepticement des hypothèses nouvelles dès qu'une difficulté se présente. Les hypothèses fondamentales sont mal dégagées. Nous présentons au Chapitre II un essai dans ce sens sur les Equations de Maxwell. De plus il faudrait remettre à leur rang subalterne certains théorèmes, comme le « Principe de Döppler-Fizeau », les « Lois » de Kirchhoff et de Lenz. Enfin il faudrait mettre en évidence le caractère purement fictif de certaines grandeurs auxiliaires du calcul, comme les Masses Magnétiques et l'Entropie.

5° Le rôle essentiel de la Science est mal compris. Elle est d'abord chargée de nous fournir du Monde une Représentation Conforme, c'est-à-dire qui conserve les aspects, et non vraiment une Explication qui dénude la nature des choses. Mais si cela autorise les représentations les plus complexes, l'axiome fondamental doit rester : *Que le monde existe.*

6° *Le moyen pratique* de faire adopter les réformes ci-dessus suggérées serait que les Académies et Associations scientifiques refusent tout mémoire ou communication qui ne serait pas conforme à un ensemble de règles de ce genre. On impose des règles beaucoup plus dures pour la rédaction des brevets. On peut en fixer quelques-unes dans le domaine de la propriété scientifique.

II

Dans le système UEM, les Equations de Maxwell s'écrivent :

$$\begin{cases} \overrightarrow{\text{rot}}\,\text{E} = -\mu\,\dfrac{\partial \overrightarrow{\text{H}}}{\partial t} & (1) \\ \overrightarrow{\text{rot}}\,\text{H} = \dfrac{\text{K}}{c^2}\left[\dfrac{\partial \overrightarrow{\text{E}}}{\partial t} + \dfrac{4\pi c^2}{\text{K}}\,j\right] & (2) \end{cases} \qquad \begin{cases} \text{Div.}\ \overrightarrow{\text{KE}} = \dfrac{4\pi c^2}{\text{K}}\,\rho & (3) \\ \text{Div.}\ \overrightarrow{\mu\text{H}} = 0. & (4) \end{cases}$$

Ce système d'équations a pour rôle de résumer toutes les Lois ou Hypothèses fondamentales de l'Electricité.

Equation 1. — On pose d'ordinaire qu'elle exprime la loi de l'Induction. En réalité elle contient autre chose.

La loi de Kelvin :

$$V = -\mu \frac{\partial \Phi}{dt} \qquad \text{(V potentiel induit)} \tag{5}$$

est formellement identique, pour un circuit fermé, à la Loi de Laplace :

$$\vec{F} = \varepsilon \left[\vec{H} \times \vec{v}\right] \qquad (\varepsilon \text{ charge, } v \text{ vitssse de } \varepsilon)$$

D'autre part, pour passer de la Loi de Kelvin à l'équation 1, il faut former l'*hypothèse supplémentaire* que le potentiel induit de la formule de Kelvin est le potentiel d'un champ électrique induit $\vec{E}$. Car rot E représente, par unité d'aire de circuit fermé, le travail d'une charge + 1 faisant un tour du circuit sous l'effort du champ induit $\vec{E}$.

En revenant à la Loi de Laplace, cela revient à ajouter à cette Loi l'Hypothèse supplémentaire suivante : Seul un champ électrique peut pousser une charge électrique. Si on tire un électron dans une direction normale à un champ magnétique, ce n'est pas ce champ magnétique qui va le faire dévier d'après la Loi de Laplace. Il va d'abord se produire un champ électrique induit E de même direction que la Force de la Loi de Laplace et de valeur : $\vec{E} = [\vec{H} \times \vec{v}]$ (6) puis ce champ agira sur l'électron comme un champ électrostatique. *De plus*, E existe en l'absence même de la charge mobile. Un déplacement d'un champ magnétique normalement à sa direction engendre un champ électrique induit $\vec{E}$, en sorte que la Loi de Laplace est en somme remplacée par l'équation (6).

Cette hypothèse supplémentaire apporte les difficultés évidentes du mouvement relatif, qui n'existaient pas avec la Loi de Laplace, et qui nécessitent l'hypothèse de la Relativité.

Cette hypothèse supplémentaire n'est pas absolument nécessaire, et on peut construire une Théorie de l'Electricité sans elle.

Mais si on l'adopte, il faut aller jusqu'au bout et introduire les champs du second ordre dus au mouvement du champ induit E lui-même.

Equation 2. — Le terme $\frac{4\pi c^2}{K} j$ considéré seul rend l'équation formellement identique à la loi élémenlaire de Biot et Savart :

$$\vec{H} = \frac{\varepsilon v \sin \alpha}{r^2} = \frac{K}{c^2} \left[\vec{E} \times \vec{v}\right].$$

Considérons le premier terme. On dit d'ordinaire qu'il introduit une hypothèse nouvelle due à Maxwell, l'hypothèse du Déplacement, d'après laquelle le vecteur $\vec{D} = \frac{K}{4\pi c^2} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$ possède les propriétés magnétiques d'un courant. Or cette hypothèse n'est pas autonome et paraît formellement identique à celle de Biot et Savart.

Considérons en effet un champ $\vec{E}$ qui varie dans le temps, au point fixe P. Ses lignes de force voient leur concentration varier, et si l'on trace un petit contour fermé plan autour du point P, le vecteur $\vec{E}$, dans ce mouvement d'expansion des lignes de force, traverse ce contour avec une vitesse $\vec{v}$, d'où un champ magnétique

$$\vec{H} = \frac{K}{c_2} \left[\vec{E} \times \vec{v} \right]$$

tangent au contour, et dont la circulation, par unité d'aire du contour fermé, vaut :

$$\text{rot } \vec{H}$$

Il est facile de montrer que le champ $\vec{H}$ ainsi calculé est identique à celui que permet de calculer le Déplacement.

Il est donc inutile d'introduire l'hypothèse du Déplacement, et l'équation 2/ de Maxwell est formellement identique à l'équation (7) ou à la loi de Biot et Savart.

De plus il est incorrect de faire figurer dans la 2e équation de Maxwell à la fois les courants de convexion et le déplacement, on doit l'écrire seulement :

$$\text{rot } \vec{H} = \frac{K}{c_2} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

En résumé : Il y a dans la première équation une hypothèse de plus et dans la seconde une de moins qu'on n'en dénombre d'ordinaire, ce qui comporte des conséquences importantes.

2° SUR UNE DÉFINITION DE LA LIGNE DROITE

(RÉSUMÉ)

Aucune définition directe n'est donnée en Géométrie de la Ligne Droite. Les axiomes d'Hilbert contiennent un essai de définition indirecte. Nous proposons un procédé direct de définition qui consiste à employer un *Groupe d'Opérations de Déplacement.*

*
* *

On définit d'abord un *Plan* comme une Surface qui coïncide avec elle-même par une *opération de retournement quelconque.* Dans l'Espace Physique l'expérience montre qu'une telle Surface existe, ce qui autorise la généralisation de la notion. Tous les Plans sont des Surfaces superposables et qui coïncident dès qu'elles ont plus de deux points communs. Car si cette condition est remplie pour deux Plans 1 et 2, et si l'on

retourne toute la figure, dans tout domaine où le Plan 2 ne coïncide pas avec le Plan 1, il se trouve placé d'autre part du Plan 1 par rapport à sa position primitive, et ne peut coïncider avec lui-même, ce qu'il peut faire par définition, qu'en coïncidant avec 1. (Cf. fabrication et vérification des surfaces planes).

Deux Plans sont *Rectangulaires* ou *Perpendiculaires* si la Surface double qu'ils forment peut coïncider avec elle-même après retournement par rapport à l'un d'eux.

La Ligne Droite, ou Ligne doublement Plane, est l'intersection de deux Plans rectangulaires.

On peut tirer de là, dans l'Espace Euclidien, que :

Par une Ligne Droite contenue dans un Plan 1, on ne peut faire passer qu'un Plan perpendiculaire 2 au Plan 1 (Vér. d'une règle).

Dans un Plan, on ne peut tracer qu'une seule perpendiculaire à une droite du Plan, soit par un point de la Droite, soit par un point extérieur. (Vérification d'une lunette, d'une équerre).

Dans un Plan, deux Droites perpendiculaires à une troisième sont dites *parallèles* et n'ont aucun point commun, à moins qu'elles ne coïncident.

Les Plans et Droites *obliques* se définissent en traçant des systèmes de gradins rectangulaires identiques. (Cf. Cristallographie).

Dans le même ordre d'idées, la *Sphère* sera la Surface qui coïncide avec elle-même par un glissement quelconque (Cf. fabrication des Surfaces sphériques). Appliqué au domaine infiniment petit qui entoure chaque point d'une Surface, ce type de définition permet un nouveau classement des Surfaces.

6e section

CHIMIE

Président. . . . . François GALL, Directeur de la Société d'Electro-Chimie, d'Electro-Métallurgie et des Aciéries électriques d'Ugine.

L. ANDRIEUX

Professeur à la Faculté des Sciences
Sous-Directeur de l'Institut d'Electrochimie et d'Electro-Métallurgie de Grenoble

FABRICATION PAR ÉLECTROLYSE, D'ALLIAGES CONTENANT DU BORE

Obtenu au laboratoire depuis plus d'un siècle, le bore est encore peu connu et peu utilisé ; il possède pourtant de remarquables propriétés, qui eussent dû lui assurer, depuis longtemps, de nombreuses applications, s'il n'eût été si difficile à préparer.

Les progrès récents de la fabrication du bore et de ses alliages permettent aujourd'hui d'en envisager l'essor industriel immédiat. C'est pourquoi je me propose, dans cette communication, de résumer les recherches que j'ai faites à ce sujet et d'indiquer le principe d'un nouveau procédé de fabrication de quelques alliages de bore.

L'un des traits caractéristiques du bore, au point de vue chimique, est qu'il se combine à la plupart des métaux et des métalloïdes ; c'est d'ailleurs la raison principale pour laquelle la préparation du bore pur par réduction chimique présente de grandes difficultés, le bore séparé se combinant avec l'excès du réducteur employé. Il en résulte que les alliages du bore avec les métaux sont relativement plus faciles à obtenir que le bore pur et que, tout au moins pour les applications métallurgiques, il est plus avantageux de préparer les alliages du bore à partir d'alliages-mères obtenus directement, qu'à partir du bore lui-même.

D'ailleurs, la préparation des alliages du bore soit par union directe du bore avec les métaux, soit par réduction des oxydes métalliques par le bore, outre qu'elle nécessite l'emploi de bore dont la préparation est peu courante et le prix élevé, ne peut être réalisée qu'à l'abri de l'air et à haute température.

Les autres méthodes classiques habituellement employées pour la préparation des alliages ne donnent pas, dans le cas des alliages du bore, d'excellents résultats ; ainsi la réduction des borates par le charbon, le sodium, l'aluminium ou le silicium fournit généralement des

produits fortement carburés ou contenant une proportion notable d'aluminium ou de silicium.

C'est avec l'espoir d'obtenir de meilleurs résultats que j'ai appliqué à la préparation des alliages du bore la méthode électrolytique.

Le procédé auquel je me suis arrêté est basé sur l'électrolyse de bains fondus formés de mélanges de borates et de fluorures alcalins ou alcalino-terreux. Suivant leur composition, la nature des électrodes et les conditions de l'électrolyse, ces bains permettent d'obtenir des produits très variés, notamment du bore, des borures ou des alliages de bore.

Comment les bains dont il s'agit sont-ils décomposés par le courant lorsqu'on emploie une cathode en charbon ?

Soit par exemple un mélange équimoléculaire de borate et de fluorure de calcium tel que :

$$2B^2O^3 + CaO + CaF^2$$

obtenu en fondant dans les proportions convenables, de l'anhydride borique, de la chaux et du fluorure de calcium.

Si l'on électrolyse ce mélange à 1.100°, dans un creuset cylindrique en charbon servant de cathode, l'anode étant constituée par une baguette de charbon, on peut constater qu'il se forme, sur la paroi intérieure du creuset de petits cristaux noirs de borure de calcium, CaB^6, mélangés à du bore amorphe impur, pendant que de l'oxygène se dégage sur la baguette anodique de charbon dont il provoque la combustion.

Le mécanisme de la formation du borure de calcium est facile à expliquer : le bain ne contient en effet qu'un seul cation, le calcium ; c'est donc évidemment du calcium métallique qui se sépare à la cathode par réaction primaire. Mis en liberté à l'état naissant et à température élevée, il réagit aussitôt sur l'anhydride borique qu'il réduit en donnant du métaborate de calcium et du bore, selon la réaction :

$$4B^2O^3 + 3Ca = 3Ca(BO^2)^2 + 2B.$$

Ce dernier se combine partiellement avec le calcium provenant de la réaction primaire, pour donner le borure de calcium

$$Ca + 6B = CaB^6.$$

L'électrolyse se traduit donc finalement, à l'anode, par l'élimination de l'oxygène ; à la cathode, par la réduction de l'anhydride borique et la mise en liberté de calcium et de bore, qui se combinent en partie pour former du borure de calcium.

Seul, le borate de calcium est décomposé. Le fluorure de calcium n'intervient que pour faciliter l'électrolyse ; il abaisse la température de fusion du bain et diminue sa viscosité ; de petites quantités de fluorures alcalins peuvent produire les mêmes résultats.

La séparation du bore et la formation de borure peut évidemment se produire dans tous les cas où le métal du borate, comme le cal-

cium, est susceptible de réduire l'anhydride borique. On obtient en effet les borures de baryum, de strontium, de cérium, de manganèse, etc., en électrolysant les mélanges de borate et fluorure des métaux correspondants.

Cependant, l'électrolyse d'un mélange de borate et fluorure de magnésium, tel que

$$2B^2O^3 + MgO + MgF^2$$

ne donne pas, ou très peu de borure de magnésium ; on recueille seulement du bore contenant comme impureté principale du borure de magnésium ; c'est là, précisément, une méthode intéressante de préparation du bore.

Les bains de borate et fluorure de magnésium permettent en outre de préparer de nombreux borures. Il suffit, en effet, d'ajouter dans ces bains une petite quantité d'un oxyde métallique (par exemple : 10 % environ du poids du bain) et d'y faire passer le courant, pour obtenir le borure correspondant.

On peut admettre, dans ce cas, que le magnésium, mis en liberté à la cathode par réaction primaire, réduit simultanément l'anhydride borique et l'oxyde métallique contenus dans le bain, et libère le bore et le métal dont la combinaison donne naissance au borure correspondant.

Les borures de cérium, de thorium, de chrome, de titane, de zirconium, de vanadium, d'uranium, de tantale, de niobium, etc., peuvent être préparés de cette façon.

Ainsi, dans tous les cas que je viens de citer, on obtient des borures, composés définis, bien cristallisés, très durs, qui se forment directement à l'état solide car leurs températures de fusion sont bien supérieures aux températures auxquelles on pratique l'électrolyse.

Un certain nombre de ces composés, comme les borures de chrome, de titane, de zirconium, de tantale, etc... ont une forte teneur en métal et se rattachent, par leur aspect et les propriétés, aux alliages métalliques.

Fait-on, maintenant, l'électrolyse des bains précédents avec des cathodes métalliques, une anode en charbon et dans des conditions convenables de température ? On obtient alors des alliages dont certains sont assez facilement fusibles pour être extraits de la cuve par coulée, sans interrompre l'opération.

Voici, par exemple, comment on peut préparer les alliages de nickel et de bore par ce procédé.

Le nickel, dont le point de fusion est 1.450°, forme avec le bore qui fond vers 2.300°, plusieurs eutectiques dont le plus fusible, d'après le diagramme de Giebelhausen (1), contient 12,5 % de bore et fond à 990°.

---

(1) H. GIEBELHAUSEN. *Zeits. f. anorg. Chem.*, 91, 1915, p. 260.

Supposons que, dans un creuset en charbon, on fasse l'électrolyse d'un bain fondu formé d'un mélange de borate et de fluorure de magnésium, en utilisant une anode en charbon et une cathode en nickel et en chauffant à 1.000°, c'est-à-dire à une température légèrement supérieure au point de fusion de l'eutectique nickel-bore le plus fusible.

Lorsque le courant traverse le bain, le magnésium se sépare à la cathode, réduit l'anhydride borique environnant et libère du bore qui se fixe immédiatement sur le nickel cathodique pour donner un alliage ; celui-ci fond et coule dès qu'il possède la composition eutectique.

Opère-t-on à une température plus élevée, à 1.100° par exemple, l'alliage devient alors liquide lorsqu'il possède la composition correspondant au point A du diagramme (12 % B) ; il coule au fond du creuset où il peut être recueilli, ou bien, s'il est relié au pôle négatif, il peut jouer le rôle de cathode et continuer à s'enrichir en bore jusqu'au moment où il possède une composition correspondant au point B (18 % B) ; à ce moment, il passe à l'état solide. Ainsi, on peut, à 1.100°, obtenir des alliages ayant une teneur comprise entre 12 % et

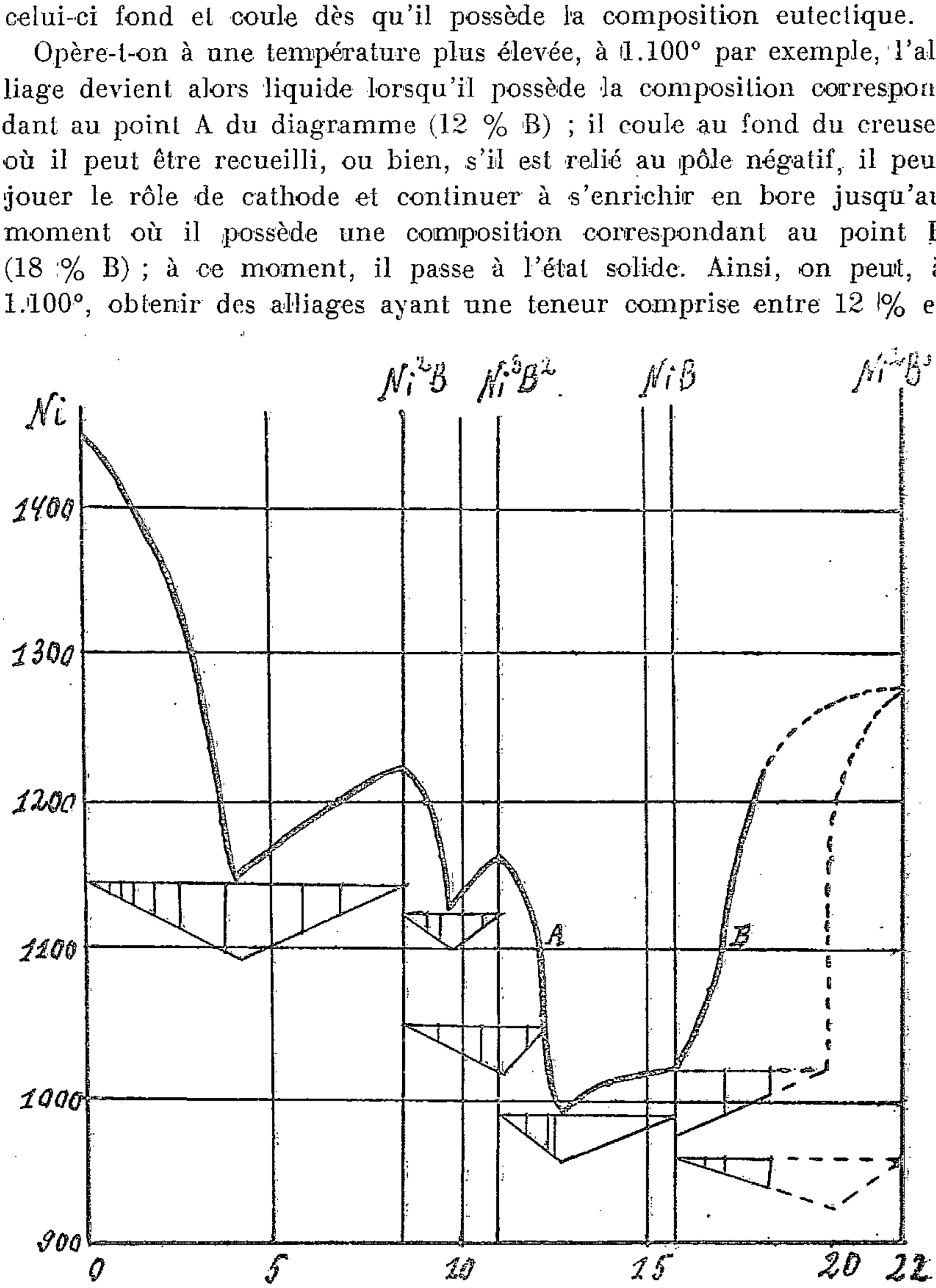


Diagramme Nickel-Bore (d'après Giebelhausen)

18 % de bore. La composition de l'alliage formé est donc, dans une certaine mesure, fonction de la température d'électrolyse ; elle dépend aussi, entre certaines limites, de la durée de l'opération.

Comme on le voit, les diagrammes de fusion des alliages du bore avec les métaux donnent de précieuses indications : ils permettent de prévoir les teneurs en bore des alliages que l'on peut préparer lorsqu'on opère à une température déterminée, ou inversement, de fixer avec une certaine précision la température à laquelle il faut opérer pour obtenir un alliage déterminé. Etant donné que les alliages du bore avec les métaux ne fondent généralement qu'à température très élevée, on ne peut songer à les obtenir tous, indifféremment, à l'état fondu, par la méthode électrolytique : il faut faire un choix et ce choix peut être guidé par l'examen des diagrammes de fusion

Il est évident que l'emploi du procédé est surtout indiqué dans le cas des alliages des métaux qui donnent avec le bore des eutectiques à bas points de fusion.

Les alliages cobalt-bore peuvent être obtenus dans les mêmes conditions et avec les mêmes teneurs en bore que les alliages de nickel-bore.

De même, les alliages de fer et de bore peuvent être préparés en employant des cathodes en fer ou en fonte ; leur teneur en bore d'après le diagramme de F. Wever et de A. Müller (1), est d'environ 4 % si l'on opère à 1.200°, elle peut atteindre 10 % si l'on opère à une température un peu supérieure à 1.400°.

On peut également préparer par ce procédé des alliages ternaires ou plus complexes. Pour cela il suffit par exemple d'ajouter dans la cuve d'électrolyse où s'est formé le premier alliage à l'état fondu le métal ou les métaux : cuivre, zinc, aluminium, etc... que l'on se propose de faire entrer dans l'alliage final, cette addition pouvant, dans certains cas, faciliter la coulée du produit.

Ou bien, on peut ajouter dans le bain d'électrolyse des quantités convenables d'un oxyde ou d'un sel du métal à allier avec le métal cathodique et le bore. C'est ainsi, par exemple, qu'en mettant dans les bains d'électrolyse de petites quantités d'oxyde de chrome, de tungstène, de molybdène, de vanadium, de titane, de glucinium, etc.. on obtient, avec des cathodes en nickel ou en cobalt, des alliages ternaires contenant, avec le nickel ou le cobalt et le bore, de petites quantités des métaux correspondant aux oxydes ajoutés.

Enfin, on peut prendre des cathodes constituées par l'alliage dans lequel on se propose d'introduire du bore.

Par exemple, en employant des barres de ferro-nickel, ferro-cobalt, de nickel-chrome ou de ferro-nickel-chrome, etc..., on obtient respec-

---

(1) F. Wever et A. Müller. *Mitt. K. W. I Eisenforschung* (11, 193, 1929).

tivement des alliages de fer-nickel-bore, de fer-cobalt-bore, de nickel-chrome-bore ou de fer-nickel-chrome-bore, etc.

Industriellement, l'électrolyse est effectuée de préférence dans des cuves en charbon, avec une anode centrale également en charbon, la cuve étant reliée au pôle négatif de la source de courant.

Le métal ou l'alliage cathodique est employé sous forme de tôles, de plaques, de grilles, de baguettes ou de barres, qui sont disposées verticalement entre l'anode et la paroi intérieure de la cuve en charbon et reposent sur le fond de cette dernière qui, seule, est reliée au pôle négatif de la source de courant. Lorsqu'on emploie des barres, on peut aussi les incliner, de façon que leurs extrémités inférieures soient placées sous l'anode centrale. Au fur et à mesure qu'elles sont attaquées, les cathodes descendent par leur propre poids et demeurent en contact avec le fond de la cuve ; pour les maintenir dans leur position, la cuve est en partie recouverte par un plateau percé de trous dans lesquels on les place.

L'alliage formé au début de l'opération se rassemble au fond de la cuve en une couche liquide. Il résulte de ce dispositif, qu'en cours d'opération, la surface cathodique est constituée d'une part par les plaques ou les barres solides, d'autre part, par l'alliage liquide du fond de la cuve, dans lequel plongent ces barres, tous dispositifs de suspension et de connexion des barres étant ainsi supprimés.

Il en résulte également que la surface active des barres ou des plaques est constamment renouvelée, que l'alliage formé s'écoule lentement et qu'il vient se rassembler à la surface de l'alliage liquide qui, de ce fait, se trouve également renouvellée. Ce renouvellement incessant de toute la surface active favorise la formation et l'enrichissement de l'alliage en bore.

Pour augmenter la surface active, il est préférable de prendre des tiges de petit diamètre et de les disposer sur plusieurs rangées concentriques, dans une cuve circulaire. Cette disposition présente l'avantage d'amortir les mouvements de convection, dans la zone cathodique, et, par suite, l'entraînement vers l'anode de bore libre ; elle augmente donc le rendement, protège la cuve en charbon et diminue la carburation.

L'alliage formé est recueilli par coulée sans interrompre la marche de la cuve, pendant que la composition du bain d'électrolyse est maintenue sensiblement constante par addition des différents constituants, au fur et à mesure qu'ils sont décomposés.

Le rendement de courant varie beaucoup avec la nature, la teneur en bore et le degré de fusibilité de l'alliage que l'on prépare. D'une façon générale, les alliages à basses teneurs, correspondant à des eutectiques à bas points de fusion, peuvent être obtenus avec un meilleur

rendement et par suite à un prix moins élevé, que les alliages à hautes teneurs.

Les produits obtenus par le procédé électrolytique contiennent généralement moins d'impuretés que les produits préparés par réduction chimique ; c'est ainsi que leurs teneurs en carbone et en silicium sont comprises le plus souvent entre 0,2 et 0,5 %.

Voici par exemple un ferro-bore contenant : 8,6 % de bore, 0,35 % de C et 0,28 % de Si, et des alliages de nickel et de bore, à 8 et 11 % de bore, avec 0,1 et 0,4 % de C. Par contre, leurs teneurs en bore sont relativement basses (⩽20 %) ; c'est là un inconvénient qui n'est pas grave, car il suffit, en général, de très petites quantités de bore pour modifier profondément les propriétés mécaniques des alliages.

Les alliages du bore sont en effet caractérisés par une très grande dureté ; ainsi ils rayent facilement le verre dès qu'ils contiennent 5 à 7 % de bore. C'est la raison pour laquelle on a songé à les utiliser dans la fabrication des aciers et des alliages durs et extra-durs et dans la cémentation. Certains de ces alliages possèdent aussi, du point de vue magnétique, des propriétés intéressantes, susceptibles d'applications.

Il reste encore fort à faire dans l'étude des propriétés et des applications des alliages contenant du bore ; en fournissant aux chercheurs quelques alliages-mères, plus purs et moins coûteux que ceux préparés par les procédés connus, le procédé électrolytique dont je viens d'indiquer le principe contribuera, j'espère, au développement de l'industrie naissante du bore et de ses alliages.

En terminant, je tiens à remercier la Société d'Electrochimie, d'Electrométallurgie et des Aciéries électriques d'Ugine, d'avoir bien voulu s'intéresser à mes recherches et de les avoir appliquées industriellement

---

R. BERTHIER
Ingénieur conseil de la Compagnie d'Alais et Camargue

EXTRACTION A L'ÉTAT COLLOÏDAL DU SILICIUM CONTENU DANS L'ALUMINIUM COMMERCIAL

(RÉSUMÉ)

L'Aluminium Commercial contient du Silicium à l'état combiné, libre ou en solution solide.

Quand on dissout l'Aluminium par l'Acide Chlorhydrique, on ne retrouve à l'état de métalloïde que le Silicium existant déjà à l'état libre dans le métal, et encore à condition d'opérer en liqueur refroidie en évitant l'emballement de la réaction.

Le Silicium combiné ou en solution solide donne du Si H^4 gazeux et de la Silice dissoute. On sait que la méthode classique du dosage du Silicium dans l'Aluminium consiste à ajouter de l'Acide Nitrique à l'Acide Chlorhydrique, ce qui permet d'oxyder le Si H^4 et le Si libre et de transformer ainsi tout le Silicium en Silice plus ou moins dissoute, une addition supplémentaire d'Acide Sulfurique permettant, par une évaporation à haute température, d'insolubiliser certainement et d'isoler cette Silice.

Mais si on amalgame profondément l'Aluminium avant de l'attaquer, puis qu'on l'attaque par H Cl concentré, tout le Silicium est quantitativement libéré. En effet, l'affinité du Mercure pour l'Aluminium est assez grande pour rompre complètement la combinaison Al-Si, le Mercure n'ayant d'ailleurs aucune affinité pour le Silicium et ne formant aucun amalgame avec lui. On obtient une suspension colloïdale de Silicium. Voici le mode opératoire :

On met 100 gr. de Hg pur dans une fiole poire de 400 cc. avec 20 cc. d'Acide Sulfurique à 15 %, puis 2 gr. d'Al, on bouche et on agite vigoureusement. L'Al est rapidement mouillé par le Mercure. On arrête l'opération quand les morceaux d'Al flottent *sous* la surface libre du Mercure. On lave pour éliminer l'Acide Sulfurique. On met ensuite 200 cc. de H Cl conc. L'attaque est assez vive, mais la réaction ne s'emballe pas comme en l'absence de Mercure, et dure 30 minutes.

On trouve alors dans la fiole une bouillie blanche de Chlorure d'Aluminium insoluble dans H Cl conc. et l'excès du Mercure inattaquable par H Cl. On ajoute lentement de l'eau pour dissoudre le Chlorure d'Al sans échauffer la liqueur, et on a alors une suspension colloïdale de Silicium. A notre connaissance, c'est la première qui ait été réalisée. La liqueur est dichroïque et aucune particule n'y est visible au microscope. Cette suspension peut être stabilisée par addition de Chlorure de Calcium, mais si on ne la stabilise pas, elle évolue assez vite, et la floculation se fait d'autant plus vite que le métal contenait davantage de Si libre.

Le Si floculé peut être rassemblé sur filtre de verre, et, desséché, donne une pellicule brune qui brûle comme de l'amadou. La Silice obtenue est très blanche et très pure.

Cette expérience constitue un procédé très exact et très rapide de dosage du Silicium contenu dans l'Aluminium Commercial, en tout cas plus exact et plus rapide que le procédé classique.

BONNE
Ingénieur chimiste

LES MÉTHODES D'EXAMEN DES PEROXYDES ALCALINS

(RÉSUMÉ)

Le Bioxyde de sodium pur, l'Oxylithe S et l'Oxylithe PS sont les peroxydes que l'on trouve habituellement dans le commerce.

Tandis que le premier de ces corps est utilisé en général pour des réactions d'oxydation (blanchiment), la principale utilisation des deux autres est dans les appareils d'assainissement et de régénération de l'air provenant de la respiration.

Les méthodes d'examen de ces produits seront donc variables : dans le premier cas, on emploiera des méthodes titrimétriques et dans le second cas des méthodes gazométriques. Dans ce second cas également, on aura parfois à compléter les renseignements donnés par la gazométrie, par un essai spécial permettant de mesurer l'aptitude du produit à la régénération de l'air expiré.

Aucune de ces méthodes toutefois ne fait ressortir la formule des constituants des produits commerciaux et, à cet égard, la mise au point d'une méthode d'analyse élémentaire serait très désirable.

A. COCHET
Ingénieur-chimiste-conseil
Directeur du Consortium d'Etudes

SUR LES APPLICATIONS DE LA BALANCE DE COMPENSATION DANS LES RECHERCHES PHYSICO-CHIMIQUES

M. DANIÈRE

Sous-Directeur de la Société Electro-Métallurgique de Montricher

SUR DEUX TYPES DE FOURS MONOPHASÉS GRANDE PUISSANCE

(RÉSUMÉ)

Pendant longtemps, les seuls fours à grande puissance et qui existaient surtout au Canada et aux Etats-Unis, furent des fours triphasés. On a cependant avantage à employer des fours monophasés qui sont plus simples de conception, plus faciles à conduire et qui permettent de réduire le nombre des électrodes puisqu'en associant 2 fours monophasés avec le montage en scott des transformateurs, on peut utiliser le courant triphasé et obtenir très facilement un équilibrage parfait des phases avec 2 électrodes au lieu de 3 ; mais, dans la réalisation des fours monophasés de forte puissance un grand nombre de difficultés surgissent, difficultés provenant surtout du grand diamètre consécutif de l'électrode et des dispositions à adopter pour obtenir un facteur de puissance élevé malgré la très forte intensité et la fréquence habituelle de 50 périodes secondes.

L'auteur décrit, avec leurs systèmes de chargement connexes, les 2 types de fours monophasés Miguet et Miguet-Perron assurant présentement, à la technique française, le record de l'intensité et dont le dernier en date, le four MP, paraît avoir résolu le difficile problème de la marche en « fermé » et partant, celui de la captation complète des fumées et de l'utilisation totale du carbone.

H. DELOMENIE

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES FERROSILICIUMS INDUSTRIELS

(RÉSUMÉ)

L'émission de gaz toxiques par les ferro-siliciums et la désagrégation de ces produits sont dues à l'action de l'eau sur le phosphore d'aluminium dissous dans la masse, composé d'autant plus abondant pour une même teneur en phosphore et silicium que le ferro-silicium est plus riche en aluminium.

Il n'est pas douteux que les expériences répétées avec le système Arsenic-Aluminium, au lieu du système Phosphore-Aluminium, auraient conduit à des conclusions identiques.

Le travail de l'auteur confirme donc que le dégagement de phos-

phore et d'arséniure d'hydrogène est dû à la présence de phosphore et d'arsénium d'aluminium. Il démontre également que le délitement des ferrosiliciums à 50 % ne doit pas être attriué à une texture particulière, en relation avec la teneur en silicium, mais bien à la présence de ces phosphures et arséniure d'aluminium, dont la formation se produit dans les conditions thermiques qui président à la fabrication de ces alliages.

Octave DONY-HENAULT
Professeur à l'Université de Bruxelles

OBSERVATIONS SUR L'ÉPURATION ÉLECTROLYTIQUE DE SOLUTIONS DE SELS ALCALINS

(RÉSUMÉ)

L'auteur propose l'épuration des saumures (des ions Ca^{++}, Mg^{++}, Fe^{++}) par action du courant. L'alcalinité formée dans le compartiment catodique, par décharge des ions H^{+}, précipite partiellement la chaux $Ca(OH)^2$ plus complètement $Mg(OH)^2$). La précipitation de Ca^{++} est rendue complète par addition d'un peu de CO^3Na^2 ou de PO^4Na^3.

J. GALL
Ingénieur Civil des Mines
Directeur de la Société des Produits azotés

LES DÉBUTS DE L'INDUSTRIE FRANÇAISE DE L'AZOTE SYNTHÉTIQUE : LA CIANAMIDE EN SAVOIE

(RÉSUMÉ)

Le premier procédé ayant permis la fixation de l'azote de l'air est celui de la cianamide calcique, composé obtenu par azotation du carbure de calcium pulvérisé et chauffé à une température de 900°. Ce procédé, découvert par Frank et Caro, fut exploité industriellement en 1905 à Piano d'Orte (Italie), puis à Notre-Dame-de-Briançon (Savoie) à partir de 1907.

L'Usine de Notre-Dame-de-Briançon, construite par la Société Française des Produits azotés, permit la mise au point définitive du procédé, en particulier, celle du chauffage électrique, du carbure broyé, universellement adopté dans la suite. C'est à Notre-Dame-de-Briançon que fut étudiée la décomposition de la cianamide en autoclave pour produire l'ammoniac, réaction qui fut utilisée industriellement d'abord à Villers (Oise), puis dans diverses installations construites pendant la guerre.

Note de Mme GUAISNET-PILAUD
Préparateur à la Fondation Le Bel

présentée par M. FREUNDLER
Professeur à la Faculté des Sciences de Paris (P. C. N.)

ISOMERIE DES COMPOSÉS AZOTÉS ORGANIQUES

La présente communication est un résumé des recherches qui ont été effectuées à la Fondation Le Bel, 250, rue Saint-Jacques à Paris, conformément au programme établi par le Testateur.

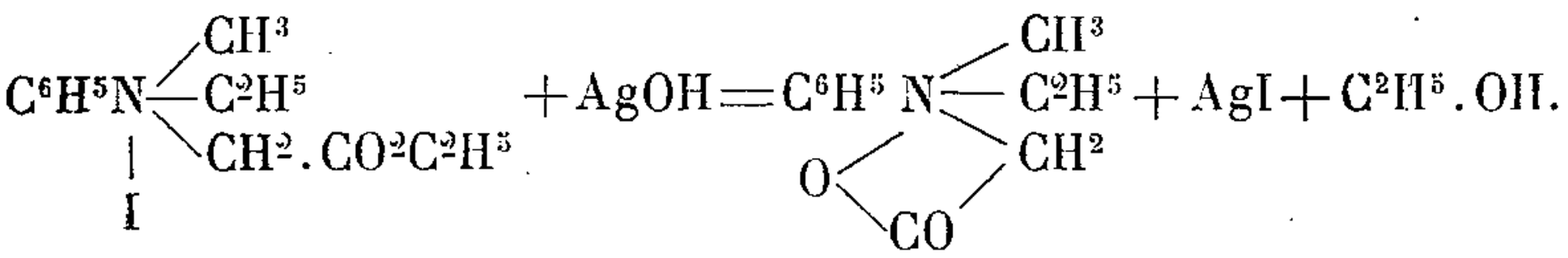
Ces recherches ont eu pour objet la vérification des idées et des expériences de J.-A. Le Bel relatives à l'existence d'isomères géométriques de l'azote pentavalent asymétrique du type $R_1\ R_2\ R_3\ R_4\ NX$, et que les travaux ultérieurs de Wedekind et d'autres auteurs avaient semblé infirmer.

Elles ont abouti, non seulement à la démonstration rigoureuse de l'existence de ces isomères géométriques, mais aussi à la confirmation des idées de Jones sur la structure spatiale de ces derniers ; elles ont fourni en outre de nouveaux procédés d'étude des propriétés atomiques et moléculaires de l'azote qui seront certainement applicables aux phénomènes biologiques, et en particulier à l'assimilation biochimique de l'azote atmosphérique.

L'orientation favorable de ces recherches a des causes complexes ; l'une de celles-ci est la rencontre, déjà ancienne, de phénomènes remarquables qui ont pour siège la cellule de certaines Laminaires (L. flexicaulis) ; celle-ci contient un complexe iodé dont la partie organique est une bétaïne. L'idée directrice du travail a été de reproduire artificiellement un complexe aussi analogue que possible à celui des algues et qui pourrait, dans des conditions semblables, donner lieu à des manifestations du même ordre que celles qui ont été observées dans les tissus des Laminaires. D'autre part, l'existence d'une chaîne bétaïnique cyclique devait augmenter la stabilité des isomères et rendre leur

recherche plus facile. L'expérience a donné aux deux points de vue des résultats positifs.

Pour des raisons de commodité, nous nous sommes adressés à des composés mixtes, gras et aromatiques. Etendant aux amines tertiaires mixtes la réaction décrite autrefois par Willstaetter, nous avons fait réagir à froid l'éther iodacétique sur la méthyléthylaniline et la méthylpropylaniline. Les iodures quaternaires bruts ainsi obtenus ont été traités ensuite par l'oxyde d'argent en solution aqueuse :



Dans chaque cas, la bétaïne brute isolée par concentration de la solution dans le vide, a pu être scindée en deux fractions parfaitement définies, qui constituent l'une un *monohydrate*, l'autre un *dihydrate*.

Ces deux hydrates fournissent le même *chloroplatinate ;* les bétaïnes correspondantes ont donc la même constitution chimique. De plus, le monohydrate qui fond à 175°5 (dans le cas du dérivé méthyléthylé), se transforme spontanément, à froid, et à sec, dans le dihydrate fusible à 79°5 ; on serait donc tenté de les considérer comme deux hydrates d'une même bétaïne.

Mais d'autres réactions permettent d'établir que chaque hydrate dérive d'une bétaïne de structure particulière :

Lorsqu'on combine les hydrates en question avec une molécule d'acide oxalique, on obtient, avec le monohydrate, exclusivement un *oxalate acide*, *anhydre*, fusible à 124°5, tandis que le dihydrate fournit un mélange d'un *oxalate neutre anhydre* fusible à 166° et d'un *oxalate acide hydraté*, fusible à 69°5, une partie de l'acide oxalique restant non combinée.

En second lieu, l'isomérisation par la chaleur (100°, dans le vide) fournit, avec le monohydrate, du *phénylméthylamino-acétate d'éthyle* (1), qui a été caractérisé par sa transformation en *phénylméthylamino-acétamide* (II) :



tandis que le dihydrate se transforme dans les mêmes conditions, en *phényléthylamino-acétate de méthyle* (III) caractérisé également à l'état de *phényléthylamino-acétamide* (IV) :



L'existence de deux formes stéréo-isométriques de la phénylméthyléthylbétaïne, retrouvées d'ailleurs parallèlement chez les dérivés méthylpropylés, confirme donc d'une façon absolue les idées de J.-A. Le Bel sur ce sujet, et il sera probablement aisé de démontrer que ses anciennes expériences qui se rapportent aux sels de méthyléthylpropylisobutylammonium sont exactes.

Jones a proposé de représenter les produits d'addition immédiats des amines tertiaires avec les dérivés halogénés par une double pyramide bipolaire à base triangulaire commune : cette structure, peu stable, se transformerait spontanément en une autre, schématisée par une pyramide simple, monopolaire, à base quadrangulaire contenant les quatre groupements carbonés.

Or, Pope a suggéré que l'activité moléculaire était liée à la disposition spatiale (tétraédrique par exemple) de ces groupements carbonés, et qu'elle était incompatible avec leur situation dans un même plan. C'est dire que seule, la forme bipyramidale métastable sera susceptible de dédoublement et d'activation.

Et précisément, Le Bel a spécifié que le chlorure de méthyléthylpropylisobutylammonium existe sous deux formes dont l'une seulement peut être activée par les moisissures. Nos expériences en cours nous ont donné avec les bétaïnes benzylées des résultats analogues.

Dans ces conditions, la racémisation si facile des composés azotés asymétriques actifs serait due à une transformation de la structure bipolaire, en structure monopolaire ; cette transformation peut avoir lieu, ou du moins être fortement accélérée, sous la seule influence de la lumière (Wedekind).

L'existence de deux bétaïnes stéréo-isomères implique forcément celle de deux iodures quaternaires stéréo-isomères. En fait, l'apparition des phénomènes rythmiques qui accompagnent la combinaison de l'éther iodacétique et des amines tertiaires, nous avait déjà fait présumer cette existence.

La question se pose alors de savoir comment deux matières en apparence homogènes, peuvent, dans une même réaction, donner naissance à deux stéréo-isomères qui ne sont nullement des inverses, et qui sont très suffisamment stables pour qu'on ne puisse pas admettre une transformation progressive de l'un dans l'autre.

Nous pensons que l'explication de ce fait doit être cherchée dans le sens d'une variation périodique des propriétés électrostatiques de l'amine tertiaire, ou du moins de l'intensité de ces propriétés, cette variation se manifestant par des phénomènes chimiques qui apparaissent lorsque les deux valences supplémentaires de l'azote sont saturées.

L'étude optique des hydrates de bétaïnes a été entreprise récemment ; elle a fourni des résultats, encore difficiles à interpréter, mais qui s'accordent d'ores et déjà fort bien avec la conception qui vient d'être formulée.

Rappelons en terminant que c'est au cours des recherches précédentes que nous avons retrouvé *in vitro* le pourpre stannoso-argentique obtenu antérieurement dans la combustion des Laminaires riches en iode dissimulé.

P. SWINGS et M. L. HUBIN
Institut d'Astrophysique de l'Université de Liège

NOTE SUR LE SPECTRE DES MOLÉCULES DIATOMIQUES DE SOUFRE

Les molécules diatomiques de soufre ont fait depuis quelques années l'objet d'un grand nombre de recherches de grande valeur (1) ; cependant, si l'on est bien fixé sur les niveaux électroniques de la molécule, on ne connaît pas encore actuellement avec précision, la valeur des constantes de vibration intervenant dans la formule générale exprimant les nombres d'onde des raies origines des bandes de rotation. Cela provient surtout de deux causes :

1° Systématiquement, on emploie pour la période fondamentale de vibration ϖ''_e et pour la correction d'anharmonicité $x''\varpi''$, les valeurs trouvées par B. Rosen en partant d'une seule série de résonance de S_2 excitée par λ 3132 Hg, série dont les termes sont d'ailleurs complexes et n'ont été spectrographiés qu'à dispersion relativement faible.

2° Etant donné un ensemble de mesures, on procède généralement par tâtonnements pour trouver la formule du spectre, au lieu de faire systématiquement les déterminations par moindres carrés.

Remarquons qu'on peut toujours essayer de grouper les résultats des mesures des nombres d'onde d'une série de résonance suivant une formule empirique.

$$\nu = \nu_{exc.} - bN + cN^2, \qquad (1)$$

dans laquelle $\nu_{exc.}$ est le nombre d'onde de la raie excitatrice, b et c deux constantes et N le numéro d'ordre du terme de la série (positif pour les

---

(1) Travaux de Graham (1911), Henri et Teves (1924), Steubing (1913), Diestelmeyer (1913), Rosen (1926 et 1927), Mc Lennan (1927), Swings (1929 à 1933), Fridrichson (1931), van Iddekinge (1930), Rompe (1930), Naudé et Christy (1931), Genard (1930 à 1932), Fowler et Vaidiya (1931), Wen Shih (1932).

termes positifs, négatif pour les termes antistokesiens ; b varie d'une série à l'autre, tandis que c est une constante pour toutes les séries.

D'ailleurs, les théories modernes sur les spectres de molécules diatomiques ont conduit à une autre formule parabolique dont les coefficients ont une signification physique :

$$\nu = \nu_0 - b_{th} v'' + c_{th} v''^2, \qquad (2)$$

où v'' est le nombre quantique de vibration dans l'état électronique normal, ν_0 la fréquence de la raie correspondant à $v'' = 0$, b_{th} la fréquence fondamentale de vibration ϖ_e'' diminuée de la correction d'anharmonicité $x_e''\varpi_e''$; b_{th} et c_{th} sont les mêmes pour toutes les séries de résonance d'une même vapeur diatomique.

Supposons que la raie excitatrice d'une série déterminée corresponde au passage $v_0'' \rightarrow v_0'$; on constatera immédiatement que

$$\begin{cases} c_{th} = c & (3) \\ b_{th} = b + 2cv''_0. & (4) \end{cases}$$

Nous avons commencé par essayer de trouver une nouvelle série de résonance de S_2, mieux adaptée que celles qu'on connaissait jusqu'ici, à la détermination de la formule du spectre. La raie λ 3126 du mercure nous a fourni une série de doublets de rotation très fins que nous avons pu mesurer avec précision depuis le 3e terme antistokesien jusqu'au 8e terme positif.

Nous avons ensuite déterminé par moindres carrés, les coefficients b et c :

1° de la nouvelle série de résonance 3126 Hg ;

2° de chacune des 4 séries de doublets observées antérieurement par l'un de nous (P. Sw) ;

3° de chacune des 9 séries de multiplets observées par J. Genard.

La valeur de c doit être théoriquement la même pour toutes les séries ; nous avons accordé le même poids à la valeur moyenne de c de chacun de ces 3 groupes. Logiquement il eût été préférable de traiter d'un bloc, par moindres carrés, toutes les séries, en considérant comme inconnues indépendantes toutes les valeurs de b et la valeur commune de c et en accordant un poids différent aux différentes séries. Mais cela nous eût conduits à des calculs inextricables.

La valeur finale obtenue pour c est

$$c = 2.69.$$

Nous avons ensuite calculé par moindres carrés les valeurs du coefficient b de chaque série, en admettant cette valeur commune de c.

Pour déterminer b_{th}, nous avons appliqué la relation (4) ; la valeur de c est connue ; b est déterminé pour chaque série ; v_0'' est un nombre entier, positif ou nul. On doit logiquement s'attendre à ce que, parmi les 14 séries examinées, il y en ait au moins une pour laquelle v_0'' soit nul. En effet, aux températures des expériences, il y a toujours entre 70 et

80 % des molécules S_2 qui sont au niveau de vibration $v'' = 0$. Il est donc extrêmement improbable que, parmi les 14 séries, aucune ne corresponde à ces molécules qui constituent une majorité.

Nous avons donc choisi comme premier essai de valeur théorique b_{th}, la valeur maximum des b trouvés pour les différentes séries. Nous avons ensuite déterminé les valeurs correspondantes de v_0'' déduites de la relation (4). On a constaté que les valeurs trouvées pour les v_0'' s'accordent avec les nombres de termes antistokesiens observés dans les différentes séries.

S'il y avait eu désaccord, nous aurions essayé comme deuxième hypothèse pour b_{th} la valeur maximum des b trouvés augmentés de 2 c. (c'est-à-dire nous aurions admis qu'au moins une des raies excitatrices partait de $v_0'' = 1$). Et ainsi de suite.

On a trouvé

$$b_{th} = b_{max} = 727.1.$$

En admettant cette valeur comme première approximation de b_{th} et en reprenant ensuite par moindres carrés toutes les séries [en choisissant pour le v_0'' de chaque série le nombre entier le plus voisin du quotient $\frac{b_{th} - b}{2\,c}$ (v. formule 4)] on a trouvé comme valeur finale

$$b_{th} = 728.23.$$

La formule des séries de résonance de S_2 est donc :

$$\nu = \nu_0 - 728.23\,v'' + 2.69\,v''^2$$

ou bien

$$\nu = \nu_0^* - 730.92\left(v'' + \frac{1}{2}\right) + 2.69\left(v'' + \frac{2}{2}\right)^2;$$

la formule de B. Rosen était

$$\nu = \nu_0 - 724.5\,v'' + 2.91\,v''^2;$$

la modification apportée n'empêche pas de pouvoir employer pour la détermination des passages $v_0'' \rightarrow v_0'$ correspondant à chaque série, le schéma des niveaux de vibration dressé par B. Rosen.

Pour le calcul par moindres carrés des coefficients de v' et v'^2, nous avons utilisé les mesures des trains d'absorption $v'' = 0$ et $v'' = 1$ faites par S. M. Naudé et A. Christy (ceci nous a d'ailleurs fourni une justification de notre choix de b_{th}).

Comme résultat final, nous obtenons comme formule générale du spectre de S_2 :

$$\nu = 32250.14 + 432.83\left(v' + \frac{1}{2}\right) - 2.93\left(v' + \frac{1}{2}\right)^2$$
$$- 730.92\left(v'' + \frac{1}{2}\right) + 2.69\left(v'' + \frac{1}{2}\right)^2.$$

Si en partant de cette formule, on détermine les perturbations des niveaux de vibration de la molécule S_2 dans l'état électronique excité, on

trouve que ces perturbations ne se portent pas seulement sur les niveaux pairs $v' = 0, 2, 4$, comme l'indiquaient Naudé et Christy ; elles semblent porter indifféremment sur les niveaux pairs et impairs.

P. SWINGS et M. MIGEOTTE
Institut d'Astrophysique de l'Université de Liége

SUR LA VARIATION DES SPECTRES D'ABSORPTION ET DE FLUORESCENCE DE LA VAPEUR DIATOMIQUE DE TELLURE, EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE ET DE LA PRESSION.

Au cours des nombreuses recherches effectuées depuis quelques années sur la fluorescence de la vapeur diatomique du tellure, plusieurs expérimentateurs ont observé des variations assez fortes dans la coloration de la fluorescence lorsque la température et la pression de la vapeur varient. C'est ainsi notamment que si l'on excite la fluorescence au moyen de l'étincelle entre électrodes de cadmium, le pinceau fluorescent est bleu à basse température et basse pression, devient bleu-verdâtre pour des températures et des pressions moyennes et paraît nettement vert pour des températures et des pressions plus élevées.

Nous avons fait une étude systématique de ces variations de la fluorescence afin de mettre en évidence l'influence de l'absorption et des chocs ; parallèlement nous avons étudié également la variation du spectre d'absorption. Afin d'obtenir des résultats relatifs à tous les états de vibration, nous avons excité la fluorescence au moyen d'une lumière blanche. Nous avons donc pris les spectres d'absorption et de fluorescence pour différentes pressions p et des grammes de températures T correspondant à chaque pression et inversement pour différentes températures T et des gammes des pressions p correspondant à chaque température, Afin d'éviter l'influence de la réabsorption, la fluorescence a toujours été excitée tout près de la fenêtre avant du tube en quartz contenant le tellure.

Les résultats sont lès suivants :

1° Action de la température (à pression constante).

a) *Sur le spectre d'absorption.* A basse température, les trains de bandes d'absorption $v'' =$ const. n'apparaissent que pour de faibles valeurs de la constante ; an fur et à mesure que T augmente, les trains de v'' de plus en plus élevés apparaissent et deviennent de plus en plus intenses.

Ceci se justifie aisément si l'on trace, pour les différentes valeurs entières successives du nombre quantique v'' en fonction de T. On cons-

tate que lorsque T augmente (entre les limites expérimentales), les pourcentages correspondant à $v'' < 2$ diminuent ; pour $v'' = 2$, il y a d'abord diminution, puis augmentation pour $v'' > 2$, il y a augmentation continue et très appréciable.

b) *Sur le spectre de florescence.* — Lorsque T augmente, les trains d'émission $v'' =$ const. correspondant à des valeurs élevées de la constante vont en diminuant d'intensité relativement aux trains correspondant à v' petit. Autrement dit, le rapport

$$\frac{\textit{intensité du train } v' = \mathrm{N}}{\textit{intensité du train } v' = 0}$$

va en diminuant lorsque T augmente et cela d'autant plus fortement que N est plus grand.

Ce fait peut se justifier de la façon suivante. Les molécules fortement vibrantes ont, pour les collisions, un diamètre d'action agrandi ; c'est ce qui explique par exemple pourquoi l'adjonction d'un gaz étranger éteint plus fortement les molécules Te_2 excitées, à grande énergie de vibration que les molécules à v' petit. Au fur et à mesure que T augmente, l'énergie des chocs intermoléculaires va en augmentant ; les chocs commenceront par éteindre les molécules à v' très grand ; puis lorsque T augmente, ils pourront désactiver les molécules à v' de plus en plus petit.

2° Action de la pression (à température constante).

a) *Sur le spectre d'absorption.* — Tous les trains $v'' =$ const. deviennent de plus en plus intenses lorsque p augmente.

Ce fait est dû simplement à l'augmentation de la concentration en molécules.

b) *Sur le spectre de fluorescence.* — A température constante et lorsque p augmente, les trains $v' =$ const. correspondant à des valeurs assez grandes de la constante diminuent d'intensité par rapport aux trains de constante v' petite.

Lorsque p augmente, le nombre de chocs augmente proportionnellement. Comme les molécules fortement vibrantes ont un diamètre d'autant plus agrandi que v' est grand, ces molécules seront plus atteintes que celles à v' petit par l'action des chocs. D'où affaiblissement relatif de plus en plus prononcé des trains à v' grand lorsque p augmente.

En appliquant ces résultats aux cas où la fluorescence n'est excitée que par quelques longueurs d'onde déterminées et en déterminant les passages de vibration auxquels correspondent ces raies excitatrices, on explique aisément tout le détail des variations de coloration observées jusqu'ici.

Remarquons encore que dans un pinceau de lumière fluorescente à l'intérieur d'un tube, la luminescence ne présente pas une teinte uniforme tout le long du trajet, depuis l'entrée A du faisceau excitateur jusqu'à l'extrémité B. Si l'on compare le spectre de la luminescence en A et en B,

on constate qu'en B les séries à v' élevé sont affaiblies par rapport aux séries à v' petit. Ceci est dû à ce que les photons de grand $h\nu$ absorbables par les molécules à v'' petit ont plus de probabilité d'absorption que les photons de plus petite énergie (qui ne sont absorbables que par les molécules à v'' plus grand). Lorsque la lumière excitatrice arrive en B, une partie de ses longueurs d'onde les plus courtes absorbables est déjà absorbée ; l'excitation se fait donc en B, comparativement à ce qui se passe en A, moins fortement par les courtes longueurs d'onde.

P. SWINGS, J. PIERARD et M. MIGEOTTE
Institut d'Astrophysique de l'Université de Liége

SUR LA PRÉDISSOCIATION DE LA VAPEUR DE TELLURE

L'étude de la structure des bandes d'absorption de la vapeur diatomique de tellure a conduit récemment Hirschlaff (1) à la conclusion que, dans l'état électronique excité de Te_2, la prédissociation des niveaux de vibration commence à se manifester à partir du nombre quantique de vibration $v' \geq 21$. Pour les longueurs d'onde plus petites que λ 3980Å ($v'' = 0 \rightarrow v' = 20$), les bandes d'absorption cessent de manifester leur structure fine de rotation.

Ce résultat était intéressant, non seulement en lui-même, mais encore parce qu'il semblait en contradiction avec l'observation faite par l'un de nous (2), de deux séries de résonance de Te_2 excitées par les raies λ 4058 et λ 4245Å du plomb, auxquelles, en première étude, on avait fait correspondre respectivement les passages de vibration $v'' = 5 \rightarrow v' = 23$ et $v'' = 10 \rightarrow v' = 24$. Ces passages étaient incompatibles avec les résultats de Hirschlaff.

D'autre part, il est du plus haut intérêt d'avoir des données précises relatives à la prédissociation du plus grand nombre possible de molécule diatomiques. C'est pourquoi nous avons cru utile de reprendre la question par une autre méthode.

Nous avons excité la fluorescence de Te_2 au moyen d'une lampe à incandescence de luminosité extrêmement grande (lampe de cinéma, 15 volts, 50 amp.), dont le fonds continu est intense dans l'ultra-violet jusque vers λ 3300Å. Nous avons pris le spectre de cette fluorescence pour toute une gamme de température et de pressions de la vapeur et aussi pour toute une échelle d'expositions. Sur chacun de ces nombreux clichés, nous avons repéré les trains de bandes de fluorescence et nous avons constaté que l'on peut suivre des trains de bandes $v' = \text{const.}$ depuis $v' = 0$ jusque $v' = 20$, mais jamais au-delà.

Ce résultat confirme bien le point de vue de Hirschlaff. En effet, comme l'ont montré notamment les travaux expérimentaux de V. Henri et les recherches théoriques de G. Herzberg, une molécule ayant absorbé un quantum correspondant à une bande de prédissociation ne possède jamais qu'une probabilité extrêmement faible d'émission.

Le résultat de Hirschlaff étant confirmé d'une façon certaine, nous avons repris la série de résonance de Te_2 excitée par la raie λλ 4058 et 4245 et nous avons pu montrer que les valeurs mesurées des longueurs d'onde des différents termes de la série s'accordent bien également avec le passage excitateur $v'' = 3 \rightarrow v' = 11$; les différences entre les valeurs mesurées et calculées des λ sont de l'ordre des erreurs instrumentales. Un résultat analogue s'obtiendrait pour la série excitée par λ 4058. On doit donc abandonner les passages indiqués primitivement par J. Piérard.

P. LEBEAU

Professeur à la Faculté de Pharmacie de Paris

SUR LES ANTHRACITES INTRA-ALPINS

A la suite de l'étude d'un grand nombre d'anthracites, nous avons été conduit à répartir ces combustibles en deux groupes comprenant, d'une part, les peranthracites, et, d'autre part, les anthracites vrais, ces deux catégories de charbons étant nettement différenciées par la nature et le volume des produits gazeux qu'ils dégagent lors de leur pyrogénation jusqu'à 1.000°, et par toute une série de propriétés physiques et chimiques.

C'est au premier groupe que se rattachent les combustibles fossiles désignés sous le nom d'anthracites intra-alpins. Selon leur origine, ils sont plus ou moins compacts, plus ou moins riches en cendres.

Grâce à la complaisance de M. François Gall, Directeur à la Société d'Electro-Chimie, d'Electro-Métallurgie et des Aciéries électriques d'Ugine, nous avons pu examiner quelques échantillons des provenances suivantes :

Arèches
Corbassière
Aime
Etarpey
Bourg d'Oisans
Matussière
La Chênaie
Genevret
Sordières
La Saussaz
et Plan d'Arc.

Les données analytiques concernant les divers échantillons sont réunies dans le tableau ci-dessous :

Echantillons	Carbone	Eau	Hydrogène	Cendres	Rapport C	Carbone / Hydrogène H
Arèches	83.61	5.46	0.56	9.67	99.33	0.67
Corbassière	73.72	6.15	0.56	19.14	99.24	0.75
Aime	84.68	5.39	0.82	8.51	99.04	0.96
Etarbey	84.68	3.63	0.99	10.73	98.84	1.15
Bourg d'Oisans	89.17	4.79	0.88	3.34	99.02	0.97
Matussière	78.89	5.72	0.91	11.53	98.86	1.14
La Chênaie	85.77	3.08	0.98	9.39	98.87	1.13
Genevret	83.95	4.82	0.94	9.80	98.89	1.11
Sordières	55.61	3.06	0.81	37.67	98.57	1.43
La Saussaz	54.56	3.15	0.87	38.85	98.43	1.57
Plan d'Arc	62.48	2.50	1.09	30.94	98.28	1.72

Le fractionnement thermique des produits gazeux de la pyrogénation des anthracites intra-alpins conduit à des graphiques représentatifs, constitués par une série de droites ascendantes jusqu'à 1.000°. Les volumes totaux dégagés jusqu'à cette température, et la composition des mélanges gazeux sont consignés dans le tableau suivant :

Désignation des échantillons	Volume total dégagé à 1.000°(1) en m. par tonne	Composition centésimale du mélange gazeux						
		H	CH^4	CO	SH^2	CO^2	N	Indéterminés
Arèches	25,07	77,47	—	14,82	—	4,54	2,80	0,37
Corbassière	26,01	72,32	—	17,50	—	7,55	—	2,63
Aime	35,33	85,06	—	9,57	Traces	2,81	—	2,56
Etarpey	37,60	60	—	22,95	—	11,82	1,36	3,87
Matussière	42	81,30	2,98	7,27	—	6,85	1,29	0,31
Bourg d'Oisans	42,80	85,64	—	5,28	—	8,50	—	0,58
La Chênaie	47,28	87,80	—	6,80	—	3,44	1,82	0,14
Genevret	62,30	84,25	—	7,34	—	7,49	0,83	0,09
Sordières	62,60	88,37	0,52	4,89	1,05	3,93	0,98	0,26
La Saussaz	83,40	84,50	—	9,13	—	2,64	0,31	3,42
Plan d'Arc	86,20	80,62	0,82	14,51	—	2,62	—	1,43

(1) Ce volume est calculé après déduction des cendres et de l'humidité.

Le point d'inflammabilité (ce point est la température à partir de laquelle un combustible chauffé dans un courant d'air provoque un dégagement brusque de chaleur du fait de sa combustion, ce courant d'air, d'une vitesse convenablement choisie, étant préalablement en équilibre thermique avec le combustible dans l'enceinte qui le contient)

a été déterminé pour tous ces combustibles. Les résultats sont donnés ci-après :

Désignation des échantillons	Points d'inflammabilité
Arèches	263°5 ± 3°5
Corbassière	607 ± 1
Aime	580 ± 1
Etarpey	535 ± 1
Bourg d'Oisans	639 ± 1
Matussière	609 ± 3
La Chênaie	579 ± 2
Genevret	564 ± 1
Sordières	604 ± 4
La Saussaz	545 ± 1
Plan d'Arc	566 ± 1

Ces charbons sont conducteurs de l'électricité. Les résistivités ont été mesurées pour les charbons d'Arèches et de Bourg-d'Oisans ; elles ont été trouvées respectivement égales à 0,65 et 2,1. Ils ont la propriété de décrépiter avec dégagement de vapeur d'eau lorsqu'on les chauffe brusquement à des températures qui, pour les divers échantillons, ont été comprises entre 275° et 380°.

Ces mêmes combustibles n'abandonnent aucun constituant soluble quand on les traite à chaud par l'alcool, le benzène, le mélange alcool-benzène et la pyridine. Ils ne sont pas attaqués par l'acide azotique de D = 1,48 après un contact à froid de 24 heures ; dans des conditions bien précisées, ils fournissent, après une ébullition de 24 heures, un liquide fortement coloré en brun donnant, par addition d'eau, une liqueur également brune, mais dont l'intensité de coloration augmente dans le même sens que les volumes gazeux dégagés à 1.000°.

L'ensemble de ces propriétés permet de considérer ces divers charbons intra-alpins comme les types les mieux caractérisés du groupe des peranthracites.

M. DUGNOLLE

Ingénieur à la Société des Electrodes de la Savoie

DESCRIPTION D'UN PROCÉDÉ D'ENREGISTREMENT DES VARIATIONS DE MASSE DES PHASES SOLIDES ET LIQUIDES D'UN SYSTÈME CHIMIQUE EN ÉVOLUTION

Ce procédé est une modification de la balance de compensation que vient de nous décrire M. Cochet, modification ayant pour but de la rendre enregistreuse et à fonctionnement automatique.

Cette modification n'a d'intérêt que lorsqu'on désire étudier des transformations durant plus d'une douzaine d'heures.

Nous avons pu étudier de cette façon, au laboratoire de la Société des Electrodes de la Savoie, des distillations de brais qui ont duré plusieurs jours.

Ainsi que la plupart des appareils automatiques, cette balance se compose de deux parties : le détecteur et le servo moteur.

Le servo moteur

Le servo moteur a pour mission de manœuvrer l'organe compensateur de telle manière que la balance reste à zéro. L'organe compensateur de la balance que nous avons réalisé est une chaîne de longueur variable, dont la variation de poids compense celle de la substance à étudier. Le servo moteur a pour but de faire varier la longueur de cette chaîne au fur et à mesure des variations de poids de cette substance.

Nous avons essayé deux types de servo moteur :

L'un d'eux est un moteur électrique à courant continu, entraînant par l'intermédiaire d'un train d'engrenages le treuil de montée ou de descente de la chaîne. Ce moteur tourne dans un sens ou dans l'autre suivant le sens du courant que lui envoie le détecteur. Ce moteur est pourvu d'un frein qui l'arrête dès la cessation de ce courant.

Le délecteur

Le problème était le suivant : créer un organe qui envoie au servo moteur un courant dans un sens ou dans un autre suivant que la balance constate une augmentation ou une diminution de poids. Or, le fléau d'une balance de précision est un organe des plus sensibles et nous ne pouvions songer à fixer sur lui aucun organe ni contact électrique. Nous avons résolu ce problème de deux manières différentes et nous allons décrire un détecteur mécanique et un détecteur optique.

Le détecteur mécanique

L'organe essentiel du détecteur mécanique est constitué par une aiguille légère tournant autour d'un axe vertical. Le centre de gravité de ce système se déplace dans un plan horizontal et ce système est par suite en équilibre indifférent. Cette aiguille porte à ses extrémités une palette isolante et une fourchette dans laquelle s'engage l'aiguille du fléau de la balance. Cette fourchette est suffisamment large pour que le fléau puisse toujours être considéré comme entièrement libre ; l'aiguille de la balance peut osciller légèrement à l'intérieur de cette fourchette et ces légères oscillations conduisent l'aiguille pivotante dans une position fonction de la position de l'aiguille de la balance.

La palette isolante est susceptible suivant sa position de venir s'interposer ou non entre deux jeux de contact se fermant périodiquement.

Le fonctionnement se comprend alors très facilement. Si la balance est au zéro, les contacts périodiques sont inefficaces par suite de la symétrie du système.

Si la balance n'est plus au zéro, la palette isolante s'est dégagée de l'un des contacts ; à la première attraction, le circuit se ferme : le frein se desserre et le moteur tourne dans le sens qui tend à ramener la balance vers le zéro.

La rotation du moteur cesse dès la rupture du contact périodique. Si l'action du servo moteur est suffisante, la balance est revenue au zéro ; sinon elle n'a fait que se rapprocher du zéro, et ce rapprochement s'accentuera lors du contact suivant.

Une aiguille enregistreuse montée sur le support de la chaîne inscrira sur un tambour les variations de poids successives. La courbe tracée sera une courbe en « marches d'escalier » dont les caractéristiques « hauteur et profondeur de la marche » sont fonction :

— de la période des contacts ;
— de la durée des contacts ;
— de la masse linéaire de la chaîne ;
— de l'écartement de la chaîne au couteau central.

Il est évident qu'on doit déterminer par des essais préalables les valeurs à donner à ces quatre variables. En fait, on leur trouvera toujours des valeurs acceptables si l'on a à étudier des réactions lentes, celles qui sortent précisément du domaine d'applications de la balance de compensation ordinaire.

Le détecteur optique

Le fléau de la balance porte deux écrans susceptibles de venir obturer deux pinceaux convergents divergents issus de deux sources lumineuses ponctuelles.

Ces pinceaux, s'ils ne sont interceptés, viennent éclairer deux cellules photo-électriques. Ces cellules, par l'intermédiaire de relais s'il y a

lieu, envoient un courant au servo moteur dans un sens ou dans un autre suivant que la balance constate une augmentation ou diminution instantanée de poids.

Ce détecteur peut être utilisé de deux manières différentes :

1° Les variations de masse sont lentes. On éclaire les lampes par éclats successifs. Si la balance est au zéro, il ne se passe rien. Si elle n'est pas au zéro, l'une des cellules est éclairée et le moteur tourne durant tout le temps d'illumination de la lampe dans un sens tel qu'il ramène la balance vers le zéro.

2° Les variations de masse sont plus rapides. On peut alors laisser les lampes éclairées, le moteur tourne jusqu'à ce que la remise à zéro soit terminée.

La courbe tracée dans ce dernier cas est d'une continuité relativement meilleure.

Le détecteur optique présente l'avantage sur le détecteur mécanique d'éviter les frottements et l'inertie des pièces en mouvement. Il a l'avantage de se prêter au contrôle continu du zéro.

L'un comme l'autre de ces deux détecteurs exigent d'être placés sur une balance possédant un bon amortisseur.

La sensibilité de ces détecteurs est déterminée par la variation de masse nécessaire pour sortir complètement la palette du contact ou commencer à laisser fuir la lumière. Celle du détecteur optique est évidemment meilleure que celle du détecteur mécanique. Cependant, même avec ce dernier, elle est de l'ordre du milligramme.

7e section

MÉTÉOROLOGIE ET PHYSIQUE DU GLOBE

Président. . . . . M. Ph. WEHRLÉ, Sous-Directeur à l'Office National Météorologique de Paris.

M. A. BALDIT

LE TRACÉ DES CARTES D'ISALLOBARES MOYENNES NORMALES POUR LA FRANCE

Lorsqu'on entreprend la description climatologique de l'ensemble d'un pays, de la France par exemple, pour une année en particulier, on établit généralement les douze cartes mensuelles des valeurs moyennes des différents éléments : pression, température, pluie, nébulosité, etc... (isobares, isothermes, etc... ou cartes d'iso-éléments). On compare ensuite ces cartes particulières avec les cartes des valeurs moyennes *normales*, et on détermine les régions où les valeurs des éléments sont en excès ou en défaut. Le rapprochement des douze cartes de l'année pour chaque élément, donne ainsi la physionomie générale de cette année au point de vue du climat.

En considérant les éléments climatologiques à un point de vue en quelque sorte dynamique, il semble qu'on compléterait heureusement les renseignements de chaque mois en particulier en traçant non seulement les cartes des valeurs moyennes des éléments (cartes d'iso-éléments), mais encore les cartes des différences moyennes de ces éléments du mois actuel avec le précédent (cartes d'*isallo-éléments*). On étendrait ainsi à cette unité climatologique de temps, la méthode des différences appliquée usuellement aux jours consécutifs.

Mais, pour l'application de la méthode, il est nécessaire de tracer tout d'abord les cartes des différences moyennes normales (isallobares moyennes normales, isallothermes moyennes normales, etc...), puisque ces cartes définitives serviront à la comparaison des cartes mensuelles d'une année particulière.

C'est à ce premier travail, limité, et cependant considérable par le nombre de documents à réunir, que l'auteur s'est appliqué, et il a entrepris le tracé des cartes isallobariques moyennes normales (1) pour la France, et pour chaque mois, en partant des calculs effectués par A. Angot.

(1) En partant des pressions moyennes non réduites au niveau de la mer.

Dans ses études sur le climat de la France, Angot, après avoir tracé les douze cartes mensuelles de la pression normale, compare assez longuement les différents mois entre eux, et distingue plusieurs types de variation au cours de l'année. Cette comparaison ainsi que les particularités de chaque type s'éclaircissent par l'examen des cartes d'isallobares moyennes.

Le même principe s'applique à la température, à la nébulosité, à la pluie, etc... et le rapprochement des cartes d'isallo-éléments au cours des années successives est de nature à montrer les liens climatologiques qui existent entre ces éléments plus sûrement que l'analyse des cartes d'iso-éléments elles-mêmes.

M. BOUTARIC

LE RAYONNEMENT NOCTURNE AUX GRANDES ALTITUDES

On cite habituellement comme l'une des causes du froid sur les hautes montagnes l'intensité exceptionnelle du rayonnement nocturne. Une telle affirmation mérite d'être discutée et précisée.

1. On appelle intensité du rayonnement nocturne, l'énergie que perd, par minute, un centimètre carré d'une surface noire, horizontale, exposée à l'air libre, et dont la température est celle de l'air ambiant. En exprimant en calories l'énergie émise, on obtient cette intensité en calories-grammes par centimètre carré et par minute.

Or les mesures de rayonnement nocturne que j'ai faites à l'Observatoire du Pic du Midi, en août 1919, et à l'Observatoire Vallot du Mont Blanc, en août 1921, m'ont fourni des résultats tout à fait du même ordre de grandeur que ceux que j'avais obtenus à Montpellier au niveau de la mer. Ainsi la moyenne de mes observations au Mont Blanc durant les nuits sereines a été $r = 0{,}165$ calorie-gramme par centimètre carré et par minute, et j'ai souvent obtenu à Montpellier pendant l'hiver des nombres comparables. Les mesures faites en divers lieux du globe fournissent d'ailleurs des valeurs peu différentes, comme le montrent les nombres consignés dans le tableau annexé à ce travail.

En s'en tenant à la définition précise que l'on peut donner du rayonnement nocturne, il n'apparaît donc pas nettement que ce rayonnement puisse constituer une cause exceptionnelle de froid aux altitudes élevées.

2. Le rayonnement nocturne r peut être considéré comme la différence entre l'émission thermique σT^4 de l'élément de surface noire et

le rayonnement compensateur w envoyé sur cette surface par l'atmosphère

$$r = \sigma T^4 - w.$$

A partir des valeurs observées pour r et pour T, on peut donc calculer le rayonnement w envoyé par l'atmosphère sur 1 centimètre carré du sol, au moyen de la formule :

$$w = \sigma T^4 - r.$$

Les nombreux calculs que j'ai effectués montrent que le rayonnement w de l'atmosphère dépend des conditions météorologiques. Il est beaucoup plus grand par temps couvert que par temps clair. Il est principalement déterminé par la température T de l'air et par la pression f de la vapeur d'eau au voisinage du sol.

Le tableau suivant donne les valeurs moyennes de w relatives aux observations faites au cours de nuits sereines par Kimball (1) au mont Weather (540 m.), par Angstrom (2) à Bassour, Algérie (1.160 m.) et au mont Whitney (4.420 m.) et par moi (3) à Montpellier, au Pic du Midi (2.859 m.) et au Mont Blanc (4.350 m.).

LIEU	DATE	r	T	f	w
Montpellier ...	Mai 1914.....	0,149	291	8,4	0,4045
Montpellier ...	Juin 1914	0,147	297	10,7	0,4497
Montpellier ...	Novembre 1914.	0,136	282,6	6,7	0,3539
Montpellier ...	Décembre 1914..	0,138	278,6	5,1	0,3287
Montpellier ...	Janvier 1915....	0,136	274,2	3,6	0,2979
Pic du Midi...	Août 1919.....	0,153	281,9	3,3	0,3304
Mont Blanc ...	Août 1921.....	0,165	271	2,3	0,2527
Mont Weather.	Juin 1918	0,191	292,4	10,2	0,3405
Mont Weather.	Juillet 1918.....	0,148	290,8	10,5	0,4010
Mont Weather.	Août 1918.....	0,141	295,2	8,95	0,4345
Mont Weather.	Septembre 1918.	0,149	290	8,3	0,3946
Bassour	Juillet 1912	0,160	293,8	7,6	0,4049
Bassour	Août 1912.....	0,174	294,6	7,9	0,4033
Bassour	Septembre 1912.	0,182	289,3	6,15	0,3564
Mont Whitney.	Août 1913.....	0,181	271,9	2,4	0,2368

Par temps clair, le rayonnement de l'atmosphère varie en un même lieu assez régulièrement aux divers mois de l'année ; il est notablement plus grand l'été que l'hiver. A une même époque de l'année, il décroît quand l'altitude augmente. On n'observe sur le rayonnement nocturne r aucune de ces variations régulières.

Le rayonnement de l'atmosphère allant en diminuant quand l'altitude augmente, la perte réelle d'énergie éprouvée dans l'unité de temps par des surfaces noires de même température sera plus grande aux altitudes élevées qu'au niveau de la mer. Les parties du corps humain, par exemple, exposées à l'air libre, éprouveront une plus grande perte

(1) H. H. KIMBALL. *Monthly Weather Review*, t. 46, 1918, p. 57.
(2) A. ANGSTRÖM. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, t. 65, n° 3.
(3) A. BOUTARIC. *Annales de Physique*, 9e *série*, t. 10, 1918, p. 100; t. 17, 1919, p. 54.

par rayonnement et auront tendance à se refroidir davantage. C'est ce que traduit l'opinion courante sur la forte intensité du rayonnement nocturne aux altitudes élevées.

3. On peut essayer de préciser ce point en envisageant le refroidissement qu'éprouvent pendant la nuit les corps exposés à l'air libre. Si T désigne la température absolue de l'air ambiant, le rayonnement nocturne r est défini par :

$$r = \sigma T^4 - w. \qquad (1)$$

Lorsque ce rayonnement est positif, comme c'est toujours le cas par temps clair, le corps exposé à l'air libre perd plus de chaleur qu'il n'en reçoit de l'atmosphère. Sa température s'abaisse au-dessous de la température T de l'air ambiant, jusqu'à une valeur T' telle que le rayonnement perdu par le corps soit compensé par les apports extérieurs provenant de la conduction, de la convection, du rayonnement d'autres sources. A partir de ce moment, les gains et les pertes de chaleur s'équilibrant, la température du corps demeure stationnaire. Supposons, pour fixer les idées, que la surface du corps soit assimilable à un corps noir, la température T' atteinte est telle que la perte effective $\sigma T'^4 - w$ puisse être compensée par les apports extérieurs q :

$$q = \sigma T'^4 - w. \qquad (2)$$

Retranchons (1) et (2) :

$$r - q = \sigma (T^4 - T'^4).$$

Désignons par ϑ l'abaissement de température $T - T'$, le quotient $\frac{\vartheta}{T}$ étant suffisamment petit pour qu'on puisse négliger les puissances supérieures à l'unité, on a sensiblement :

$$r - q = 4\sigma T^3 \theta$$

c'est-à-dire :

$$\theta = \frac{r - q}{4\sigma T^3}$$

l'abaissement de température θ dépend de la quantité de chaleur q que reçoit le corps rayonnant par conductibilité ou convection. Ce terme q est difficile à évaluer ; il est évidemment d'autant plus faible que le corps rayonnant est mieux isolé thermiquement. On aura une limite supérieure de θ en faisant le terme q égal à zéro, ce qui donne :

$$\theta = \frac{r}{4\sigma T^3}$$

qu'on peut écrire :

$$\theta = \frac{r}{\sigma T^4} \frac{T}{4}.$$

Pour une observation faite au Mont Blanc en 1921, on avait :

$$r = 0{,}168, \qquad T = 272; \qquad \sigma T^4 = 0{,}420,$$

ce qui fournit : $\theta = 27°{,}2$.

En 1844, Martins (1) notait qu'un thermomètre couché à la surface de la neige et recouvert par elle marquait une température inférieure de 13° à celle de l'air ambiant. J. Devaux (2) au cours de mesures effectuées dans les Pyrénées a noté des écarts de température d'une quinzaine de degrés.

4. Le rayonnement nocturne n'a pas seulement pour effet d'abaisser la température de la neige, il provoque la congélation d'une partie de l'eau qui a été fondue au cours de la journée sous l'influence du rayonnement solaire. Si l'on prend comme rayonnement nocturne la valeur moyenne 0,150 calorie par centimètre carré et par minute, on voit que pour une nuit de neuf heures, la chaleur perdue par la neige qui se comporte sensiblement comme un corps noir vis-à-vis des radiations de grande longueur d'onde est voisine de 80 calories, ce qui correspond à la solidification d'un gramme d'eau. Le rayonnement nocturne serait donc capable de solidifier une couche d'eau d'un centimètre prise à la température de 0°. On conçoit combien ce phénomène peut contribuer à durcir la surface des névés au cours de la nuit.

R. BUREAU

OBSERVATIONS RELATIVES A LA NOTE DE M. LEOUCHINE

1. Les résultats de M. Leouchine relatifs à la variation diurne du nombre des atmosphériques et à la variation diurne de leur direction apportent une nouvelle contribution à nos connaissances. Ils montrent en particulier que l'allure des variations diurnes à Sloutzk ne diffère guère de celle observée en Europe Occidentale et en particulier des variations diurnes observées à Paris.

J'ai publié les courbes mensuelles de variation diurne pendant 4 années à Paris pour une onde de 11.000 mètres (Comptes Rendus Acad. Sciences, t. 194, 1932, p. 368). Les courbes de Sloutzk sur une onde de 20.000 mètres sont tout à fait analogues. Les chutes du lever du soleil sont simplement moins brutales, mais j'ai montré (La Météoro-

---

(1) Ch. Martins. Des causes du froid sur les hautes montagnes. *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. 58, p. 31.

(2) J. Devaux. *Thèse*, p. 10, 1933.

logie, 7, 1931, p. 210) que cela tient uniquement à la différence des longueurs d'onde.

L'enregistrement de la direction des atmosphériques à Paris sur une onde de 11.000 m. fait ressortir également la régularité du phénomène. L'enregistreur de Paris, muni d'un dispositif à lever de doute, fournit d'ailleurs non seulement la direction des sources, mais aussi le sens. On constate ainsi l'existence de deux principales sources nocturnes, l'une vers le Sud (dans la première partie de la nuit), l'autre vers le Sud-Ouest et l'Ouest (dans la seconde partie de la nuit). En hiver, ces deux sources disparaissent le jour sur 11.000 mètres. En été, celle du Sud subsiste souvent l'après-midi, mais de nombreuses sources de jour provenant de foyers relativement proches viennent compliquer l'aspect des diagrammes.

En travaillant sur des ondes plus longues, on fait apparaître dans la journée la source du Sud. C'est probablement parce qu'ils travaillent sur des ondes de 20.000 m. que Schindelhauer et Leouchine la trouvent régulièrement.

2. Les conclusions de M. Leouchine sur l'origine des atmosphériques sont analogues à celles de Schindelhauer. Je ne crois pas devoir m'y ranger pour les raisons que j'ai déjà publiées et je pense être à ce sujet d'accord avec R. A. Watson Watt. Voici ces raisons :

« La remarquable régularité de la variation diurne des directions... s'accorde avec une origine météorologique des sources, la variation diurne étant en grande partie attribuable, il est vrai, aux couches ionisées, mais par l'intermédiaire de leur action sur la propagation des ondes provenant des sources lointaines. La fixité relative des deux directions nocturnes serait la conséquence de l'action favorable des continents sur le développement des sources, le continent africain étant responsable des sources NS, et le continent américain des sources EW. On doit d'ailleurs s'attendre à ce que cette régularité s'atténue en été quand l'ensemble des sources se rapproche. La rotation nocturne d'une partie des sources serait la conséquence de leur variation diurne, l'heure du maximum étant celle du maximum de convection, c'est-à-dire 15 h. ou 16 h. du temps local. » (Comptes Rendus Acad. Sciences 194, 1932, p. 2073.)

G. DEDEBANT et Ph. WEHRLÉ

1° SUR LES ANALOGIES ENTRE LA ROTATION DU SOLEIL ET LA CIRCULATION GÉNÉRALE DE L'ATMOSPHÈRE

Les caractères essentiels de la météorologie d'un astre résultent, avant tout, de son mouvement de rotation. Or, on a observé depuis longtemps que le Soleil tourne avec une vitesse fonction de la latitude ; l'étude théorique de la circulation générale de l'atmosphère — c'est-à-dire du mouvement quasi-permanent caché sous le complexe des perturbations et qu'on met en évidence par des moyennes — nous a permis, d'autre part, d'assimiler cette circulation à un mouvement de rotation autour de l'axe du globe, de vitesse également variable suivant la latitude. Les météorologies du Soleil et de l'atmosphère terrestre doivent donc se ressembler.

Si cette conclusion se vérifie, le Soleil nous apparaîtra comme un modèle « synoptique » grandiose offert par la nature pour acquérir une vue d'ensemble de la circulation générale, et, conséquence pour le moins inattendue, c'est l'étude de la météorologie solaire, simplifiée grâce à la sélection de la distance, qui nous éclairera sur les lois générales qui président aux mouvements de notre propre atmosphère.

Nous nous proposons, dans la présente note, de développer les raisons qui nous ont amenés à émettre ces idées et d'exposer les conclusions assez originales qui en découlent.

I. — *Analogies et différences des conditions physiques générales*

a) Le Globe terrestre est un noyau solide, entouré d'une atmosphère gazeuse. Le Soleil est une sphère gazeuse : la photosphère — entourée d'une sorte d'atmosphère moins dense : la chromosphère.

Notons une première différence : l'existence d'une paroi solide, limitant inférieurement l'atmosphère terrestre, et qui agissant par frottement et conductibilité thermique peut modifier le mouvement et la distribution des températures.

b) Du point de vue mécanique, le Globe terrestre et le Soleil sont isolés, aux marées près, causées par les autres astres, phénomène périodique qui s'efface dans les moyennes. On sait, en effet, que l'équation fondamentale de la Dynamique s'applique à la mécanique d'un astre sous la seule condition d'utiliser des axes ayant leur origine au centre de l'astre et parallèles aux axes absolus.

c) Au sens thermodynamique, le Globe terrestre est encore isolé, car il rayonne à peu près toute la radiation qu'il reçoit du Soleil. Dans son ensemble, il s'est mis en *équilibre radiatif*.

Le Soleil, au contraire, rayonne, sans compensation extérieure, une

prodigieuse quantité d'énergie. Ce rayonnement donne naissance à une force : la pression de radiation — et modifie les propriétés hydrodynamiques du fluide solaire en créant une viscosité de radiation. Mais quelle que soit la nature physique de cette pression et de cette viscosité, elles ne se distinguent pas, au point de vue mécanique, de la pression et de la viscosité hydrodynamiques. De plus, ce rayonnement, si considérable soit-il, n'est que peu de chose relativement à la provision d'énergie du Soleil ; on estime à 10^6 années l'ordre de grandeur de la durée d'épuisement.

d) Bien que la radiation solaire absorbée par notre Globe soit presque entièrement réémise, il ne s'ensuit pas que les choses se passent comme si ce rayonnement n'existait pas. La radiation solaire entretient, sur la croûte solide du Globe, un gradient « forcé » de température entre le pôle et l'équateur. En outre, il est à peu près classique, aujourd'hui, d'admettre que l'existence de la stratosphère se justifie par une condition d'équilibre de rayonnement ; mais si cette théorie rend compte de l'uniformité de la température suivant une verticale, elle n'explique pas pourquoi il existe un gradient méridien dans la stratosphère : — 85° à l'équateur, — 50 au pôle.

e) Enfin, une parenté remarquable des mouvements dans les deux astres est la faiblesse du frottement.

Pour le Soleil, on obtient une loi théorique de rotation qui représente remarquablement bien les observations, en écrivant que l'expression de la force de frottement, donnée par Stokes et Navier, est nulle (1). Si cela ne prouve pas que la force de frottement soit rigoureusement nulle — car la formule de Navier n'en est qu'une expression approchée, — le premier terme de son développement, c'est du moins la preuve que cette force est très petite. Il en résulte que, sans entretien — et l'on ne voit pas d'ailleurs d'où viendrait cet entretien — la rotation du Soleil peut persister pendant une durée inconcevablement longue : beaucoup plus que des milliards d'années.

Dans *l'atmosphère libre*, la force de frottement de volume est aussi extrêmement petite, en voici deux preuves, l'une expérimentale, l'autre théorique.

La première est une conséquence du fait d'observation que le vent est tangent aux isobares (2).

La seconde consiste en une évaluation théorique de la force de frottement.

On remarque que les gradients verticaux de vitesse sont grands devant les gradients horizontaux. Il en résulte que le frottement s'exer-

---

(1) A. Giao et Ph. Wehblé. Sur les rotations des astres fluides. Beiträge zur Physik der freien atmosphäre. (Bjerknes-Festschrift). Vol. 19, 1932. Pages 237 à 245.

(2) Voir notre communication : Introduction à la Mécanique de l'Atmosphère, page 8.

ce surtout entre des couches superposées, beaucoup plus qu'entre des couches juxtaposées et l'expression de Navier se réduit très approximativement à :

$$F = \mu \frac{\partial^2 V}{\partial z^2}.$$

Mais la variation du vent avec l'altitude est à peu près linéaire ; la dérivée précédente est donc nulle ou très petite.

La signification physique de cette faiblesse du frottement est que le Soleil et l'atmosphère obéissent à une loi de *moindre dissipation*. Bien que ces deux grands milieux fluides soient notablement visqueux, les vitesses sont distribuées de telle sorte qu'une couche est autant accélérée par l'une de ses voisines que retardée par l'autre.

En résumé, bien que les conditions thermodynamiques soient différentes dans le Soleil et l'atmosphère et malgré l'existence d'une paroi solide sur le Globe terrestre, nous voyons apparaître une parenté hydrodynamique étroite entre les deux milieux fluides ; nous allons la retrouver dans l'étude des mouvements.

II. — *La circulation générale de l'atmosphère conçue comme un mouvement de rotation autour de l'axe de la Terre. — Principe de la théorie rigoureuse de la Circulation générale.*

Le Soleil tourne sur lui-même autour d'un axe voisin de la normale au plan de l'écliptique, avec une vitesse décroissante de l'équateur au pôle. Les lois empiriques proposées par de nombreux astronomes (Carrington, Faye...) pour exprimer cette rotation différenciée ont généralement été choisies de manière à représenter au mieux la vitesse des taches solaires considérées comme des systèmes tourbillonnaires entraînés par la rotation générale. A notre avis, il faut accorder une plus grande confiance aux rotations déterminées par la méthode spectroscopique, les taches pouvant avoir une vitesse propre de déplacement. On trouve ainsi que la durée de rotation croît de 25,2 jours à l'équateur à 33 jours environ au pôle.

Dans l'atmosphère, l'homologue de ce mouvement est la circulation générale. Peut-on la confondre, dans ses traits essentiels, avec une rotation autour de l'axe du Globe ? Au premier abord, cette assimilation heurte les idées classiques. En effet, le gros phénomène qui, historiquement, est apparu le premier, c'est la présence des *alizés ;* il a en quelque sorte « hypnotisé » les auteurs de théories de la circulation générale et ceux-ci ont pris comme point de départ un mouvement méridien. C'est là, semble-t-il, une lourde erreur, et nous allons justifier cette opinion.

D'abord, l'alizé n'existe pas partout. S'il est très net sur la côte occidentale de l'Afrique du Nord, en bordure SE de l'anticyclone Atlan-

tique, on ne l'observe pas aux Antilles. Là où il est vraiment accusé, l'alizé apparaît comme un phénomène dû à la rupture, par les continents de la ceinture des hautes pressions subtropicales.

En d'autres régions, il se présente seulement comme un vent de surface, dévié par le frottement sur le sol et correspondant à des isobares Est-Ouest.

Quant au contre-alizé, sa généralité est encore moins soutenable que celle de l'alizé.

En ce qui concerne d'autres vents réguliers, non dirigés suivant un parallèle, tels que les « moussons », l'influence des continents est depuis longtemps reconnue. Comme, de plus, ils constituent un phénomène saisonnier à période annuelle, ils s'effacent dans les moyennes et il n'y a pas lieu ici d'en tenir compte.

La circulation méridienne — en réalité suggérée par les alizés — est généralement expliquée par un schéma thermodynamique dans lequel l'équateur serait la source chaude et le pôle la source froide — mais qui ne tient pas compte de la rotation, laquelle modifie à coup sûr le comportement thermodynamique du système ; il faut se méfier beaucoup de ces schémas — qualitatifs — grossiers inspirés des systèmes au repos ; les problèmes thermodynamiques de l'atmosphère ne peuvent être traités que quantitativement, au moyen de l'équation de l'Energétique Générale. D'ailleurs, la circulation méridienne est invraisemblable pour la raison suivante : personne ne contestera que, sur un Globe poli, en rotation, le champ de pression de l'atmosphère ne comporterait que des isobares dirigées suivant les parallèles. Il faudrait donc admettre que, dans un mouvement quasi-permanent, comme celui de la circulation générale, on n'observe pas le vent du gradient alors qu'il se manifeste même dans les régions perturbées ! Hypothèse évidemment absurde. Et d'ailleurs, s'il existait une composante méridienne du vent, malgré des isobares confondues avec les parallèles, l'air conserverait son mouvement de rotation (force de pression coupant l'axe) et cela conduirait à des vitesses effrayantes pour un déplacement en latitude ayant l'extension de l'alizé.

Laissant de côté les pseudo-théories de la circulation générale, qui ne sont que des mélanges hybrides d'empirisme et de théorie pure, nous opérerons tout autrement (1). De l'examen de la circulation observée nous dégagerons les traits essentiels et établirons, en conséquence, des hypothèses simplificatrices à la base de la théorie. Ceci fait, nous resterons entièrement sur le terrain théorique en ne procédant que par déductions rigoureuses, en vérifiant, *mais à la fin seulement*, que nous aboutissons à un schéma en accord suffisant avec les faits d'observation. Or, les traits essentiels de la circulation générale, *dégagée de*

(1) Nous publierons incessamment une théorie de la Circulation Générale.

l'influence des continents, sont mis en évidence par les résultats des sondages à haute altitude et ils se réduisent à :

a) Des vents d'Est équatoriaux ;

b) Une zone de calmes tropicaux, reculant vers l'équateur en altitude ;

c) Des vents d'Ouest, passant par un maximum dans les régions tempérées pour s'annuler aux pôles (1).

A cette circulation correspond une rotation angulaire *constamment croissante*, comme il est facile de s'en rendre compte. Si on désigne par Ω, la vitesse angulaire variable de l'atmosphère ; ω, la vitesse angulaire constante du Globe ; φ, la latitude et R, le rayon terrestre, le vent relatif observé a pour valeur : $(\Omega - \omega)$ R cos φ. A l'équateur Ω est plus petit que ω, le produit est négatif : le vent est d'Est. Aux latitudes où $\Omega = \omega$ on trouve les zones de calmes ; puis, Ω continuant à croître, le produit change de signe et le vent devient d'Ouest. Mais aux latitudes élevées, φ diminue très rapidement, et le vent d'Ouest passe par un maximum, pour s'annuler au pôle.

Ainsi, la circulation générale de l'atmosphère, comme le mouvement du Soleil, consiste en une rotation variant *toujours dans le même sens* avec la latitude. Seulement, sur une surface de niveau, le sens de variation est inverse dans les deux astres, l'atmosphère, au contraire du Soleil, tournant plus vite au pôle qu'à l'équateur.

Pour obtenir théoriquement, et en toute rigueur, cette circulation schématique, mais représentant l'essentiel de la circulation réelle, nous poserons les hypothèses précises suivantes :

1. Le mouvement est permanent (2) ;
2. Le globe est uniforme ;
3. Le globe est poli, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de frottement de surface ;
4. Il n'y a pas de mouvements méridiens.

De la permanence, résulte immédiatement que la configuration jouit du maximum de probabilité ; on démontre que cette dernière condition équivaut au minimum de la puissance dissipée, ou encore à la nullité de la force de Navier réduite à son terme principal (3).

---

(1) Il ne peut y avoir doute que pour les régions polaires encore mal connues, surtout en altitude. Pour l'Arctique, les résultats sont assez contradictoires, par suite de la présence d'un vaste continent, le Groënland, excentré par rapport au pôle, et de l'action répétée de grandes perturbations s'avançant parfois jusqu'aux latitudes les plus élevées : il vaut mieux ne pas tenir compte des rares observations qu'on possède sur le sujet. Dans l'Antarctique, par contre, les sondages semblent bien révéler un courant d'Ouest en altitude.

(2) Les variations saisonnières de la circulation sont assez lentes pour qu'on ait ainsi une image suffisamment approchée de la réalité.

(3) La démonstration sera donnée dans le Mémoire annoncé ci-dessus.

Les trois autres hypothèses entraînent que la circulation est indépendante de la longitude, c'est-à-dire de révolution. En effet :

1° La gravité est contenue dans le plan méridien ;

2° L'effet de la radiation solaire est de révolution, car :

a) La succession des jours et des nuits étant la même pour tous les méridiens, on peut remplacer le Soleil par un anneau solaire fictif contenu dans le « plan » équatorial ;

b) Les effets de l'inclinaison de l'écliptique sur l'équateur se compensent au cours d'une année ;

c) Les inégalités du rayon vecteur Terre-Soleil n'interviennent pas pour différencier les hémisphères, parce que le déplacement de la Terre sur son orbite obéit à la loi des aires.

III. — *La circulation théorique. — Liaison entre le champ de mouvement et le champ thermique*

Dans le cas du Soleil, comme dans celui de l'atmosphère, nous sommes amenés à étudier le mouvement de rotation d'un astre fluide. Les deux équations du mouvement méridien sont insuffisantes pour déterminer les 3 inconnues du problème : pression P, densité ρ et vitesse angulaire Ω. La relation manquante, appelée par Duhem équation supplémentaire dans son « Energétique Générale », serait à demander à la thermodynamique (Loi des échanges de chaleur) ; elle peut être fournie par la condition de moindre dissipation qui apporte ainsi la solution complète de la rotation (1). Nous nous contenterons ici de mettre en évidence certaines relations nécessaires, imposées par les seules équations classiques de l'hydrodynamique, simplifiées eu égard aux conditions du milieu. Les résultats obtenus auront l'avantage d'être complètement indépendants de la thermodynamique de l'astre étudié ; ils seront donc communs au Soleil et à l'atmosphère, bien que le premier rayonne et que la seconde soit en équilibre radiatif.

Prenons comme sytème de coordonnées dans un plan méridien : $o\,z$ suivant l'axe de rotation et $o\,x$ perpendiculaire à $o\,z$. Si Ω est la vitesse de rotation angulaire d'une particule de coordonnées x et z et U' le potentiel de l'attraction Newtonienne exercée par l'astre sur la particule, l'équilbre de la particule « synoptique » (2) sous l'action de la force d'attraction, de la force d'inertie centrifuge, s'écrit :

$$\begin{cases} \dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial P}{\partial x} = \dfrac{\partial U'}{\partial x} + \Omega^2 x \\ \dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial P}{\partial z} = \dfrac{\partial U'}{\partial z}. \end{cases}$$

---

(1) Voir le Mémoire annoncé I.

(2) Voir notre « Introduction à la Mécanique de l'Atmosphère » (même volume).

D'où, en multipliant la première relation par dx, la seconde par dz, et ajoutant membre à membre :

$$\frac{1}{\rho} dP = dU' + \Omega^2 x dx. \qquad (1)$$

Soit ω la vitesse de rotation du Globe terrestre, posons :

$$\Delta = \Omega^2 - \omega^2$$

d'où, en remarquant que $U' + \omega^2 x$ représente le potientiel U de la pesanteur :

$$\frac{1}{\rho} dP = dU + \Delta x dx. \qquad (1')$$

Soit s, l'arc de méridien du globe, compté positivement du pôle Nord vers l'équateur,

Et n la normale au géoïde, dirigée positivement vers le haut.

L'équation (1)' se dédouble en :

$$\begin{cases} \frac{1}{\rho} \frac{dP}{dn} = \frac{dU}{dn} + \Delta x \frac{dx}{dn} & (2) \\ \frac{1}{\rho} \frac{dP}{ds} = \Delta x \frac{dx}{ds} & (3) \end{cases}$$

et

qui lui sont équivalentes.

a) La première est bien connue : c'est *l'équation du "vent du gradient"*, comme on le voit en substituant $2\omega \frac{V}{x}$ à Δ (V, vitesse du vent) et $\sin \varphi$ (φ = latitude) à $\frac{dx}{ds}$.

Elle nous montre qu'il y a des extrêma de pression sur le Globe :

1° — pour $\frac{dx}{ds} = 0$ c'est-à-dire à l'équateur,

2° — pour $x = 0$ c'est-à-dire aux pôles,

3° — pour $\Delta = 0$ (ou $\Omega = \omega$) c'est-à-dire le long des parallèles de calme.

b) La seconde est la *formule barométrique de Laplace*, lorsqu'on y néglige le terme $\Delta x \frac{dx}{dn}$, extrêmement petit devant les deux autres.

Cherchons maintenant une relation entre le champ de mouvement et le champ thermique en introduisant l'équation des gaz parfaits $P = R\theta\varrho$ Celle-ci est, comme on le sait, valable pour l'atmosphère. Par ailleurs, Eddington a montré que, malgré les pressions énormes, cette relation est encore applicable dans le Soeil, par suite de la dissociation des atomes en électrons.

Les équations (1) et (1)' deviennent, compte tenu de l'équation des gaz parfaits :
pour le Soleil :

$$R\frac{dP}{P}=\frac{1}{\theta}\left[dU'+\frac{1}{2}\Omega^2 dx^2\right]$$

pour l'atmosphère :

$$R\frac{dP}{P}=\frac{1}{\theta}\left[dU+\frac{1}{2}\Delta dx^2\right].$$

En écrivant que les seconds membres sont des différentielles totales en U (ou U') et x^2, on obtient les relations suivantes entre la rotation et la température :
pour le Soleil :

$$\frac{\partial L\theta}{\partial x^2}=-\frac{1}{2}\frac{\partial \Omega^2}{\partial U'} \qquad (4)$$

pour l'atmosphère :

$$\frac{\partial L\theta}{\partial x^2}=-\frac{1}{2}\frac{\partial \Delta}{\partial U}\ (1) \qquad (5)$$

où L est symbole des logarithmes népériens.

Sur le Soleil, en utilisant la loi de rotation due à l'un de nous (2) — loi qui représente remarquablement bien la rotation en surface mesurée, — on peut calculer la distribution des températures connaissant celle des vitesses. On trouve ainsi que le pôle est plus chaud que l'équateur.

Pour l'atmosphère, on peut se servir du gradient méridien de température observé pour en déduire la distribution verticale des vitesses, c'est-à-dire des vents. En prenant comme variables indépendantes la latitude φ et la distance r au centre du géoïde, l'équation (5) peut s'écrire après quelques simplifications :

$$\frac{\partial L\theta}{\partial s}=\frac{2\omega \sin\varphi}{g}\frac{\partial V}{\partial r}. \qquad (5')$$

Dans la troposphère, le pôle étant plus froid que l'équateur, $\left(\frac{\partial L\theta}{\partial s}>0\right)$, on en déduit que les vents d'Ouest augmentent d'intensité avec l'altitude $\left(\frac{\partial V}{\partial r}>0\right)$, tandis que les vents d'Est s'affaiblissent. C'est bien ce que l'expérience montre ; de plus, l'ordre de grandeur du gradient calculé coïncide avec celui qui est observé.

La stratosphère, par contre, a une température plus élevée aux pôles qu'à l'équateur ; on en déduit que ce sont les vents d'Est qui

---

(1) Cette équation a déjà été indiquée, sous des formes équivalentes, par différentes auteurs.

(2) A. Giao et Ph. Wehrle. Sur les rotations des astres fluides. Déjà cité.

croissent avec l'altitude, tandis que les vents d'Ouest décroissent. Or, on a eu la preuve de l'existence de vents d'Est très violents dans la stratosphère lors de l'éruption du Krakatoa : les cendres, qui avaient été projetées à très haute altitude, firent plusieurs fois le tour de la Terre dans la zone équatoriale, en se déplaçant vers l'Ouest.

Le lieu des points où $\frac{\partial L\theta}{\partial s} = 0$ est une surface de maximum (ou minimum) du vent. L'expérience montre qu'elle est pratiquement très voisine de la tropopause, et un peu au-dessous.

Résumons en un tableau la comparaison entre l'atmosphère et le Soleil :

	Gradient méridien de température $\frac{\partial \theta}{\partial s}$	$\frac{\partial \Omega^2}{\partial U'}$ ou $\frac{\partial \Delta}{\partial U}$
Soleil.....	+	+
Stratosphère	+	+
Troposphère.....	—	—

La stratosphère ressemble donc au Soleil, parce qu'elle a un gradient de température de même signe, et le même sens de variation de la rotation avec la gravité.

Risquons maintenant une hypothèse. Considérons comme « normales » les lois de rotation où $\frac{\partial \Omega^2}{\partial U'}$ $\left(\text{ou } \frac{\partial \Delta}{\partial U}\right)$ est positif, parce que ce sont celles du Soleil et celle de l'atmosphère tout à fait libre (stratosphère) de l'action de la paroi. Nous admettons ainsi que si le Globe terrestre était entièrement fluide, il aurait une rotation différenciée obéissant à la loi $\frac{\partial \Omega^2}{\partial U'} > 0$ $\left(\text{ou } \frac{\partial \Delta}{\partial U} > 0\right)$ et par conséquent, un pôle chaud et un équateur froid. Mais la radiation solaire impose à la croûte terrestre un équateur chaud et un pôle froid, c'est-à-dire un gradient méridien de température de sens opposé au gradient conforme à la rotation normale. Le gradient thermique de la paroi doit se communiquer, par des processus de conductibilité et de convection, aux couches inférieures de l'atmosphère. De sorte que, si nous nous élevons sur une verticale, nous devons trouver un point où le gradient thermique du méridien de l'atmosphère est nul.

Le lieu de ces points constitue une surface pratiquement très voisine de la tropopause et qui se confondrait même avec elle s'il y avait discontinuité réelle de $\frac{\partial \theta}{\partial r}$ à l'entrée de la stratosphère. C'est la surface de maximum ou de minimum des vents, dont nous avons déjà parlé.

C'est le gradient thermique *forcé*, entretenu sur la croûte terrestre et dans la troposphère par la radiation solaire, qui aurait modifié la loi normale de rotation. De quelle façon ? Si nous nous reportons à l'équation (5'), nous voyons qu'un changement de $\frac{\partial \theta}{\partial s}$ agit seulement sur $\frac{\partial V}{\partial r}$ gradient vertical de vent, mais n'a pas d'influence sur la loi de rotation en latitude. C'est pourquoi la troposphère tourne, suivant la latitude, de la même manière que la stratosphère.

En résumé, la seule considération des relations hydrodynamiques nécessaires entre la rotation et la température montre l'existence dans l'atmosphère d'une surface de discontinuité, pour la circulation générale, surface de maximum de rotation confondue avec la surface de discontinuité du gradient vertical de température (tropopause).

Pourquoi au-dessus de la surface de maximum ou de minimum des vents y a-t-il isothermie ? Notre théorie hydrodynamique est impuissante à l'expliquer, car nous nous sommes précisément débarrassés du terme en $\frac{\partial \theta}{\partial r}$ qui intervenait dans les équations avec un coefficient relativement très petit. C'est à la relation « supplémentaire » empruntée à la thermodynamique qu'il faut demander les conditions imposées à ce terme.

Mais nos résultats ne sont nullement en contradiction avec l'explication de la stratosphère par l'équilibre radiatif. Il faudrait, pour faire le raccord, découvrir le lien physique entre la surface de maximum — ou de minimum — des vents et la tropopause. La première apparaît comme la limite de l'action perturbatrice de la paroi imposant un gradient horizontal de température de sens déterminé. La seconde. comme la limite de la paroi en ce qui concerne la convection à grande échelle. Dans les deux cas, il s'agit bien de la limite d'un effet perturbateur thermique de la paroi : il y a donc harmonie entre les deux explications théoriques.

IV. — *Conclusions.*

Malgré des conditions thermodynamiques très dissemblables, le Soleil et l'atmosphère présentent des analogies remarquables. De même que le Soleil, le Globe terrestre devait posséder, lorsqu'il était fluide, une rotations différenciée. Du fait de la solidification du noyau, une différence est apparue entre la partie restée fluide (atmosphère) et le Soleil, c'est la présence d'une paroi qui a eu pour effet de modifier la loi de rotation de la troposphère. Il ne faudrait pourtant pas s'exagérer l'importance de cette action : au point de vue du frottement son influence ne s'étend pas au delà d'un millier de mètres, et la dissipation qui en résulte est relativement très faible.

Une autre différence entre le Soleil et l'atmosphère est que le premier rayonne sans compensation, tandis que sur la Terre il y a entretien thermique, d'où l'objection, en apparence définitive, que Brewster opposait aux théories météorologiques du Soleil, dont Faye et Emden ont été les promoteurs : sur le Soleil, il n'y a pas de Soleil !

Mais cet argument peut se retourner. Si les phénomènes hydrodynamiques qu'on observe sur le Soieil présentent une analogie si profonde avec ceux dont l'atmosphère est le siège, c'est peut-être parce que la radiation solaire n'est pas la cause nécessaire de ceux-ci. D'ailleurs, il n'apparaît pas que la radiation solaire ait une influence directe sur la Mécanique de l'atmosphère, si l'on songe à l'indifférence des situations météorologiques vis-à-vis de l'alternance du jour et de la nuit, alternance qui, si elle est rapide à nos latitudes, a une période de plusieurs mois, dans les régions polaires.

Ne serait-ce pas, au contraire, la rotation différenciée qui constituerait le phénomène primordial, la radiation solaire n'intervenant que pour contrarier ce mouvement en imposant un gradient thermique méridien inverse de celui qui correspond à la rotation normale ? Il n'y a rien d'impossible à cela, et l'on s'expliquerait alors pourquoi la loi de variation de la rotation en altitude est inversée dans la troposphère.

2° INTRODUCTION A LA MÉCANIQUE DE L'ATMOSPHÈRE

Audace surprenante, au premier abord, que de prétendre « mettre en équations » l'inextricable complexité, au moins apparente, dont l'atmosphère offre le spectacle. C'est un fait pourtant que la météorologie, hier encore « science naturelle », tend à se transformer en « science exacte ». Il n'est pas inutile de mettre en évidence les raisons essentielles de cette réussite inespérée ; nous voudrions notamment dire pourquoi l'atmosphère, *considérée à une échelle suffisamment grande*, se simplifie à un point que l'extrême confusion du détail ne permet pas d'imaginer dès l'abord. Ainsi apparaîtra immédiatement que l'appellation « Mécanique de l'atmosphère » n'est pas un néologisme gratuit et que la connaissance des grands milieux fluides naturels, dont le type le plus pur est l'atmosphère, constitue une science propre, nettement distincte en particulier de la « mécanique des fluides » ordinaire.

I. — *L'échelle synoptique*

On sait combien change l'aspect des phénomènes suivant *l'échelle* à laquelle on les considère. Quand on se place à un point de vue macroscopique, les irrégularités élémentaires désordonnées du champ d'une grandeur se fondent par compensation statistique, en un aspect d'en-

semble organisé : par exemple, à l'échelle humaine, le chaos moléculaire s'ordonne remarquablement. En mécanique des fluides, l'élément de base de tous les mouvements est la *particule ;* c'est la plus petite masse de matière à l'intérieur de laquelle il est par convention impossible à l'observateur de déceler une non-uniformité des variables hydrodynamiques. Le choix de ses dimensions détermine précisément l'échelle.

C'est « l'échelle synoptique » qui s'impose en météorologie lorsqu'on cherche à définir et à figurer sur les cartes l'état de l'atmosphère en utilisant le réseau mondial des observations. Cette échelle, appropriée aux dimensions du grand milieu fluide naturel étudié, est nécessaire pour dégager le caractère des mouvements atmosphériques généraux sans que l'image en soit brouillée par des accidents locaux, tels que la convection ou la turbulence. On se prive ainsi volontairement de détails, mais on y gagne d'étudier un milieu considérablement simplifié et beaucoup plus régulier.

La particule élémentaire qui correspond à l'échelle ainsi définie est une masse d'air cylindrique *très plate* (car nous verrons que les gradients verticaux sont grands devant les gradients horizontaux), *à base horizontale* (à cause de la prédominance des mouvements horizontaux), dont les dimensions horizontales sont de l'ordre de quelques dizaines de kilomètres et dont il suffit de noter l'évolution à des intervalles de l'ordre de l'heure. Par définition, on s'interdit de discerner toute variation des éléments météorologiques à l'intérieur de la particule et entre deux mesures consécutives de l'évolution — par exemple, on renonce à connaître la localisation précise des averses et des orages.

La particule synoptique étant énormément plus volumineuse que la particule ordinaire de la mécanique des fluides, les actions de contact ne correspondent plus seulement à la diffusion *moléculaire*, mais encore à la diffusion par *turbulence* qui n'est autre qu'un frottement à plus grande échelle.

II. — *Simplifications résultant de l'emploi d'une échelle synoptique*

Quelques exemples feront comprendre immédiatement l'importance pratique du point de vue adopté et l'intérêt des simplifications qui en découlent.

a) *Calcul de la vitesse verticale.* — Les études météorologiques pour le vol à voile ont montré qu'il existe *localement* des courants ascendants qui, dans les basses couches, peuvent atteindre plusieurs mètres à la seconde. A l'échelle *synoptique*, il serait absurde de considérer de tels ordres de grandeur pour la vitesse verticale ; il faudrait, pour que cela eût un sens, que les mouvements s'étendent aux dimensions de la particule et se prolongent longtemps. Or il n'en est rien, ces accidents sont compensés par des courants descendants voisins, de sorte que la

vitesse ascensionnelle d'ensemble de la particule synoptique est beaucoup plus faible. Le bilan est difficile à déduire directement de l'observation ; il nécessiterait, sur la surface d'une particule, une étude *micrométéorologique* d'autant plus malaisée que la vitesse verticale est un élément très délicat à mesurer.

Pour obtenir la vitesse verticale synoptique, on doit opérer indirectement et la rattacher, par l'équation de continuité, aux valeurs synoptiques des éléments horizontaux, données par les cartes météorologiques. C'est là un exemple typique, fréquent en météorologie, de l'utilité d'un détour théorique pour déterminer — expérimentalement en définitive — des éléments peu accessibles.

b) *Accélérations tangentielles.* — Si, dans les rafales de vent, les accélérations tangentielles de l'air peuvent atteindre des valeurs instantanées relativement importantes, l'expérience montre, qu'à l'échelle synoptique au contraire, ces accélérations sont toujours très faibles : le vent moyen inscrit sur les cartes varie lentement ainsi que l'indique l'évolution du gradient de pression. Nous reviendrons d'ailleurs sur ce point au sujet de la force de Coriolis.

c) *Coefficient de viscosité.* — La valeur du coefficient de viscosité de l'air est essentiellement fonction de l'échelle adoptée. Ainsi le coefficient utilisable en météorologie est d'un ordre de grandeur beaucoup plus grand — 300.000 fois environ — que celui de l'aérodynamique. Cela tient, comme on l'a vu à propos des propriétés de la particule synoptique, à ce que les échanges « invisibles » de matière de particule à particule (« invisibles » à l'échelle considérée) ne correspondent pas seulement à la diffusion moléculaire, mais aussi à la turbulence et aux mouvements locaux de convection.

d) *Force de frottement.* — D'après l'expression de Navier, la force de frottement dépend à la fois du coefficient de viscosité et de la disposition du champ de vitesse ; on pourrait donc s'attendre à ce qu'elle soit considérable dans l'atmosphère. Or, la force de frottement, calculée en se servant des vents moyens dans des particules d'assez grandes dimensions, *est petite*, et cela d'autant plus que les dimensions verticales des particules sont plus grandes. La raison de cette singularité apparente est la suivante : à petite échelle la variation verticale du vent est affectée par des irrégularités, mais la variation des vents moyens dans des couches de plus en plus épaisses se régularise et tend vers une loi linéaire de croissance. A l'échelle synoptique le coefficient de viscosité est très grand, mais « l'arrangement » des vitesses suivant une loi linéaire est précisément tel qu'il rend *minimum* la dissipation d'énergie et quasi nulle la force de frottement de volume (1).

e) *Importance de la force de Coriolis en Météorologie.* — C'est encore une question de dimensions qui fait la différence essentielle entre

(1) Nous publierons incessamment des notes à ce sujet.

l'aérodynamique et la météorologie. Dans tous les mouvements qui se produisent à la surface de la Terre, intervient la force de Coriolis, ou force d'entraînement de la rotation terrestre.

Au *laboratoire* où l'on doit réaliser des vitesses relativement grandes entre des parois qui sont *voisines*, il faut mettre en jeu, pour vaincre les frottements de surface, des différences de pression motrices considérables. Dans ce cas, la force de Coriolis devient négligeable vis-à-vis des autres actions : les forces prépondérantes sont donc celles de pression et de frottement. Cette dernière s'exerce dans la direction de la vitesse, mais en sens inverse, il en résulte que le mouvement de l'air a lieu *dans le sens du gradient de pression*.

Dans l'atmosphère, au-dessus de la couche d'air d'un millier de mètres qui repose sur le sol, l'influence de la paroi n'est plus sensible et les forces de viscosité de volume sont très petites, puisqu'elles obéissent au minimum de dissipation ; les seules forces en jeu sont alors celles de pression et de Coriolis. Ce fait est mis en évidence par une propriété remarquable des cartes météorologiques : même dans les régions perturbées, le vent est sensiblement parallèle aux isobares, c'est-à-dire perpendiculaire au gradient de pression ; comme disent les météorogistes, on observe le *vent du gradient*.

En effet, lorsque le vent est tangent à l'isobare, la force de pression et la force de Coriolis (ainsi que la force centrifuge si l'isobare est courbe) sont normales à cette isobare. Il doit donc y avoir équilibre entre l'accélération tengentielle et la composante du frottement dans la direction du vent. Or cette dernière étant toujours *opposée* au vent, ne peut équilibrer l'accélération tangentielle qui est susceptible d'être tantôt positive, tantôt négative, il faut nécessairement que la composante tangentielle du frottement (donc le frottement lui-même), et l'accélération tangentielle soient séparément petites. C'est dire que, dans le vent du gradient, la force de pression et la force de Coriolis (en y ajoutant éventuellement la force centrifuge), s'équilibrent sensiblement.

On peut dire que l'existence du *vent du gradient* constitue, au même titre que la célèbre expérience du pendule de Foucault, une preuve de la rotation de la Terre.

III. — *Simplifications résultant de la structure propre de l'atmosphère*

Aux simplifications qu'apporte la considération d'une échelle synoptique s'en ajoutent d'autres, dues à la nature même de l'atmosphère et qui sont, à la fois, d'ordre hydrodynamique et d'ordre thermodynamique.

Plaçons-nous tout d'abord au premier de ces points de vue :

1° L'atmosphère est extraordinairement plate relativement à son

étendue horizontale. Il en résulte une *prépondérance des mouvements horizontaux*, d'une part ; *des gradients verticaux*, d'autre part ; de telle sorte qu'on peut généralement négliger la composante verticale du vent devant la composante horizontale et le gradient horizontal de tout élément devant son gradient vertical.

2° Par suite de la compressibilité, la prépondérance massique, donc énergétique, des basses couches est très nette ; on calcule, en effet, que les vingt premiers kilomètres renferment les neuf dixièmes de la masse totale de l'atmosphère. L'influence des couches inférieures sur les vicissitudes du temps, est clairement mise en évidence par la liaison couramment observée entre ces systèmes nuageux et les variations de pression à courte période (12 h. à 48 h.) enregistrées au sol. Elle est d'ailleurs d'une importance primordiale en météorologie, car elle permet, dans beaucoup de cas, de s'en tenir aux observations à basse altitude pour l'élaboration de la prévision du temps.

3° L'équilibre vertical (accélération verticale quasi nulle) est presque toujours réalisé, même dans les perturbations les plus violentes ; c'est une preuve qu'on peut négliger les accélérations verticales devant celle, relativement énorme, de la pesanteur.

Dans l'ordre thermodynamique, les simplifications ne sont pas moins profondes :

1° Du fait même qu'elle est *fluide*, l'atmosphère offre déjà une structure beaucoup plus simple qu'un milieu solide ; par exemple, la théorie cinétique des gaz embrasse presque tous les phénomènes ; celle des solides est encore dans l'enfance.

2° L'air, même humide, peut être considéré comme un *gaz parfait* au sens de la thermodynamique. L'air sec est, en effet, fort éloigné des conditions critiques. Il n'en est pas de même de la vapeur d'eau au voisinage de la saturation ; mais dans le mélange air-vapeur la proportion de vapeur d'eau est assez faible pour que l'ensemble puisse être considéré comme un gaz parfait ; de même dans l'air nuageux, la proportion d'eau condensée.

3° Les transformations qui se produisent dans l'atmosphère sont *quasi réversibles*, la dégradation rapportée à la masse totale atmosphérique étant toujours très petite.

La dégradation par rayonnement qui se traduit par l'augmentation de la longueur d'onde de l'énergie réémise relativement à celle de l'énergie absorbée, n'entre pas en ligne de compte, car elle est en quelque sorte « extérieure » à l'atmosphère, c'est-à-dire qu'elle n'intervient pas dans le fonctionnement de la machine atmosphérique. Rien ne serait changé si le champ thermique, au lieu d'être produit par absorption du rayonnement solaire de fréquence élevée, résultait d'un apport direct et convenable de chaleur.

La dissipation intrinsèque, c'est-à-dire par frottement interne, est négligeable. Non seulement elle est minima par suite de la disposition du champ de vitesse, mais encore elle est très petite : la dissipation sur les parois verticales de la particule synoptique est négligeable à cause de son aplatissement et de la petitesse des gradients horizontaux de vitesse et la dissipation sur les surfaces horizontales est très petite parce que le gradient même vertical de vitesse est relativement faible. La dissipation intrinsèque provenant des réflexions sur les parois, de beaucoup la plus importante, est elle-même insignifiante par suite de l'arrangement vertical des vitesses qui correspond à un minimum de dissipation.

L'énergie dégradée par conductibilité (chaleur non compensée) est « relativement » faible pour des raisons analogues : petitesse des flux de chaleur horizontaux correspondant à celle des gradients thermiques, aplatissement de la particule, décroissance linéaire de la température en altitude qui réalise un arrangement donnant un minimum de dissipation pour les flux verticaux.

Enfin, les retards aux changements d'état qui pourraient constituer une cause de dégradation importante (la chaleur latente de l'eau est énorme et l'air peut être sursaturé au sextuple) n'introduisent, pour ainsi dire, pas d'irréversibilité dans l'évolution des grandes masses atmosphériques, en raison de l'infime proportion en volume des zones nuageuses dans l'atmosphère en général et même dans une zone perturbée.

4° Les transformations de la particule sont *quasi adiabatiques*, du moins lorsqu'il n'y a pas changement d'état de la vapeur d'eau. L'atmosphère étant en équilibre radiatif (probablement dans la même mesure qu'elle est en équilibre vertical), la particule rayonne autant qu'elle absorbe, de sorte que le rayonnement n'introduit aucune source de chaleur dans l'évolution de la particule. D'autre part, les échanges par conductibilité sont extrêmement réduits par suite de la répartition sensiblement linéaire des températures suivant la verticale. Cette répartition n'implique pas qu'il n'y ait aucun flux de chaleur en jeu, mais que les apports et les pertes se compensent pour chaque particule.

5° Les variations du champ de pression entretenu par la chaleur solaire et la rotation terrestre sont lentes ; d'où deux procédés également précieux pour l'étude de l'atmosphère :

a) Construction de cartes synoptiques pour des éléments *moyens*, ce qui permet par compensations successives d' « effacer » les perturbations et de dégager la circulation générale quasi permanente qui n'apparaît, à l'état pur, sur les cartes quotidiennes, que dans certaines régions non systématiquement perturbées.

b) Etablissement de cartes de « variations de pression » qui, por-

tant sur un intervalle assez court (3 à 24 heures) éliminent le champ stable et isolent les perturbations. C'est grâce à ces cartes qu'on a pu mettre en lumière la liaison, fondamentale pour la prévision du temps, qui existe entre le champ de *variation* de pression et les systèmes nuageux.

IV. — *La circulation générale et les perturbations*

Les remarques précédentes entraînent, dans l'atmosphère, des simplifications considérables aux équations de l'hydrodynamique. Ces équations *météorologiques* du mouvement ont permis de jeter les bases d'une météorologie rationnelle et d'expliquer de façon satisfaisante les « gros » faits observés.

Le problème théorique de l'atmosphère se divise de lui-même en deux : circulation générale, correspondant au champ stable de pression, et perturbations superposées.

L'étude de la première question — la plus abordable puisqu'elle traite d'un mouvement quasi-permanent, accessible aux ressources de l'hydrodynamique classique — a longtemps procédé d'un curieux mélange d'empirisme et de théorie, par suite de l'impossibilité où l'on se trouvait de rendre compte théoriquement de certains phénomènes considérés comme essentiels. Au premier rang de ceux-ci nous rangerons les alizés et les contre-alizés qui, pour beaucoup d'auteurs, constituent aujourd'hui encore un des traits fondamentaux de la circulation générale, alors qu'ils ne sont, croyons-nous, qu'un « accident » dû à l'inégale répartition des terres et des mers.

L'introduction d'hypothèses simplificatrices (justifiées à posteriori, par la concordance entre les résultats obtenus et les faits observés) et les conséquences déduites de l'application, aux mouvements permanents de l'atmosphère, d'un principe de dissipation minima, nous ont permis, au contraire, de pousser très loin le problème de la circulation générale (1). Nous avons montré qu'il s'apparente étroitement à celui des astres fluides, du Soleil notamment. Dans l'un et l'autre cas, il s'agit d'un pur mouvement de rotation, variable suivant la latitude. Les champs de vitesse angulaire et de température obéissent à la même équation aux dérivées partielles, la forme de la solution étant différente, à cause de l'action du globe solide, qui n'existe pas dans le Soleil ; dans la stratosphère l'analogie devient frappante.

De la théorie des perturbations on sait encore peu de choses, mais on ne saurait s'en étonner si l'on songe qu'il s'agit vraisemblablement d'une sorte de turbulence à grande échelle et qu'en aérodynamique on ignore tout de l'origine de la turbulence. Il serait de même profondément injuste de reprocher à la météorologie son incapacité actuelle

(1) Notre théorie de la circulation générale fait l'objet d'un mémoire qui paraîtra incessamment.

à atteindre une prévision *véritable* du champ de pression, alors que la mécanique des fluides n'a elle-même encore traité complètement aucun problème d'évolution.

Est-ce à dire que la solution par l'énergétique du problème de l'atmosphère perturbée est une chimère ? Non sans doute, car l'atmosphère nous a déjà montré que sous son impressionnante complexité elle relève d'une simplicité relative ; il n'est pas impossible et la persistance du vent du gradient au sein même des grandes perturbations en serait un indice — que le mouvement perturbé soit accessible à la théorie et justiciable lui aussi d'un principe de dissipation minima.

Ladislas GORCZYNSKI

1° VALEURS NORMALES ET GLOBALES DE L'INTENSITÉ DU RAYONNEMENT SOLAIRE A NICE

Les mesures effectuées à l'aide des pyrhéliomètres thermo-électriques et des solarimètres de Richard, que nous poursuivons depuis décembre 1928 dans notre poste actinométrique de Nice-Carras, nous permettent d'établir les valeurs horaires dont un tout petit extrait se trouve dans le Tableau I. Les valeurs en question représentent les moyennes de plusieurs jours (suffisamment clairs pour permettre les mesures) pendant chaque mois, sauf pendant les mois d'été où leurs nombres furent plus restreints et quand nous avions recours à un suppléant. La connaissance des valeurs horaires pyrhéliométriques (rayonnement direct venant du Soleil à l'incidence normale) et solarimétriques (rayonnement global du Soleil et de la voûte céleste reçu à la surface horizontale) nous permet de faire la totalisation diurne, moyenne et annuelle (voir Tableaux I et II).

La connaissance des sommes en calories (Q') par temps clair, présente non seulement un intérêt général, mais permet une évaluation commode, bien qu'approchée, des sommes moyennes (S) reçues effectivement pour tous les jours plus ou moins clairs ou couverts. Il suffit de connaître pour cela soit la durée en heures de l'insolation effective (d) et la durée astronomique du jour (D), soit de disposer des observations régulières et quotidiennes du pourcentage de la nébulosité (N en échelle 0-100).

Dans le premier cas, nous nous sommes servis de la relation suivante :

$$S = Q'.(0{,}25 + 0{,}75\,[d : (D - n)]) \qquad (1)$$

laquelle tient déjà compte du rayonnement diffusé par la voûte céleste. Comme valeur numérique de n en heures, nous avons admis $n=2{,}5$ pour l'horizon de Nice lequel, libre du côté de la mer, n'est pas tout à fait dégagé du côté des Alpes-Maritimes. La valeur $n=2{,}5$ tient aussi compte de la sensibilité des cartons héliographiques qui ne laissent pas des traces visibles avant que l'intensité du rayonnement solaire soit suffisante.

Dans le deuxième cas, nous avons trouvé que la relation

$$S_{(neb.)} = Q'.[0{,}25 + 0{,}75\,(1 - KN)] = Q'.(1 - 0{,}75\,KN) \qquad (2)$$

conduit aux valeurs de S assez concordantes avec celles qu'on obtient au moyen de la formule (1). Pour Nice, nous avons adopté $K=2/3$, comme valeur du coefficient K de la formule (2).

Ajoutons que les observations du degré de la nébulosité sont effectuées régulièrement par M. J. E. *Giacobini*, Chef des Services Météorologiques de la Ville de Nice, trois fois par jour (7 h., 13 h. et 18 h. T. M. G.).

TABLEAU I. — *Valeurs horaires de l'intensité du rayonnement solaire, par temps clair, à Nice.*

(en cal./gr. par minute et cm²)

Le 21 de chaque mois :	Ray. direct du Soleil Incidence normale				Ray. global (Soleil + Ciel) Surface horizontale				Sommes diurnes en cal.	
	6 h 18 h	8 h 16 h	10 h 14 h	Midi vrai	Midi vrai	10 h 14 h	8 h 16 h	6 h 18 h	normal	global
Janvier	--	0.71	1.18	1.27	0.68	0.52	0.13	—	614	249
Février	—	0.93	1.23	1.29	0.87	0.71	0.28	—	700	365
Mars	0.00	1.11	1.28	1.33	1.10	0.94	0.50	0.01	824	515
Avril	0.67	1.16	1.31	1.35	1.32	1.13	0.69	0.16	935	671
Mai	0.81	1.16	1.29	1.33	1.41	1.23	0.78	0.27	986	759
Juin	0.83	1.12	1.24	1.27	1.41	1.22	0.80	0.31	967	770
Juillet	0.76	1.10	1.22	1.26	1.36	1.17	0.76	0.27	930	733
Août	0.58	1.06	1.21	1.26	1.24	1.05	0.64	0.14	859	629
Septembre	0.03	1.04	1.23	1.28	1.08	0.92	0.49	0.02	784	507
Octobre	—	0.96	1.23	1.29	0.89	0.73	0.30	—	708	372
Novembre	—	0.78	1.18	1.26	0.66	0.51	0.13	—	615	247
Décembre	—	0.55	1.14	1.25	0.60	0.43	0.07	—	565	209

TABLEAU II. — *Sommes d'insolation (rayonnement global du Soleil et du Ciel) à Nice. Période : 1929-1932*
(en cal./kg par cm² de la surface horizontale)

Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
A) Sommes mensuelles et annuelles (Q′ en cal. kg), par temps clair :												
7.3	9.6	14.6	19.3	22.5	23.1	22.5	20.1	15.8	11.8	8.0	6.5	181.1
B) Durée astronomique (D). Moyennes en heures par jour :												
9.3	10.4	11.8	13.3	14.6	15.4	15.2	14.1	12.7	11.2	9.8	9.0*	12.2
C) Durée effective (*d*). Moyennes en heures par jour :												
5.0	5.6	5.5	7.4	9.1	9.4	11.3	10.4	8.2	6.4	4.3*	4.4	7.2
D) Valeurs moyennes de la nébulosité (N). Echelle 0-10 :												
4.1*	4.5	5.2	5.1	4.5	4.3	3.0	2.1*	3.2	4.1	5.3	4.5	4.2
E) Sommes (S) en cal. kg par cm² de la surface horizontale, calculées d'après la durée d'insolation à Nice :												
5.8	7.5	10.1	14.8	18.3	18.2	20.7	18.5	13.5	9.4	5.6	4.9*	147.3
calculées d'après le dégré de la nébulosité à Nice :												
5.8	7.4	10.8	14.4	17.4	18.1	19.1	18.0	13.3	9.4	5.9	5.0*	144.6

Il faut pourtant ne perdre jamais de vue le caractère empirique et approché des formules (1) et (2) dont les coefficients numériques doivent être modifiés suivant l'endroit et les conditions de mesures.

Les résultats du calcul des sommes d'insolation à Nice sont présentés dans le Tableau II. Nous y trouvons d'abord (sous A) les sommes mensuelles qui seraient obtenues à Nice par temps suffisamment clair. Ces sommes furent établies d'après les mesures pyrhéliométriques et solarimétriques directes effectuées à notre poste actinométrique de Nice-Carras depuis décembre 1928. Pour la durée de l'insolation effective et pour la nébulosité, nous avons utilisé par contre les observations déjà publiées dans les « Bulletins » mensuels de la Station Météorologique de la Ville de Nice (Villa Masséna). Les sommes moyennes d'insolation données (sous E) à la fin du Tableau II varient légèrement d'une année à l'autre. Pour les sommes annuelles, calculées d'après la durée d'insolation, on obtient (en cal./kg.) : 150 en 1929, 141 en 1930, 152 en 1931 et 146 en 1932.

Notons à la fin qu'un solarimètre enregistreur de Richard ayant été installé en été 1931 à la Station Météorologique de Nice (Villa Masséna), il sera désormais possible de calculer directement les sommes globales en calories, sans recours à la durée d'insolation ou à la nébulosité directement observée.

2° SUR LA DURÉE DE L'INSOLATION A LA COTE D'AZUR

Introduction

La durée de l'insolation est enregistrée généralement au moyen des héliographes, construits ou bien d'après le principe photographique, ou bien en utilisant un globe sphérique en verre, lequel concentre les rayons solaires et donne des traces brûlées sur un carton fixé derrière le globe en question.

Les héliographes nous renseignent uniquement sur la durée de l'insolation. Pour mesurer l'intensité du rayonnement, il faut employer des instruments spéciaux appelés pyrhéliomètres et solarimètres. Dans ces instruments, construits non seulement pour les lectures directes, mais aussi comme enregistreurs, l'intensité du rayonnement solaire est mesurée par le courant obtenu au moyen d'une pile thermo-électrique et indiqué par un millivoltmètre approprié.

Dans les pyrhéliomètres, la pile thermo-électrique est placée dans un tube sur un support pouvant être dirigé normalement vers le Soleil. Dans les solarimètres la pile, sans tube, est placée sous un verre hémisphérique ; une simple lecture de la déviation de l'aiguille du millivoltmètre donne alors immédiatement la valeur de l'intensité du rayonnement venant non seulement du Soleil, mais aussi diffusé par toute la voûte céleste. Ce rayonnement diffusé est un élément important ; les Parisiens et encore beaucoup plus les Britanniques à Londres vivent en hiver presque uniquement sous un régime « diffusé », tandis que les habitants de Nice goûtent alors les souffles bienfaisants de la vie — rayons directs du Soleil.

Les mesures solarimétriques mettent en évidence que non seulement la Côte d'Azur est beaucoup plus ensoleillée, mais que les intensités sont en hiver beaucoup plus fortes à Nice qu'à Paris ou à Varsovie. D'autre part, l'exemple de la station d'altitude de Thorenc (1.200 mètres au-dessus du niveau de la mer, à 40 km. à vol d'oiseau de Nice) montre que le climat solaire des Alpes-Maritimes présente surtout en hiver mais aussi en été, une réelle supériorité sur les montagnes de l'Europe Continentale.

Voici, à titre d'exemple, les maxima mensuels de l'intensité du rayonnement solaire, en calories :

	Paris St-Maur	Nice bord mer (Carras)	Thorenc alt. 1,2 Km.	Davos Suisse alt. 1,6 Km.
Décembre 1930.....	0.96	1.40	1.51	1.42
Janvier 1931.....	0 77	1.35	1.55	1.46
Février 1931.....	1.05	1.44	1.56	1.52

Bien que Davos soit situé plus haut (1.600 mètres altitude contre

1.200 m. à Thorenc), c'est Thorenc qui donne les valeurs plus fortes de l'intensité du rayonnement solaire en hiver.

I. — Durée astronomique du jour en heures entre le lever et le coucher du soleil

A la limite supérieure de notre atmosphère, la durée d'insolation atteint, pour toutes les latitudes terrestres, en chiffres ronds, 4.400 heures par an, ce qui correspond à la moyenne annuelle de 12 heures par jour. Déjà, à la limite inférieure de notre stratosphère dépourvue de nuages, la réfraction atmosphérique modifie un peu la durée de l'insolation qui est de 12 h. 1 pour la région équatoriale et de 12 h. 1/2 par jour environ, en moyenne annuelle, pour le cercle polaire. Mais la très grande modification qui, cette fois, ne prolonge mais par contre raccourcit beaucoup la durée d'insolation est due à l'influence de la nébulosité.

Au cours de l'année, il faut compter avec les variations dues à la déclinaison du Soleil qui du 21 décembre au 21 juin varie entre $\pm 23° 1/2$ (plus exactement 23°27'). Ceci occasionne de très importants changements saisonniers de la durée maximum de l'insolation, laquelle, compte tenu de la réfraction, oscille entre :

	Latitudes géographiques					Nice	Paris	Varsovie
	Equateur	30°N	40°N	50°N	60°N	43°7	48°8	52°2
21 Décembre.	12^h1	10^h2	9^h3	8^h1	5^h9	8^h9	8^h2	7^h7
21 Juin.....	12^h1	14^h1	15^h0	16^h4	18^h9	15^h5	16^h2	16^h7

Par comparaison avec Paris et encore un peu plus par rapport à Varsovie, Nice a le gros avantage dû, du reste, à sa latitude géographique, d'avoir en plein hiver la durée du jour environ 40 minutes plus grande que Paris et un peu plus d'une heure plus grande que Varsovie.

Mais la Côte d'Azur possède, outre sa position géographique plus méridionale, l'avantage incomparable et très rare en Europe d'avoir une nébulosité beaucoup moins forte que tout le reste de l'Europe, sauf une partie des côtes de l'Espagne Méridionale et peut-être aussi de la Grèce.

II. — Durée de l'insolation effective

Dans le Tableau I, nous trouvons les valeurs moyennes de la durée d'insolation à Nice, à Paris et à Lyon.

Avant de tirer quelques conclusions du Tableau en question, caractérisons en quelques mots la répartition générale de la durée d'insola-

tion en Europe. La durée astronomique, avec le maximum d'insolation allant jusqu'à 4.500 heures par an, n'est pas possible dans l'atmosphère terrestre plus ou moins chargée de nuages. Dans la plupart des régions désertiques et arides (Sahara, Arizona, etc.), la durée effective de la présence du Soleil non caché par les nuages est d'environ 3.600 à 4.000 heures par an, ce qui représente une moyenne générale de 10 à 11 heures par jour. L'insolation de telle durée fut obtenue en Arizona, région aride située aux Etats-Unis ; elle se retrouve certainement au Sahara et dans quelques autres déserts importants.

Sauf sur la Côte d'Azur et les côtes méridionales, le continent européen accuse les sommes annuelles variant seulement de 1.500 à 2.000 heures par an en chiffres ronds. Cela correspond à 4 jusqu'à 5 1/2 heures par jour en moyenne annuelle. Les stations assez éloignées, par exemple : Paris, Genève, Cracovie ou Varsovie, ont des conditions d'insolation assez semblables avec le ciel presque constamment gris pendant les mois d'hiver. En Ecosse, la somme d'insolation descend encore d'une manière très prononcée, l'été étant pluvieux et nuageux dans ces régions septentrionales de l'Europe. L'observatoire écossais de Ben Nevis accuse une somme de 750 heures par an, c'est-à-dire un peu plus de 2 heures par jour en moyenne annuelle contre 7 heures à la Côte d'Azur.

Comparons ces conditions de la durée effective d'insolation à Nice avec Paris :

MOIS ET SAISONS	HEURES D'INSOLATION		RAPPORT
	Nice	Paris	Nice : Paris
Décembre	140	49	2,9
Juin	288	211	1,4
Hiver (Décembre-Janvier-Février)	440	200	2,2
Printemps (Mars-Avril-Mai)	675	515	1,3
Eté (Juin-Juillet-Août)	955	664	1,4
Automne (Septembre-Octobre-Novembre)	575	353	1,6
Année	2.645	1.732	1,5

On voit que c'est surtout pendant l'hiver que la situation privilégiée de Nice par rapport à Paris, est la plus accentuée au point de vue de la durée d'insolation.

Les valeurs comparées plus haut correspondent aux moyennes de dix ans, de 1921 à 1930 d'après le Tableau I. Pour les années individuelles, on constate des écarts assez importants ; ces écarts sont plus grands à Paris qu'à Nice.

TABLEAU I. — *Durée d'insolation à Nice, à Paris et à Lyon.*

(Moyennes par jour en heures et dixièmes)

MOIS	NICE (Mont-Gros 1921/30 et Villa Masséna 1929/32)						PARIS St-Maur	LYON St-Genis
	1929	1930	1931	1932	1929/32	1921/30	1921/30	1921/30
Janvier	4.3	4.2	5.4	5.9	5.0	4.7	1.9	2.5
Février	5.4	4.3	5.9	6.6	5.6	5.6	3.1	3.9
Mars	7.4	5.6	4.0	5.0	5.5	6.3	4.3	5.1
Avril	7.9	6.0	8.7	7.1	7.4	7.1	5.5	5.4
Mai	9.4	8.5	9.5	8.8	9.1	8.6	7.4	6.9
Juin	9.0	8.1	10.3	9.9	9.4	9 6	7.6	7.9
Juillet	11.8	11.8	11.7	10.0	11.3	10.7	7.8	8.7
Août	9.9	10.5	10.4	10.6	10.4	10.4	7.2	8.3
Septembre...	8.6	7.3	9.0	8.0	8.2	8.0	5.2	7.0
Octobre.....	6.1	6.6	6.4	6.6	6.4	6 3	3.5	4.6
Novembre ...	4.0*	5.3	3.6*	4.4	4.3*	4.6	2 1	2.3
Décembre....	5.2	3.7*	5.8	2.8*	4.4	4.5*	1.6*	1.7*
ANNÉE	7.4	6.8	7.6	7.1	7.2	7.2	4.8	5.4

N. B. — Les données de la durée d'insolation à Nice ont été calculées d'une part d'après les observations de l'Observatoire astronomique de Nice-Mont-Gros (de 1921 à 1930), et d'autre part d'après les bulletins mensuels et annuels de la Station Météorologique de la Ville de Nice. Cette station, installée à la Villa Masséna, fut fondée par le Dr C. Roux ; les observations sont assurées régulièrement par M. J. E. Giacobini, chef des Services Météorologiques. Les données héliographiques de la station nouvelle Nice-Villa Masséna concordent assez bien avec les données de la station ancienne du Mont-Gros.

Les moyennes par jour de la durée d'insolation à Paris-Saint-Maur furent établies d'après les bulletins mensuels et annuels de l'Observatoire Géophysique du Parc Saint-Maur (directeur M. Brazier).

Les données pour Lyon (Observatoire Astronomique de Saint-Genis-Laval) nous furent obligeamment communiquées par MM. Dufay et Flajolet.

III. — COMPARAISON DE LA DURÉE D'INSOLATION A NICE ET A ANTIBES

Par suite des variations considérables d'une année à l'autre, la comparaison des données héliographiques, comme du reste de tous les éléments climatiques en général, exige l'emploi de la même période d'observations.

Pour cette raison, les valeurs moyennes de la durée d'insolation à Nice et à Antibes (voir Tab. II) sont données pour la même période

de 4 ans : 1928-32, bien que les observations héliographiques d'Antibes datent de 1923 et celles de Nice-Villa Masséna de 1926.

La plus longue série héliographique est celle de l'Observatoire Astronomique de Nice (Mont-Gros) où elle date de 1889. A part cela, on connaît une courte série de Beaulieu (Station d'Eiffel) et quelques données fragmentaires de Cannes où le regretté Docteur Dupaigne s'occupait aussi de cette question.

Le Tab. II nous donne non seulement les valeurs moyennes mensuelles et annuelles de la durée en heures par jour, mais aussi les fractions calculées comme pourcentages par rapport à la durée astronomique du jour et aussi à la durée topographiquement possible, compte tenu de la sensibilité des appareils photographiques.

TABLEAU II. — *Durée de l'insolation-*
valeurs moyennes par jour en heures et dixièmes à Antibes
(Villa Thuret, lat. 43°44′ N, long. 0 h. 19 m. E. Gr.)
et à Nice (Villa Masséna, lat. 43°43′ N, long 0 h. 20 m. E. Gr.)

MOIS	Antibes-Thuret Période : 1928/32					Nice-Masséna Période: 1928/32			Différences en heures pour les périodes			
	eff.	astc	%	poss.	%	%	poss.	%	1929/32	26/32	1931	1932
Janvier....	5.1	9.3	55	8.3	61	54	8.0	63	0.1	0.0	—0.2	0.0
Février ...	6.1	10.4	59	9.4	65	54	9.2	61	0.5	0.4	0.8	—0.5
Mars.....	6.4	11.8	54	10.6	60	47	10.7	51	0.9	0.3	1.2	—0.2
Avril	8.1	13.3	61	12.1	67	56	12.3	60	0.7	0.5	0.6	—0.5
Mai.....	9.4	14.6	64	13.3	71	62	13.7	66	0.3	0.2	0.3	—1.1
Juin.....	10.2	15.4	66	14.1	72	61	14.6	64	0.8	0.8	0.5	—0.9
Juillet	11.4	15.2	75	13.9	82	74	14.4	78	0.1	—0.2	0.2	—0.9
Août.....	10.5	14.1	74	12.8	82	74	13.2	79	0.1	—0.4	—0.3	—0.5
Septembre.	8.3	12.7	65	11.6	72	65	11.7	70	0.1	0.1	—1.1	—0 1
Octobre ...	7.1	11.2	63	10.2	70	57	10.1	63	0.7	0.4	—0.1	0.8
Novembre .	4.5	9.8	46*	8.8	51*	44*	8.6	50*	0.2	0.3	0.0	0.0
Décembre .	4.4*	9.0*	49	8.0*	55	49	7.7*	57	0.0	0.0	—0.3	0.0
ANNÉE.....	7.6	12.2	62	11.1	68	59	11.2	64	0.4	0.2	0.1	—0.3
COLONNES ..	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

En ce qui concerne la fraction d'insolation, signalons une difficulté, qui vient de la méthode de calcul employée par divers auteurs. Si l'on utilise, comme cela est pratiqué fréquemment, la durée astronomique du jour au lieu de la durée topographiquement possible pour l'horizon de la station considérée, on constate de notables différences, surtout dans les régions montagneuses ou voisines de la montagne comme c'est le cas sur la Côte d'Azur.

D'après les données du Tab. II (voir les colonnes 2, 4 et 7), les différences moyennes mensuelles entre la durée astronomique et la durée

possible dépassent légèrement une heure par jour dans la plupart des cas.

Il s'ensuit que les fractions d'insolation calculées par rapport à la durée possible (colonne 5 pour Antibes et 8 pour Nice) sont plus grandes que celles obtenues par rapport à la durée astronomique. La durée annuelle moyenne à Antibes (Villa Thuret, Cap d'Antibes) est légèrement plus grande que celle de Nice-Villa Masséna.

Pourtant il serait difficile de se prononcer définitivement à ce sujet, car les différences respectives changent beaucoup suivant l'année. Pour la période de 7 ans (1926-32), la différence est de 0 h. 2, c'est-à-dire de 12 minutes par jour en moyenne annuelle ; pour l'année 1932, la station d'Antibes accusait même moins d'insolation que Nice.

De tout cela, il est permis seulement de conclure que les différences entre divers points de la Côte d'Azur paraissent peu importantes en ce qui concerne la durée moyenne de l'insolation.

Raimondo JEMMA

LA PRÉVISION DES TREMBLEMENTS DE TERRE AU MOYEN DES INDICATIONS FOURNIES PAR LES PERTURBATIONS ÉLECTRIQUES ET MAGNÉTIQUES

RÉSUMÉ

Les tremblements de terre semblent revenir à des intervalles réguliers et cela quel que soit le point de la terre (Etude du Professeur Turner sur la Jamaïque et du Professeur Alfano sur la Calabre).

La période la plus remarquable est celle de 10 à 11 ans dans laquelle on peut distinguer une phase initiale croissante des phénomènes, de 4 ou 5 ans, et une phase décroissante d'à peu près la même durée. L'auteur donne quelques renseignements déduits des observations sur les autres périodes observées ; il passe ensuite en revue les plus violents tremblements de terre des siècles passés en présentant pour chacun d'eux les phénomènes spéciaux qui se sont manifestés avant les secousses. Il cite à ce propos des perturbations magnétiques, des météores lumineux ; des tempêtes, des orages, des mugissements souterrains, etc...

Ces observations se rapportent à une période comprise entre le début du XVIII[e] siècle et maintenant. Les effets d'un tremblement de terre pourraient en outre au point de vue mécanique ne différer que fort peu de ceux observés sur une vulgaire bouteille de Leyde. En effet,

dans une bouteille de Leyde, une augmentation de l'électricité peut déformer puis détruire la fragile épaisseur de l'isolant qui se trouve entre les armatures. Pour la terre, ce sont les couches mauvaises conductrices qui cèdent sous la pression électrique, provoquant ainsi un mouvement mécanique dans le sol. L'observation des fréquentes perturbations électromagnétiques et électriques correspondant avec des violentes secousses sismiques donnerait quelque valeur à cette hypothèse et elle pourrait en outre conduire à rechercher un système de prédétermination des tremblements de terre. A ce sujet, l'auteur donne quelques indications sur le sens dans lequel on pourrait pousser les recherches (poussières métalliques, courants telluriques, etc...).

I. KIEBEL

SUR LE MOUVEMENT PERMANENT, DANS UN FLUIDE COMPRESSIBLE DONT LES SURFACES ISOBARIQUES SONT DES PLANS HORIZONTAUX

Le but de cette communication est d'exposer une méthode de résolution du problème du mouvement de l'air par rapport à un obstacle fixe (montagne, ou chaîne de montagnes), de forme arbitraire, mais allongé dans une certaine direction. Pour faciliter les calculs nous imposerons aux mouvements de l'air les trois restrictions suivantes : 1° les mouvements sont permanents; 2° ils sont adiabatiques; 3° tout se passe identiquement dans tous les plans parallèles au plan vertical perpendiculaire à la direction de la chaîne de montagnes. On néglige égalemen les forces de frottement.

Les restrictions ci-dessus sont les seules; nous supposons donc que les mouvements sont tourbillonnaires et que l'air est un fluide compressible.

Pour plan du mouvement prenons un plan vertical (X Y), dans lequel Y est l'axe vertical et X l'axe horizontal. Supposons que la seule force extérieure — celle de la pesanteur — s'exerce suivant l'axe des Y dans le sens négatif. L'accélération de la pesanteur est g = const.

Ecrivons les équations (encore inconnues) des lignes de courant sous la forme :

$$\mathrm{H}\,(x,y) = \mathrm{H} = \text{const.}$$

Au lieu des coordonnées x, y adoptons les coordonnées curvilignes et non orthogonales y et H (les axes des coordonnées sont maintenant les horizontales y = const et les lignes de courant H = const).

Pour résoudre notre problème nous avons à déterminer trois fonctions : $x = x\,(y,\mathrm{H})$, $p = p\,(y,\mathrm{H})$ (p, pression ; v, vitesse) ; la fonction $x = x\,(y, \mathrm{H})$ étant telle, qu'il existe un nombre H_0 pour lequel l'équation $x = x\,(y, \mathrm{H}_0)$ représente le profil de la montagne.

La densité ρ et la pression p sont liées par la condition d'adiabatisme

$$p = \theta^k\,(\mathrm{H})\,\rho^k \tag{1}$$

où θ est fonction de H seulement (c'est la température potentielle, multipliée par un nombre constant), $k = \dfrac{c_p}{c_v}$ — le rapport des chaleurs spécifiques.

La deuxième relation simple entre p et v est constituée par le théorème de Bernoulli, qui se réduit à :

$$v^2 = 2f\,(\mathrm{H}) - 2gy - \frac{2\,k}{k-1}\,\theta^{\frac{1}{k}}\,p^{\frac{k-1}{k}}. \tag{2}$$

Ici f est une fonction de H seulement (c'est-à-dire que f, comme θ, est constante le long d'une ligne de courant).

Nous pouvons maintenant donner au tourbillon Ω la forme suivante :

$$\Omega = -\left(\frac{p}{\theta}\right)^{\frac{1}{k}}\left[\frac{df}{d\mathrm{H}} + \frac{1}{k-1}\left(\frac{p}{\theta}\right)^{\frac{k-1}{k}}\frac{d\theta}{d\mathrm{H}}\right]$$

et remarquer que le cas irrotational, $\Omega = 0$, conduit, comme il est facile de le vérifier, aux conditions $f = \text{const.}$, $\theta = \text{const.}$: dans ce dernier cas l'équation (2) peut remplacer les deux équations d'Euler.

Revenant au cas général des mouvements tourbillonnaires nous devons au contraire, poser $\left(\dfrac{df}{d\,\mathrm{H}}\right)^2 + \left(\dfrac{d\theta}{d\mathrm{H}}\right)^2 \neq 0$; il nous faudra donc utiliser non seulement l'équation (2) mais aussi une des équations d'Euler et l'équation de continuité. On peut démontrer (et cela constitue le point de départ de nos développements) l'existence d'une fonction $\Phi\,(y, \mathrm{H})$ des variables y et H telle que :

$$\frac{\partial\Phi}{\partial y} = p, \qquad \frac{\partial\Phi}{\partial\mathrm{H}} = v_x \tag{3}$$

où v_x est la composante horizontale de la vitesse.

Une fois l'existence de la fonction Φ démontrée, il est facile de prouver que les relations différentielles suivantes doivent nécessairement avoir lieu :

$$\frac{\partial x}{\partial y} = \frac{1}{\sqrt{v^2 - \left(\dfrac{\partial\Phi}{\partial\mathrm{H}}\right)^2}}\,\frac{\partial\Phi}{\partial\mathrm{H}}, \quad \frac{\partial x}{\partial\mathrm{H}} = -\frac{1}{\sqrt{v^2 - \left(\dfrac{\partial\Phi}{\partial\mathrm{H}}\right)^2}}\left(\frac{\theta}{\dfrac{\partial\Phi}{\partial y}}\right)^{\frac{1}{\mathrm{R}}}. \tag{4}$$

La première de ces relations est tout à fait simple, en effet :

$$v^2 - \left(\frac{\partial \Phi}{\partial H}\right)^2 = v^2 - v_x^2 = v_y^2$$

v_y étant la composante verticale de la vitesse, donc :

$$\frac{\partial x}{\partial y} = \frac{v_x}{v_y};$$

Mais $\frac{\partial x}{\partial y}$ est la dérivée partielle de x, prise pour H = const., c'est-à-dire le long d'une ligne de courant ; cette dérivée représente donc la tangente de l'angle que fait la ligne de courant avec l'axe des Y.

En différentiant la première des relations (4) par rapport à H, la deuxième par rapport à y et en égalant les seconds membres, nous arrivons à l'équation unique aux dérivées partielles du deuxième ordre, de la fonction Φ :

$$v^2 \frac{\partial^2 \Phi}{\partial H^2} + 2\left(\frac{\theta}{\partial \Phi / \partial y}\right)^k \frac{\partial \Phi}{\partial H} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial H \partial y} + \frac{1}{k} \theta^{\frac{1}{k}} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial y}\right)^{-\frac{1+k}{k}} \left[x \theta^{\frac{1}{k}} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial y}\right)^{\frac{k-1}{k}} - v^2 + \left(\frac{\partial \Phi}{\partial H}\right)^2 \right] \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} = -g \left(\frac{\theta}{\partial \Phi / \partial y}\right)^{\frac{1}{k}} - \frac{\partial \Phi}{\partial H} \left[\frac{df}{dH} + \frac{1}{k-1} \frac{d\theta}{dH} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial y}\right)^{\frac{k-1}{k}} \right]. \quad (5)$$

Ayant tiré la fonction φ de l'équation (5)on déterminera les équations des lignes de courant par intégration des équations (4), on calculera la pression par différentiation de (3) et on obtiendra enfin la vitesse en portant la valeur de p dans (2). Le problème sera alors résolu.

Dans la présente communication nous n'insisterons pas sur la résolution générale de l'équation (5) ; par un exemple simple nous voulons seulement montrer, comment on peut appliquer notre méthode à la résolution d'une question de météorologie dynamique liée au problème du mouvement de l'air par rapport à un obstacle.

Nous avons en vue le problème dont la solution approchée a été cherchée par Raethjen (1) : trouver les mouvements, dans lesquels les surfaces isobariques sont des plans horizontaux.

---

(1) RAETHJEN. Stationäre Strömung unter dem Einfluss der Schwere in stabilgeschichteten Flüssigkeiten und Gasen, insbesondere in der Atmosphäre. *Met. Zeitschr.*, August, 1931, 288-306.

Les intersections des surfaces isobariques avec le plan vertical du mouvement sont, dans ce cas, des droites horizontales, c'est-à-dire les lignes de coordonnées $y = \text{const}$. Nous devons donc poser :

$$\frac{\partial \Phi}{\partial y} = p = p\,(y)$$

mais alors Φ est une somme de deux fonctions, dont l'une égale à $\int p\,(y)\,dy$, ne dépend que de y et l'autre dépend de H : nous pouvons écrire :

$$\Phi\,(y, \mathrm{H}) = \int p\,(y)\,dy + \int \varphi\,(\mathrm{H})\,d\mathrm{H}.$$

En introduisant les dérivées de Φ dans l'équation (5) nous parviendrons, après quelques calculs simples, aux expressions suivantes des fonctions p, φ, f et θ :

$$p = (c_0 y + c_1)^{-k}, \qquad \varphi\,(\mathrm{H}) = -\frac{c_0}{2}\,\mathrm{H},$$

$$\theta = c_2\,\varphi^{-2k2}, \qquad f = c_3\,\varphi^{-2} + \frac{1}{2}\,\varphi^2 - \frac{g c_1}{c_0}$$

où c_0, c_1, c_2, c_3 sont des constantes arbitraires.

Les équations (4) donneront maintenant les lignes de courant sous la forme

$$c_0 y + c_1 = \frac{1}{\varphi^2}\,\mathrm{F}\,(c_0 x + c'_1) \tag{6}$$

$\xi = c_0\,x + c'_1$ et $\eta = \mathrm{F}\,(\xi)$ est donné par :

$$\xi = \int \frac{d\eta}{\sqrt{2c_3 - \dfrac{2gc_1}{c_0}\,\eta - \dfrac{2k}{k-1}\,c_2 \eta^{1-k}}} \tag{7}$$

c' constante arbitraire.

De l'expression (7) de $\eta = \mathrm{F}\,(\xi)$ il ressort clairement que F est une fonction périodique de son argument. La période est égale à τ.

$$\tau = 2 \int_{\eta_1}^{\eta_2} \frac{d\eta}{\sqrt{2c_3 - \dfrac{2gc_1}{c_0}\,\eta - \dfrac{2k}{k-1}\,c_2 \eta^{1-k}}}$$

où η_1 et η_2 sont les deux racines de l'équation :

$$2c_3 - \frac{2gc_1}{c_0}\,\eta - \frac{2k}{k-1}\,c_2 \eta^{1-k} = 0$$

et $\eta_1 <$ et η_2

(Pour que η_1 et η_2 soient réels il faut poser :

$$\left(\frac{gc_1}{kc_0 c_2}\right)^{\frac{k-1}{k}} < \frac{c_2 k^2}{c_3\,(k-1)}$$

avec tous les « c » positifs).

L'équation (6) montre donc que les lignes de courant sont des courbes périodiques, alignées dans la direction de l'axe X.

L'amplitude maxima A d'une ligne de courant correspondant à $H = H_0$ est évidemment :

$$A = \frac{4(r_2 - r_1)}{c_0^2 H_0^2}.$$

Elle croît avec $\frac{1}{H_0}$.

D'autre part, d'après (6) :

$$c_0 y + c_1 = \frac{4}{c_0^2 H^2} F(c_0 x + c'_1)$$

c'est-à-dire que y croît avec $\frac{1}{H}$. Au contraire, lorsque H augmente indéfiniment nous obtenons des lignes de courant de plus en plus « plates » et de plus en plus « basses », puisque y est petit). Une de ces lignes peut être prise pour profil de la montagne.

L'expression de la vitesse aura pour forme :

$$v^2 = \varphi^2 + \frac{2c_3}{\varphi^2} - \frac{2g}{c_0}(c_0 y + c_1) - \frac{2k}{k-1} \frac{c_2}{\varphi^{2k}(c_0 y + c_1)^{k-1}}$$

v croît avec la hauteur, à partir d'une certaine valeur de φ).

N. E. KOTCHINE

APPLICATION DE LA THÉORIE DE LA COUCHE LIMITE AU PROBLÈME DE LA CIRCULATION GÉNÉRALE DE L'ATMOSPHÈRE

Helmholtz a déjà montré que la viscosité ne joue qu'un rôle insignifiant dans le problème de la circulation générale de l'atmosphère, ou, plus généralement, dans les mouvements atmosphériques embrassant de vastes étendues ayant l'ordre de grandeur d'un continent. Il est vrai que les recherches récentes montrent que la viscorité turbulente, qui se manifeste dans les mouvements de l'atmosphère, est caractérisée par un coefficient de plusieurs centaines de milliers de fois supérieur à celui qui fut obtenu par Helmoltz au cours de ses recherches de laboratoire. On peut penser toutefois que le coefficient de viscosité n'a relativement que peu d'importance dans le problème de la circulation générale de l'atmosphère du fait que le nombre de Reynolds $\frac{\rho l v}{\mu}$ est très grand ; ρ étant la densité de l'air, l la longueur caractéristique (dans le problème de la circulation générale, le rayon du globe terrestre), V la vitesse caractéristique et μ le coefficient de viscosité.

La théorie des mouvements d'un fluide, caractérisé par un nombre de Reynolds élevé, a été considérablement développée au cours de ces trente dernières années, surtout grâce aux travaux du professeur Prandtl, créateur de la théorie de la couche limite (1).

Compte tenu de ce qui précède, il paraît naturel de tenter d'appliquer la théorie de la couche limite au problème de la circulation générale de l'atmosphère.

Pour éviter les difficultés, qui résultent du calcul de la quantité de chaleur provenant du soleil, nous allons simplifier le problème en supposant connue la répartition de la température dans toute l'atmosphère et nous essaierons de voir quels sont les avantages qui en résultent lorsqu'on applique la théorie de la couche limite au problème de la circulation générale de l'atmosphère.

Examinons d'abord la circulation zonale permanente de l'atmosphère, c'est-à-dire celle dans laquelle tous les éléments du mouvement : le vecteur vitesse v, la pression p, la densité ρ et la température T ne dépendent pas de la longitude du lieu ψ. Nous considèrerons le globe comme une sphère de rayon a et nous introduirons les coordonnées sphèriques : r (distance au centre du globe) θ, (complément de la latitude) et ψ. Soient en outre v_r, v_θ, v_ψ les composantes de la vitesse.

En remarquant que tous les éléments du mouvement ne dépendent que de r et de θ et en ne tenant compte que de la force de pesanteur, et de la force déviante due à la rotation du globe, écrivons les équations générales hydrodynamiques d'un fluide visqueux et compressible en coordonnées sphériques.

$$\frac{\partial p}{\partial r} + g\rho = -\rho\left(v_r\frac{\partial v_r}{\partial r} + \frac{v_\theta}{r}\frac{\partial v_r}{\partial\theta} - \frac{v_\theta^2 + v_\psi^2}{r} - 2\omega\sin\vartheta . v_\psi\right)$$
$$+ \mu\left(\frac{\partial^2 v_r}{\partial r^2} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 v_r}{\partial\theta^2} + \frac{2}{r}\frac{\partial v_r}{\partial r} + \frac{\operatorname{cotg}\theta}{r^2}\frac{\partial v_r}{\partial\theta} - \frac{2}{r^2}\frac{\partial v_\theta}{\partial\vartheta} + \frac{2v_r}{r^2} + \frac{2\operatorname{cotg}\theta}{r^2}v_\theta\right)$$
$$+ \frac{1}{3}\mu\frac{\partial}{\partial r}\left[\frac{\partial v_r}{\partial r} + \frac{1}{r}\frac{\partial v_\theta}{\partial\theta} + \frac{2}{r}v_r + \frac{\operatorname{cotg}\theta}{r}v_\theta\right]. \qquad (1)$$

$$\frac{1}{r}\frac{\partial p}{\partial\theta} = -\rho\left(v_r\frac{\partial v_\theta}{\partial r} + \frac{v_\theta}{r}\frac{\partial v_\theta}{\partial\theta} + \frac{v_r v_\theta}{r} - \frac{\operatorname{cotg}\theta\ v_\psi^2}{r} - 2\omega\cos\theta . v_\psi\right)$$
$$+ \mu\left(\frac{\partial^2 v_\theta}{\partial r^2} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 v_\theta}{\partial\theta^2} + \frac{2}{r^2}\frac{\partial v_r}{\partial\theta} + \frac{2}{r}\frac{\partial v_\theta}{\partial r} + \frac{\operatorname{colg}\theta}{r^2}\frac{\partial v_\theta}{\partial\theta} + \frac{v_\theta}{r^2\sin^2\theta}\right)$$
$$+ \frac{1}{3}\mu\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial\theta}\left[\frac{\partial v_r}{\partial r} + \frac{1}{r}\frac{\partial v_\theta}{\partial\theta} + \frac{2}{r}v_r + \frac{\operatorname{cotg}\theta}{r}v_\theta\right]. \qquad (2)$$

---

(1) Voir l'ouvrage de L. PRANDTL et O. FIETJENS. Hydro und Aeoromechanik, Bd II, p. 73-100 (Berlin, 1931).

$$0 = -\rho\left(v_r\frac{\partial v_\psi}{\partial r}+\frac{v_\theta}{r}\frac{\partial v_\psi}{\partial\theta}+\frac{v_\psi . v_r}{r}+\frac{\operatorname{cotg}\theta . v_\theta v_\psi}{r}+2\omega\sin\theta . v_r+2\omega\cos\theta . v_\theta\right)$$
$$+\mu\left(\frac{\partial^2 v_\psi}{\partial r^2}+\frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 v_\psi}{\partial\theta^2}+\frac{2}{r}\frac{\partial v_\psi}{\partial r}+\frac{\operatorname{cotg}\theta}{r^2}\frac{\partial v_\psi}{\partial\theta}-\frac{v_\psi}{r^2\sin^2\theta}\right) \qquad (3)$$

$$0 = v_r\frac{\partial\rho}{\partial r}+\frac{v_\theta}{r}\frac{\partial\rho}{\partial\theta}+\frac{\rho}{r}\frac{\partial v_\theta}{\partial\theta}+\rho\frac{\partial v_r}{\partial r}+\rho\left(\frac{2}{r}v_r+\frac{\operatorname{cotg}\theta}{r}v_\theta\right). \qquad (4)$$

Mais il y a lieu de mettre en évidence que l'épaisseur de la troposphère de l'ordre de 10 km) est très petite par rapport au rayon du globe et par conséquent par rapport aux dimensions horizontales qui interviennent lorsqu'il s'agit de la circulation générale de l'atmosphère. Désignons par δ l'épaisseur de la troposphère et par le symbole $O(\alpha)$ les valeurs ayant le même ordre de grandeur que α; représentons en outre, par le même symbole v_s, les composantes horizontales v_θ et v_ψ de la vitesse. Il est évident que $\frac{\partial v_s}{\partial\theta} = O(v_s)$ dans les mouvements, qui embrassent tout le globe, abstraction faite des surfaces de discontinuité, Δv_s ne peut donc avoir une valeur considérable que pour une grande différence de latitudes, ce qui correspond à $\Delta\theta = O(1)$. D'autre part $\frac{\partial v_s}{\partial r} = O\left(\frac{v_s}{\delta}\right)$ car pour $r = a$ on a $v_r = v_\theta = v_\psi = 0$ par suite de l'adhérence du fluide visqueux à la surface du globe, tandis qu'à l'altitude d'ordre δ ces grandeurs reprennent leurs valeurs normales.

En nous basant sur ces appréciations, simplifions les équations (1 — 4) en faisant disparaître les termes qui sont relativement petits par rapport aux autres ; par exemple dans l'équation (4) nous pouvons négliger $\rho\frac{v_r}{r} = O\left(\rho\frac{v_r}{a}\right)$ devant $\rho\frac{\partial v_r}{\partial r} = O\left(\frac{\rho v_r}{\delta}\right)$ il vient alors :

$$\frac{\partial(\rho v_r\sin\theta)}{\partial r}+\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial\theta}[\rho\sin\theta . v_\theta] = 0 \qquad (5)$$

d'où, puisque $v_r = 0$ pour $r = a$:

$$\rho v_r\sin\theta = -\int_a^r\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial\theta}[\rho v_\theta\sin\theta]\,dr \qquad (6)$$

en particulier on en déduit que

$$v_r = O\left(\frac{\delta}{a}v_s\right) \qquad (7)$$

c'est-à-dire que dans la circulation générale les composantes verticales et horizontales du vent sont dans le même rapport que l'épaisseur de la troposphère δ et le rayon du globe a (2).

---

(1) θ étant exprimé en radians.

(2) Voir le travail de S. Fujiwhara. « On the preponderance of horizontal Motion in the Earth's Atmosphere ». *Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre*, XIX, Bd (Bjerknes Festband), 1932, p. 1-6.

Il est facile de voir ensuite que, pour les mouvements à grande échelle, les forces d'inertie comme par exemple $\rho \frac{v_\theta^2}{r}$ ou $\rho\, v_r \frac{\partial v_\theta}{\partial r}$ ayant un ordre de grandeur $\frac{\rho v_z^2}{a}$, sont relativement petites devant les forces de Coriolis telles que $2v\omega_\psi \sin\theta$ qui sont de l'ordre de grandeur de ωv_s. En effet le rapport des premières aux dernières est $\frac{v_s}{\omega a}$ si l'on admet pour la circulation générale

$$v_s = 10 \text{ m/s},\ \omega = 7{,}29 \times 10^{-5}\, 1/\text{s},\ a = 6{,}4 \times 10^6 \text{ m}$$

ce rapport est égal à 1/50.

Toutes les simplifications étant faites, les équations (1-3) se réduisent aux expressions suivantes :

$$\frac{\partial \tilde{p}}{\partial r} + g\rho = 2\omega\rho . v_\psi . \sin\theta + \mu \frac{\partial^2 v_r}{\partial r^2}. \tag{8}$$

$$\frac{1}{r}\frac{\partial p}{\partial \theta} = 2\omega\rho . v_\psi . \cos\theta + \mu \frac{\partial^2 v_\theta}{\partial r^2}. \tag{9}$$

$$0 = -2\omega\rho . v_\theta . \cos\theta + \mu \frac{\partial^2 v_\psi}{\partial r^2}. \tag{10}$$

Il est évident, d'après la dernière équation, que les termes provenant de la viscosité doivent être du même ordre de grandeur que les forces de Coriolis. Notre théorie diffère dans ce point de la théorie de la couche limite, où les forces de viscosité sont considérées comme ayant le même ordre de grandeur que les forces d'inertie.

Etant donné que l'ordre de grandeur du premier membre de l'équation (10) est $\omega\, \rho, v_s$, et celui du second $\mu \frac{\mu v_s,}{\partial^2}$ l'épaisseur de la couche de la troposphère, dans laquelle se manifeste la viscosité, est :

$$\delta = 0\left(\sqrt{\frac{\mu}{\omega\rho}}\right). \tag{11}$$

Si on prend le coefficient de viscosité de laboratoire

$$\mu = 17 \times 10^{-5} \frac{g}{\text{cm} . \text{s}} \qquad \text{et} \qquad \rho = 13 \times 10^{-4} \frac{g}{\text{cm}^3}$$

on a $\sqrt{\frac{\mu}{\omega\,\rho}} = 42$ cm, tandis que pour un coefficient effectif de viscosité 500.000 fois plus grand que celui de laboratoire, on obtient une valeur de 300 mètres environ comme épaisseur de la couche limite.

Admettons maintenant (sans le démontrer par manque de place) qu'on peut négliger la différence entre p et $\tilde{p}$ dans les équations (8-9) ainsi que le second membre de l'équation (8).

$$\frac{\partial p}{\partial r} + \rho g = 0 \tag{12}$$

tandis que les équations (9) et (10) peuvent être réunies dans une équation à variables imaginaires :

$$\mu \frac{\partial^2 v}{\partial r^2} - 2\omega\rho i \cos\theta . v = \frac{1}{r} \frac{\partial p}{\partial \theta} \tag{13}$$

où :

$$v_\theta + i v_\varphi = v.$$

L'intégration de l'équation (12) nous amène à la formule barométrique usuelle qui permet de déterminer la pression en tout point si l'on connaît sa valeur à la surface et la répartition de température dans toute l'atmosphère. Après avoir déterminé le gradient horizontal de la pression en intégrant l'équation (13), $\frac{1}{r} \frac{\partial p}{\partial \theta}$ nous trouverons le mouvemen horizontal de l'air.

Cette intégration introduit quatre constantes arbitraires, dont deux sont déterminées par le fait qu'à la surface de la terre, c'est-à-dire pour $r = a$, les composantes de vitesse v_θ et v_φ sont nulles, tandis que les deux autres sont déterminées par la condition que v_θ et v_φ restent finies lorsque $r \to \infty$. Enfin l'équation (6) détermine la composante verticale de la vitesse. Notons que par suite de la compressibilité de l'air, le gradient horizontal de pression varie selon la verticale pour chaque lieu ; il s'ensuit donc que les forces de viscosité jouent un certain rôle dans toute la couche où se produisent les variations du gradient horizontal de pression : l'épaisseur de cette couche peut dépasser de plusieurs fois la valeur $\sqrt{\frac{\mu}{\omega\rho}}$ calculée plus haut.

Remarquons également que, tandis que dans le problème de la circulation générale de l'atmosphère, nous sommes obligés de considérer les forces de viscosité comme étant du même ordre de grandeur que les forces de Coriolis, nous sommes amenés à introduire dans ce problème la valeur $\frac{\omega\rho\delta^2}{\mu}$ à la place du nombre de Reynolds $R = \frac{\rho l V}{\mu}$. En effet l'ordre de grandeur des forces de Coriolis est égal à $\omega\rho V$ et celui de la viscosité à $\frac{\mu V}{\delta^2}$ le rapport de la première force à la seconde est donc caractérisé par le nombre $\frac{\omega\rho\delta^2}{\mu}$. Si nous voulons reproduire un modèle physique de la circulation générale de l'atmosphère nous devons sélectionner $\omega\rho, \delta$ et μ de façon que le nombre $\frac{\omega\rho\delta^2}{\mu}$ ait la même signification que dans l'atmosphère.

Nous n'étudierons pas ici, faute de place, les questions analogues pour la circulation générale non-zonale et non-permanente qui sont comprises dans les travaux futurs de l'Institut de la Météorologie théorique de l'Observatoire Géophysique Central.

N. LÉOUCHINE

QUELQUES RÉSULTATS DES ENREGISTREMENTS DES ATMOSPHÉRIQUES

Dans la section d'électricité atmosphérique de l'Institut Magnétique et Météorologique à Sloutzk, relevant de l'Observatoire Géophysique Central, des enregistrements d'atmosphériques sont effectués d'une manière systématique.

La partie réceptrice de l'appareil (du type de Watson Watt) présente un cadre mu par un moteur et tournant autour d'un axe vertical à une vitesse de quatre revolutions à l'heure. L'appareil est réglé au moyen d'un condensateur sur une longueur d'onde de $\lambda = 20.000$ mètres.

La force électromotrice induite dans le cadre, sous l'influence des parasites atmosphériques, est amplifiée par 3 étages de haute fréquence, puis redressée et amplifiée par quatre étages basse fréquence. Dans le circuit d'anode de la dernirèe lampe, un oscillographe Abraham Bloch est introduit. Ce dernier, restant immobile, trace sur un cylindre(animé du même mouvement de rotation que le cadre) une ligne en forme de spirale ; en cas de parasites atmosphériques, il se produit une déviation, plus ou moins grande, selon l'intensité de l'impulsion. Une installation de ce type permet de suivre la variation du nombre des atmosphériques aussi bien que leur direction.

Comme résultat de dépouillement statistique du matériel obtenu en 1931, nous avons les variations diurnes des atmosphériques pour des mois différents (fig. 1). L'examen de ces courbes démontre une augmentation marquée du nombre des atmosphériques pendant la saison chaude de l'année (V, VI, VII, VIII) en comparaison avec la période froide (I, II, III, X, XI, XII). Le caractère des variations diurnes pendant les périodes froide et chaude est différent ; pendant l'été, le maximum d'après-midi coïncidant avec le maximum d'activité orageuse ayant lieu aux mêmes heures, paraît être typique, tandis que pendant l'hiver les valeurs maxima sont observées la nuit. La comparaison des résultats de Sloutzk avec ceux obtenus par Schindelhauer à Potsdam (Ent, Bd. V, pp. 442 et suivantes) montre une similitude frappante des courbes en ce qui concerne les heures des maxima et des minima. Cette circonstance nous porte à croire que les atmosphériques sont pour la plupart des phénomènes d'origine locale et non le résultat de perturbations atmosphériques, ayant lieu dans des centres d'orages.

La fig. 2 montre la marche diurne de la direction des atmosphériques pour différentes saisons. L'examen des diagrammes se rapportant aux régions polaires montre que durant la nuit les directions NE-SW et

ENE-WSW sont les plus fréquentes, tandis que le jour la direction N-S devient typique. Ce fait paraît se répéter avec la régularité d'une loi en toutes saisons. L'été, la direction N-S devient prédominante puisque, dans ces latitudes, le soleil se trouve au-dessus de l'horizon pendant la majeure partie du jour. Les changements de direction observés en été peuvent être expliqués par l'effet d'orages qui eurent lieu au voisinage des points d'observations. La comparaison de ces résultats avec ceux obtenus par Schindelhauer (Ent, Bd. 6, p. 299, 1929) montre qu'en principe la marche des directions à Sloutzk est la même qu'à Potsdam. Les déviations observées peuvent être expliquées par le fait que la direction des lignes de force magnétique dans les couches supérieures de l'atmosphère ne coïncide pas avec celle qu'on observe près de la surface du globe.

Pour conclure, nous pouvons dire que, pour la plupart, les origines des atmosphériques portent un caractère local et que leur existence est due à la présence des pulsations des courants électriques de la haute atmosphère, immédiatement au-dessus du point d'observation. Nous pouvons juger de la présence de ces pulsations par les variations diurnes de la force magnétique. Les déviations de la marche diurne du nombre des atmosphériques et de leur direction peuvent être expliquées par la présence d'orages dans la troposphère.

Henri MÉMERY
Observatoire de Talence (Gironde)

PÉRIODES MÉTÉOROLOGIQUES ET PÉRIODES SOLAIRES DANS LA PRÉVISION DU TEMPS

Quand il est question de prévision du temps à longue échéance, il semble que cette prévision doit s'entendre de préférence pour essayer de reconnaître si une saison ou une époque déterminées seront chaudes ou froides, sèches ou pluvieuses. A beaucoup de points de vue, il ne serait d'aucune utilité de savoir, par exemple, qu'il pleuvra, à 10 heures du matin d'un jour fixé un an, ou plus, à l'avance. Une telle précision n'aurait aucun intérêt pratique.

Les mouvements complexes qu'il s'agit d'étudier dans une prévision à courte échéance laissent pressentir les difficultés que l'on pourrait rencontrer dans l'établissement des prévisions s'étendant sur plusieurs mois ou plusieurs années. Toutefois, les méthodes à employer doivent, à première vue, différer sensiblement dans l'un et l'autre cas. En effet, les prévisions à courte échéance sont déduites de l'évolution probable d'une situation atmosphérique que l'on connaît, puisque c'est

celle du moment présent ; il ne peut en être de même pour les prévisions portant sur une durée d'un an ou plus, à l'avance.

Comme le dit Angot dans son « *Traité Elémentaire de Météorologie* » (pp. 392 et 393) : « Tous les essais de prévision du temps à longue « échéance reposent explicitement ou implicitement sur la croyance à « une périodicité dans les phénomènes météorologiques. Comme nous « ne voyons autour de nous de périodicités régulières que dans les « mouvements des astres, on se trouve conduit le plus souvent à rap- « procher les unes des autres les périodes astronomiques et météoro- « logiques. »

Si l'on entend par *périodes* des intervalles d'une durée uniforme, invariable, on doit reconnaître qu'il n'existe pas, dans la succession des saisons chaudes ou froides, sèches ou pluvieuses, de périodicité nettement déterminée.

La période météorologique la plus curieuse est certainement celle qui a été signalée autrefois par Flammarion qui, en 1876, avait trouvé la série suivante pour les années pluvieuses : 1846, 1856, 1866 et 1876 ; or, cette série s'est continuée depuis, par 1886, 1896, 1905 (au lieu de 1906), 1916 et 1927 (au lieu de 1926).

Il existe une autre série d'années pluvieuses : c'est celle des années terminées par le chiffre 2 : 1852, 1862, 1872, 1882, 1892, 1903 (au lieu de 1902), 1912 et 1913, 1922 et 1931 (au lieu de 1932).

On ne trouve pas de séries périodiques de ce genre dans les températures annuelles.

En se basant sur ces observations, on pourrait donc annoncer que les années 1933, 1934 et 1935 ne seront pas pluvieuses comme celles qui sont indiquées ci-dessus.

*
* *

Les saisons ou les années qui présentent de forts excès de température, en plus ou en moins sur la normale, se succèdent généralement sans ordre apparent, au moins dans nos climats tempérés ; cela ne prouve point l'impossibilité de rattacher les variations météorologiques à des causes astronomiques, surtout si ces dernières présentent des variations du même genre.

Parmi les causes astronomiques auxquelles on a voulu rattacher les variations de la température ou de la pluie, on peut éliminer tout de suite l'influence de la Lune et celle des étoiles filantes, pour lesquelles les observations ne montrent pas de concordances suffisamment nombreuses pour faire admettre une relation de cause à effet.

Les phénomènes astronomiques qui paraissent susceptibles de modifier les températures terrestres sont ceux que l'on observe sur la surface du Soleil : taches, facules, éruptions diverses. Il y a déjà longtemps, l'Observatoire de Greenwich avait signalé que les étés très

chauds sont plus nombreux aux époques des maxima d'activité solaire, et les hivers froids plus nombreux aux époques des minima de taches.

Il semble que si l'on n'a pas accordé à cette remarque toute l'attention qu'elle mérite, c'est qu'elle paraissait en contradiction avec les observations d'après lesquelles les températures de certaines localités de la zone tropicale sont plus élevées aux époques des minima des taches solaires qu'aux époques des maxima. Toutefois, on n'a pas émis l'hypothèse que ces observations, quoique donnant des résultats de sens inverse, pouvaient, les unes et les autres, être exactes.

Quoi qu'il en soit, la remarque de l'Observatoire de Greenwich est conforme aux observations d'après lesquelles, sur l'ouest de l'Europe, toute recrudescence de taches solaires ou de facules est suivie d'une hausse de la température ; inversement, toute diminution de taches solaires ou de facules est suivie d'une diminution de la température. L'hiver de 1933 nous a fourni plusieurs exemples remarquables de ces coïncidences.

Si, pour les cent dernières années, on compare, par exemple, les dates des étés très chauds avec les dates des maxima de chaque période solaire, on observe les coïncidences suivantes :

Étés chauds	Dates des Maxima solaires
1928 et 1929	1928/29
1918	1917/1918
1904 et 1906	1905/1907
1893	1893
1881 et 1884	1882/1883
1870	1870
1859	1860
1848	1848
1837	1837
1828	1828

Ces concordances sont des plus satisfaisantes, mais on ne peut en dégager une véritable périodicité, par la raison très simple que la période solaire varie elle-même de 9 à 13 ans.

Il existe une autre série intermédiaire d'étés chauds ; ce sont les suivants : 1921, 1911, 1899 et 1900, 1887, 1876, 1865, 1856, 1846, 1834. Ces étés sont également séparés par des intervalles d'une durée analogue à celle de la période solaire.

Une série semblable à celle des étés s'observe pour les hivers froids, mais moins prononcée. Il y a lieu de remarquer, en effet, que depuis le début du xx^{e} siècle, il n'y a pas eu, sur nos régions, d'hivers très froids comparables à ceux de 1879-80 et de 1890-91 ; ces derniers sont survenus à la suite des minima solaires de 1878-79 et de 1889-90. Les minima solaires de 1901 et de 1913 ont seulement été marqués par des mois très froids : février 1901 et janvier 1914.

Quant aux hivers froids de 1917 et de 1929, ils coïncident avec une diminution d'activité solaire, tout comme les hivers de 1895 et de 1870-71. Ici également, il n'existe pas de véritable périodicité.

D'autre part, non seulement la durée de chaque période solaire est variable, mais on observe également des variations très sensibles dans l'*intensité* de chaque période, ce qui fournit une explication très simple :

1° Des différences de température lors des saisons qui coïncident avec chaque maximum ou chaque minimum de taches ;

2° De certains décalages d'un an entre les saisons extrêmes et l'année même du maximum ou du minimum solaire.

Il ne faut pas oublier, en effet, qu'il se produit des recrudescences et des diminutions de taches solaires *à toutes les époques de la période undécennale*. Nous en avons eu un exemple frappant, l'hiver dernier, au cours duquel il s'est produit des recrudescences de taches solaires en décembre, dans la première quinzaine de janvier et dans la première quinzaine de février, malgré que l'année 1933 se place à l'époque d'un minimum solaire.

On trouve, dans ces variations importantes, l'explication des époques ou saisons froides lors des années de maximum solaire, et des époques ou saisons chaudes lors des années de minimum de taches.

*
* *

Les observations très sommaires exposées ci-dessus sont loin d'être suffisantes pour des prévisions du temps à longue échéance. On peut les compléter au moyen des indications fournies par deux autres périodicités que révèle l'observation des phénomènes solaires.

L'une, est celle qui concerne la quantité *normale quotidienne* des taches solaires pour une série d'années, cette normale quotidienne étant établie de la même façon que la température normale quotidienne pour 30, 40, 50 ans, ou davantage.

Les courbes représentant cette normale quotidienne indiquent qu'il existe des époques de fréquence et des époques de diminution annuelles des taches solaires ; ces époques sont sensiblement les mêmes que celles des *variations périodiques de la température*.

L'autre périodicité des taches solaires est celle qui ramène les minima et les maxima des périodes solaires aux mêmes dates d'un siècle à l'autre. Nous avons indiqué plus haut que la période solaire varie de 9 à 13 ans ; or, les périodes courtes (9 et 10 ans) et les périodes longues (12 et 13 ans) *ne se placent pas à des dates quelconques dans chaque siècle*.

La période solaire actuelle, qui s'étend du minimum de 1923 au minimum probable de 1933 et du maximum de 1928-29 au maximum probable de 1937, est la plus courte du siècle et correspond à la période solaire de 1823 à 1833 et à celle de 1723 à 1733.

Les périodes longues de 12 et de 13 ans se placent généralement au début et à la fin d'un siècle. Ces particularités montrent l'existence

d'une période de 100 ans, ou plutôt d'une période embrassant 9 périodes undécennales. En effet, la durée moyenne de la période solaire étant de 11 ans 1/10, il en résulte que 9 périodes solaires font 99 ans et 9/10, soit pratiquement 100 ans. Le retour de ces périodes solaires aux mêmes dates, d'un siècle à l'utre, s'explique donc très facilement.

Or, ces retours périodiques s'observent également dans un certain nombre de phénomènes météorologiques ; voici quelques concordances séculaires :

Etés très chauds en 1693, 1793 et 1893 ;
Hivers très froids en 1795 et 1895 ;
Etés chauds en 1800 et en 1900 ;
Années chaudes de 1804 à 1806 et de 1904 à 1906 ;
Etés chauds en 1811 et en 1911 ;
Hivers froids en 1813 et en 1914 (décalage d'un an) ;
Etés chauds en 1822 et en 1921 (décalage d'un an) ;
Etés frais et pluvieux en 1827 et en 1927 ;
Etés chauds en 1828 et en 1928 ;
Hivers froids en 1729, 1829 et 1929, etc...

On peut relever un grand nombre de coïncidences du même genre, qu'il ne semble pas possible d'attribuer au hasard puisque, d'un siècle à l'autre, les variations de température correspondent soit à la même phase d'une période solaire, soit à des variations identiques dans les phénomènes solaires.

Pour le moment, étant donné que l'on possède seulement un siècle d'observations complètes des taches solaires, il n'est pas possible d'établir une prévision du temps à longue échéance basée sur ces concordances séculaires, d'autant plus que les périodes solaires correspondantes ne sont pas rigoureusement semblables d'un siècle à l'autre. C'est ainsi que l'hiver très froid de 1830 a coïncidé avec une diminution sensible des taches solaires, tandis que l'hiver très doux de 1930 a coïncidé avec une recrudescence considérable de ces taches. Il y a là une nouvelle concordance en faveur de l'influence des taches solaires sur nos températures, dans le sens rappelé plus haut.

Mais, dans certains cas, les coïncidences indiquées ci-dessus peuvent fournir des indications précieuses pour les saisons à venir. Qu'il me soit permis de rappeler que ces retours séculaires des mêmes températures m'ont servi de base pour annoncer, dès 1927, que l'hiver de 1929 serait froid comme celui de 1829 ; que l'été de 1932 serait semblable à celui de 1832 ; en effet, seul, le mois d'août de ces deux étés a présenté des températures élevées.

Pour terminer, je demande la permission de rappeler qu'au Congrès de l'A. F. A. S., en 1929, au Havre, à une séance de la Section de Météorologie présidée par M. Bureau, j'ai indiqué que l'on pouvait fixer à 1934 l'année du prochain été très chaud, correspondant à l'été de

1834. Depuis 1929, aucun été ne peut être classé dans la catégorie des étés chauds.

Il ne semble pas qu'il soit possible de trouver, dans les phénomènes exclusivement atmosphériques, des causes périodiques expliquant aussi bien les valeurs d'un grand nombre de saisons anormales.

R. PERS

Professeur agrégé de l'Université

1° INFLUENCE DES OBSTACLES, MONTAGNES OU BATIMENTS, SUR LA DURÉE POSSIBLE D'INSOLATION

But

Il peut être utile de déterminer *rapidement* la durée possible d'insolation pour un lieu donné, en tenant compte des obstacles, bâtiments ou montagnes, pouvant masquer le soleil à certaines heures de la journée.

Théoriquement, il faudrait pour cette détermination mesurer exactement les hauteurs au-dessus de l'horizon et les directions de ces obstacles. Puis, un changement d'axes sur la sphère céleste, nécessitant des calculs de trigonométrie sphérique, donnerait finalement les heures de lever et coucher du soleil derrière les obstacles. Cette détermination est parfaitement réalisable, mais les opérations sur le terrain, ainsi que les calculs définitifs, sont longs. Il n'est guère possible d'envisager une telle étude pour de nombreuses stations. Une autre méthode devient donc nécessaire si l'on veut étudier *rapidement* cet intéressant facteur climatologique pour un *grand nombre de stations.*

La méthode qui va être décrite est extrêmement rapide et permet cette étude avec une précision très satisfaisante. Rien n'empêche alors de multiplier les points d'une ville, d'un immeuble, d'une région, pour lesquels on veut connaître les conditions d'insolation.

Principe

Un miroir sphérique convexe R (fig. 1) a son axe optique OS dirigé exactement suivant la ligne des pôles PP'. Un appareil photographique A a son axe optique CI coïncidant exactement avec OS. On photographie ainsi l'image virtuelle du paysage, donnée par le miroir sphérique. On obtient alors une image déformée, une anamorphose, du paysage. Dans cette photographie, la ligne d'horizon, ainsi que les principales lignes droites, sont en général des courbes assez complexes. Mais, par suite de la symétrie axiale de l'appareil autour de la ligne des pôles, deux classes importantes de lignes ne sont pas déformées :

1° Les cercles parallèles à l'équateur sont représentés par des cer-

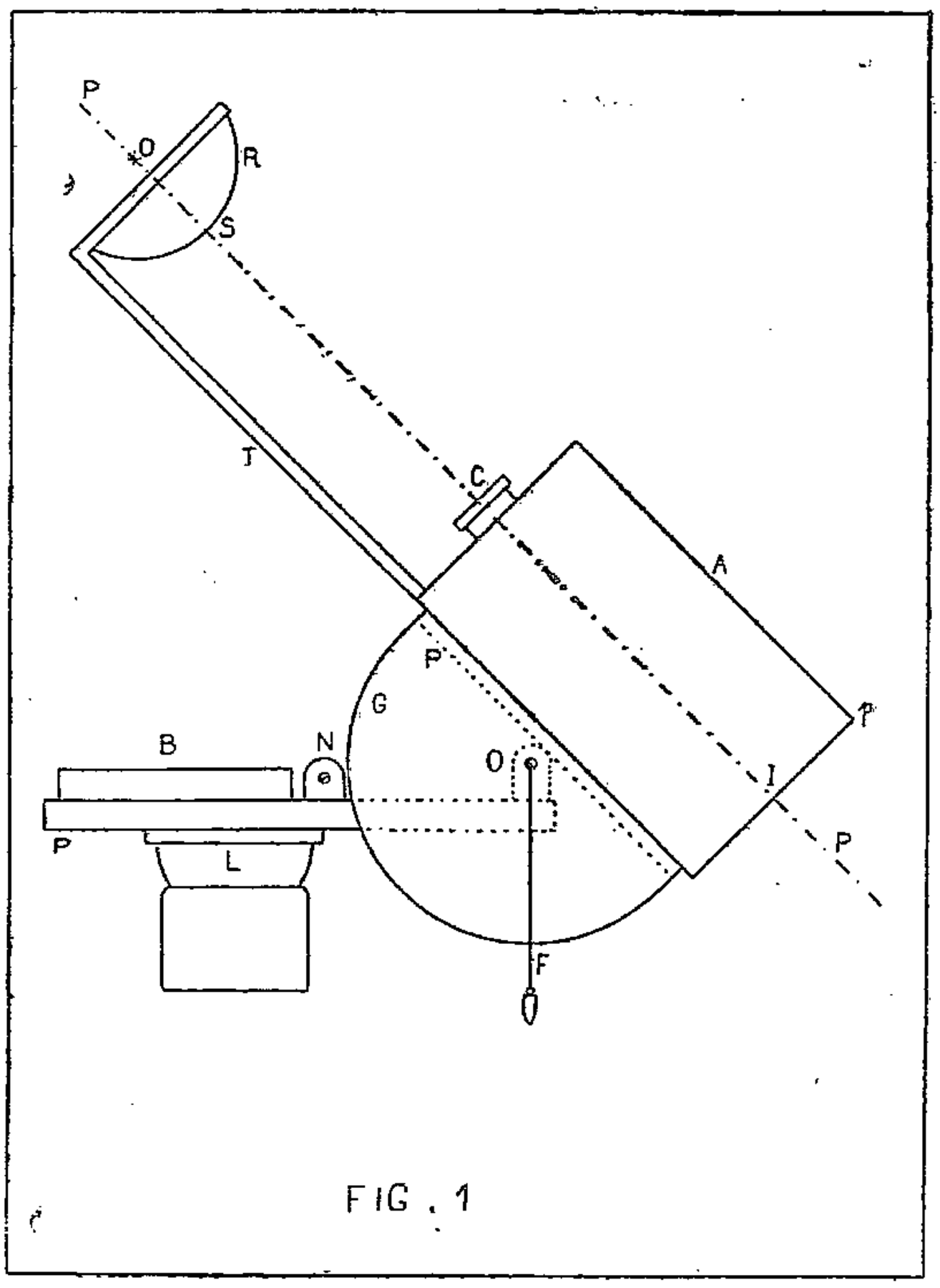


FIG. 1

cles concentriques, et de rayon croissant du pôle sud au pôle nord. Le centre de ces cercles est l'intersection I de l'axe de l'appareil avec la plaque *p*.

2° Les plans passant par la ligne des pôles sont représentés par des droites issues de I.

Il s'ensuit que :

1° Les trajectoires apparentes du soleil dans le ciel sont représentées chaque jour par des cercles, de rayon variable avec l'époque de l'année et fonction de la déclinaison.

2° Les positions atteintes par le soleil aux mêmes heures solaires vraies (midi vrai correspondant au passage du soleil au méridien) se trouvent sur des rayons issus de I et décalés de 15° par heure.

La figure 2 montre le réseau de cercles, tracé pour les deux solstices et l'équinoxe, ainsi que le réseau des rayons horaires ; on a représenté également la courbe d'horizon pour une latitude de 45° nord. Un tel canevas peut facilement se reporter sur la photographie du paysage, obtenue par l'appareil décrit. L'intersection de la silhouette du paysage avec les cercles solaires et les rayons horaires donne sans difficulté les heures de passage du soleil derrière les obstacles, quelle que soit l'époque de l'année.

Je propose d'appeler « hélioramas » les photographies obtenues par le procédé que je viens de décrire.

Description de l'appareil

Il est indispensable de pouvoir orienter l'axe de l'appareil, pour le rendre parallèle à la ligne des pôles, quel que soit le lieu du globe où est prise la photographie. Pour cela, l'appareil A (figure 1) et la tige T portant le réflecteur sphérique sont portés par une planchette P_1 pouvant basculer autour d'un axe O' fixé à une planche P_2 ; la planche P_2 peut être orientée à l'aide d'une boussole déclinatoire B ; un niveau N permet de rendre l'axe O' horizontal. Un cercle gradué G muni d'un fil à plomb sert à donner à la planchette P_1 une inclinaison correspondant à la latitude du lieu. La planche P_2 est fixée sur un pied à rotule L permettant cette orientation rapide.

Réflecteur. — Cette partie de l'instrument est très importante ; il fallait obtenir de bonnes images, avec un miroir de réalisation facile. Ces conditions ont été remplies en utilisant une simple lentille de verre plan-convexe, de la forme dite «demi-sphère ». La lentille qui a servi pour les essais avait un diamètre de 70 mm. à la base. La réflexion sur la face sphérique donne une image très nette, pour une petite ouverture de l'objectif. Mais la réfraction à l'intérieur de la lentille, suivie de réflexion sur la face plane, donne une seconde image qu'il est indispensable de supprimer. Cette suppression a été possible en étendant sur la face plane un vernis noir d'indice de réfraction voisin de celui du verre. La lentille de verre fonctionne alors comme un réflecteur en verre noir et donne par photographie une image très fine.

A cause du faible pouvoir réfléchissant de cette lentille, et de la petite ouverture de l'objectif (f/24 environ), indispensable pour l'obtention d'images nettes, il faut poser assez longuement, 10 à 30 secondes avec des plaques ortho et un écran jaune moyen. Mais cette pose n'est pas exagérée pour un paysage.

Repérage des mois sur les cercles solaires

La détermination du rayon des cercles solaires a été faite par le calcul. Mais une vérification, ou détermination entièrement expérimentale est extrêmement facile. Il suffit, à différentes époques de l'année, de photographier le soleil, par une pose très courte, en utilisant une bonne plaque anti-halo. On obtient ainsi un point très net qui vient se placer exactement à l'endroit prévu par le calcul. Douze photographies, prises le premier de chaque mois, permettent ainsi un étalonnage précis de l'appareil.

Mais les douze cercles correspondants constitueraient un réseau trop serré, de lecture peu facile. Il a semblé plus simple de repérer seulement les douze points par lesquels passent les cercles solaires au premier de chaque mois.

Le calcul a montré que ces douze points peuvent se placer, assez régulièrement espacés, sur un petit cercle auxiliaire *c*, tangent aux deux cercles solaires extrêmes des solstices d'hiver et d'été. Une interpola-

tion facile, et de précision très satisfaisante, permet alors de repérer le cercle solaire relatif à une époque quelconque de l'année.

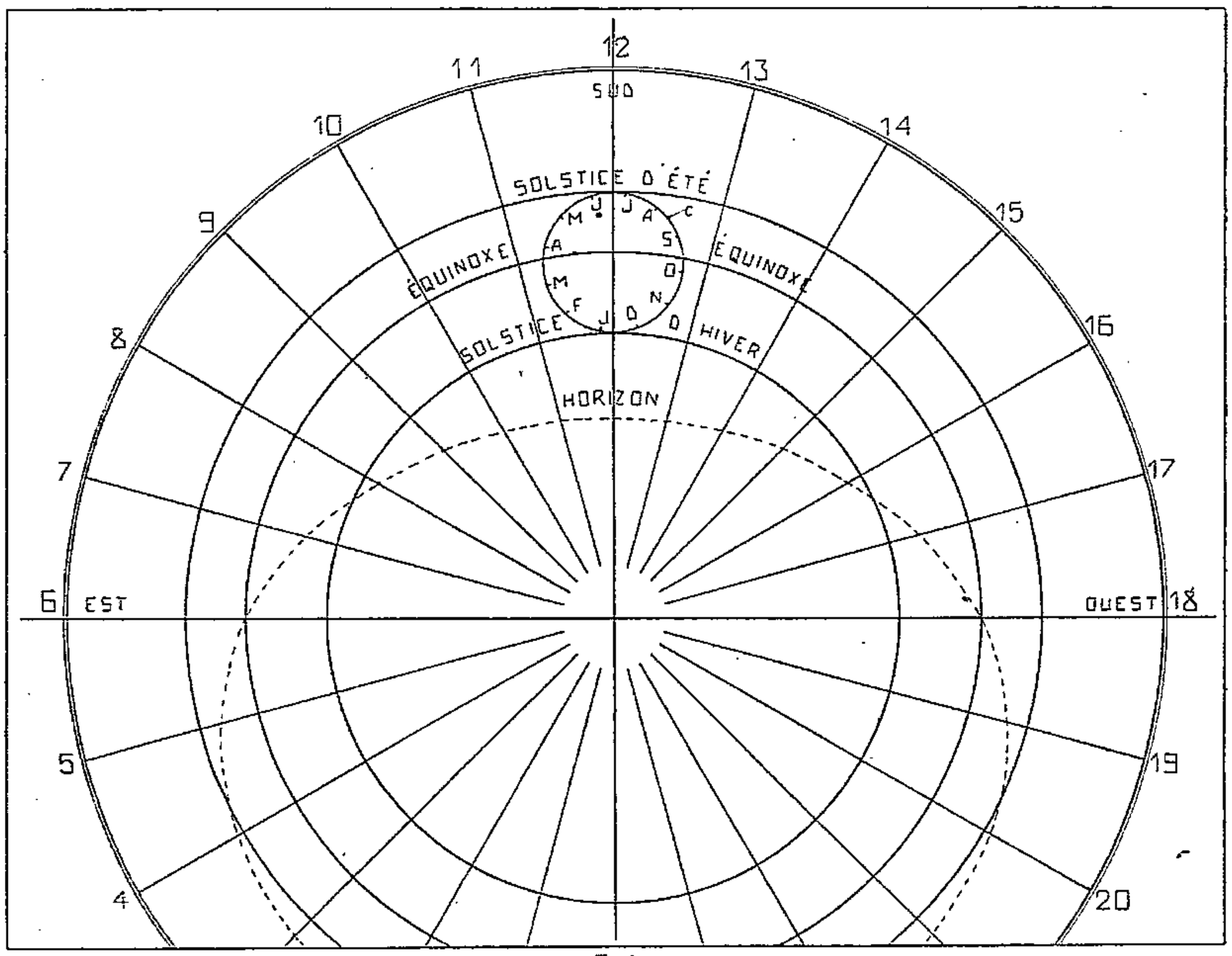


Fig. 2

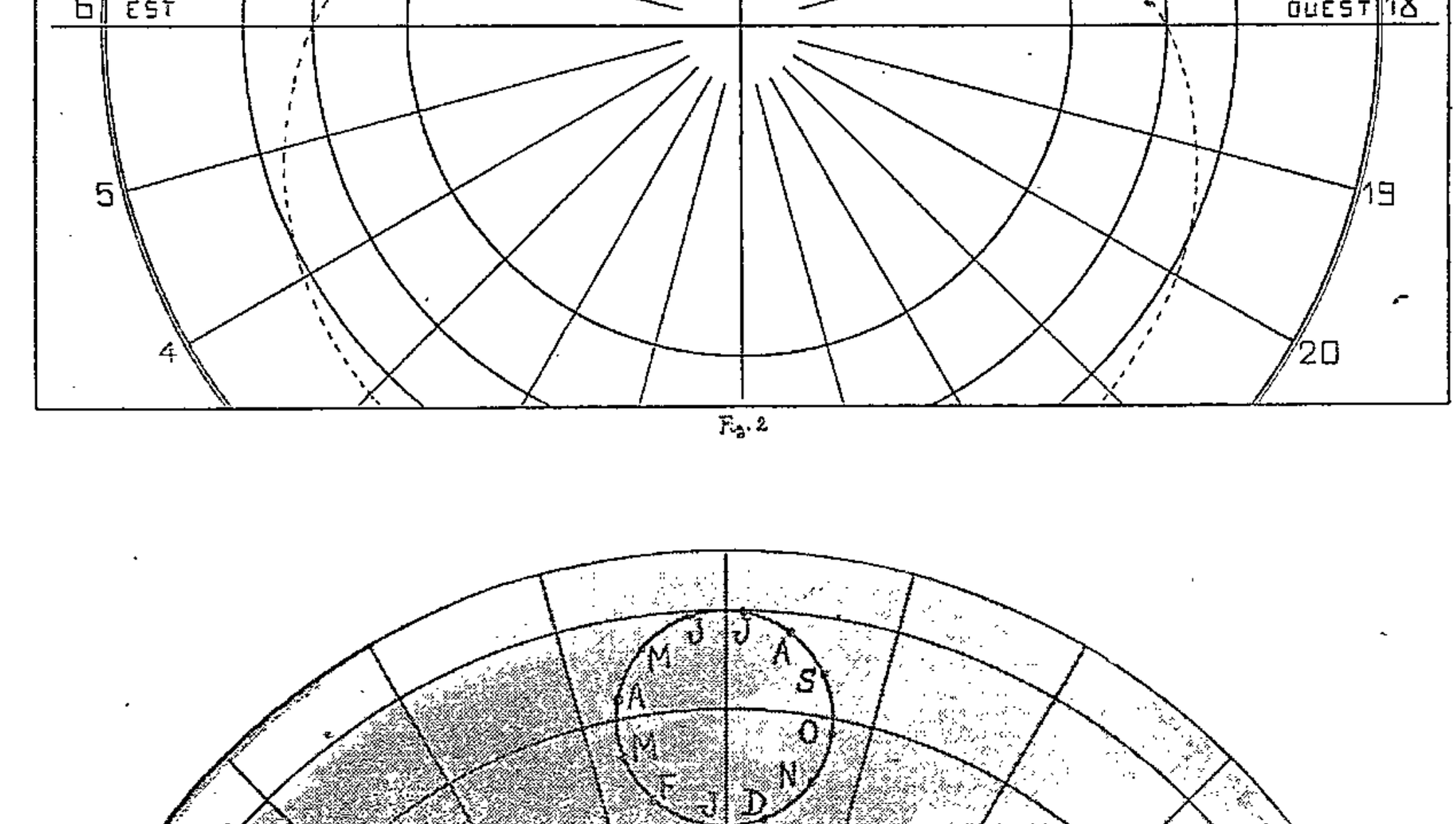


Fig. 3.

Utilisation d'un héliorama

La photographie, prise avec l'appareil qui a été décrit, donne un cliché 6 1/2 × 9 ou 9 × 12. Il est préférable d'en tirer un agrandissement 13 × 18. Au centre de l'épreuve se voit très nettement l'image par réflexion de l'appareil, avec son objectif (fig. 3). C'est le centre de l'image de l'objectif qui repère exactement le point I, centre des cercles solaires et des droites horaires. Si l'on adopte toujours le même rapport d'agrandissement, un gabarit permet donc de tracer rapidement le réseau de cercles et de droites qui, par son intersection avec le paysage, donnera très simplement l'insolation du lieu. Un compas dont une pointe est placée en I, et l'autre pointe sur le cercle *c*, permet sans difficulté de connaître l'insolation à la date indiquée sur *c*.

Aspects divers des hélioramas suivant les lieux du globe

Des exemples de ces aspects peuvent être obtenus, fictivement, en donnant à l'axe de l'appareil des orientations correspondant à diverses latitudes. On peut ainsi transposer en quelque sorte un paysage, et lui donner l'aspect relatif à différentes régions du globe.

A l'équateur, la courbe d'horizon est un diamètre.

La figure 3 montre l'aspect pour la latitude 45° nord ; pour la latitude 45° sud, la courbe d'horizon est symétrique de la précédente ; l'inversion des saisons se déduit tout naturellement de ce fait.

Aux pôles nord et sud, la courbe d'horizon serait confondue avec le cercle d'équinoxe ; mais au pôle nord le ciel serait extérieur à ce cercle, au pôle sud il lui serait intérieur.

Les influences géographiques (déformation de la courbe d'horizon) et locales (montagnes servant d'obstacles), se trouvent enregistrées automatiquement ; aucun calcul n'est nécessaire pour en tenir compte.

Notre but n'est nullement de rappeler par une autre méthode les résultats classiques relatifs aux durées des jours et des nuits aux diverses latitudes. Nous avons seulement cherché à donner une méthode simple, capable sans calculs, en tenant compte des obstacles, de renseigner sur l'insolation de n'importe quel lieu du globe.

Le géographe peut se demander à quel genre de projection appartiennent ces hélioramas. Il est facile de démontrer que ces photographies reproduisent presque exactement une projection horizontale équivalente de Lambert, faite sur le plan de l'équateur. Les distances de chaque point à I sont très sensiblement proportionnelles à *sin* A/2, A étant la distance angulaire de ce point au pôle.

Applications

La simplicité et la rapidité d'obtention de ces documents précis, de lesture si facile, permettent d'envisager des applications intéressantes.

Il devient possible de multiplier ces documents, de manière à connaître exactement l'insolation maxima d'une station climatique, d'un

immeuble, d'une cour, d'une rue. Les hygiénistes, les médecins, les villégiateurs, peuvent donc être ainsi renseignés de façon précise sur les conditions d'insolation d'une habitation, d'un lieu de séjour ou de cure.

2° PERFECTIONNEMENT DE L'HÉLIOGRAPHE A DIAGRAMMES CIRCULAIRES HEBDOMADAIRES

Je ne décrirai pas le principe et les avantages de cet instrument, décrit pages 191 à 193 du Rapport du Congrès de Bruxelles.

Le perfectionnement est relatif au réflecteur, qui doit être parfaitement sphérique et inaltérable.

Ce réflecteur est constitué par un cylindre de verre V creusé, sur une de ses bases, d'une cavité sphérique C dont le centre est sur l'axe du cylindre ; l'autre base est plane ou concave. La cavité sphérique est hermétiquement fermée.

On fixe ce cylindre de verre devant un appareil photographique dont l'axe coïncide exactement avec celui du cylindre. Cet axe général de l'appareil orienté suivant la ligne des pôles.

Marche des rayons lumineux

Un rayon SI provenant du soleil est réfracté en II'. La pièce cylindrique a été calculée de manière que l'angle d'incidence II'R soit supérieur à l'angle limite, quelle que soit l'époque de l'année. Dans ces conditions, ce rayon subit la réflexion totale suivant I'I'' et tombe finalement sur l'objectif L qui donne sur le papier sensible une image ponctuelle S' du soleil.

L'image obtenue par ce réflecteur est très fine. Les cercles enregistrés ont environ 80 millimètres de diamètre. L'épaisseur des traits est de l'ordre du 1/4 de millimètre.

3° APPAREIL POUR LA PHOTOGRAPHIE TOTALE DES NUAGES

I. — *Appareil utilisé pour les essais*

L'appareil décrit dans l'étude précédente (1) permet, presque sans modification, la photographie complète de la demi-sphère céleste, avec ses nuages.

Des essais ont été faits en dirigeant l'axe de l'appareil verticalement *vers le bas*. Le réflecteur se trouve alors en bas, et l'appareil photographie par réflexion la voûte céleste. Dans l'appareil utilisé, le pied empêchait la prise en une seule vue de toute la voute céleste ; deux vues étaient prises, à quelques minutes d'intervalle, et raccordées ensuite.

Deux exemples de ces photographies sont donnés fig. 1 et 2. Les originaux permettent une identification facile des masses nuageuses ;

(1) Voir 1°.

la netteté et les contrastes sont satisfaisants. Une échelle, représentée entre les deux vues, sert pour le repérage des hauteurs au-dessus de l'horizon. Les directions sont données dans le cercle central.

Il est intéressant de comparer cette projection optique avec la projection horizontale équivalente de Lambert, particulièrement recommandable pour ce genre de photographies. Ainsi qu'il a été indiqué dans la communication précédente, les photographies obtenues par ce procédé sont presque identiques à celles obtenues par une projection de Lambert. Les surfaces occupées par les nuages sur la photographie sont donc pratiquement proportionnelles aux angles solides sous lesquels ces nuages sont vus en réalité. Ces conditions sont très favorables à l'utilisation de ces documents.

II. — *Perfectionnement à l'appareil.*

Il serait extrêmement facile de construire un appareil donnant toute la voûte céleste en une seule vue.

Deux arceaux orientés dans les plans verticaux nord-sud et est-ouest, supporteraient un appareil photographique à axe vertical visant le réflecteur décrit précédemment. Ces arceaux, assez minces, ne masqueraient presque pas le ciel et serviraient à repérer sur l'épreuve les deux plans méridiens nord-sud et est-ouest. Des repères sur ces arceaux indiqueraient sur l'épreuve les hauteurs au-dessus de l'horizon, de 10° en 10°. Un repérage précis de la position des nuages serait donc possible. Deux photographies prises à quelques minutes d'intervalle donneraient ainsi des indications précises sur la direction et la vitesse des nuages. Le diamètre des arceaux serait de 50 à 60 centimètres.

Il semble intéressant de signaler que cet appareil pourrait être établi *à très bon marché*. Le réflecteur est très simple, et peu coûteux à construire ; la lentille plan-convexe se trouve même à bas prix dans le commerce. Le vernis qui a donné les meilleurs résultats est le Duco noir. L'appareil photographique ne demande qu'un objectif achromatique, de prix insignifiant.

Dans ces conditions, la photographie systématique des nuages pourrait être entreprise par ce procédé, dans quelques stations météorologiques. Des documents précis et complets seraient ainsi constitués.

4° DE L'INFLUENCE DU RELIEF SUR LES PRÉCIPITATIONS EN HAUTE MONTAGNE PREMIERS RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX DE "STÉRÉOPLUVIOMÉTRIE"

La théorie sur laquelle repose cette « stéréopluviométrie » a été exposée l'an dernier au Congrès de Bruxelles (pages 186 à 191). Pour répondre à quelques objections, je rappelle seulement que cette méthode est uniquement destinée aux bassins de *haute montagne*, afin de tenir

compte : 1° de l'inclinaison des versants ; 2° de l'inclinaison des précipitations. L'ancienne méthode pluviométrique reste parfaitement applicable pour les bassins de plaine ou de montagnes peu élevées.

Les expériences se poursuivent, principalement dans le massif des Grandes-Rousses, au-dessus du lac Blanc, à environ 2.700 m. d'altitude. Plusieurs pluviomètres ont été placés à cet endroit, sur un petit sommet qui domine le lac Blanc, mais nettement au-dessous de l'arête des Grandes-Rousses. Ces appareils sont :

1° Un pluviomètre ordinaire, à ouverture horizontale ;

2° L'ensemble de cinq pluviomètres que nous avons appelé « vecto-pluviomètre ». Les quatre récipients à ouverture verticale enregistrent ainsi la composante horizontale de la précipitation ;

3° Trois stéréopluviomètres reproduisant les contours dans l'espace de deux secteurs du bassin du lac Blanc et de l'ensemble de ce bassin ;

4° Un stéréopluviomètre totalisateur dont l'ouverture correspond au contour du bassin.

Tous ces pluviomètres fonctionnent en totalisateurs, et contiennent donc du chlorure de calcium en hiver, de l'huile en été ; les trois premiers types sont mesurés chaque mois, le dernier est vidé deux fois par an.

Résultats

Le pluviomètre ordinaire a enregistré des hauteurs très inférieures à celles des stéréopluviomètres. Voici quelques nombres (1932-1933) :

	Pluviomètre ordinaire	Versant de l'Herpie	Ensemble du bassin
	mm.	mm.	mm.
Décembre	5	40	34
Mars	3	63	36
Avril	10	24	31
Mai	31	118	62
Janvier à Avril	48	185	131

Cette faible précipitation reçue par le pluviomètre ordinaire s'explique aisément ; on a, en effet, constaté de façon certaine que la précipitation est très voisine de l'horizontale.

Devant ces résultats, on pourrait nous objecter que les paravents tronconiques ont justement pour but d'éviter ce déficit bien connu dû au vent. Or nous insistons sur le fait que ces paravents ne tiennent nullement compte de la forme du bassin dans l'espace, ni de l'inclinaison de la précipitation ; négligeant ainsi deux facteurs fondamentaux, ils ne peuvent conduire à aucun résultat rationnel.

Les résultats enregistrés par le vectopluviomètre sont assez frappants ; les précipitations reçues par les ouvertures verticales sont souvent plus grandes que celles entrant par l'ouverture horizontale.

	Nord	Sud	Est	Ouest	Horizontal
Janvier	56	34	16	17	19
Février	45	21	5	31	26
Mars.....	135	159	58	167	3
Avril	68	27	3	6	10
Mai.....	245	55	20	58	31
Juin.....	239	112	44	161	129

Le calcul (ou la construction) de la résultante est très facile.

Par exemple, pour la période du 31 décembre 1932 au 31 mars 1933, on a trouvé un vecteur résultant incliné de 18° sur l'horizon et presque ouest (9° vers le nord).

En avril, ce vecteur devenait presque nord, incliné de 14° sur l'horizon. En mai, il était encore presque nord (11° vers l'ouest) à 9° sur l'horizon. En juin, la neige devenant moins fréquente, le vecteur s'oriente presque N.-W, incliné de 37° sur l'horizon.

Nous avons calculé le flux de ce vecteur sur le bassin. Ce flux est nettement supérieur à celui calculé par la méthode classique, en multipliant la projection horizontale du bassin par la hauteur mesurée au pluviomètre ordinaire. Le résultat ne cadre pas exactement avec celui obtenu avec le stéréopluviomètre d'ensemble du bassin. Nous pensons que cette concordance imparfaite est due à un trop grand éloignement des deux pluviomètres ; ils viennent d'être placés dans deux positions très voisines, exposées aux mêmes vents. Nous espérons ainsi obtenir une meilleure concordance.

Le flux total reçu par le bassin, et mesuré par la méthode du vecto ou du stéréopluviomètre, aurait été cet hiver *deux à trois fois plus grand* que la quantité enregistrée par un pluviomètre ordinaire.

Depuis octobre 1932, un vectopluviomètre est étudié également au Laboratoire de la Société Hydrotechnique de France, à Beauvert, grâce à son Directeur M. Leroux qui a bien voulu entreprendre des expériences extrêmement soignées. Cet instrument a pu enregistrer nettement que, même en plaine, le vecteur précipitation est loin d'être vertical. L'inclinaison sur l'horizon atteint parfois 45° et même 30°, avec une direction, en général, très voisine du nord. Ces résultats sont établis d'après des relevés faits tous les 10 jours.

Conclusion

Les résultats obtenus dans ces deux stations expérimentales montrent nettement :

1° Que les mesures des précipitations en haute montagne doivent être entreprises par une méthode nouvelle, si l'on veut éviter des erreurs grossières.

2° Que cette nouvelle méthode est parfaitement réalisable.

La totalité des figures présentées au Congrès de Chambéry, avec cette communication, n'a pu être reproduite ici. — N.D.L.R.

L. PETITJEAN

QUELQUES REMARQUES SUR LA CIRCULATION GÉNÉRALE ATMOSPHÉRIQUE

Dans une note antérieure (1), j'avais montré qu'il est possible d'expliquer certains faits relatifs à la circulation générale atmosphérique par l'intervention de l' « activité » de l'air polaire ou de l'air tropical. Je me propose, aujourd'hui, de développer cette conception en l'appuyant sur les résultats de quelques statistiques.

I. — Rappelons d'abord quelques définitions :

Deux masses d'air étant séparées par une surface de discontinuité, on distingue la masse « active » qui provoque le déplacement de cette surface de la masse « passive » refoulée par la première.

Une masse « active » possède une accélération normale, dans un plan horizontal, au front de discontinuité, supérieure à celle de la masse « passive ». Cette dernière est, au contraire, soumise à une accélération tangente au front plus grande que celle de la masse « active ».

Dans un plan horizontal, la rotation des masses « actives » s'effectue en sens inverse des aiguilles d'une montre et celle des masses « passives » dans le sens direct.

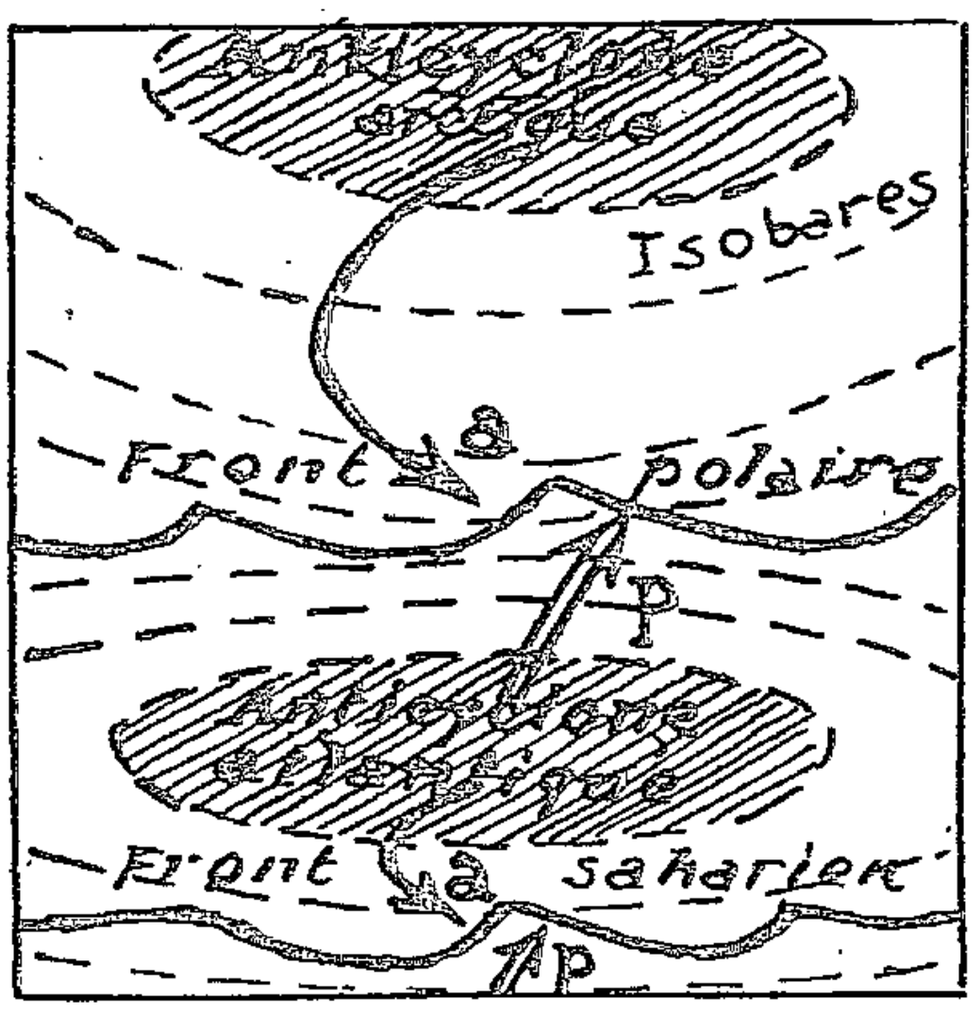
Les perturbations se forment le long des surfaces de discontinuité séparant des masses d'air de températures différentes, provenant de régions où la pression est relativement plus élevée (anticyclones et dorsales). Ces masses d'air sont d'autant plus « actives » que le déplacement des domaines de hautes pressions vers la surface de discontinuité est plus rapide. Inversement, les masses d'air sont d'autant plus « passives » que l'éloignement de ces domaines de hautes pressions par rapport à la surface de discontinuité s'opère plus vite.

II. — Le caractère « océanique » alias « maritime » et le caractère « continental » du climat de l'Europe occidentale et de l'Afrique du Nord dérivent de la position de l'anticyclone atlantique par rapport à ces régions (fig. 1).

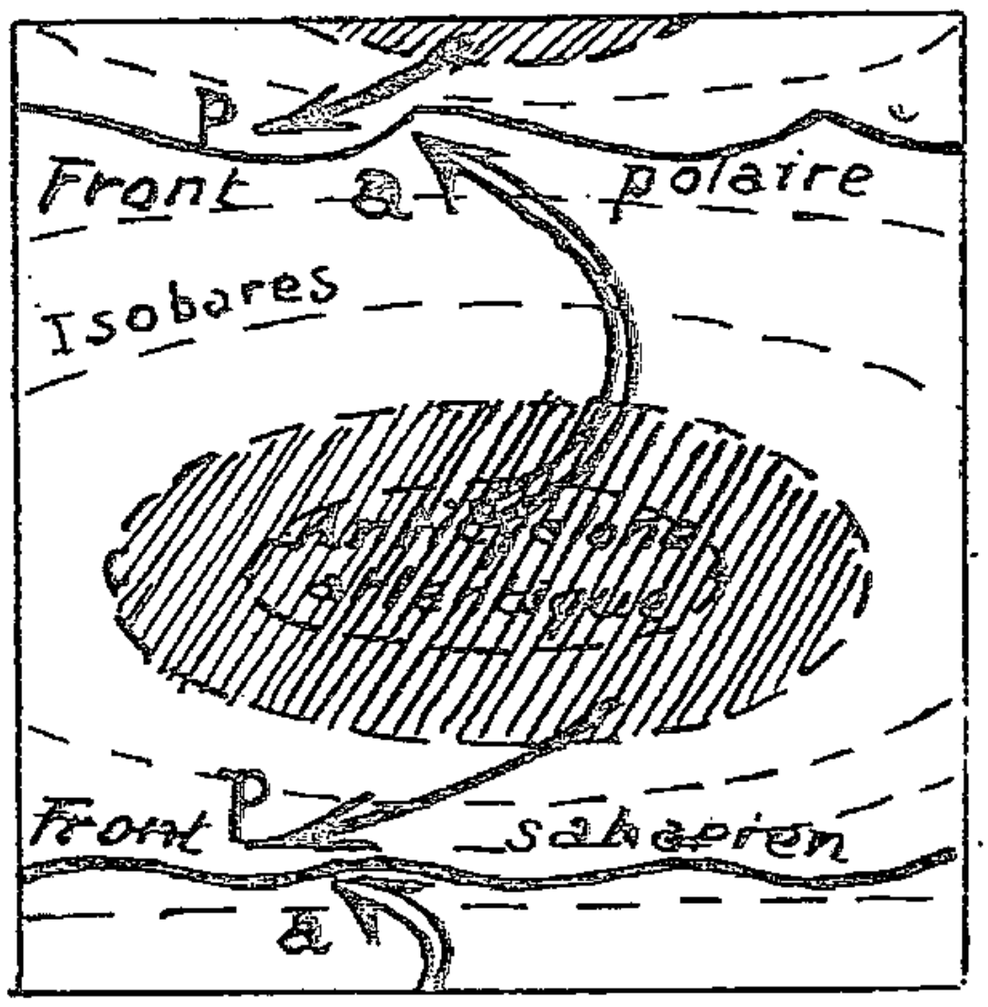
L'activité solaire joue un rôle évident dans la situation en latitude de cet anticyclone ; si elle s'accroît, l'anticyclone se déplace vers le Nord ; il en résulte, d'après ce qui a été dit plus haut, que l'air chaud qui s'écoule sur sa face septentrionale est de l'air « actif » et que l'air froid qui longe sa face méridionale est de l'air « passif ». Inversement, si l'activité solaire diminue, l'anticyclone retourne vers le Sud et les propriétés respectives des masses d'air froid et d'air chaud qui s'en échappent sont opposées à ce qu'elles étaient dans le cas précédent.

---

(1) Voir L. PETITJEAN. « L'air actif et l'air passif dans la circulation générale atmosphérique ». Comptes rendus de l'A. F. A. S., Le Havre, 1929.



I. Circulation faible



II. Circulation forte

D'autre part, un déplacement en latitude de l'anticyclone atlantique est habituellement accompagné d'un déplacement, dans le même sens, dc l'anticyclone arctique. Par conséquent, à une activité solaire croissante correspond un retrait vers le Nord de ce dernier et à une activité solaire décroissante une avance vers le Sud de l'anticyclone arctique. Corrélativemnet, l'air froid qui s'en échappe est « passif » dans le premier cas et « actif » dans le second.

Pour résumer ce qui précède, nous dirons qu'en période d'activité solaire croissante, les masses d'air chaud sont « actives » alors qu'en période d'activité solaire décroissante, ce sont les masses d'air froid qui sont « actives ».

III. — Considérons maintenant les positions moyennes successives de l'anticyclone atlantique au cours de chacun des mois d'une série d'années déterminée. Lorsque l'activité solaire croît d'un mois donné au mois suivant, l'air tropical qui s'échappe de la face Nord de l'anticyclone étant « actif », son accroissement d' « activité » se traduit par l'intervention d'une accélération dirigée du Sud vers le Nord. La différence vectorielle entre les vents moyens des deux mois considérés doit, en conséquenc, posséder une composante Sud.

Un tel résultat ne se retrouve pas seulement en ce qui concerne l'air tropical ; il s'étend également à l'air froid « passif » qui s'échappe de la face Sud de l'anticyclone atlantique. Pendant le déplacement de ce dernier vers le Nord, d'un mois au suivant, l'air froid doit, en effet, devenir plus « passif » du fait de l'intervention d'une composante Sud de l'accélération de l'air tropical des basses latitudes.

C'est ce que nous avons cherché à vérifier à l'aide de la statistique suivante : dans un travail antérieur (1), nous avions calculé, pour une

(1) Voir L. PETITJEAN. « L'étude des climats ». Mémoire présenté au Congrès International de Géographie de Paris, 1931.

période allant de 1881 à 1911, l'écart mensuel de la position de l'anticyclone atlantique par rapport à sa position moyenne pour chacun des mois de ladite période. Or, nous avions trouvé qu'après avoir occupé des positions en latitude au-dessous de la moyenne, l'anticyclone avait remonté fortement vers le Nord aux alentours de l'année 1900. D'autre part, nous avions également établi que le gradient de température entre Alger et Paris avait, pendant la même période, présenté, par rapport à sa valeur moyenne, un écart variant en sens contraire de l'écart mensuel de la position de l'anticyclone.

Ce résultat s'explique en partant de ce qui a été dit plus haut : Alger se trouvant, après l'année 1900, soumis à l'influence des masses d'air « passif » qui s'échappaient de la face Est de l'anticyclone atlantique devait forcément être à une température plus basse que pendant les années antérieures. Inversement, Paris, situé à la même époque à l'intérieur de masses d'air tropical « actif » notait des températures plus élevées. D'où l'anomalie négative observée dans le gradient thermique entre Alger et Paris après 1900.

La statistique du nombre des cas de sirocco signalés à Alger apporte également une confirmation à la théorie précédente : de 1881 à 1896, la fréquence de ce phénomène fut en moyenne deux fois plus élevée que de 1896 à 1911. L'explication suivante peut être donnée à ce fait : avant 1896, l'anticyclone atlantique occupant une position plus méridionale qu'après cette date, c'est de l'air froid « actif » qui s'échappait de ses bords oriental et méridional. Au-devant de cet air « actif », de l'air chaud « passif» s'écoulait sur l'Afrique du Nord et nous savons, d'autre part, que le sirocco est un vent chaud « passif » (1).

IV. — Dans une précédente note (2), j'avais donné deux schémas de la circulation atmosphérique, respectivement dans le cas d'une circulation faible et d'une circulation intense, au moyen de coupes verticales. Il est, maintenant, possible de tracer, en correspondance avec les précédents, deux autres schémas de la circulation atmosphérique, également dans le cas d'une circulation faible et d'une circulation intense mais, cete fois, dans un plan horizontal voisin de la surface terrestre (voir fig. 1).

Le cas I est celui d'une circulation atmosphérique faible : de l'anticyclone arctique s'échappe de l'air polaire « actif » tandis que, de la face septentrionale de l'anticyclone atlantique, s'écoule de l'air tropical « passif ». Le « front polaire », lieu de rencontre de ces deux masses d'air, est, dans ce cas, relativement bas en latitude comme l'est, d'ailleurs, l'anticyclone atlantique. Au Sud de ce dernier, de l'air froid « actif » se dirige vers le « front méditerranéen » ou « saharien ».

(1) Voir L. PETITJEAN. « Le secteur chaud des dépressions ». Comptes rendus de l'A. F. A. S. La Rochelle, 1928.

(2) Voir L. PETITJEAN. Les variations du climat de l'Algérie. Comptes rendus de l'A. F. A. S. Alger, 1930.

Le cas II, par contre, représende une circulation atmosphérique intense : cette fois, l'anticyclone arctique demeure confiné vers le Nord et c'est de l'air « passif » qui s'écoule sur sa face méridionale alors que de l'air tropical « actif » s'avance de l'anticyclone atlantique. Au Sud de celui-ci, de l'air froid « passif » qui n'est autre que l'alizé fuit devant l'air chaud « actif » de la zone équatoriale.

Augustin REY
Président de la Société de Médecine publique et de Génie sanitaire

LA MÉTÉOROLOGIE ET LA SCIENCE DES PLANS DES VILLES

R. TROCHON

LES ÉCHANGES PAR CONDUCTION ET LA TEMPÉRATURE DE LA SURFACE DU SOL

Il n'a pas échappé à M. Boutaric que les échanges de chaleur par conduction prennent une importance considérable lorsqu'il s'agit d'évaluer les variations de température d'un élément de la surface du sol. Pendant la nuit, par exemple, la couche superficielle gagne de la chaleur par conductibilité, soit avec l'air qui la surmonte, soit avec les couches internes ; il en résulte une atténuation notable du refroidissement. Même une couche neigeuse, cependant très mauvaise conductrice (pour une densité de 0,1 le coefficient de conductibilité de la neige est d'environ $1{,}4 \times 10^{-4}$ unités C. G. S.), ne peut être considérée comme parfaitement isolée, le calcul de M. Boutaric montre que l'abaissement nocturne de température atteindrait, dans ce cas, 27°2 au sommet du Mont-Blanc, chiffre qui n'est jamais atteint.

Des conclusions analogues s'imposent lorsqu'on cherche à situer théoriquement l'heure du minimum de température de la surface du sol. L'expérience montre que par ciel clair et temps calme, ce minimum suit de quelques minutes seulement le lever du soleil, et l'on donne ordinairement, de ce fait, l'explication suivante :

Pendant la nuit, le sol rayonne plus de chaleur qu'il n'en reçoit de l'atmosphère (le rayonnement nocturne r est négatif), sa température s'abaisse donc. Elle continue à diminuer après le lever du soleil jusqu'au moment où le rayonnement solaire direct (qui est positif), arri-

vant au sol, devient égal au rayonnement nocturne. Alors se produit le minimum de température.

Calculons, dans cette hypothèse, le temps qui s'écoulerait entre l'instant du lever du soleil et celui du minimum.

Un élément plan et horizontal de la surface du sol, rayonnant comme un corps noir, perd r calories par minute. Désignons par :

Q la valeur de la constante solaire ;

p le coefficient de transparence de l'atmosphère ;

h la hauteur du soleil au moment du minimum ;

ε le rapport de la masse atmosphérique traversée quand le soleil est à la hauteur h à la masse traversée par les rayons normaux.

D'après le raisonnement précédent, le minimum produirait pour :

$$r = Q p^{\varepsilon} \sin h.$$

En adoptant avec M. Boutaric, 0,15 cal.-cm^2-minute, pour valeur moyenne de r et en supposant la transparence de l'atmosphère égale à 0,8, on trouve facilement :

$$h = 12° 30'$$

A Paris, au solstice d'été, le minimum aurait lieu 1 h. 26' après le lever du soleil ; cet intervalle serait de 1 h. 16' aux équinoxes, et de 1 h. 57' au solstice d'hiver ; chiffres qui diffèrent très sensiblement des résultats d'observation.

L'écart provient évidemment de ce qu'on a négligé la chaleur q gagnée par conductibilité. Si l'on en tient compte, l'équation d'équilibre devient :

$$r = Q p^{\varepsilon} \sin h + q.$$

Connaissant r et q on en tire, pour une transparence donnée de l'atmosphère, l'heure théorique du minimum, par ciel clair, temps calme et en l'absence de rosée ou de gelée blanche.

En pratique, on observe l'heure du minimum et on déduit r et Qp^{ε} de mesures actinométriques ; il est alors fort instructif d'utiliser la relation ci-dessus pour déterminer q. D'ailleurs, le fait que le minimum suit immédiatement le lever du soleil ($Qp^{\varepsilon} \sin h \neq 0$) montre qu'au matin :

$$q \neq r$$

les gains par conductibilité sont sensiblement égaux aux pertes par rayonnement nocturne.

Il peut être intéressant de rechercher pour quelle proportion interviennent, dans q, les échanges :

a) avec l'atmosphère (q_1) ;

b) par conductibilité interne (q_2).

Deux moyens se présentent à l'observateur pour cette étude :

1° Enregistrer de façon continue la température à la surface du sol et à différentes profondeurs. On sait alors calculer le gradient vertical au voisinage de la surface et le coefficient de conductibilité, donc q_2. On a ensuite :

$$q_1 = q - q_2.$$

2° On peut également appliquer l'équation d'équilibre à un plan horizontal noirci, exposé à l'air libre, mais parfaitement isolé du sol au point de vue thermique. Dans ces conditions, $q_2 = 0$, et au moment du minimum :

$$r = Qp^\varepsilon \sin h + q_1$$

relation qui donne q_1 connaissant r, Qp^ε et l'heure du minimum (1). La connaissance de q_1 présenterait un grand intérêt au point de vue météorologique, car elle fournirait de précieux renseignements sur la valeur du coefficient de conductibilité de l'air turbulent, quantité très mal connue jusqu'à présent.

J. SALLIN

FORMATION ET DESTRUCTION DES ORAGES

---

(1) Dans cette expérience, il n'est plus permis de négliger l'intervalle qui s'écoule entre le lever du soleil et l'heure du minimum.

8e section

GÉOLOGIE ET MINÉRALOGIE

Président. . . . . M. L. Moret, Professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble .

Vice-Président. . . . . M. Eugène Lemoine, Professeur agrégé au Lycée de Chambéry.

Secrétaire. . . . . Mlle J. Pfender.

René ABRARD

Sous-Directeur du Laboratoire de Géologie du Muséum

LA QUESTION DE L'AUVERSIEN DANS LA RÉGION SUBALPINE

La nécessité de rattacher les Sables de Marines et de Cresnes aux Sables de Beauchamp (1), et de supprimer un étage sur les trois qui étaient alors, dans le bassin de Paris, distingués entre le Lutétien et l'Oligocène, a posé la question de l'âge des couches du Nummulitique alpin, qui, étudiées par L. Bertrand (2), ont été par J. Boussac (3) placées dans l'Auversien. P. Lemoine et moi-même avons alors pensé que tout ou partie de ces couches appartenait en réalité au Lutétien supérieur (4). L. Moret a admis cette manière de voir et montré que l'Auversien des chaînes externes de Savoie devait être rattaché au Lutétien (5). Enfin, Y. Gubler-Wahl (6) et H. Schoeller (7) n'ont pas trouvé dans le Nummulitique des régions qu'ils ont étudiées, de couches à rapporter à l'Auversien et n'ont employé que les termes de Lutétien et Bartonien. Je me propose d'exposer ci-après les raisons tant stratigraphiques que paléontologiques qui militent en faveur de

(1) R. Abrard. Faune des Sables de Chars, de Cresnes, de Marines et du Ruel. Conclusions à en tirer. *B. S. G. F.* (4), XXV, p. 15-32, 1925.

(2) L. Bertrand. Etude géologique du Nord des Alpes-Maritimes. *B. S. C. G. F.*, t. IX, n° 56, 1897-1898.

(3) J. Boussac. Revision du Nummulitique alpin (Feuilles d'Avignon, Nice et Antibes au 320.000e). *B. S. C. G. F.*, t. XIX, p. 131-156, 1908-1909.

(4) *C. R. som. S. G. F.*, p. 13, 1925.

(5) L. Moret. Sur la classification du Nummulitique autochtone des chaînes subalpines de Savoie. *C. R. som. S. G. F.*, p. 49-51, 1925.

(6) Yvonne Gubler-Wahl. La nappe de l'Ubaye au Sud de la vallée de Barcelonette. Thèse, Paris, 1928.

(7) H. Schoeller. La nappe de l'Embrunais au Nord de l'Isère. *B. S. C. G. F.*, t. XXXIII, n° 175, 1929.

l'attribution au Lutétien supérieur des couches à *Nummulites aturicus* de Puget-Théniers, la Palarea, l'Escarène et du col de Braus.

C'est en se basant sur le synchronisme établi par lui, de ces couches avec celles de Roncà, que J. Boussac a été amené à les considérer comme auversiennes (1), car il admettait que les couches de Roncà correspondaient aux Sables moyens du bassin de Paris. H. Douvillé, dont les travaux sur le Nummulitique font autorité, n'a jamais admis cette opinion, et je l'ai également toujours combattue. Les couches de Ronçà sont caractérisées par *Nummulites aturicus* JOLY et LEYM, *N. Brongniarti* d'ARCH., *Assilina exponens* SOW. Si l'on remarque que, partout où la stratigraphie ne prête pas à discussion (bassin de l'Adour, où ces formes sont associées à *N. laevigatus*, Kressenberg, où le même fait se reproduit, Einsiedeln ets.), ces grands Foraminifères sont essentiellement caractéristiques du Lutétien, on comprend difficilement pourquoi ces couches ont été placées dans l'Auversien par Boussac, qui reconnaissait lui-même que la zone de Roncà était caractérisée au point de vue des grands Foraminifères par la persistance de la faune lutétienne (B. S. G. F. (4), VI, p. 264). La présence, dans ces couches, ainsi qu'à la Palarea, l'Escarène, etc., de *Nummulites striatus* BRUG., ne signifie à peu près rien au point de vue stratigraphique ; il s'agit d'une espèce qui apparaît dès le Lutétien supérieur pour persister pendant le Bartonien, et qui n'a pas plus de valeur stratigraphique que *N. Bouillei* DE LA HARPE, qui apparaît au Bartonien et se retrouve dans presque tout l'Oligocène. J'ai fait remarquer (2) qu'il était tout à fait illogique de placer dans le Lutétien supérieur les couches de la Mortola à *N. aturicus*, *N. Brongniarti* et *A. exponens* (3) et dans l'Auversien celles de Roncà qui renferment exactement la même faune.

En ce qui concerne la faune de Mollusques, la présence de quelques espèces bartoniennes à Puget-Théniers, la Palarea, l'Escarène, apparaît comme dépourvue de signification dans le sens d'un rajeunissement des assises qui les renferment, d'abord parce que les Mollusques sont de très mauvais fossiles caractéristiques, ensuite parce qu'il est bien connu que dans la région méditerranéenne les faunes sont si l'on peut dire, en avance. C'est ainsi que J. BOUSSAC (4) et P. OPPENHEIM (5) ont insisté sur le fait que le Priabonien renfermait déjà un grand nombre d'espèces oligocènes très caractéristiques, telles que

---

(1) J. BOUSSAC. Le Terrain Nummulitique des Alpes méridionales. *B. S. G. F.* (4), IV, p. 261-264, 1906. — Sur le terrain nummulitique à Biarritz et dans le Vicentin. Ibid., p. 555-560.

(2) R. ABRARD. Contribution à l'étude de l'évolution des Nummulites. *B. S. G. F.* (4), XXVIII, p. 161-182, 1928 (Voir p. 178).

(3) E. HAUG. Traité de Géologie, 2e partie, p. 1473.

(4) *B. S. C. G. F.*, t. XIX, p. 143.

(5) P. OPPENHEIM. Die Priabonaschichten und ihre Fauna... *Palaeontogr.*, t. LXVII, 1900-1901.

Ostrea cyathula, *Trochus sexangularis*, *Bayania semidecussata*, *Cerithium plicatum*, *C. trochleare* (prémut. *Diaboli*). D'ailleurs, des formes telles que *Chama calcarata*, *Ampullina sigaretina*, *Turritella imbricataria*, *T. carinifera*, donnent un cachet tout à fait lutétien à la faune de la Palarea et de l'Escarène. La présence d'*Orbitolites complanatus* aussi bien dans ces localités qu'à Roncà est encore un argument dans ce sens.

Ces données paléontologiques sont corroborées par les observations stratigraphiques très intéressantes de L. MAURICE (1), qui, dans le SW des Alpes-Maritimes a découvert l'Eocène inférieur à *Nummulites atacicus* LEYM. et *N. globulus* sous les assises à *N. uroniensis* A. HEIM, démontrant ainsi d'une manière indiscutable l'âge Lutétien inférieur de ces dernières, en confirmation des résultats auxquels avait été conduit H. DOUVILLÉ (2) par l'examen des échantillons récoltés par A. GUÉBHARD (3).

Au-dessus de ce Lutétien inférieur, la partie moyenne de l'étage est d'après L. MAURICE constituée par des grès ; enfin, vient le niveau stratigraphique des couches à *N. aturicus*, qui se situe donc bien dans le Lutétien supérieur.

C'est également en se basant sur des données paléontologiques et stratigraphiques que L. MORET (4) a établi l'âge lutétien des couches de Savoie rapportées jusqu'alors à l'Auversien.

Abbé Jean BELLET

Professeur au Collège de Saint-Jean-de-Maurienne (Savoie)

NOTE SUR LA FLORE STÉFANIENNE DU HOUILLER DES GRANDES-ROUSSES

Le Houiller des Rousses, étudié par P. Termier (Bull. Serv. géol. « carte France » 1894-95) et par W. Kilian et J. Révil (Etudes Géologiques dans les Alpes occidentales, tome II, 1er fasc.), est formé de deux synclinaux N.-S. qui coupent toute la chaîne, de la vallée de la Romanche aux cols de La Croix de Fer et du Glandon.

---

(1) L. MAURICE. Sur la présence de l'Eocène inférieur et sur l'existence de marnes bartoniennes à galets de roches éruptives dans le Sud-Ouest des Alpes-Maritimes. *C. R. Ac. Sc.*, t. 178, p. 501-503, 1924.

(2) H. DOUVILLÉ. Les mouvements alpins et pyrénéens pendant l'Eocène. *C. R. Som. S. G. F.*, p. 52-53, 1921. — Orbitoïdes du Danien et de l'Eocène. *B. S. G. F.* (4), XXII, p. 55-100, 1922. (Voir p. 81-82.)

(3) A. GUÉBHARD. Notes provençales, n° -5-16, 1921 ; 21, 1922.

(4) *Loc. cit.*

Quelques rares empreintes de plantes houillères y ont été signalées. Dans la bande W. à la mine de l'Herpie :

Annularia sphenophylloïdes. Zenker sp.
Pecopteris Plucheneti. Schloth. sp.
Odontopteris Reichiana. Gutb.

Dans le prolongement de la bande orientale, au Sud de la Romanche, à Mont de Lans et à Venosc, Scipion gras a cité les fossiles suivants déterminés par Brongniart :

A Venosc : *Pecopteris polymorpha*, Brongn.
A Mont de Lans : *Odontopteris Brardi*,
Cardiocarpon,
Sphenophyllum,
Annularia. Brongn sp.

Repris récemment, ce gisement a livré également :

Calamites Luckowi, Brongn. — *Asterophyllites equisetiformis*, Schloth. sp. — *Annularia stellata*, Schloth. sp — *Annularia sphenophylloïdes*, Zenker sp. — *Pecopteris* sp.

Ajoutons que plus au N., en bordure de la route de l'Oisans, on a retrouvé aussi :

Annularia stellata, Schloth. sp.,
A. Sphenophylloïdes Zenker, sp.,
Pecopteris Cyathea.

Au total donc, quatre gisements à flore stéphanienne, dont un seul, l'Herpie, est réellement dans les Rousses. Celui de la route de l'Oisans est en bordure ; ceux de Venosc et du Mont de Lans, plus au S., sont dans le prolongement du synclinal oriental.

Il reste un cinquième gisement : celui des *Granges de La Balme*. Situé au cœur de ce même syclinal, au milieu de l'Aiguille Rousse du Lac Bramant (2.690 m.), ce gisement est connu depuis longtemps, puisqu'on y a tenté une exploitation à la fin du siècle dernier.

A la base, au S. des chalets de La Balme, un énorme conglomérat à gros blocs cristallins forme toute une arête descendant de l'Aiguille Rousse. Ce conglomérat ne peut venir du synclinal W. dans lequel les dépôts de grès fins et de schistes indiquent un régime tranquille.

D'après P. Termier, il nous révèle l'existence, au Houiller, d'un relief vraiment Alpestre s'étendant à l'E., avec ses torrents et même ses volcans qui vomissaient les énormes coulées d'Orthophyres dont les parois bleues rivalisent de beauté, au-dessus des chalets de La Balme, avec le bleu du ciel et le bleu du Lac Bramant.

Au-dessus de ce conglomérat, on voit les grès et les schistes redressés verticalement. Il s'agit là d'un anticlinal, car le Houiller plusieurs

fois plissé traverse toute l'Aiguille Rousse pour aller se perdre à l'W. dans le Lac Blanc et le Lac Bramant.

C'est dans ces schistes que l'on trouve des empreintes sur les faces S. et W. et surtout sur la face N. de l'Aiguille Rousse.

P. Termier avait remarqué quelques vagues empreintes.

J. Révil avait trouvé des feuilles de *Cordaïtes*, *Pecopteris Candollei* (déterminées par Zeiller) et *Linopteris Brongniarti*.

Sauf cette dernière plante, toutes les autres ont été retrouvées récemment. Les derniers échantillons récoltés, échantillons que M. Paul Bertrand a bien voulu déterminer, nous fournissent toute une série de plantes fossiles inconnues jusqu'ici dans les Rousses.

Ce sont d'abord des Fougères stéphaniennes :

Callipteridium pelridium Schloth.,
Pecopteris polymorpha. Brogn.,
P. Cyathea. Schloth.,
P. Lamurensis (très probable),
P. Grüneri, Brongn. (probable),
Nevropterie cordata, Brongn.,
Nevropteris sp.

Ajoutons encore :

Annularia Stellata, Schloth.,
Calamites Cisti, Brongn.,
Sigillaria Brardi, Brongn.

Notons que ces sigillaires se présentent en grandes plaques à aspect lépidendroïde qui tromperait facilement quelqu'un non averti.

Remarqons aussi que M. Paul Bertrand a noté *P. Lamurensis* comme très probable, ce qui va nous permettre de tirer une conclusion.

Tout d'abord ce pain d'une huitaine de plantes stéphaniennes, non encore trouvées jusqu'ici, date bien le Houiller des Rousses : tout au plus *P. Lamurensis* pourrait-elle nous laisser soupçonner que ce Houiller s'étend jusqu'à l'extrême base du stéphanien.

Ainsi se trouve confirmée l'opinion des géologues alpins d'après laquelle tout le Houiller du Cristallin (Belledonne-Rousses) est d'âge stéphanien.

D'ailleurs les échantillons se ressemblent beaucoup. Ainsi on confondrait facilement, quant à l'origine, un échantillon de Petit-Cœur en Tarentaise avec un échantillon des Granges de La Balme dans les Arves : même flore, même enduit argenté de séricite qui épigénise les plantes.

J. BLAYAC
Professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier

L'ORIGINE GÉOLOGIQUE DES ÉTANGS DU BAS-LANGUEDOC

(NOTE PRÉLIMINAIRE)

Sur le bord nord des étangs de Thau et de Vic-Mireval, l'auteur a découvert d'important témoins de plages marines qui se disposent les uns à une altitude de 5 à 10 mètres, les autres à celle de 25 mètres. On y voit d'énormes amas de galets de tout calibre, de gros blocs calcaires à peine roulés, des sables grossiers, le tout emprunté surtout au Jurassique, à l'Helvétien et au Pliocène du relief du littoral.

Il s'y trouve par place de nombreux débris de coquilles d'Huîtres, de divers Lamellibranches et Gastéropodes (*Ostrea*, *Lucina*, *Pectunculus*, *Murex*, *Cerithum*, *Turritella*, etc.). Les calcaires jurassiques sur lesquels reposent ces dépôts franchement marins et non lagunaires sont criblés de trous de mollusques lithophages.

Indéniablement, à l'époque de la plage de 5 mètres et de celle de 25 m., le cordon dunaire qui sépare ces étangs du domaine maritime n'existait pas encore. Il date, tout au plus, du début du Néolithique ; il est en tout cas nettement postérieur à la plage de 5 m. On sait que sa formation est facilitée par le courant N. E.-S. W. qui longe la côte. Les sables ainsi brassés et refoulés ont trouvé des points d'appui sur certains éperons du littoral : le volcan sous-marin du Cap d'Agde, celui de Maguelonne, près Palavas, aujourd'hui enseveli sous les sables, l'anticlinal jurassique de la montagne de Sète, le petit delta du Lez. (Voir feuilles de Montpellier de la carte géologique de la France au 1:80.000[e].)

BREISTROFFER

SUR LE GISEMENT FOSSILIFÈRE ALBIEN D'ENTRÈVES-EN-BAUGES (SAVOIE)

A l'E. de Semnoz, près du pont d'Entrèves, existe un riche gisement de fossiles albiens, découvert par P. DE MORTILLET (1), puis revu par J. RÉVIL (2) et M. Ch. JACOB (3), qui ont pu y relever une soixantaine d'espèces, dont plusieurs Ammonites caractéristiques du niveau principal de la Perte du Rhône. Depuis, de nombreuses récoltes faites par MM. A. MOINE, F. DEMOLY et H. BLONDET, complétées par mes recherches (4), ont considérablement allongé la liste des fossiles recueillis en ce point.

Dans les marnes gréseuses, qui alternent avec des calcaires lumachelles et où M. JACOB n'avait pu trouver aucun fossile, j'ai ramassé des débris de *Beudanticeras* cf. *ligatum*, *Leymeriella tardefurcata*, *Lyelliceras Lyelli*, *Douvilleiceras* aff. *mammillatum* et *Protanisoceras Moreanus*, permettant de reconnaître le niveau des Prés de Rencurel, plus récent que l'horizon de Clansayes, auquel M. JACOB croyait pouvoir rapporter cette couche et qui ne semble représenté que par un fossile remanié de la coll. DE MORTILLET : *Hypa canthoplites* cf. *Trautscholdi*, qui se retrouve dans le Caucase ou le Mangyschlak.

Les marnes glauconieuses à moules phosphatés renferment en outre quelques rares débris, certainement remaniés, de l'Albien inférieur et moyen : *Douvilleiceras mammillatum*, *Hypacanthoplites Milletianus*, *Leymeriella tardefurcata*, *L. regularis*, *Hoplites* cf. *dentatus*, *Anahoplites intermedius*, *A. Mantelli*, *Lyelliceras Lyelli* et sa var. *ornatissima*, etc...

Mais le reste de la faune de ce niveau est tout à fait caractéristique de l'Albien supérieur :

Parmi les *Mortonicératidés* (s. l.), nous trouvons un grand nombre d'*Hysteroceras*, en particulier l'*H. Orbignyi* et sa var. (?) *crassicostata*, ainsi que l'*H. carinatum*. Les *Prohysteroceras* sont tout aussi communs, surtout *P.* (*Goodhallites*) *Goodhalli*, *P.* (*G.*) *Candollianum* et *P.* (*G.*) *involutum*. Les *Diploceras* sont plus rares, avec *D. cristatum* var. *sub-*

---

(1) MORTILLET (DE). — G. Géologie du Semmoz. *Bull. Assoc. florimontane d'Annecy*, vol. I, n° 3. 1855.

(2) RÉVIL. J. — Géologie des chaînes jurassiennes et subalpines de la Savoie; p. 501-502. Thèse. Grenoble, 1910.

(3) JACOB Ch. — Etudes paléontologiques et stratigraphiques sur la partie moyenne des Terrains Crétacées dans les Alpes françaises; p. 522-53. Thèse et *Trav. labor. Géolog. Univ.*, t. VIII, 2e fasc. Grenoble (1907) 1908.

(4) BREISTROFFER M. — Etude de l'Etage Albien dans le Massif de la Chartreuse, *Annales de l'Université*, t. VIII, nos 2-3; p. 195. Grenoble (1931) 1933.

cristata, *D. pseudaon* var. *moniliformis*, *D. Bouchardianum* et sa var. *rectangularis*. Les *Neoharpoceras* ont des représentants caractéristiques de *N. Hugardianum* et de *N. oblusum*. Les *Mortoniceras* pullulent, avec *M.* (*Pervinquieria*) *inflatum* var. *Picteti*, *M.* (*P.*) cf. *potternense*, *M.* (*P.*) cf. *commune*, *M.* (*P.*) cf. *pachys*, *M.* (*P.*) *Pricei* et sa var. *intermedia*, *M.* (*P.*) *Rouxianum*, *M.* (*Deiradoceras*) *Balmatium*, *M.* (*D.*) *Cunningtoni* et sa var. *flexuosa*, etc... Enfin, les *Neokentroceras*, inconnus jusqu'ici en Europe, sont représentés au moins par quelques bons fragments de *N. Choffati*, espèce de l'Angola.

Dans les *Hoplitidés*, beaucoup correspondent à des formes de l'Angleterre et de la Perte du Rhône : *Anahoplites splendens*. *A. Picteti*, *Dimorphoplites glaber*, *D. Tethydis*, *D.* aff. *pinax*, *Epihoplites* cf. *compressus*, *E. trifidus*, *E. denarius*, *E. Deluci*, *E. gibbosus*, *E. glyptus*, *Euhoplites lautus*, *E. microceras* mut. (ad sp. *loricatus* var. *meandrina* vergens).

Les *Stoliczkaia* sont rarissimes, mais très intéressants : *S* cf. *rhamnonota* (non *gardonica*), du gault supérieur d'Angleterre, et *S. Grandidieri*, du Cénomanien malgache.

Les Ammonites lisses sont abondantes, surtout *Phylloceras subalpinum*, *Kossmatella Agassiziana*, *Tetragonites Timotheanus* et sa var. *nautiloides*, *T. Jurinianus*, *Beudanticeras Beudanti*, *B. sphoerotum*, *Latidorsella latidorsala* et sa var. *inflata*, *Puzosia Mayoriana*. — Quelques-unes sont signalées pour la première fois en France : *Phylloceras seresitense*, de l'Afrique du Nord et de l'Angleterre, ainsi que *Puzosia furnitana*, de la Tunisie et de Madagascar. D'autres, à affinités méridionales, atteignent à peu près dans les Bauges leur limite d'extension vers le N. : *Gaudryceras Aeolus*, *Kossmatella Chabaudi*, *K. Mühlenbecki* et *Tetragonites Kiliani*.

Enfin, les déroulés pullulent, surtout *Scaphites Hugardianus*, *Anisoceras Saussureanum*, *Hamites virgulatus* et *Pseudhelicoceras Robertianum*. Plus rares sont : *Anisoceras* aff, *alternatum*, *Metaharmites flexuosus*, *M. Desorianus*, *Hamotes Charpentieri*, *H. duplicatus*, *H. Venetzianus*, *Hamitoides Studerianus*, *Lechites Gaudini*, *Hemiptychoceras galtinum*, *Turrilites Astierianus*, *T. bitubercultatus*, etc...

En résumé, sauf quelques rares débris de fossiles usés et roulés, *indiscutablement remaniés*, la faune principale d'Entrèves se rapporte bien, comme l'a montré M. JACOB, à la zone de l'*Hysteroceras Orbignyi*. Contemporaine de la faune principale de la Perte du Rhône, elle en diffère cependant par un cachet plus méridional, caractérisé par l'abondance et la variété des Ammonites lisses, éléments typiques de la faune bathyale du faciès méditerranéen.

Paul CORBIN et Nicolas OULIANOFF

CARTE GÉOLOGIQUE DÉTAILLÉE DU MASSIF DU MONT-BLANC

(PARTIE FRANÇAISE)

C'est sur l'insistance pressante des deux maîtres, nos amis, l'éminent et regretté Professeur à la Sorbonne Emile Haug et le maître de la tectonique, le Professeur Lugeon de Lausanne qu'a été entreprise la carte géologique du Mont-Blanc au 1 : 20.000e, œuvre de très longue haleine.

En effet, le massif du Mont-Blanc et ses abords avaient attiré depuis longtemps l'attention de nombreux géologues et les études concernant cette région étaient abondantes. On pouvait même croire qu'il n'y avait plus rien à faire dans ce massif et que toute découverte importante y était pour ainsi dire impossible. Ce n'était pourtant pas l'opinion de nos deux animateurs et nos recherches préliminaires nous montrèrent très vite que certaines conceptions auxquelles on attachait jusque-là une très grande importance et qui étaient devenues classiques, devaient être révisées à fond. Ajoutons que les tectoniques anciennes, les tectoniques antérieures au Trias, restaient presque inconnues ou à peine effleurées.

Mais il nous apparut immédiatement qu'aucune étude réellement fructueuse de la région n'était possible tant que l'on travaillerait sur la base topographique de la carte au 1.: 80.000e de l'Etat-Major, alors seule existante, car, en raison de son inexactitude, elle ne permet ni de situer exactement les faits observés, ni d'en tirer des conclusions solides.

La nécessité d'une base topographique très précise et très exacte pour l'étude géologique détaillée nous a donc amenés à chercher à réaliser une carte topographique spéciale et complètement nouvelle du massif du Mont-Blanc (partie française) au 1 : 20.000e, dessinée entièrement en courbes de niveau et cela surtout, si possible, dans les parties rocheuses et les falaises les plus escarpées, constituant en un mot une parfaite « définition géométrique » du terrain. Cette carte topographique est l'œuvre de la Société Française de Stéréotopographie. Dans une communication faite à la section de géographie de ce même Congrès, nous donnons quelques détails sur la création et l'exécution de cette carte topographique.

Mais il est évident que la réalisation d'une carte topographique à cette échelle, aussi étendue et en terrain aussi difficile, n'a pas pu se faire d'un seul coup. Elle n'est donc pas encore entièrement terminée,

bien que la plus grande partie du panneau soit déjà achevée. Le lever géologique dépend donc avant tout de la marche du lever topographique, mais celui de certaines parties a été commencé depuis longtemps déjà. C'est le cas par exemple pour le versant sud de la chaîne des Fiz, pour le massif du Pormenaz et du Prarion.

Les deux premières sections que nous avons préparées définitivement pour la publication ont été celles de Servoz et des Houches, qui ont été publiées en 1927 en une seule feuille, dite double, format que nous avons abandonné ensuite pour des considérations pratiques, et remplacé par la feuille simple de 10 minutes de longitude et 5 minutes de latitude. A cette feuille double ont donc succédé les feuilles simples de Chamonix, des Tines, de Vallorcine, du Tour et d'Argentière. Actuellement la feuille du Dolent est sous presse et les feuilles du Talèfre et du Tacul sont prêtes à être publiées. En même temps le lever géologique continue sur les feuilles de la bordure nord-ouest du panneau, et les feuilles de Passy et de Saint-Gervais-les-Bains paraîtront prochainement.

Les noms de ces deux dernières feuilles montrent que l'expression « massif du Mont-Blanc » est employée par nous dans un sens large. Nous avons établi dans nos publications antérieures que le massif des Aiguilles Rouges fait partie intégrante du massif hercynien, auquel appartient aussi le massif du Mont-Blanc proprement dit (c'est-à-dire compris dans le sens géographique). Notre lever comprend, en plus, la couverture sédimentaire autochtone du massif hercynien et les confins sud-est des Hautes Alpes calcaires. Ainsi se précisent les limites du panneau : limites naturelles au Nord-Ouest et au Sud-Ouest (dans la région du Col de la Seigne) et politiques au Sud-Est (Italie) et au Nord-Est (Suisse).

La qualité toute particulière du lever topographique et l'importance capitale que nous accordons avec raison, croyons-nous, à cet élément géométrique de la carte, nous ont obligés à surveiller de très près la partie technique de la reproduction des feuilles. Inutile d'insister sur l'intérêt qu'il y a à pouvoir lire, sans aucune peine, les éléments de la topographie à travers les couleurs géologiques surtout dans un terrain aussi difficile et accidenté. Nous estimons que, grâce à la très grande expérience et à la bonne volonté de M. Dufrénoy, imprimeur-cartographe, nous avons pu réaliser, sous ce rapport, un progrès certain dans l'impression des cartes géologiques.

D'autre part, dans le choix des couleurs géologiques et de leur intensité, nous avons été guidés par l'idée de rendre la carte géologique aussi parlante aux yeux, aussi plastique que possible. C'est ainsi que pour le Quaternaire nous avons adopté partout des teintes claires pour

bien montrer la faible puissance de toute cette formation et faire sentir immédiatement sous elle, la structure véritable sous-jacente.

Il serait trop long d'exposer ici les résultats de nos recherches géologiques. Ils sont du reste exposés dans nos publications antérieures et entre autres dans les Notices explicatives détaillées qui accompagnent chaque feuille géologique publiée.

Mais nous croyons devoir tout d'abord attirer l'attention sur le fait que grâce à la méthode stéréophotographique employée, notre carte est probablement la première carte géologique de grande étendue et à grande échelle, dans laquelle les coupes à travers les falaises les plus escarpées, telles que les arêtes cristallines du Massif, sont aussi exactes que sur toute autre partie du terrain. Cea tient à ce que cette méthode, *seule*, permet de tracer d'une façon *continue* et *automatique* les courbes de niveau sur les escarpements les plus inaccessibles, supprimant ainsi le fameux « figuré de rocher », qui n'est au fond qu'un dessin plus ou moins artistique, masquant en réalité l'impuissance de tous les anciens procédés topographiques, y compris la photogrammétrie ordinaire, à réaliser la définition géométrique de ces escarpements inabordables. Il y a là pour l'étude géologique d'une région où domine ce type si difficile de forme du terrain, un élément de supériorité indiscutable.

Il est intéressant de noter que nous avons pu établir nettement que la région étudiée a été le théâtre d'au moins quatre plissements orogéniques. Jusqu'à présent le plissement alpin, le plus récent avait attiré seul l'attention des géologues. Nous nous sommes donc efforcés de pénétrer dans l'histoire des plissements antérieurs. L'analyse pétrographique menée de front avec l'étude tectonique a permis de constater la parenté des roches et de leurs complexes dans la série cristalline et de restituer ensuite les lignes directrices et l'architecture des anciens massifs, masquées ou effacées par les effets de la puissante et plus jeune tectonique de la chaîne alpine.

Les résultats de cette analyse ont été complètement inattendus et nouveaux. Contrairement aux conceptions antérieures, les lignes directrices des tectoniques anciennes croisent les axes des plis alpins. Le massif du Mont-Blanc hercynien avait une orientation *nord-sud*, de sorte que son axe, dans la profondeur, continue, vers le Nord, sous les Hautes Alpes calcaires. Il en résulte que le massif de l'Aar hercynien est un autre massif ancien et non pas, comme on le croyait, la prolongation du massif du Mont-Blanc.

La nouvelle carte géologique du massif du Mont-Blanc montre nettement ce croisement remarquable des lignes directrices des diverses tectoniques, et elle met en outre en évidence le phénomène que nous appelons le « rajeunissement » de la tectonique ancienne sous l'influence de la tectonique plus jeune. Il s'agit là de la formation de plis alpins

transversaux sur l'emplacement des anciens plis hercyniens, phénomène gros de conséquences pour la morphologie.

Enfin l'histoire des grands glaciers de ce massif bénéficie également de nos recherches tectoniques. Car, nous avons pu montrer, par exemple, que les glaciers du Tour et d'Argentière, qui se déversent actuellement dans le bassin de l'Arve, ont été anciennement tributaires de la partie valaisanne du glacier du Rhône.

DÉROGNAT

GISEMENTS DE *BURGUNDIA TRINORCHII* (M. CH.) DEHORNE DANS LE PORTLANDIEN DE L'AIN

Les *Burgundia*, découverts pour la première fois par *Munier-Chalmas* dans le calcaire portlandien de Ver, près Tournus (Saône-et-Loire), sont des hydrozoaires stromatoporoïdes dans lesquels *Yvonne Dehorne* a discerné un groupe intermédiaire entre les Actinostromes et les Stromatopores.

Ils sont caractérisés par une structure en couches concentriques, subdivisées par des piliers verticaux, comme chez *Actinostroma*. Ils possèdent des tubes zooïdaux tabulés comme *Stromatopora*. Mais ils ne présentent pas d'astrorhizes.

L'origine de la découverte des gisements de l'Ain fut la constatation, dans les marches de l'escalier monumental de la gare de Marseille, de divers organismes assez nombreux et assez volumineux, certains pouvant atteindre la grosseur de la tête.

Sachant que ces matériaux avaient été fournis par M. Bertholet, qui exploite des carrières à *Villette*, commune de Romanèche, et à *Grand Corent*, je me mis en quête de renseignements à mon premier séjour dans la région précitée de l'Ain.

J'appris, à l'atelier de sciage que M. Bertholet possède à la gare de Villereversure, que ces organismes, connus des ouvriers sous le nom de « *Salières* » (à cause de l'aspect cristallin desdits organismes) se rencontraient fréquemment dans les calcaires exploités à *Villette ;* ce fut le premier gisement repéré.

Les recherches, poursuivies dans la vallée du Suran, aboutirent, par la suite, à la découverte de 4 autres gisements.

D'abord, dans l'ancienne carrière Bertholet, ouverte sur les pentes du *Mont de Corent*, où les couches à nombreux *Burgundia*, d'une épaisseur de 4 à 5 mètres, sont surmontées par un banc de l'épaisseur d'un

mètre environ, farci de *Spongiaires*. Mêlés aux Burgundia se trouvent aussi quelques *Polypiers* et quelques *Stromatopores*.

Le troisième gisement repéré fut celui de *Rochefort*, hameau de la commune de Villereversure, où abondent également les *Burgondia* et où l'on retrouve aussi les *Spongiaires*.

C'est sur le territoire de la commune de *Ramasse*, près du viaduc du chemin de fer P.-L.-M., que fut constaté le 4e gisement, moins riche toutefois que les précédents, et consistant seulement en un affleurement au milieu des pâturages de la montagne, lieudit Mont Grenier, à la partie sud du Montiou (la carte porte un Mont Grenier bien plus au nord).

Enfin le 5e et dernier gisement reconnu jusqu'à ce jour se trouve dans la carrière ouverte au bord de la route nationale, quelques centaines de mètres à l'ouest d'*Haulecour*. La couche exploitée est constituée par une brèche (d'âge oligocène d'après M. A. Riche) à éléments anguleux non roulés, liés entre eux par un ciment rouge. Cela a toutes les apparences d'un calcaire Portlandien broyé sur place et ressoudé par le ciment rougeâtre oligocène.

Des recherches attentives ont permis d'y rencontrer quelques échantillons de *Burgundia*. Il est à supposer que le véritable gisement *en place* de ces derniers ne doit pas être bien éloigné, puisque les éléments de la brèche ne paraissent pas avoir été roulés, mais les recherches sont rendues difficiles par la végétation.

Mlle Pfender, à laquelle avaient été envoyés quelques échantillons, voulut bien en entreprendre l'étude, et c'est par elle que fut donnée la détermination de ces organismes comme étant, en grande majorité, des *Burgondia Trinorchii* (M. Ch.) Dehorne, mais avec quelques échantillons d'un *Stromatopore* voisin de *Str. arrabidensis* Dehorne, du Lusitanien du Portugal.

Nota. — Depuis la présentation de cette note au Congrès, un nouveau gisement de *Burgundia* a été découvert *entre Neuville-sur-Ain et Poncin*, lieudit « Sous Roche », au bord de la route, dans la paroi rocheuse qui a été entamée pour son élargissement.

M. GIGNOUX, L. MORET et D. SCHNEEGANS

LE PROBLÈME DU "FLYSCH CALCAIRE" DANS LA RÉGION FRONTALE DES NAPPES DE L'EMBRUNAIS-UBAYE

Les auteurs (E. Haug et W. Kilian) de la feuille Gap de la Carte géologique au 1/80.000 y ont distingué, dans le Nummulitique, une formation appelée par eux « Flysch calcaire ». Depuis, J. Boussac, qui en a repris l'étude dans sa thèse, y avait vu une série compréhensive débutant dans le Crétacé supérieur, englobant le Lutétien et se prolongeant dans l'étage Auversien. Plus récemment encore, Mme Y. Gubler-Wahl, reprenant l'étude de ce Flysch calcaire entre les bassins de l'Ubaye et du Verdon, a été conduite au contraire à écarter cette notion de série compréhensive : pour elle, une transgression très nette, datant du Lutétien, marque la base du Flysch calcaire de cette région (exemple, montagne d'Autapie, près Colmars), qui serait dès lors entièrement nummulitique.

Au cours de la révision de la feuille Gap, nous avons acquis la certitude que, sous le nom de Flysch calcaire, nos prédécesseurs groupaient des séries d'assises extrêmement variées, appartenant à des étages différents, et pouvant comprendre du Jurassique supérieur, du Crétacé inférieur, du Crétacé supérieur, recouverts parfois en transgression par un véritable Nummulitique, d'âge Lutétien (nappes) ou Priabonien (autochtone). De fait, dans les écailles de base des nappes de l'Ubaye et de l'Embrunais, ces terrains mésozoïques prennent des faciès assez insolites ne se retrouvant ni dans l'autochtone, ni dans les séries à faciès typiquement briançonnais. D'autre part, ces terrains arrivent à ressembler beaucoup à des couches certainement nummulitiques, et c'est ce qui explique les confusions faites par nos devanciers.

Dès lors, une révision systématique de tous les affleurements marqués en Flysch calcaire sur la feuille de Gap nous paraît s'imposer. C'est un tel travail que nous avons entrepris, et qui nous a déjà conduits aux résultats provisoires suivants :

Nous avons proposé ailleurs de grouper sous le nom de « zone des écailles ultra-dauphinoises » des lames de terrains qui apparaissent très étirées entre les terres noires autochtones et la base des grandes nappes de l'Embrunais-Ubaye. Dans cette zone en effet, le Jurassique supérieur et le Crétacé présentent des caractères tout à fait spéciaux, qui les avaient fait méconnaître jusqu'à présent : ce sont d'épaisses séries schisteuses, coupées, sur toute leur hauteur de bancs de calcaires et de microbrèches, et dans lesquelles les fossiles les plus fréquents sont des

Aptychus et des Bélemnites. D'ailleurs, des faits analogues se retrouvent dans les écailles de base des nappes, donc dans une zone plus interne (massifs du Morgon, de Piolit et de Chabrières). Toutefois, ici, des zones siliceuses ou même de véritables jaspes à Radiolaires s'intercalent vers le milieu de cette série, à la limite du Jurassique supérieur et du Crétacé, limite d'ailleurs plus ou moins nettement soulignée par de gros bancs de calcaires fins à Calpionelles, pouvant correspondre au Tithonique.

Pour étayer cette conception générale, bornons-nous à rapporter les observations faites en quelques régions.

1° Dans la haute vallée d'Ancelle, apparaissent, sous le Flysch de la nappe, des affleurements de terrains mésozoïques équivalents aux écailles du Morgon. Comme nous l'avons dit dans une note antérieure, des calcaires et calcschistes du Jurassique moyen surmontés par des marnes callovo-oxfordiennes sont recouverts par des calcaires et schistes à zones siliceuses avec Radiolaires et Calpionelles qui pour nous représentent le Malm-Néocomien ; ce sont ces dernières formations, qui, dessinant des falaises au sud de la Haute-Rouanne, sont indiquées sur la feuille Gap en Flysch calcaire e2. Cette même carte marque le prolongement de ces bandes, dans tout le versant W du massif de Piolit, où nous nous proposons de les explorer ultérieurement. Par contre, la bande de Flysch calcaire que la carte montre plus en aval, sur la rive droite de la vallée d'Ancelle, entre les cotes 1591 et 2062 nous a paru formée surtout de Sénonien.

2° Région de Réallon et du Pic de Chabrières. Là encore, la plupart des couches indiquées sur la feuille Gap en Flysch calcaire (massif de la Pousterle, hameau de Gournier) appartiennent à notre complexe Malm-Néocomien à zones siliceuses. Dans ces mêmes régions, la transgression nummulitique est fort nette : elle débute par des couches à grandes Nummulites et par des poudingues à galets cristallins bien roulés identiques aux fameux poudingues du Bouchet de Serraval (nappe moyenne ou du Niesen, de Sulens) et identiques aussi aux conglomérats lutétiens du Lac d'Allos.

3° Châteauroux. C'est dans cette région que l'un de nous (M. G.) a soulevé antérieurement le problème du Flysch calcaire. Là encore, entre les Phasis et Saint-Etienne, le Flysch calcaire de la feuille Gap nous montre toujours le même ensemble Malm-Néocomien au sommet duquel les grès quartzeux lutétiens à grandes Nummulites sont nettement transgressifs.

4° Versant S du Morgon. Sous la base de la nappe de l'Embrunais, sortent ici toute une série d'écailles de notre zone ultradauphinoise. L'une d'entre elles, celle de Saint-Vincent, avec son Tithonique et son Néocomien, avait été reconnue depuis longtemps. Mais, un peu plus

en amont, les contours de la feuille Gap nous paraissent appeler de profondes modifications. D'après cette feuille en effet, tout le massif de la Batterie du Chatelard, prolongé sur la rive droite de l'Ubaye par la Roche-Rousse, serait formé de Flysch calcaire. Cette région a été revue par Boussac, qui en a donné une coupe (Thèse, p. 137, fig. 57). Pour nous, cette énorme masse de soi-disant Flysch calcaire débute par des calcschistes noirs desquels nous possédons un beau *Perisphinctes* probablement argovien ; au-dessus, s'intercalent dans les schistes des bancs de calcaires à Radiolaires, spicules, et parfois silex noirs, et des brèches (calcaires dit à *Lithothammium* (?) de Boussac) qui, en réalité, sont des bancs organogènes à Milioles (Urgonien ?) ; comme fossiles, nous n'y avons trouvé que des *Aptychus* et des Bélemnites qui ne paraissent point remaniés : c'est là sans doute un complexe Malm-Néocomien ; enfin la série se termine par des calcaires schisteux beaucoup plus clairs, à Foraminifères (Rosalines), très épais, contenant de gros Oursins à affinités tertiaires (1) ; nous en faisons provisoirement du Sénonien. C'est seulement au sommet de cette série, à partir de l'Allemandeysse qu'apparaissent des calcaires noirs, pétris de petites Nummulites et d'Orthophragmines représentant le Priabonien transgressif ; descendant suivant la pente, cette assise de base du Tertiaire monire dans les tranchées de la route de Barcelonnette (bifurcation de la route de Seynes) une magnifique brèche de transgression, où l'on trouve, à l'état remanié, des fragments de silex noirs, de Bélemnites, de nodules phosphatés, de dents de Poissons, etc. La série tertiaire se termine par des schistes à patine jaune (schistes à Globigérines) surmontés eux-mêmes par les grès d'Annot qui s'enfoncent sous la nappe du Flysch.

Cette écaille de l'Allemandeysse est donc caractérisée par plusieurs particularité : 1° l'absence des complexes siliceux si caractéristiques du Malm-Néocomien des écailles de base de la nappe (Ancelle, Morgon) ; 2° le fait que le Nummulitique transgressif y débute par le Priabonien, comme dans l'autochtone, et non par le Lutétien, comme dans la nappe ; 3° enfin par l'apparition, dans un épais complexe schisto-calcaire jurassico-crétacé, de bancs de brèches calcaires qui ne se rencontrent point dans les faciès dauphinois autochtones. Ceci justifie l'attribution de cette écaille à notre zone ultradauphinoise.

En résumé, nous voyons dans tous ces faits un très bel exemple des confusions auxquelles cette notion de « Flysch calcaire » avait entraîné nos prédécesseurs.

---

(1) D'après M. J. LAMBERT qui a bien voulu les étudier, ces Oursins seraient à rapporter à une forme primitive du genre *Leiopneustes* du Lutétien et n'auraient aucun rapport avec les espèces connues du Crétacé (renseignements *in litteris*).

HÉGLY

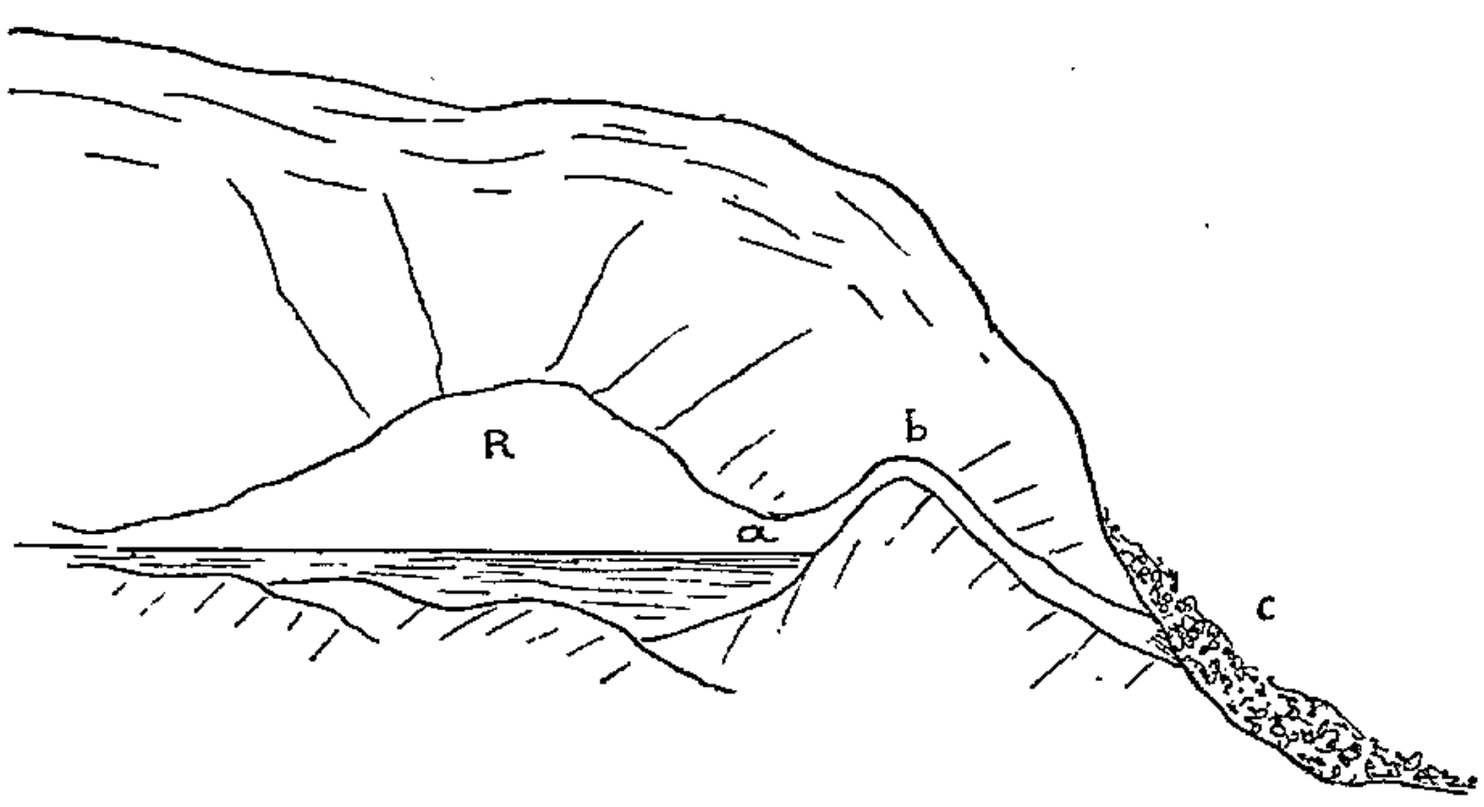
Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées en retraite

SUR LA RÉALISATION D'UN MODÈLE RÉDUIT DE FONTAINE INTERMITTENTE

Un essai de modèle réduit d'un syphon métallique, réalisé au laboratoire d'hydraulique fluviale du Saulcy, à Metz, a conduit à reproduire le phénomène des sources intermittentes.

Ce phénomène s'explique, comme on sait, de la façon suivante :

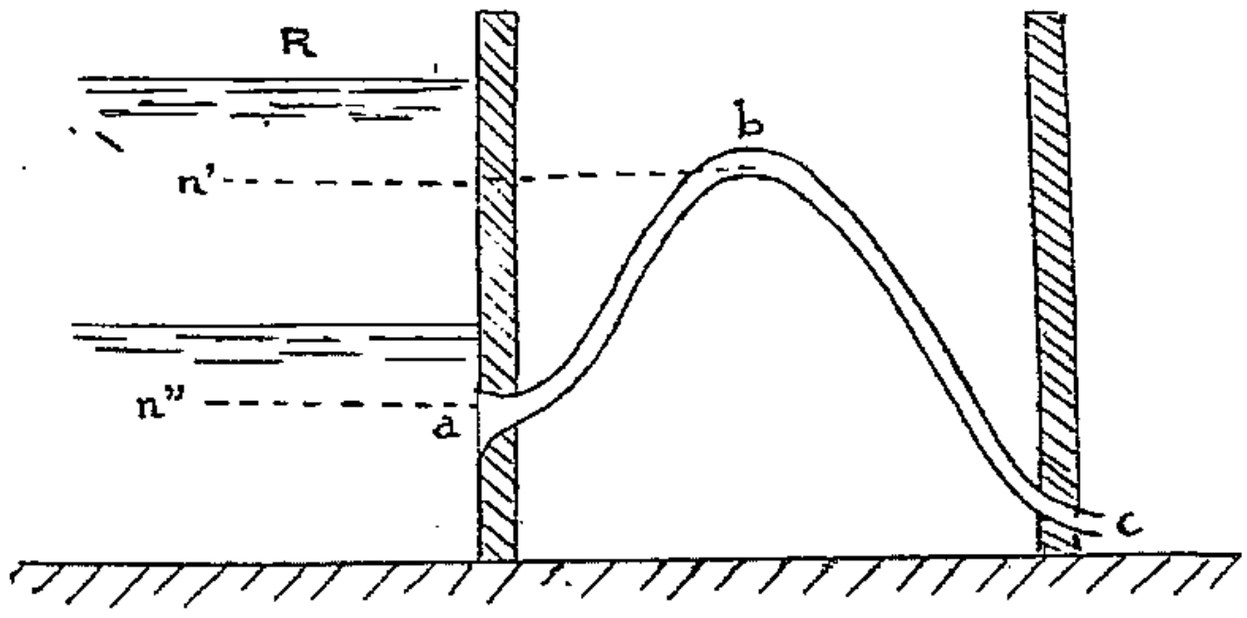
Un couloir souterrain abc fait communiquer avec l'air extérieur un réservoir R creusé naturellement dans un sol calcaire, qui se termine



généralement par une falaise au pied de laquelle un cône d'éboulis livre passage à une source c. Lorsque le niveau de l'eau dans le réservoir atteint et dépasse un peu le seuil de la partie supérieure du couloir, le siphon naturel s'amorce et débite avec toute sa capacité, en déterminant un abaissement du plan d'eau du réservoir, abaissement d'autant plus rapide que le petit cours d'eau souterrain a un faible débit. Il arrive alors que l'orifice du siphon se découvre ; l'air s'y engage, gagne le sommet b et le siphon se désamorce. Les phénomènes d'amorçage et de désamorçage se répètent ensuite, tant que le débit affluent reste inférieur au débit propre du siphon ; si ce débit affluent devenait supérieur à celui du siphon, la source cesserait d'être intermittente.

L'installation de modèle réduit réalisée au Sanlcy comprend un réservoir ouvert à l'air libre R limité par un mur de maçonnerie de béton, à la base duquel s'ouvre, par un orifice convergent a, un siphon métallique abc de forme circulaire, qui vient déboucher en c dans un canal d'aval. Le réservoir est alimenté par un petit déversoir D, dont on règle le débit à volonté. En période de remplissage, lorsque le niveau atteint le plan n', qui correspond à peu près au milieu du diamètre du siphon à son point haut b, l'écoulement s'amorce, et le plan d'eau du réservoir s'abaisse si le débit du siphon

est supérieur à celui du déversoir. Si, au contraire, le débit du siphon était inférieur à celui du déversoir, le plan d'eau continuerait de monter dans le réservoir. Mais, lorsque la première condition est réalisée, le



plan d'eau s'abaisse et finit, arrivant en n'', par découvrir l'orifice a du siphon, lequel alors se désamorce par introduction d'air qui gagne le sommet b. Le phénomène d'amorçage et de désamorçage se continue automatiquement, avec des intervalles de fonctionnement et de non-fonctionnement qui dépendent de la valeur du débit Q du siphon et du débit q de l'affluent. La durée du non-fonctionnement est en raison directe de la différence Q-q.

La marche du phénomène, ainsi réalisé artificiellement, est en somme d'accord avec le phénomène naturel des sources intermittentes ; l'explication donnée à ce dernier paraît donc tout à fait fondée. Le siphon de Saulcy avait 70 mm. de diamètre ; il était muni à l'orifice amont d'un orifice convergent et à l'orifice aval d'un orifice divergent, dispositifs qui avaient pour effet d'augmenter notablement le coefficient de débit de l'ouvrage.

L. JOLEAUD
Professeur à la Sorbonne

LE PLIOCÈNE RÉCENT ET LE POSTPLIOCÈNE DE BONE ET D'AUTRES LOCALITÉS DU LITTORAL ALGÉRIEN

L'individualisation stratigraphique d'une phase quaternaire initiale a été récemment mise en évidence, en ce qui concerne les régions littorales algériennes. Ch. Depéret et moi avons, en 1914, décrit le Sicilien marin des environs de Bône.

L'étude détaillée que je poursuis en vue de l'achèvement des feuilles de Bône, Penthièvre, Mondovi, Blandan, Munier et La Calle de la Carte Géologique au 50.000e m'a permis de mettre en évidence l'existence d'une phase de creusement et de remblaiement des vallées da-

tant de la fin du Pliocène (Villefranchien récent). Les marnes dures, qui se sont alors accumulées dans le thalweg de la Seybouse, ont été recoupées par des forages effectués en vue de l'édification de piles de grands ponts jetés sur ce cours d'eau. Ces marnes sont l'équivalent, dans la plaine de la basse Seybouse, des marnes de Maison-Carrée, qui se sont consolidées en flanc des coteaux du Sahel d'Alger, ou de celles des puits Kharoubi et Lamur, étalées au pied des collines du Sahel d'Oran. Dans le fond de la moyenne vallée de la Seybouse, des sédiments de même âge ont été reconnus à Pont-de-Duvivier, sous la forme de conglomérats à *Hippopotamus hipponensis* Gaudry.

A cet épisode de soulèvement et de creusement des plaines littorales algériennes, épisode lié à une régression de la Méditerranée, a succédé une phase locale d'affaissement, ayant entraîné la submersion du rivage jusqu'en des points situés aujourd'hui à des altitudes de 100 et même de 150 m. (Cap de Garde) : alors se sont formés des dépôts de plage, fortement inclinés, le long des falaises de gneiss, de micaschistes et de cipolins.

A leur partie supérieure, ces assises marines passent à des faciès terrestres, limons éoliens et tufs d'eau douce, riches en *Helix*, appartenant en partie à des variétés aujourd'hui éteintes, en partie à des types désormais étroitement cantonnés sur place même. Ces sédiments terrestres subsistent aujourd'hui, jusqu'aux points les plus élevés, où se trouvent les sables et les grès marins, de l'époque immédiatement antérieure à leur dépôt. Les conditions de genèse de telles assises côtières et lacustres impliquent la contemporainéité d'une régression marine, qui, avec celle correspondant aux marnes du fond du thalweg de la Seybouse, encadre l'époque pospliocène ou quarternaire ancienne.

Eugène LEMOINE
Professeur agrégé au Lycée de Chambéry

1° RELATION ENTRE LE MASSIF DE BAUGES ET CELUI DE LA GRANDE-CHARTREUSE

2° SUR LA SOURCE THERMO-MINÉRALE DE LA LÉCHÈRE-LES-BAINS (SAVOIE)

G. MAZENOT
Professeur au Lycée Ampère à Lyon (Rhône)

LES HOPLITIDÉS DU TITHONIQUE INFÉRIEUR (ZONE SUPÉRIEURE) DE LA CROIX-DE-SAINT-CONCORS PRÈS CHAMBÉRY (SAVOIE)

M. Blondet, magistrat à Chambéry, a eu la grande amabilité de me communiquer les matériaux de la riche faune d'Ammonites qu'il a recueillie dans le calcaire tithonique à proximité de la Croix-de-Saint-Concors, près de Chambéry, gisement signalé dès 1910 par J. Révil (1) qui y avait recueilli surtout des *Perisphinctes* et lui avait attribué l'âge tithonique inférieur.

M. Blanchet, qui a déjà étudié quelques-uns des échantillons de cette belle collection (2), a été amené, en utilisant exclusivement des Perisphinctidés (*Perisphinctes*, *Aulacosphinctes*), à attribuer à la faune de Saint-Concors l'âge tithonique inférieur, zone supérieure ou zone à *Aulacosphinctes contiguus* Catullo des auteurs.

A côté des très nombreux *Perisphinctes*, *Aulacosphinctes*, *Virgatosphinctes*, etc., de grande taille, très évolués et fins de rameaux phylétiques dont les espèces pourront, pour la plupart, être rapportées à celles du Tithonique de Neubürg, de Stramberg, de Crussol ou du Pouzin, cette faune renferme un assez grand nombre de petites Ammonites fort intéressantes par le fait qu'elles se placent dans l'ascendance directe des Hoplitidés si riches en formes du Tithonique supérieur et du Berriasien.

Ces Hoplitidés de Saint-Concors présentent un cachet des plus primitifs : ils appartiennent à peu près tous au sous-genre perisphinctoïde *Berriasella*, leur taille est généralement petite et l'ombilic plutôt grand, l'ornementation sobre consiste à peu près exclusivement en côtes non tuberculisées, l'état lisse secondaire de la loge d'habitation ne se manifeste jamais, la bifurcation des côtes au milieu ou au delà du milieu des flancs n'est pas très constante, les étranglements sont fréquents, le sillon siphonal, quoique précoce sur le jeune, reste toujours peu excavé et ne dure pas jusqu'à l'âge adulte. La ligne cloisonnaire ne peut, fait très regrettable, être étudiée.

Sans pousser plus loin l'analyse, de cet état nettement primitif dé-

---

(1) J. Révil. Géologie des Chaînes jurassiennes et subalpines de la Savoie. Thèse. 1910.

(2) F. Blanchet. La faune du Tithonique inférieur des régions subalpines et ses rapports avec celle du Jura franconien (B. S. G. F., 1923, 4e série, tome 23, p. 70 à 80).

coule une conséquence qui est de nature stratigraphique. Par ses Hoplitidés, Saint-Concors ne peut être contemporain des autres gisements tithoniques comme Aizy-sur-Noyarey, Chomérac et même Stramberg qui sont tous à faune plus évoluée. Saint-Concors se place donc au-dessous du Tithonique supérieur le plus bas. Il est, d'autre part, certainement postérieur à Crussol et au Pouzin dont la faune est plus primitive. Il trouve donc sa place normale à la partie supérieure du Tithonique inférieur : les conclusions de M. Blanchet à ce point de vue n'ont ainsi pas à être modifiées, elles sont au contraire confirmées, ce qui prouve une fois de plus la valeur des Ammonites, surtout lorsque leurs espèces sont nombreuses, comme fossiles stratigraphiques.

Mais l'étude plus détaillée de ces Hoplitidés leur fait présenter un second intérêt, certainement plus grand, de nature exclusivement paléontologique, celui-ci. Malgré leurs caractères peu tranchés, rapprochant toutes ces formes les unes des autres, des espèces et même des sous-genres peuvent être distingués formant les groupes suivants :

a) *Berriasella* du groupe *ciliata* Schneid : *B.pergrata* Schneid, *B.* voisines de *prava* Schneid et d'*adeps* Schneid, etc.

b) *Berriasella* très étroitement reliée à *B. Privasensis* Pictet (*Pictet*, S. Faune à *Terebratula diphyoïdes* de Berrias, pl. 18, fig. 1, non fig. 2), mais en différant cependant par des caractères de l'ornementation.

c) *Berriasella* voisine de *Picteti* Jacob (=*Privasensis* Pictet, fig. 2 non fig. 1), à côtes régulièrement bifurquées et non flexueuses vers la fin du dernier tour.

d) *Berriasella* du gr. *Callista* d'Orb : *B. subcallisto* Toucas, *B. carpathicus* Zittel, etc.

e) *Hoplitidés* à chute brusque des tours sur un ombilic étroit et à côtes fixes, flexueuses et bifurquées. Ce groupe peu connu des auteurs, se développe dans le Tithonique supérieur de Chomérac sans cependant devenir très riche en espèces. Il ne semble pas atteindre le niveau plus élevé d'Aizy-sur-Noyarey. Si on lui prête une évolution rapide, on peut le considérer comme étant l'origine de *Neocomites occitanicus* Pictet du Berriasien.

f) *Hoplitidés* à tours globuleux, à large ombilic et à grosses côtes, conduisant peut-être aux *Kilianella* du Valanginien.

Ainsi donc, dès le niveau de Saint-Concors, les Hoplitidés sont nombreux et quoique primitifs, déjà diversifiés. Plusieurs rameaux sont distincts, dont on connaît bien la descendance ; tous les principaux groupes du Tithonique supérieur, à l'exception cependant du groupe *progenitor* Oppel, ancêtre des *Dalmasiceras*, sont annoncés. Et comme le gisement de Saint-Concors semble être, avec celui de Neubùrg, le plus inférieur d'Europe où abondent les Hoplitidés qu'on rattache sans conteste à ceux du Tithonique et du Valanginien, cette famille se

trouve ainsi solidement prolongée vers le bas, du côté de sa racine. La racine elle-même, le point de départ, ne doit pas être recherchée à Saint-Concors même, mais à un niveau plus bas correspondant sans doute à la base du Tithonique inférieur.

Cette origine, tant de fois discutée, est aujourd'hui généralement admise comme devant être perisphinctidienne. La faune de Saint-Concors fournit des arguments en faveur de cette hypothèse : ses Hoplitidés primitifs se placent entre certains *Aulacosphinctes* ou Perisphinctidés à côtes interrompues sur la région externe et les Hoplitidés du Tithonique supérieur.

D'autre part, la diversité si précoce des formes indique une origine multiple, les différents rameaux s'étant détachés à peu près simultanément de formes d'ailleurs voisines. Comme on l'a déjà proposé, la famille des Hoplitidés du Tithonique et du Valanginien est polyphylétique : ses différents rameaux évoluent plus ou moins vite, parallèlement, sans se confondre, mais, fait très curieux, le font suivant des mécanismes à peu près identiques d'un rameau à l'autre comme si tous avaient reçu à l'origine, la même impulsion, la même « tendance évolutive ».

Jean MIQUEL et Joseph COULOUMA

LE PRIMAIRE DE LA VALLÉE DE LA CESSE (1)

Le Bassin de la Cesse a, pour les étages inférieurs des terrains primaires, Cambrien et Trémadocien, une géologie, unique pour la France, qui rivalise avantageusement, pour l'importance et la clarté de ses formations, avec les pays les plus favorisés, la Scandinavie, le Pays de Galles et le Canada.

Le Cambrien

C'est le Cambrien qui nous donne les premiers êtres vivants bien connus ; et par une circonstance remarquable, ces êtres primitifs présentent l'organisation la plus délicate et la plus compliquée. Les Tribolites du bassin de la Cesse ont été répandus à travers la France et à l'étranger ; ils sont admirés partout.

Cambrien inférieur, Georgien

Le Géorgien comprend le sommet et les hautes pentes de la Chaîne de Marcory ; il forme la ligne de faîte qui domine tout notre bassin.

---

(1) Extrait de l'*Etude Géologique* complète du même bassin, communiquée au Congrès de Chambéry.

Il est constitué par un grès très particulier, gris, rose ou bleuté, finement moucheté, coupé de filonnets de quartz et d'épanchements porphyritiques. Le grès de Marcory n'a donné jusqu'ici que de très rares débris fossilifères ; il tient en réserve ses richesses pour les chercheurs de l'avenir.

Cambrien moyen, Acadien

L'Acadien est très important ici par sa puissance qui dépasse mille mètres, par l'étendue et la variété de ses formations, et par la richesse de sa faune. Il est indispensable de décrire séparément ses sous-étages, qui constituent chacun des entités géologiques très spécialisées.

L'*Acadien inférieur* débute, près de Coulouma, dans la gorge encaissée du ruisseau de Barroubio, par des calcschistes à paradoxides, qui marquent une liaison intime, un passage graduel, entre les grès géorgiens et les calcaires à archaeocyathus. Ils fixent l'âge de ces derniers ; ils les rangent dans l'Acadien ; et, à l'inverse de ce qui a été dit jusqu'ici, cette stratigraphie donne de grandes présomptions pour le rajeunissement des calcaires analogues de tout pays, que les auteurs avaient compris dans le Géorgien.

Les calcaires forment une longue bande, s'étendant du N.-E. au S. W., depuis le Pardailhan jusqu'à Ferrals ; ils donnent, au Col de Trébins Mauris, sur la route de Rodemouls à Bize, des empreintes silicifiées rappelant les coscinocyathinae de la Sibérie et de l'Australie Méridionale.

Sur les calcaires, de nouveaux calcschistes apparaissent et donnent à Coulouma une faune qui comporterait une monographie spéciale. Cette faune, tout à fait inconnue au moment de nos premières recherches, nous a donné des milliers de bons échantillons, et son étude a embelli notre vie. Des espèces très précisées, caractéristiques du sous-étage dans lequel elles sont cantonnées, Paradoxides Rouvillei, Holocephalina holocephala, Liostracus Couloumanus, Corynexochus Delagei ont été décrites par l'un de nous (1). D'autres espèces, qui réapparaîtront dans l'Acadien Moyen, présentent ici un polymorphisme très particulier et très intéressant : c'est Ctenocephalus coronatus, allongeant progressivement ses pointes génales jusqu'à l'embrasement complet de tout son corps ; c'est Ptychoparia Rouayrouxi, accentuant sa ponctuation depuis le plus léger chagriné jusqu'à la granulation du type de M. M. Munier-Chalmas et Bergeron. C'est surtout Conocephalites Heberti. Celui-ci, par sa variété pseudo-oculata, met une liaison entre les espèces aveugles et les espèces ocellées ; et d'un autre côté il nous montre une curieuse transformation. D'abord le haut de la surface génale, sur la glabelle, est complètement lisse, puis deux légers sillons transversaux, parallèles, se creusent et marquent un petit rec-

(1) Miquel. Essai sur le Cambrien de la Montagne Noire. L'Acadien B.S.G.F., 4e série, t. V, pp. 465-483, pl. XV.

tangle, qui peu à peu s'arrondit et s'exhausse, pour arriver à des formes qu'il est impossible de distinguer du Ctenocephalus coronatus, en justifiant ainsi pleinement l'interprétation si suggestive de Barrande sur la proche parenté des deux espèces.

Il reste des types importants à dénommer. Ptychoparia nova species, le trilobite le plus abondant de notre Acadien, a des affinités avec Sao hirsuta de Bohême, avec Ptychoparia Rybeyroi de la chaîne Cantabrique et avec P. Barthouxi du Maroc, et malgré tout il garde son indépendance. Solenopleura cf tener fut considéré par M. Matthew, le grand spécialiste du Canada, comme la meilleure pièce de liaison entre l'Acadien du Vieux et du Nouveau Monde ; Agnostus cf. rex, Microdiscus cf. punctatus et M. cf. sculptus ont autant et plus d'analogie avec les espèces du Nouveau Brunswick qu'avec celles du Pays de Galles (1). L'Agraulos donne les formes allongées de l'Agraulos longicephalus de la Grande-Bretagne, les formes plus courtes de l'A. ceticephalus de la Bohême, et des types intermédiaires qui laissent le paléontologiste en suspens.

L'Acadien Moyen fut signalé et décrit, en 1887, par M. Bergeron, dans le Bassin de la Cesse, à Ferrals-les-Montagnes (2). Nous nous bornerons à ajouter aux vieux gisements de Faillères, Favayroles et Ferrals, ceux du bord du Brian, entre Minerve et Vélieux, et de Coulouma, de joindre à la liste classique de la faune, qui comprend Paradoxides mediterraneus, P. rugulosis Sp., Conocoryphe Levyi, Agnostus Sallesi et Trochocystites Barrandei, en dehors des trois espèces déjà citées, quelques noms nouveaux : trois Paradoxides, P. cf. Pradoanus, P. cf. spinosus, P. sp., atteignant 35 centimètres, vraisemblablement nouveau, quelques Agnosti inédits, deux Conocephalidæ, quelques rares brachiopodes, des Hyolites, des Cystidées.

L'Acadien Supérieur forme, de ses bancs redressés de grès et de quartzites, nos montagnes les plus ingrates ; il caractérise sur de grands espaces une région naturelle très pauvre, à peu près inhabitée, en des paysages de sauvage grandeur. La faune, très rare ici comme partout, n'a qu'un seul gisement connu, le bois de Pradels, qui appartient au Domaine de Barroubio. Elle y présente, sous un facies particulier, dans un fouillis de facettes de Cystidées, les trilobites de Krekling, en Norvège et de l'île de Bornholm : Paradoxides Forchammeri, Liostracus microphtalmus, Arionellus difformis, Agnostus, Solenopleura nova species.

---

(1) MATTHEW. Faunas of the Paradoxides beds. Trans. N.-Y. Acad Sc., t. XV, pl. XVI, fig. 1, 2 ; pl. XVII, fig. 5 et 8.

(2) BERGERON. Etude géol. du Massif ancien situé au S. du Plateau Central, pp. 78-81, pl. 2 et 3.

Cambrien supérieur, Postdamien

Le Postdamien est jusqu'ici pour le géologue l'étage ingrat du Bassin de la Cesse ; il y présente de grandes étendues de schistes bleus ou verdâtres, tachés de rouille par les oxydes de fer, en des collines sans ossature et des mamelons mollement arrondis. Il a cinq cents mètres de puissance et il n'a pas encore donné un seul fossile déterminable. Il faut, pour le reconnaître, s'en tenir à sa constitution géologique et à la connaissance des terrains entre lesquels il est compris.

Tremadocien

Le Trémadocien est aujourd'hui, pour tous les géologues, le terrain de transition, la zone de passage, qui soude la faune 1 et la faune 2 de Barrande, le Cambrien et l'Ordovicien. Ici le Trémadocien est absolument complet, et ses niveaux successifs marquent admirablement les cycles de son évolution. Cette succession n'a encore été trouvée, dans sa plénitude, en aucun autre pays du monde ; elle reste l'apanage du Bassin de la Cesse.

Les savants qui ont étudié les trilobites du Vallon du Vernazobres, ont écrit à leur sujet des mémoires de paléontologie auxquels nous sommes heureux de rendre hommage ; mais ils ont confondu des faunes bien distinctes : ils n'ont pas reconnu les étapes de cette grande évolution, les sous-étages, dont la précision fait l'un des plus grands mérites de cette belle géologie (1, 2, 3).

Trémadocien inférieur

Le Trémadocien inférieur a cinq cents mètres de puissance. Il est formé d'une alternance de bancs de grès et de schistes gréseux, généralement très micacés, avec quelques lames de dolomie grise ou rosée, le plus souvent encrinitique.

La faune du Trémadocien inférieur n'est encore connue, pour la France, que dans le Bassin de la Cesse, en un unique gisement. Notre bonne fortune a voulu que ce dernier soit dans la propriété de l'un de nous, à quatre cents mètres de sa porte dans les Combes de Barroubio.

Les fossiles caractéristiques du sous-étage, Shumardia Miqueli, Orthis Christianiae et Lingulella lepis, sont assez nombreux. Les Obulus et les Obolella sont dominants, et rapprochent la formation de l'Obulussandstein des Provinces Baltiques. Des empreintes graptolithiques, un peu vagues, mais souvent répétées, rappellent le Dictyograptusskiefer de la Scanie.

---

(1) Bergeron. Notes paléontologiques, n° 1, 2 et 3, 1893-1895.
(2) W. C. Broegger. Ueber die Verfbreitung der Eulona. Niobe fauna in Europa, 1896, pp. 168-192.
(3) J. F. Pompeckj. Aus den Tramadoe der Montagne Noire 1902.

Le reste est varié, intéressant, mais extrêmement rare. Ce sont surtout des formes archaïques, voisines, pour la plupart, des espèces de Hof et de Leimnitz en Bavière, que Barrande avait comprises dans les genres Cambriens (1), Bavarilla cf. Hofensis, Symphysurus cf. incipiens, Robergia cf. microphtalmus, Agnostus cf. Bavarensis, Triathrus, Parabolinella, Cystidea cf. Bavaria.

A côté de ces types attardés, les premiers Asaphidae marquent l'évolution de la faune, avec plusieurs espèces de Niobe. Ce rajeunissement est accentué par la grande multiplication des brachiopodes et par la venue de gastropodes inédits. Nous recommandons ces derniers aux collectionneurs et aux paléontologistes ; ils pourront reconnaître parmi eux des Bellerophons très voisins de ceux que M. Matthew a trouvés dans la Nouvelle-Ecosse (2), et un Capulus analogue à celui que Moberg a signalé en Suède, à Sandby (3).

Broegger et Pompeckj ont ajouté à cette liste Amphion Escoti qui fut publié par M. Bergeron en même temps que les trilobites trémadociens de Saint-Chinian ; il faut l'en retirer. Amphion Escoti provient des schistes à Phyllograptus de Cabrières : il est ordovicien. En revanche, on peut signaler ici un Amphion, voisin de l'Olenus, dont il est sans doute le descendant, qui fut entrevu par Broegger dans la faune de Bavière (3), qui est plus commun ici, et qui comporte une détermination spécifique, avec un nom de sous-genre particulier.

Trémadocien moyen

C'est encore le Bassin de la Cesse qui a donné, dans les montagnes de Cassagnoles, le type du Trédomacien Moyen du Languedoc, que M. Bergeron fit connaître avec sa haute autorité dans son chapitre des « schistes à Bellerophon ŒEhlerti » (4). Les gîtes de Cassagnoles évoquent le souvenir de l'abbé Filachou, qui y réunit une très belle collection. On a encore signalé dans notre bassin, le sous-étage entre Ferrals et Sainte-Colombe, entre Saint-Martial et le plateau de Lacan, et dans les Combes de Barroubio, où l'on peut en toute sécurité reconnaître sa puissance, qui atteint trois cents mètres.

La faune marque le point culminant de l'étage de transition ; c'est le pont qui relie les deux rives ; et par une circonstance particulière le fossile qui le caractérise le mieux ; Asaphelina Dikelocephalina Barroisi, très voisin des Dikelocephali par ses pointes caudales, tout Asaphidœ par la tête, malheureusement si mal connue, par l'hypostome et le tho-

(1) BARRANDE. La faune silurienne des environs de Hof. en Bavière, passim. sim.

(2) MATTHEW. Report of the Cambrian Rocks of Cape Breton. *Geol. Survey of Canada* 1903, pp. 217-218, pl. XVIII, fig. 3 et 4.

(3) MOBERG. En Trilobit Fran Skanes Dictyograplussikifer. Aftryck ur geol. foren i Stockholm Forhande 1898, p. 323, pl. 17, fig. 10.

(4) BERGERON. Etude Géolog. du Massif Ancien, pp. 87-95, pl. IV.

rax, accentue le passage par ce mélange de caractères archaïques et rajeunis.

Le reste de la faune, Euloma Filacovi, Megalaspis Filacovi, Agnostus Ferralsensis, les Orthocères, les Bellerophons, quelques très belles cystidées, quelques rares astéries marquent la suite continue de l'évolution. C'est un Asaphidae, Niobe Lignieresi, qui est le trilobite le plus commun ; et nous connaissons du même genre trois espèces indéterminées.

Trédomacien Supérieur

Le Trédomacien Supérieur, si étendu et si remarquable à nos côtés, dans le canton de Saint-Chinian, n'occupe, dans le Bassin de la Cesse, que trente-cinq ou quarante hectares ; nous ne pouvons pas espérer de trouver ici l'admirable série de trilobites, de céphalopodes, de gastropodes et de lamellibranches, unique pour l'univers entiers, que nous a donnée le bois de la Cabosse. En revanche, le nouveau sous-étage présente, sous le col des châtaigniers d'Assignan, sur les berges du ruisseau de Mounio, un de ses meilleurs gisements, qui donne, dans des schistes rouges métamorphiques, de superbes échantillons de ses fossiles les plus caractéristiques, avec des tables de Tuttenstein très décoratif, et des dalles à Bilobites, qui sont de vraies dentelles de pierre ; nous y avons trouvé des Vexillum Rouvillei en bouquets, qui ont fait l'admiration de tous nos visiteurs.

Ici, les formes archaïques ont disparu : l'arrivée et l'épanouissement de l'Asaphellus Homphrayi et de l'Asaphelina Miqueli, avec la multiplication de mollusques si variés, marquent la dernière étape de la période de transition, et présagent l'aurore de l'Ordovicien.

Le Métamorphique

A l'extrémité occidentale du Bassin de la Cesse, entre le col de Serrières et le rocher de Roquedant, une étroite bande se rattache aux terrains métamorphiques de la Montagne Noire. En haut ce sont des micaschistes et des gneiss ; plus bas, des schistes ardoisiers, fibreux, sériciteux, injectés de quartz et de porphyrite, avec des enclaves de calcaire saccharoïde et cristallin. Ces calcaires ont été exploités à diverses époques. Dans la commune de Cassagnoles, près de la ferme de Masnaguine, ils présentent des marbres blancs ou légèrement bleutés, qui rappellent la texture de l'onyx.

Léon MORET

1° LES SOURCES THERMO-MINÉRALES DE SAINT-GERVAIS-LES-BAINS (HAUTE-SAVOIE) DANS LEURS RAPPORTS AVEC LA GÉOLOGIE DE LA RÉGION

Ces sources sont en relation évidente avec la nature et la structure des terrains avoisinants.

Disons de suite que leurs eaux ne sont pas « juvéniles » ; ce sont de simples eaux superficielles infiltrées dans l'écorce et revenues soudainement au jour après un trajet souterrain suffisamment profond, ce qui explique leur thermalité, et pendant lequel elles ont emprunté aux terrains traversés leurs principes chimiques.

Or, nos eaux de Saint-Gervais sont thermales (41°), chlorurées, sodiques, magnésiennes et calciques, bromo-iodurées et hautement lithinées. De plus, elles sont radio-actives et renferment, libres ou dissous, de l'anhydride carbonique, de l'azote, des gaz rares (néon, argon, krypton).

Cette complexité de composition chimique va s'expliquer par la constitution géologique de la région. En effet, nous sommes ici dans un ensellement de la zone des massifs hercyniens, massifs essentiellement formés par des roches cristallophylliennes injectées de granites, très anciennement plissées et diaclasées, et revêtues d'une couverture sédimentaire de Trias et de Lias.

Ce Trias est fort intéressant, car il possède le type dit réduit, lagunaire, donc riche en gypse, calcaires dolomitiques et cargneules ; on y trouve même, mais disséminé dans les roches sulfatées, du sel gemme.

Bref, c'est un terrain dont on peut dire qu'il résulte, pour une bonne part, de la précipitation de saumures concentrées dans des lagunes sub-maritimes et sub-désertiques. C'est à lui que nos eaux d'infiltration ont emprunté leurs éléments alcalino-terreux et salins ainsi que les corps halogènes.

Quant aux éléments radio-actifs (radon, hélium) et aux divers gaz, ils ont été puisés dans les terrains anciens du socle et principalement dans les granites, roches presque toujours très radifères et riches en gaz inertes et rares.

Reste le lithium qui confère à nos eaux leur principale originalité.

Ici, deux explications se présentent : ou ce lithium provient des roches granitiques dans lesquelles il représenterait un résidu de désintégration des corps radio-actifs préexistants, une sorte de transmutation (travaux de Ramsay, non encore acceptés par tous les physi-

ciens) ; ou plus simplement ce lithium serait dû aux minéraux lithinifères (lépidolite, triphane), qui existent effectivement dans les micaschistes de la région.

La thermalité de nos sources s'explique plus aisément encore : une température de 41 degrés implique, compte tenu de certaines corrections dues à la température moyenne du lieu et à la cote de l'isogéotherme, et en adoptant la valeur moyenne de 33 mètres pour le degré géothermique, une profondeur de 1.000 mètres au minimum atteinte par le circuit aquifère souterrain.

Etant donné que cette température est très constante, de même d'ailleurs quel e débit de la source principale (source Gonthard-de Mey, 200 litres-minute), il faut admettre que les eaux superficielles infiltrées doivent parcourir dans les roches et à travers les ultimes ramifications d'un réseau de diaclases dans lequel elles ne s'écoulent que très lentement, un trajet assez considérable.

C'est ainsi qu'une molécule d'eau, poussée continuellement vers la profondeur par les eaux froides descendantes, arrive progressivement dans une zone de température élevée. Nous venons de voir qu'elle doit ainsi atteindre une profondeur de plus d'un kilomètre, pour justifier une température minima de 41 degrés.

Or, l'observation des griffons, distants de quelques mètres, montre que les eaux des sources sont ascendantes et émergent avec violence d'une zone faillée et laminée subverticale qui affecte surtout les quartzites du Trias inférieur et très certainement le Cristallin.

C'est donc que notre réseau de fines diaclases, surtout localisé dans le Cristallin, est recoupé en profondeur par un accident plus important qui permet aux eaux chaudes, chargées de gaz, donc plus légères que les eaux froides descendantes, de remonter très rapidement vers la surface du sol.

L'étude des affleurements de Trias, dans la région, permet de déterminer *grosso modo* la zone d'infiltration principale ainsi que l'allure probable du circuit souterrain. Il est vraisemblable que la région de Mégève, dont la forme en cuvette est si caractéristique, et dont le fond est creusé dans le Cristallin et les bords dans le Trias salifère et le Lias, est le point de départ, le point d'entrée diffus, des eaux du circuit, dont le point d'arrivée, plus rassemblé, est constitué par les sources elles-mêmes.

C'est là une application topique du mécanisme du « thermo-siphon » si bien décrit par M. de Launay dans son ouvrage fondamental sur les sources thermo-minérales, et les sources de Saint-Gervais méritent, en ce sens, de devenir classiques.

2° SUR LES LIMITES GÉOLOGIQUES DU JURA MÉRIDIONAL

Une question est souvent posée : Où finit le Jura, au Sud ?

Géographiquement, on peut admettre qu'il se termine à l'Isère, près de Voreppe, par la petite montagne du Ratz dont les caractères morphologiques et géologiques sont effectivement très jurassiens. C'est la solution adoptée par W. Kilian dans son « Schéma structural des Alpes franco-italiennes » (1909).

Dans quelle mesure cette définition correspond-elle à la réalité ?

Nous allons voir que, du point de vue géologique, la matière prête à discussion. Prenons une carte : Dans l'ensemble, le Jura, si bien individualisé et séparé des Alpes par toute l'épaisseur de la zone mollassique suisse et savoisienne, s'effiloche vers le Sud, à partir de Belley, en une suite de petits chaînons anticlinaux dont les trois les plus orientaux (Chambotte, l'Epine, Ratz), viennent s'accoler obliquement aux premières chaînes subalpines (Bauges), à partir d'Aix-les-Bains.

Seul, le Ratz se prolonge très loin vers le Sud et vient affronter la zone subalpine (Chartreuse) au droit de Voreppe ; il en est directement séparé par la zone mollassique, progressivement amincie.

Jusque-là, la limite entre Jura et Alpes est nette ; elle est d'ailleurs soulignée par la grande faille de Voreppe le long de laquelle les chaînes subalpines sont refoulées sur la zone mollassique.

Mais, ce chaînon du Ratz se prolonge manifestement plus au Sud (Vercors), au delà de l'Isère, par le bec de l'Echaillon et l'anticlinal de Malleval, puis par la carapace urgonienne de la Forêt de Lente, jusque dans le Diois où il disparaît. De même, la faille de Voreppe trouve son prolongement sur la rive gauche de l'Isère, dans la faille du Vercors qui vient elle-même se perdre au Sud sur la bordure orientale du grand synclinal miocène du Vercors. Et l'on sait que tout le Royans résulte de la réapparition de plis encore plus occidentaux (anticlinaux de Polienas et de Saint-Nazaire).

Ces raccords ne souffrent pas le moindre doute et l'on est dès lors amené à prolonger tout le Jura méridional dans le Royans et le Vercors occidental, sans trouver de limite précise vers le Sud. Ici donc, le Jura s'incorpore aux chaînes subalpines. C'est la solution admise par J. Blache en 1931 dans sa thèse.

Le point de vue tectonique ne permettant pas, à lui seul, une réponse définitive à notre question, voyons le point de vue stratigraphique. Nous allons trouver là de nouveaux arguments. En effet, on sait que les terrains qui constituent le Jura sont caractérisés par des faciès beaucoup plus littoraux que ceux de la bordure occidentale des Alpes. Ce sont les faciès dits jurassiens, s'opposant aux faciès alpins.

Ainsi, dans tout le Jura méridional, le Jurassique supérieur (Portlandien) et la base du Crétacé (Valanginien) sont formés de calcaires blancs coralligènes, la limite entre les deux étages étant marquée par une importante phase d'émersion (couches lacustres du Purbeckien). Au contraire, dans les chaînes subalpines, c'est un faciès vaseux, continu (marno-calcaires à Radiolaires et Calpionelles) qui prédomine dans ces mêmes étages (Tithonique-Berriasien). Les influences jurassiennes se font simplement sentir dans les chaînons les plus occidentaux de la zone subalpine, par l'apparition de petites lentilles coralligènes intercalées dans les marno-calcaires profonds (ex. au Chevallon, à l'Est de Voreppe).

Partant de ces données, nous pouvons tout d'abord confirmer le caractère jurassien du Ratz, car nous y trouvons, à la Buisse, des calcaires coralligènes portlandiens séparés des calcaires de même nature du Valanginien (marbre bâtard du Jura), par des couches lacustres purbeckiennes (1).

Dès la rive gauche de l'Isère, nous retrouvons bien la masse des calcaires coralligènes jurassico-crétacés dans le petit massif de l'Echaillon, mais le Purbeckien y a disparu et le passage d'une formation à l'autre se fait, cette fois, par des couches uniquement marines.

Si nous allons plus au Sud, le nouvel affleurement de Jurassique qui apparaît dans la coupure de Saint-Gervais, montre des faciès encore plus modifiés : les faciès méritiques ne sont plus représentés que par de minces bancs coralligènes dans des calcaires vaseux à Radiolaires et Calpionelles analogues à ceux du Chevallon. Quant au Crétacé, il a pris le faciès qu'il affecte dans toutes les chaînes subalpines septentrionales (faciès mixte dauphinois) où le marbre bâtard est remplacé par les marno-calcaires à ciment du Berriasien.

Par conséquent, du seul point de vue stratigraphique, il faut admettre que les faciès jurassiens disparaissent assez rapidement vers le Sud, dans une région que l'on pouvait être amené à considérer, tectoniquement, comme le prolongement du Jura, et qu'ils s'y fondent dans les faciès alpins de l'Echaillon. En ce cas, le Jura devrait donc prendre fin, au plus, à 1 kilomètre au Sud de l'Echaillon.

Mais, là encore, notre critère va se révéler insuffisant, car j'ai pu montrer (*loc. cit.*) que les faciès les plus franchement jurassiens pouvaient parfois affecter les terrains de la zone subalpine. C'est le cas au Semnoz-Nord, près d'Annecy, où réapparaissent, à la base de la série crétacée et d'une façon tout à fait inattendue, le marbre bâtard et le Purbeckien.

---

(1) L. MORET. Sur la géologie de l'extrémité septentrionale du Semnoz, près Annecy, et sur les limites méridionales des lagunes purbeckiennes (Trav. Labor. Géol. Univ. Grenoble, t. XVII, fasc. 1, p. 76, fig. 4).

Ainsi donc, les faciès s'avèrent comme obliques aux lignes tectoniques et ne peuvent plus être choisis pour caractériser, dans le détail, une zone.

En résumé, ni la tectonique ni les considérations de faciès ne permettent ici de définir les limites du Jura.

Force nous est donc de revenir à la définition empirique donnée au début de cette note et d'après laquelle le Jura, limité vers l'Est par la zone mollassique et la faille de Voreppe, se terminerait au Sud sur la rive droite de l'Isère.

Edouard ROCH
Service des Mines, Rabat (Maroc)

SUR LA SÉRIE JURASSIQUE DE LA RÉGION DE DEMNAT-AZILAL (MAROC)

Le territoire compris entre Demnat et Azilal, sur le revers N. du Haut-Atlas marocain, est entièrement constitué par du Jurassique aux couches doucement incurvées en synclinal que je propose d'appeler *Synclinal des Guettioua*, du nom de la tribu qui habite le pays.

Au S.E. d'Azilal, un autre synclinal, ou *Synclinal des Aït M'Hammed*, se place à la suite du premier. L'un et l'autre prolongent vers l'Est la plaine ou Haouz de Marrakech ; au S. s'élève la haute chaîne de l'Atlas.

Les coupes que j'ai levées dans ce pays montrent la succession suivante :

1° *Lias inférieur :* calcaires massifs, noirs, calcaires blancs à Algues calcaires (*Sphaerocodium*) (1), *Spiriferina* gr. de *Sp. Haueri*, *Rhynchonella* cf. *curviceps*, *Terebratula* cf. *tauromenitana* (dét. G. Dubar), calcaires dolomitiques. Un dyke de basalte doléritique traverse cette série aux Aït Taguella (W. d'Azilat). L'épaisseur du Lias inférieur est de 150 m. environ au N. de Demnat ; elle atteint 800 m. dans la haute chaîne.

2° *Lias moyen-supérieur :* ensemble comprenant des calcaires verdâtres, des marno-calcaires, des marnes rouges et vertes, des grès rouge-brun surmontés par des grès à empreintes végétales. La puissance de cet ensemble est de 300 m. dans les Aït bou Guemez sur le flanc de la haute montagne. Elle se réduit à 60 m. à peine, en bordure du Synclinal des Guettioua. En même temps, les niveaux cal-

(1) Détermination de Mlle Pfender.

caires diminuent d'importance au profit des marnes et des grès verts et rouges.

3° *Dogger :* calcaires noirs, marno-calcaires noirs et jaunes à *Lima* sp.; *Ostrea* sp., *Rhynchonella* gr.*lotharingica-Edwarsi*, *Rh. varians*, *Rh.* de gr. de *Morieri*, *Modiola plicata*, *Plagiostoma cardiiformis*, etc...

Il constitue une barre compacte dans les Aït M'Hammed ; mais sur la bordure W. du Synclinal des Guettioua, des niveaux marneux rouges et verts prennent place au sein de la masse calcaire et la fractionnent en deux ou trois barres bien individualisées. L'épaisseur du Dogger — 50 m. environ — demeure à peu près constante dans tout le territoire considéré.

4° *Dogger* ou *Jurassique supérieur.* Je propose de désigner sous le nom provisoire de *Série des Guettioua* des marnes vertes et rouges surmontées par des grès et des argiles rouges en alternances, qui occupent le centre du synclinal défini plus haut. Les grès souvent grossiers renferment de mauvaises empreintes végétales. Puissance : 50 m. environ. La Série des Guettioua n'a pas été conservée dans le Haut-Atlas, mais je l'ai trouvée au N. d'Azilal dans le Synclinal des Aït Attab où elle est surmontée par une coulée de basalte doléritique, puis par le Crétacé moyen fossilifère à Huîtres. Du point de vue lithologique, la Série des Guettioua est très voisine de celle du Permo-Trias : mêmes marnes, mêmes grès de coloration identique ; cependant, je n'ai pas trouve de niveau salifères dans les marnes, au contraire de ce qui se passe souvent pour le Permo-Trias.

En résumé, le Jurassique de la région d'Azilal-Demnal s'offre à nous comme un complexe de grès, de marnes rouges et vertes, où sont intercalés deux niveaux calcaires, l'un du Pliensbachien, l'autre du Dogger. On constate, lorsqu'on se dirige de l'Est vers l'Ouest, que les niveaux calcaires diminuent d'importance et tendent à se fondre au sein de la série rutilante, tout comme si l'on s'approchait d'une bordure lagunaire établie au voisinage d'une terre émergée.

En outre, lorsqu'il est possible d'évaluer l'épaisseur qu'atteint un étage déterminée dans la haute chaîne avec celle du même étage dans la région de Demnat et d'Azilal, on observe une réduction notable. Il semble que, durant une partie au moins des temps jurassiques, le Haut-Atlas marocain ait fonctionné comme une zone de subsidence.

P. RUSSO

Chef du Service hydrogéologique à l'Institut Scientifique Chérifien
(Rabat)

LE DJEBEL NARGUECHOUM (MAROC ORIENTAL) ET SA SIGNIFICATION TECTONIQUE

Le Djebel Narguechoum, au S.E. de Taourirt, dans les montagnes des Beni bou Zeggou, dresse à 1.373 m. son sommet et domine ainsi de 1.000 m. la plaine étendue à ses pieds et qui n'offre que des altitudes de 370 m. environ.

Il est le dernier terme subtabulaire vers l'Ouest de la série des reliefs bien connus presque horizontaux qui borde au Nord le Territoire des Hauts Plateaux. Dessinant cependant un flanc méridional d'anticlinal à très grand rayon de courbure, il s'incline doucement vers le Sud. Vers le Nord au contraire, son sommet culmine en un éperon rocheux avancé en promontoire au milieu de la plaine de Taourirt qu'il surplombe presque à pic ; une faille le coupe brusquement de ce côté, expression de l'excès de torsion subie par le flanc nord de cet anticlinal, si tranquille vers le Sud, et qui est ici brutalement ployé et étiré. Vers l'Est, les assises du Narguechoum s'inclinent aussi doucement, descendant vers l'Oued Za qui suit une fracture sans rejet orientée N.N.W.-S.S.E., au delà de laquelle, vers l'Est, les assises remontent pour former la suite subtabulaire des monts des Zekkara. A l'Ouest, le pli-faille du Nord se continue, dessinant une courbe à concavité S.E., mais s'atténuant peu à peu pour venir mourir à une dizaine de kilomètres plus au Sud. Il résulte de l'ensemble de ce dispositif que le Djebel Narguechoum se présente comme une masse en éperon poussée du S.E. vers le N.W., de constitution subtabulaire, mais qui sous l'effort de cette poussée vers le N.W. a, d'une part, été obligée de relever son avant, comme un navire qui glisse sur l'onde et, d'autre part, de redresser en les chassant devant elle les assises situées sur son chemin, de les étirer et de les fracturer. Nous avons en somme affaire à une virgation de faible amplitude mais parfaitement conforme à la définition qu'en donne Argand, virgation dont les faisceaux de plis dessinent une courbe à concavité S.E. et dont la formation apparaît comme due à la poussée vers le N.W. d'une masse plissante qu'il faut étudier dans sa constitution et son rôle tectonique. Une telle étude ne saurait trouver place dans les brèves lignes ici imparties, je ne me propose que de l'annoncer et de faire voir sommairement ses points essentiels.

Si l'on examine de bas en haut les assises constituant le Nargue-

choum, on voit qu'elles appartiennent à deux ordres de dépôts bien différents.

D'abord une série de *schistes* souvent très métamorphisés, avec amygdales de *roches granitoïdes*, apparaît dans les ravins qui entaillent le pied de l'éperon de la montagne. Ces schistes, où je n'ai pas recueilli de fossiles, sont extrêmement plissés, souvent mylonitisés, broyés, rubanés, avec des cristaux d'Amphibole et de diverses autres espèces minérales. Les Granites sont des Granites vrais, des Syénites, des Porphyres. Il y a donc là indice de digestions et de reprises multiples. Cet ensemble schisteux principal est accompagné en bien des points de paquets de roches de même nature emballés dans les assises plus élevées. Ailleurs on rencontre, sans que leur position puisse être très bien définie, des Ophites, des Diabases également emballées ou en masses importantes.

Enrobant plus ou moins cet ensemble, se montrent des grès rouges, des conglomérats violacés, des argiles gréseuses, des quartzites rutilants en bancs très bouleversés, à orientation et pendage absolument inconstants. Je les attribue au *Trias* et peut-être au *Permien*. Au-dessus commence la série tranquille qui fait avec la précédente un contraste absolu.

Formant la masse visible de l'éperon et écrasant sous elle les précédentes assises sur quoi elle s'est avancée, une autre série de *roches cristallines* ou *cristallophylliennes* supporte de nouvelles assises d'argiles *triasiques* qui elles-mêmes portent des assises subtabulaires de *Lias* dolomitique gris bleu à silex et sans fossiles mais qui paraît pouvoir être parallélisé sans difficulté avec la série du *Lias inférieur* et *moyen* que l'on rencontre dans toute la région. Puis apparaissent des assises *toarciennes* et *bajociennes* fossilifères, absentes sur l'éperon lui-même dont l'érosion les a fait disparaître en raison de leur faible cohésion (elles sont surtout argileuses et marneuses). On y trouve surtout des Brachiopodes, *Rh.* aff. *Niobe, Ter. maxillata* et des Ammonites comme *Lioceras* aff. *bifidatum*. Elles forment le manteau enveloppant sur le pourtour et au pied de l'éperon la masse principale de la montagne, retombée préclinale de l'anticlinal, expression de la virgation dirigée vers le N.W. Enfin, tout autour de la montagne, l'environnant presque complètement vers le N.W., se montrent les assises gréseuses du *Bathonien* et du *Callovo-Oxfordien* avec *Pecten Doulsi, Astarte Lacroixi, Oraniceras Hamyanense*.

On remarquera que la fracture sans rejet dont je parlais plus haut comme occupée par le cours de l'Oued Za se continue avec l'axe des éruptions volcaniques de la basse Moulouya et se prolonge vers le Sud-Est par l'axe des éruptions volcanique des Hauts Plateaux. En outre, la position du Narguechoum correspond à l'angle de torsion du

Moyen Atlas qui à l'Ouest de ce point offre une orientation N.E.-S.W. alors qu'à l'Est il offre une orientation E.N.E.-W.S.W.

En résumé, je considère que *le Djebel Narguechoum est la pointe la plus avancée vers le N.W. de la masse africaine poussant devant elle les sédiments de bordure du géosynclinal méditerranéen et les plissant pour former en un premier temps, d'époque surtout oligocène, et en plis de couverture rabattus sur son propre bord, les rides atlasiennes, et un second temps, surtout posthelvétien, les plis rifains sans préjudice de rappels dans l'Atlas* comme je l'ai montré récemment (1). On voit quelle importance peut présenter l'étude détaillée de cette montagne, étude actuellement en cours et pour laquelle je prends date ici.

G. SCHNEIDER

Ingénieur des Mines à Grenoble (Isère)

NOTE SOMMAIRE SUR LES SOURCES THERMALES D'AIX-LES-BAINS (SAVOIE)

Les deux sources thermales d'Aix-les Bains émergent de cassures du calcaire urgonien. La source « Soufre » est à la température de 43 degrés centigrades ; la source « Alun » à 45° centigrades ; les débits sont respectivement de 12 et de 27 litres à la seconde. Les résistivités et les compositions chimiques des eaux sont très peu différentes. Les griffons sont actuellement distants de 140 mètres environ, celui de la source Alun étant 12 mètres plus haut que celui de la source Soufre.

Les remarquables captages de ces sources ont été réalisés entre 1856 et 1860 par l'Ingénieur en Chef des Mines François. Ils ont été modifiés en 1932-1933. Ces travaux récents étaient justifiés par le souci d'améliorer la protection des eaux thermales, en évitant tout contact de celles-ci avec l'atmosphère jusqu'au lieu d'utilisation, de stabiliser exactement les niveaux d'émergence, et de rendre faciles des mesures précises de débit, jusqu'ici peu praticables et cependant indispensables à toute étude sérieuse sur les sources thermales.

La possibilité de connaître exactement les débits instantanés des sources a donné déjà deux résultats intéressants.

---

(1) P. Russo. Découverte d'une faunule à affinités miocènes dans les assises supérieures du Tadla (Maroc Central). C. R. Somm. S. G. F., 3 avril 1933, p. 79.

On a pu démontrer expérimentalement que les sources Alun et Soufre sont deux émergences distinctes d'un même courant d'eau souterrain, en mettant en évidence que toute modification artificiellement provoquée, du débit d'une quelconque des sources a sa répercussion sur l'autre.

D'autre part on a pu, à l'aide d'un procédé par jaugeages assez curieux, explorer la partie souterraine, la plus voisine du sol, des cassures par où montent les eaux thermales. On a trouvé ainsi que, au moins jusqu'à deux mètres de profondeur, les grottes d'où émergent les sources se poursuivent sous le sol avec des dimensions tout à fait comparables. Il est probable que ce phénomène est fréquent dans le cas de sources abondantes émergeant de roches calcaires.

*
* *

Comme beaucoup d'eaux minérales, les sources d'Aix-les-Bains ont longtemps été exposées à des infiltrations dans la région voisine des émergences. Les infiltrations dangereuses ont depuis longtemps disparu ; mais il subsistait des infiltrations capables d'abaisser sensiblement la température des sources, caractéristique dont la constance aussi grande que possible a une importance particulière à Aix-les-Bains.

Des travaux d'étanchement superficiel ont été réalisés avant la guerre. Ils ont été repris avec succès en 1922. Dès cette époque, on est arrivé à assurer la constance de la température de la source Soufre, autrefois sujette à des baisses de température de 15 degrés centigrades. Des améliorations très notables ont été obtenues aussi pour la source Alun ; elles ont été considérablement accentuées par la construction, en 1931, d'un drain qui retient les eaux d'infiltration superficielle, avant la zone où elles pourraient atteindre la source thermale.

L'étude des infiltrations a été rendue difficile par les renseignements très insuffisants que l'on avait sur les débits des sources et leurs variations. Or, le problème est très complexe. Nous pensons qu'il y a, pour la source Alun, superposition de perturbations déphasées : les unes d'origine proche, dues à des entrées d'eau froide dans la cassure thermale, les autres provenant d'infiltrations à trois ou quatre kilomètres de distance, apportant de l'eau chaude. Ces études sont à poursuivre avant de formuler aucune conclusion définitive.

*
* *

Le problème de l'origine des eaux thermales d'Aix-les-Bains reste à résoudre, et attendra sans doute longtemps sa solution. Des expériences de transmission directe à l'aide de fluorescéine ont été exécutées, le jet de fluorescéine étant fait dans les calcaires valanginiens, puis dans les calcaires urgoniens du flanc est du Revard. Les résultats ont été négatifs. On a émis récemment l'hypothèse que la zone d'infiltration des

eaux thermales d'Aix-les-Bains était les bancs redressés de l'urgonien de la Roche Saint-Victor. Nous ne croyons pas qu'aucune de ces hypothèses soit admissible.

Nous avons tenté d'esquisser un schéma hydrodynamique de l'écoulement des eaux thermales, en utilisant les résultats des expériences que nous avons pu réaliser (modification des niveaux d'émergence — variations saisonnières des débits). Les résultats expérimentaux sont très insuffisants, et la théorie est difficile. Il peut cependant ne pas être inutile d'indiquer les premières conclusions, évidemment sujettes à révision, auxquelles nous avons été conduit : l'origine des eaux devrait être recherchée à plus d'une dizaine, probablement à plusieurs dizaines de kilomètres des émergences (l'étude des variations réelles de débit des sources en fonction de la pluviosité apportera une nouvelle indication sur ce point) ; la cote de la zone des infiltrations, origine des eaux thermales, dépasserait 350 mètres.

On peut ajouter que cette zone doit avoir une surface de plusieurs kilomètres carrés. Enfin la composition chimique des eaux thermales et des considérations de tectonique doivent évidemment servir de guides dans la recherche de l'origine des eaux.

J. VIRET

Chargé de Cours à la Faculté des Sciences de Lyon (Rhône)

SUR UN COURS D'EAU FOSSILE TRIBUTAIRE DU LAC BRESSAN

I. — *Le Ravin de Sermenaz*

Le ravin de Sermenaz à l'Ouest de Neyron (Ain) est célèbre par la faune de Mollusques pliocènes qui s'y rencontre, faune décrite et figurée par Locard (Ann. Acad. Mâcon 1883), puis par Depéret dans son ouvrage sur la Bresse (1893) et dans la note complémentaire de 1894 (Réunion de la Société géologique à Lyon).

Des éboulis émanant du glaciaire ou des hautes terrasses masquent souvent les affleurements du Pliocène ancien. Cependant, l'hiver dernier, à la faveur d'un petit glissement de terrain, mon attention a été attirée par une couche de sables et graviers bien lavés, utilisables pour la construction, renfermant à divers niveaux la faune classique de Mollusques terrestres et fluviatiles dite de Sermenaz, signalée pour la première fois par l'abbé Philippe. J'ai pris plaisir à en extraire un certain

nombre de fossiles d'une conservation généralement admirable, parmi lesquels :

Helix Magnini Loc. cc.
— *Falsani* Loc. ac.
— cf. *Gualinoi* (1) Mich. c.
— cf. *Amberti* (2) Mich. c.
Planorbis Philippei Loc. c.
— *heriacensis* Font. ac.
Bithynia leberonenais Fisch. et Tourn. cc.
— *sermenazensis* Boistel ac.
Nematurella ovata Bronn. c.
Neritina Philippei Tourn. cc.
Melanopsis flammulata de Stef. r.
Unio miribellensis Loc. ar.
Limnaea sp.
Succinea sp.

A noter l'absence complète de *Valvata vanciana* Tourn. et de *Vivipara Fuchsi* Neum.

Ces sables sont situés à l'altitude d'environ 210-212 et non pas 225 comme l'indiquent Locard et Depéret. A cette dernière cote, la formation bressane est bien visible actuellement. Elle forme un escarpement de sable très fin, gris jaunâtre, micacé, un peu marneux, avec çà et là des niveaux de lentilles gréseuses, rappelant assez les escarpements de mollasse marine, mais non fossilifères.

L'examen de la gangue des topotypes figurés par Depéret me donne à croire qu'ils proviennent bien de la couche que j'ai fouillée moi-même, vers la cote 210.

II. — *Le faciès des sables de Sermenaz*

Intercalée entre des lits de marnes et de sables micacés fins au sommet et des sables marneux fins à stratification horizontale à la base, la couche de sables et graviers, puissante de trois mètres à peine, tranche absolument sur le reste de la formation par sa stratification entrecroisée typique, par la dimension de ses éléments (la couche graveleuse du sommet contient de nombreux galets plus gros que le pouce) et surtout par l'abondance des quartz et des feldspaths aux angles simplement arrondis, prouvant ainsi qu'ils ont été arrachés à une pénéplaine cristalline peu éloignée. Il n'y a évidemment que la bordure du Plateau Central qui réponde à ces conditions.

J'ai eu cependant la curiosité de rechercher si certains galets ne se-

(1) Variété à carène relativement peu accentuée.
(2) Variété un peu plus grande que le type, à tours plus nombreux.

raient pas assez caractéristiques pour qu'on puisse situer leur origine avec plus de précision. A côté de roches feldspathiques pourries et indéterminables, ou d'éléments banaux comme des quartz filoniens, com-

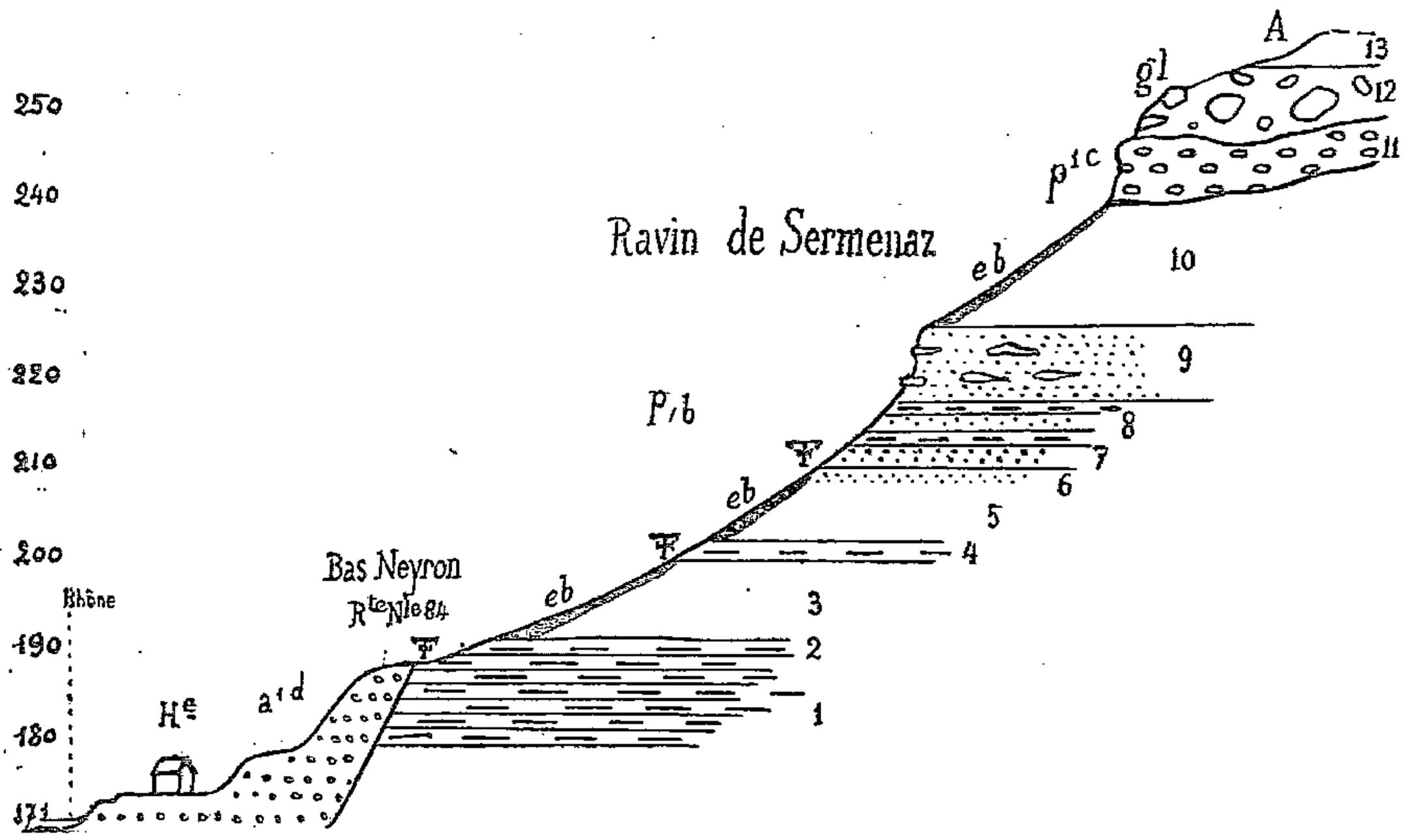


Fig. 1. — Coupe de la « côtière de Dombes » au niveau du ravin de Sermenaz

13. — Loess.
12. — Glaciaire et glaciaire remanié.
11. — Ancienne terrasse caillouteuese, marquée p^1c sur la carte.
10. — Zone cachée.
9. — Sable très fin, micacé, un peu marneux, avec parties gréseuses, à allure de mollasse marine.
8. — Alternance de sables très fins et de marnes jaunâtres.
7. — Sables et graviers feldspathiques à faune de Sèrmenaz.
6. — Sables marneux fins, gris-bleus.
5. — Zone cachée.
4. — Marnes bleues et noires à Helix.
3. — Zone cachée.
2. — Marnes bleues-jaunâtres plus claires, à grumeaux calcaires.
1. — Marnes bleues de Bas-Neyron à faune de Mollon-ravin.

me des calcaires à entroques semblables à ceux de l'Aalénien ou du Bajocien du Mont d'Or ou du plateau de Crémieu, j'ai pu déterminer les types suivants :

Une aplite à feldspath rose, peu altérée, identique à un échantillon venant de la Trève près Bully (Rhône).

Une granulite gneissique à grain fin, à feldspath blanc, altéré, avec de fines traînées de biotite chloriteuse et de nombreux petits grenats roses, très voisine d'une granulite des gneiss venant de Chaponost (Rhône).

Un microgranite à pâte brune avec sections hexagonales de quartz vitreux, phénocristaux d'orthose rouge, produit d'altération jaune, très voisin d'un microgranite du Beaujolais provenant des environs de Saint-Sorlin (Saône-et-Loire).

Une quartzite à ciment de quartz très riche en paillettes d'hématite, identique à un galet récolté dans le Trias des environs d'Oingt par M. Roman (1).

Une lydienne montrant au microscope quelques traces de radiolaires sous forme de sphérules claires avec parfois des lambeaux à structure treillissée. Cette roche doit rappeler les lydiennes à radiolaires des poudingues dinantiens d'Azoleite (Rhône), signalés par M. Albert Michel-Lévy dans la région des Echarmeaux (2).

Ces quelques exempies suffisent. Je note cependant encore la fréquence des silex pyromaques blonds ou noirs qui pourraient provenir du lessivage de quelque lambeau d'argile à silex. L'absence de toute roche d'origine sûrement alpine est totale.

III. — *La formation des Chazeaux*

La provenance occidentale de ces sables étant ainsi établie, on peut se demander si la nappe d'eau qui les a transportés n'a pas laissé de traces de son passage à mi-chemin, à la hauteur même de Lyon.

M. Roman vient précisément d'attirer l'attention (3) sur un dépôt argilo-graveleux, visible en plusieurs points de la ville, qu'il a appelé formation de l'Ecole de tissage ou des Chazeaux. Les matériaux en ont été également empruntés au Massif Central, et elle repose soit sur le miocène marin, soit sur les gneiss nivelés à l'altitude d'environ 212. Elle n'a pas moins de 35 mètres de puissance à l'Ecole de tissage et sa partie supérieure a été ravinée d'une façon très variable suivant les points. Or, elle renferme de nombreux galets de roches communes avec les sables feldspathiques bressans, en particulier des granulites à mica blanc et des granites roses à mica chloriteux qui offrent la même altération. Malgré la kaolinisation de divers éléments granitiques, les deux sables sont riches en gros fragments de feldspaths encore résistants.

Sans doute il n'y a pas identité absolue entre la formation des Chazeaux et les sables de Sermenaz. La première est une sorte de gore sans

---

(1) M. Albert Michel-Lévy qui a bien voulu examiner cette intéressante roche que lardent des filons de quartz, a conclu à son âge probablement triasique ; elle ne saurait être en tout cas plus ancienne que le permien, car elle contient de minuscules galets de rhyolite à éponges de quartz et sphérolites d'orthose, provenant du Morvan ou des Monts du Mâconnais.

(2) Cf. C. R. Ac. Sc., t. 188, p. 806, 11 mars 1929.

(3) F. Roman. Nouvelles observations sur le sous-sol de la ville de Lyon (Etudes Rhodaniennes, IV, 1931).

stratification entraîné à peu de distance de son point d'origine par un torrent boueux et contient des galets de grande taille. Les quartz de filon, les pegmatites, les granulites dominent avec quelques micaschistes altérés. Par lessivage, elle donne un sable de tonalité blanc-grisâtre.

Les sables de Sermenaz rappellent bien davantage le sable actuel de la Saône. Leur tonalité est jaune rosé. Les parties fines donnent à l'acide une effervescence très nette due à la présence de fins granules calcaires.

IV. — *Une rivière pliocène*

C'est qu'en effet la formation des Chazeaux est essentiellement empruntée au Plateau lyonnais, tandis que les sables de Sermenaz ont été amenés par un cours d'eau drainant une zone plus septentrionale. Je serais tenté de penser à une ancienne Azergues qui au Pliocène ancien aurait suivi la direction N. O.-S. E. de son cours supérieur actuel, c'est-à-dire aurait continué de Lozanne sur la Tour-de-Salvagny, le plateau de Champagne et Lyon. Là ses eaux se seraient mêlées à celles de torrents boueux venus du plateau Vaugneray-Mornant, déterminant une inflexion du cours vers l'Est et même l'E.-N.E. La rivière aboutissait au lac bressan dans la région de Neyron-Miribel.

Sous l'influence du courant, un rapide triage des matériaux s'effectuait. Les sédiments grossiers se déposaient dans le lit même de la rivière, à Sermenaz, où dominent de beaucoup les mollusques terrestres. La boue fine parvenait dans le lac comme l'indique le gisement des Boulées près de Miribel dont les marnes fourmillent par endroits de *Vivipares* et de *Melanopsis*. L'altitude est ici sensiblement la même qu'à Sermenaz, et les quelques *Helix* de la collection Locard provenant des Boulées appartiennent aux espèces citées plus haut. L'un d'eux, un *Helix Falsani* a même conservé une gangue marno-sableuse, ayant l'aspect de celle de Sermenaz, montrant qu'en période de crue les sables fledspathiques étaient transportés jusqu'aux environs de Miribel.

J'entends bien que la rivière devait avoir une certaine pente entre la Croix-Rousse et son débouché dans le lac ; elle descendait de trois à quatre mètres, ce qui représente la pente actuelle du Rhône de la sortie de Neyron au Pont de la Boucle à Lyon.

A en juger par la faible puissance des graviers de Sermenaz, cet épisode de l'histoire de notre région a dû être assez court. Peut-être les torrents boueux du Plateau lyonnais avaient-ils réussi à détourner la rivière dans une autre direction.

V. — *Conclusion*

M. Depéret a considéré autrefois les sables de Sermenaz comme le prolongement de ceux de la sablière de Mollon. Je crois qu'il faut mo-

difier légèrement cette opinion. La dénivellation entre les deux dépôts (40-50 m.) me semble un peu trop grande. L'absence de Mollusques communs aux deux gisements, la différence de faciès des sables me conduit au contraire à paralléliser les sables de Mollon avec les sables fins supérieurs du ravin de Sermenaz que l'on rencontre autour de la cote 225 et qui ne sont pas fossilifères sur ce point. Les sables feldspathiques représenteraient un horizon de passage entre le niveau des marnes supérieures de Mollon et celui des sables superposés ; ils seraient plutôt l'équivalent de l'extrême sommet des marnes.

En tout cas, ils permettent de dater la formation certainement contemporaine des Chazeaux qui paraît jouer un rôle important dans la constitution du sous-sol de Lyon.

9e section

BOTANIQUE

Président d'Honneur. . . . . M. A. CHEVALIER, Professeur au Museum National d'Histoire Naturelle de Paris.

Président. . . . . M. J. BEAUVERIE, Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon.

Vice-Président. . . . . M. DE LITARDIÈRE, Professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble.

Secrétaires. . . . . Mlle M.-A. BEAUVERIE, MM. CORNET et GILLES.

J. BEAUVERIE

Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon

1° LES GRANDES ÉTAPES DES ÉTUDES BOTANIQUES EN SAVOIE (ALLOCUTION)

2° LA VIE D'ANIMAUX ASSURÉE PENDANT PLUSIEURS ANNÉES DANS DES VASES DE VERRE HERMÉTIQUEMENT CLOS, EN PRÉSENCE DE PLANTES VERTES

(RÉSUMÉ)

M. Beauverie rappelle ses expériences antérieures établissant que la vie active peut se poursuivre pendant plusieurs années pour les plantes vertes placées en vase hermétiquement clos et exposées à la lumière diurne diffuse. En ajoutant du terreau humide, on peut facilement obtenir une végétation dont le développement spacial n'a d'autres limites que celles du vase.

Ces faits trouvent facilement leur explication dans le balancement s'établissant entre la fonction chlorophyllienne et la respiration, et le rôle du terreau humide.

L'explication est moins aisée dans le cas de la survie de diverses espèces de petits animaux qui peut aussi se maintenir des années dans les mêmes conditions en présence de plantes vertes. M. Beauverie rapporte les observations positives qu'il a pu mener à bien : animaux d'eaux douces, animaux marins (ces dernières dues surtout à son élève Mlle Monchal).

Il doit s'établir un cycle fermé : l'animal produit le CO^2 par la respiration, la plante l'utilise par la fonction chlorophyllienne qui lui fait en même temps rejeter de l'oxygène ; l'animal retrouve cet oxygène pour sa respiration.

La plante verte ou l'algue associées fournissent à l'animal un aliment et les résidus de son métabolisme laissent un engrais azoté et phosphoré et empêchent que le milieu ne s'appauvrisse trop.

Les bulles d'O qui parcourent le liquide au moment de la fonction chlorophyllienne, entravent peut-être le développement des anaérobies de la putréfaction. On conçoit que ces échanges puissent se poursuivre longtemps en équilibre au moins pour de petits animaux. Effectivement nous avons constaté des survies qui atteignent plusieurs années dans le cas de plantes et d'animaux d'eaux douces ou de tourbières.

M^lle M.-A. BEAUVERIE
Préparatrice à la Faculté des Sciences de Lyon

LES FORÊTS DE LA DOMBES

(RÉSUMÉ)

Les vestiges de l'ancienne forêt qui recouvrait le plateau glaciaire des Dombes correspondent à deux associations : l'*Alneto-Fraxinetum*, caractérisé par *Ribes rubrum* et *Carex remota*, dans les endroits humides, et un facies du *Quercetum medio-europaeum* qui constitue la majeure partie des forêts de la région. Le facteur décisif de l'évolution actuelle de ces bois est l'acidification progressive de la partie superficielle du sol qui amène la prédominance du bouleau au détriment des chêne, charme et hêtre, en proportion supérieure dans la forêt primitive. Des mesures de pH du sol sont données, ainsi que des tableaux de relevés dans les deux associations distinguées.

J. BRAUN-BLANQUET
(Station internationale de Géobotanique)

ASSOCIATIONS VÉGÉTALES ET CLIMAX DU SOL DANS LE MIDI MÉDITERRANÉEN

Aux grandes subdivisions des types de sols de la France correspondent autant de groupements végétaux terminaux, c'est-à-dire en équilibre avec le climat et le sol mûr (« climax »). Tout classement phytogéographique et même biogéographique rationnel fait ressortir l'importance des climax. Pour délimiter la région méditerranéenne vers le Nord, on devrait se fonder avant tout sur la répartition du climax du Languedoc et de la Provence : le Quercetum ilicis galloprovincialis et ses divers stades de dégradation anthropo-zoogènes. Les caractéristiques biologiques du Quercetum galloprovinciale ressortent de l'étude d'une trentaine de représentants de l'association. Le climat local à l'intérieure de la Chênaie est tempéré et très uniforme, beaucoup plus uniforme, plus tempéré et plus humide que le climat régional en dehors de la forêt. Ce climat local influence profondément la vie organique et la formation du sol. Les carbonates sont lessivés et le sol de la Chênaie est entièrement décalcifié. La végétation de l'association-climax (Quercetum galloprovinciale) est composé exclusivement d'espèces calcifuges ou indifférentes. On peut en déduire que le climat de la contrée se rapproche davantage du type humide (à courant d'eau descendant, l'évaporation étant plus faible que les précipitations), que du type aride (à courant d'eau ascendant). Mais ce régime est altéré et parfois même renversé après la destruction de l'association (1).

Le profil du sol typique qui s'est formé sous le couvert du Quercetum galloprovinciale comprend normalement 4 strates nettement caractérisées au point de vue morphologique et physico-chimique. Chacune de ces 4 strates a sa fonction biologique spéciale, chacune intervient dans la vie de notre association dont elles dépendent intimement. Reliés ainsi par une interdépendance étroite, sol et organismes du Quercetum galloprovinciale forment un ensemble biologique indivisible d'une harmonie parfaite.

(1) Ainsi dans des sols édifiés sur les marnes miocènes, éocènes ou crétacées imperméables, *où la végétation ligneuse a été détruite*, on rencontre presque toujours, à une faible profondeur, un horizon carbonaté pouvant contenir jusqu'à 95 % de carbonates. Il est dû à l'évaporation puissante qui fait remonter pendant la saison sèche les solutions chargées de carbonates.

P.-A. BUROLLET

SUR QUELQUES MESEMBRIANTHEMACÉES DU NOUVEAU GENRE *CARPOBROTUS*

(RÉSUMÉ)

Deux *Carpobrotus*, genre récemment isolé des *Mesembrianthemum* par N. E. Brown, sont naturalisés ou largement subspontanés dans la Région méditerranéenne : *C. edulis* (L.) L. Bol. et *C. acinaciformis* (L.) L. Bol.

On relève dans les ouvrages de nombreuses confusions entre ces deux espèces, dues en majorité à l'ignorance de la couleur rouge pour les fleurs de *C. edulis*. Les descriptions sont souvent insuffisantes ou incorrectes et certaines figures sont erronées. Dans ces conditions, avant de citer l'une ou l'autre de ces plantes, on ne peut guère se dispenser d'une détermination personnelle rigoureuse.

On y arrivera, soit avec les Flores de l'Afrique du Sud, soit avec Fiori (*Nuova Flora analitica d'Italia*), ou Berger (*Mesembrianthemen und Portulacaceen*), ou encore Ascherson et Graebner (*Syn. der Mitteleuropaïschen Flora*) (1).

Les floristes qui ne disposeraient pas de ces travaux trouveront ci-dessous les principaux caractères différentiels :

C. edulis	*C. acinaciformis*
Feuilles adultes trigones de 8-12 cm. de long, allant en s'amincissant vers le sommet, et dont la section transversale donne un triangle presque équilatéral.	Feuilles adultes triquêtres, plus courtes, plus aplaties, élargies en cimeterre dans leur partie supérieure, et dont la section transversale donne un triangle isocèle à base étroite.
Feuillage d'un vert franc plus ou moins foncé, souvent teinté de rouge à l'extrémité des feuilles (2).	Feuillage d'un vert gris (couleur d'*Opuntia* ou d'*Agave*). Feuilles parfois bordées de rouge (var. *rubricinctus* (Haw.) N. E. Brown pr. sp.).
Fleurs jaunes, blanc jaunâtre, blanc rosé ou rouge violacé, d'environ 7 à 9 cm. de diamètre.	Fleurs toujours rouges (pourpre ou magenta), relativement plus grandes (jusqu'à 12 cm. de diamètre).
8-12 stigmates, fruit à 8-12 loges.	12-17 stigmates ; fruit plus gros à 12-17 loges.

(1) Pour ces deux derniers ouvrages, on retiendra que le caractère tiré de la couleur rouge du filet chez *C. acinaciformis* n'est pas constant.

(2) Par un pigment anthocyanique et non carotinoïde comme je l'ai indiqué par erreur (BUROLLET. *Du rôle physionomique et dynamique de Mesembrianthemum edule L. sur le littoral de Sousse*, A. F. A. S., Congrès de Montpellier, 1922, p. 367).

A. CHEVALIER
Professeur au Museum National d'Histoire Naturelle de Paris

LES VOYAGES D'ADANSON AU POINT DE VUE BOTANIQUE

Pierre CHOUARD

SUR LA FLORE ACTUELLE, L'EXTENSION ET LA STRUCTURE DE DÉPOTS TOURBEUX DANS LES ALPES FRANÇAISES

En septembre 1932, avec le précieux concours du personnel des Eaux et Forêts, j'ai visité et sondé 14 tourbières des Alpes françaises, situées entre le Lac de Genève et Gap. Quelques-uns des faits observés peuvent être retenus pour servir à la connaissance de l'histoire de la flore et du climat dans les Alpes.

1. Les tourbières à Sphaignes sont très développées dans le Chablais et le Faucigny ; elles y forment près de 6 m. d'épaisseur de tourbe à Somand, à Champlaitier, au col des Glières, etc. Elles sont plus rares et plus réduites dans le reste de la Savoie, et surtout dans le Dauphiné, où les principales tourbières à Sphaignes se rencontrent seulement entre Uriage et Sèchilienne, notamment au lac Luitel.

Les espèces considérées comme reliques arctiques, si abondantes dans les tourbières du Jura, manquent aux Alpes françaises, sauf en quelques points relativement voisins du Jura : *Andromeda polifolia* n'est qu'à Somand (Commune de Mieussy), *Oxycoccos palustris* et *Scheuchzeria palustris* ne sont qu'à Somand et au lac Luitel, *Carex limosa*, *Eriophorum vaginatum* sont un peu moins rares.

Ces faits sont explicables : 1° par le climat plus humide de la Savoie ; 2° par le retard apporté dans le peuplement végétal des tourbières alpines, à cause de la libération plus tardive du sol par les glaces.

2. Malgré la rareté des grandes tourbières à Sphaignes, il y a dans les Alpes de nombreux gisements de tourbe ayant une autre origine : tourbes des marais calcaires à *Cladium* et *Schœnus nigricans* aux basses altitudes (Veyrier, près de Genève), ou à *Schœnus ferrugineus* à altitude plus élevée (Col Bayard près Gap, environs du Lautaret), tourbes à *Carex* et à Hypnacées, avec ou sans calcaire, jusqu'à des altitudes élevées (Cormet de Roselend, La Cabanotte aux sources du Rif-Tort près La Grâve, à 2.300 m.). Ces dernières représentent, sous le nom de « sa-

gnes » ou de « mouilles », un type de tourbières dont la flore, en France du moins, est spéciale aux parties élevées des Alpes.

Les tourbes autres qu'à Sphaignes peuvent procurer du combustible dans des régions où le bois fait défaut. Elles ont une grande importance dans les régions élevées, pour la recherche du passé de la végétation ; seules avec les tufs, elles en conservent les archives. Leurs gisements sont souvent mal indiqués ou omis sur les cartes géologiques, comme à Mégève, au Rif-Tort, etc .

3. Les grandes tourbières à Sphaignes du Faucigny ont généralement la structure suivante : sur un fond d'argiles glaciaires et de blocs grossiers s'étendent d'abord des argiles lacustres, très fines, mélangées par places de cailloutis alluviaux. Déjà des branches, des noisettes mêmes sont intersatifiées dans ces argiles. Bientôt, ce sont des argiles tourbeuses avec des roseaux couchés, parfois une purée organique de vase lacustre, puis de la tourbe à Sphaignes, très épaisse, avec quelques intercalations de roseaux, surtout à la base, des brindilles, rarement du bois sauf à la périphérie des cuvettes tourbeuses. En haut, le gisement se termine par la tourbe récente, souvent revêtue d'une forêt clairsemée de *Pinus uncinata*. En beaucoup de points, mais pas partout, le développement d'espèces xérophiles témoigne du ralentissement d'activité des tourbières.

Les pentes avoisinant les tourbières sont souvent garnies d'un manteau continu de tourbe ; le fait est particulièrement net au col des Glières. Par sa situation et son étendue, ce manteau ne peut s'être formé qu'à la faveur des précipitations atmosphériques : c'est de la tourbe « ombrogénique ». A l'heure actuelle, il n'y a plus de manteaux ombrogéniques en activité ; partout ils sont revêtus de forêts ou de pâturages.

Il résulte de ces faits, sinon comme certitudes, du moins comme présomptions à vérifier de plus près : 1° que le climat actuel est moins humide que celui qui a permis une si grande activité des tourbières à Sphaignes ; 2° qu'avant même le climat humide, il y eut une période précédente et moins humide, et pourtant déjà chaude, car les tourbières ne s'y développaient pas encore et cependant les montagnes étaient déjà boisées.

4. Les facteurs locaux de la végétation exercent parfois une grande influence, et la structure des tourbières se trouve profondément modifiée. Ainsi, à Mégève, sous une prairie où l'on n'aurait pas soupçonné l'existence de tourbe avant les fouilles qui y furent faites pour une recherche d'eau, 6 intercalations principales d'argiles interrompent la tourbe sur une épaisseur de 3 mètres, manifestant l'importance lo-

cale du ruissellement capable, en cet endroit, de recouvrir la tourbière d'une nappe d'alluvions.

Au col Bayard, sur 5 mètres de profondeur, trois grandes couches argileuses s'intercalent entre la tourbe. Mais ici cette argile porte des traces évidentes de roseaux en place, et il y a passage progressif de l'argile à la tourbe et réciproquement. On décèle ainsi une série de changements de régimes du marais : tantôt les débris végétaux s'y incarbonisaient en une tourbe plus ou moins argileuse, tantôt ils étaient détruits par les fermentations oxydantes et l'argile marneuse se déposait seule. Ce dernier régime est celui qui prévaut, à l'heure actuelle, et la tourbe ne se rencontre que sous 1 m. d'argile au moins. En cette localité déjà méridionale des Alpes, on conçoit que même durant la période la plus favorable à la production de la tourbe, de petits changements climatiques, portant sur la température surtout, en milieu aquatique non acide, puissent changer complètement le mode de conservation ou de destruction de la matière organique.

5. Les tourbes observées contiennent parfois du bois, mais ce sont toujours des fragments couchés, jamais des troncs debout sur leur sol de végétation. Cependant, ces bois allochtones ne viennent pas de loin, car c'est toujours à la périphérie des tourbières qu'on trouve souvent, sous la tourbe, un lacis dense de branches et de troncs couchés, visiblement tombés des pentes voisines.

Au lac Luitel, les feuillages sont admirablement conservés dans la tourbe : mais alors que le Hêtre et le Sapin abondent à 5-6 m. de profondeur, l'Epicea, partout abondant maintenant, fait totalement défaut. Il est donc récemment parvenu en cette localité, après le Hêtre et le Sapin.

Au Cormet de Roselend, à 1.968 m. d'altitude, des souches de bouleaux existent sous 50 cm. à 1 m. de tourbe. Ce bois avait déjà été signalé autrefois. Cependant la région ne présente, à cette altitude, aucune forêt. Peut-être est-ce là la trace des troncs abattus, selon la légende, au moment où sous la domination romaine on rasa les forêts du sol qui servaient de refuge aux brigands. En tous cas, il est certain que la limite forestière a été autrefois plus élevée, et l'Homme, plutôt qu'une variation très récente du climat, semble responsable de son abaissement.

Là où l'on trouve la surface tourbeuse recouverte d'une forêt de Pins à crochets, il est surprenant de ne pas trouver trace de troncs de Pins dans la tourbe récente. Cela ne peut s'expliquer qu'en admettant que les Pins actuels représentent la première génération installée sur la tourbe. Les plus âgés peuvent avoir 500 à 800 ans, ce qui daterait approximativement l'époque où l'activité des tourbières s'est assez ralentie pour permettre l'envahissement par les Pins.

(RÉSUMÉ)

1. Les grandes tourbières à Sphaignes des Alpes françaises sont localisées dans le Chablais, le Faucigny et les parages de Grenoble.

2. Des tourbières d'autres types ont permis la formation de tourbes nombreuses en beaucoup d'autres localités, même très élevées.

3. La structure habituelle des tourbières bombées révèle une période de grande activité des sphaignes, actuellement ralentie, et qui fut même capable de produire sur les pentes des manteaux de tourbe ombrogénique.

4. Mais les facteurs locaux peuvent altérer cette structure. Au col Bayard, ouvert du côté de la Provence, il semble que la période d'activité de la tourbière doit être coupée de périodes moins favorables, ce qui laisse à penser que le détail des successions climatiques post-glaciaires est moins simple qu'on pourrait le croire.

5. Les tourbes renferment souvent des branches de bois tombées du voisinage. Elles révèlent le peu d'ancienneté de l'apparition de l'Epicea, l'existence relativement récente d'une limite forestière plus élevée que de nos jours. La diminution d'activité des tourbières semble assez récente pour que les Pins à crochets les plus âgés qu'on y trouve actuellement vivants soient les premiers à s'y être installés.

P. CORNET

1°) RÉSISTANCE COMPARÉE A L'ANISOTONIE DES PLASTES DES PLANTES AÉRIENNES ET DES PLANTES AQUATIQUES AINSI QUE DES PORTIONS IMMERGÉES ET AÉRIENNES D'UNE MÊME PLANTE

(RÉSUMÉ)

Sans oublier que l'effet produit par l'anisotonie est la résultante de la perméabilité des membranes cellulaires d'une part et de la résistance propre des plastes d'autre part, nous pouvons dire, au moins dans les cas que nous avons étudiés, que les plastes des plantes aquatiques ou des portions immergées de plantes aériennes offrent plus de résistance à l'action de solutions anisotoniques que les plastes des plantes aériennes ou des portions aériennes de plantes aquatiques.

Comme les temps d'action diffèrent les uns des autres dans les exemples considérés, on est en droit de conclure à une résistance spécifique des plastes propre à chaque cas envisagé.

Ces faits confirment les résultats inédits obtenus par M. le Professeur Beauverie qui nous a suggéré ces expériences.

Laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Lyon.

2°) OBSERVATIONS CYTOLOGIQUES A PROPOS DE *VIOLA HIRTA* PARASITÉE PAR *PUCCINIA VIOLÆ* (Schum.) (D.C)

Les cellules parasitées et les cellules voisines ont des plastes raréfiés, de taille diminuée, légèrement étalés. La raréfaction des plastes et la diminution de leur taille ont été observées par nous dans les cas de *Buxus sempervirens* parasité par *Puccinia buxi*, de *Malva rotundifolia* parasitée par *Puccinia malvacearum*, d'*Erythronium Dens-canis* parasité par *Uromyces Erythronii*.

Laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Lyon.

Robert DOUIN

MODIFICATIONS DE FORME ET PRODUCTION DE PROPAGULES CHEZ LE *LEPTOBRYUM PIRIFORME* SCHPR. (1)

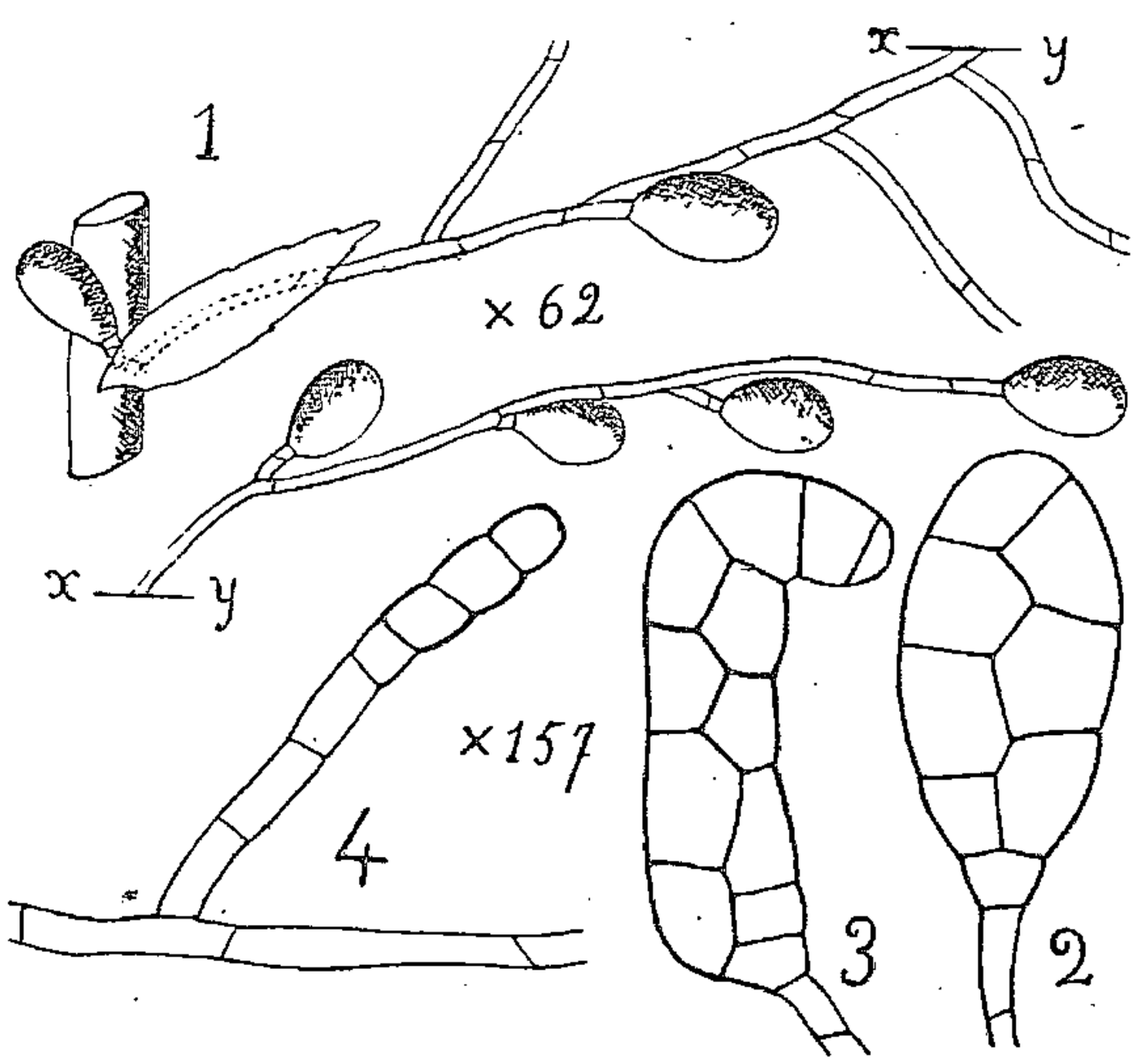
Le Leptobryum piriforme, dans les conditions naturelles, a des tiges grêles qui ne dépassent guère 3 cm. et des feuilles lancéolées, aiguës, fortement nerviées, les supérieures très allongées, rapprochées au sommet de la tige, les inférieures bien plus petites et espacées. La plante est parfois propagulifère et cette forme a été décrite par Bescherelle (Bull. Soc. bot. de France, 1862) comme variété *bulbilliferum* du *Pleuridium nitidum*. Cette erreur se retrouve dans diverses Flores (Husnot, Limpricht, etc.), mais a déjà été rectifiée.

Dans les conditions spéciales des cultures étudiées, la plante développe de longues tiges simples, très grêles, dépassant 10 cm. de hauteur, dressées contre les parois des vases de culture. Les feuilles, très petites et très espacées, sont, comme les tiges, formées de cellules à parois amincies ; la denticulation est atténuée et la nervure a presque disparu ; les feuilles du sommet ne diffèrent en rien des autres. Ces modifications considérables du gamétophyte sont en relation surtout avec l'atmosphère saturée du milieu, mais la lumière et la température qui étaient celles du laboratoire sont venues superposer leur action à celle de l'humidité (éclairement inférieur à l'éclairement normal et température relativement élevée et constante). Des modifications du même ordre ont déjà été observées sur des Mousses, principalement par de

---

(1) Les échantillons étudiés proviennent des cultures de Phanérogames faites sur terreau, en atmosphère confinée, par MM. Beauverie et Treyve (C. R. Ac. des Sc., 1931), dans lesquelles la Mousse avait été introduite accidentellement.

Virville (Rev. gén. de Bot., 1927). Sur toutes les tiges ont pris naissance de nombreux filaments protonémiques propagulifères, les uns simples, parfois très courts, et terminés par un seul propagule, les autres longs et rameux, étalés presque horizontalement sur la paroi de



Propagules du *Leptobryum piriforme*

verre, les branches principales portant un propagule terminal et de nombreux propagules latéraux au sommet de rameaux réduits (fig. 1). Il est donc inexact de parler de propagules sessiles ou pédicellés comme l'a fait le descripteur de la variété *bulbilliferum*, à qui la nature protonémique de ces formations a échappé du fait d'un moindre développement. Tous ces protonémas ont pour origine une cellule épidermique de la tige et naissent, solitaires ou groupés, souvent par 2, à l'aisselle des feuilles et toujours un peu au-dessus de leur insertion sur la tige. Les propagules sont ovoïdes (fig. 2), rarement de forme irrégulière (fig. 3), constitués de plusieurs cellules à membranes fortement épaissies et brunâtres. Ils se développent à partir des cellules terminales de protonéma qui se cutinisent tout en augmentant de taille et se divisant (la fig. 4 représente un début de propagule). Rappelons en passant que des propagules d'origine protonémique ont souvent été déjà observés (Correns : Untersuchungen über die Vermehrung der Laubmoose..., Iéna, 1899. — Maheu : Bull. Soc. bot. de France, 1908 et 1922).

La mise en culture des propagules du *Leptobryum*, soit sur milieu Marchal, soit sur terreau humide, n'a donné que des résultats négatifs. On ne peut toutefois en conclure que ces propagules ne sont pas fonctionnels.

M^lle A. DUSSEAU

1° UN HYBRIDE PARTICULIER DE DEUX BLÉS TENDRES : *TRITICUM HAPLODURUM*

En 1926, le croisement de deux *Triticum vulgare* : Blé de Padoue (*Tr. vulgare erythrospermum* Körn) × Inalettabile 38 (*Tr. vulgare lutescens* Körn.) réalisé à Valence-sur-Rhône aux Etablissements Tezier Frères, à partir de deux lignées pures obtenues, à Valence pour le Blé de Padoue, à Bologne par le Pr. Todaro pour Inalettabile qui n'est que la lignée 38 de ses sélections de l'hybride hâtif inversable de Vilmorin, a donné en F_1 5 plantes au sujet desquelles rien d'anormal ne fut noté.

En F_2 la descendance d'une de ces plantes offrait deux plantes durelloïdes qui furent depuis soigneusement suivies.

L'une d'elles s'est maintenue, l'autre donne encore de nombreuses disjonctions qui sont à l'étude, c'est de la première forme, que nous avons nommée *Triticum haplodurum* en raison de sa constitution génétique, qu'il sera question ici.

Triticum haplodurum Dusseau offre un épi à faciès de *durum*, barbu, rouge, pruineux, très dense, à glumes nettement carénées, à grain long, roux, glacé. Sa paille très rigide, de hauteur moyenne 120-135 cm. n'est pas cependant aussi pleine que celle des vrais blés durs ; ses feuilles dressées, en lance de sabre, lui donnent au printemps un aspect très caractéristique qui suffirait à le faire remarquer.

L'analyse du grain a donné 14,18 % de matières azotées en 1930, 11,56 % en 1931, chiffres de l'ordre de grandeur de ceux qu'ont donnés ces mêmes années les blés durs cultivés dans les mêmes conditions ; par ailleurs l'étude biométrique du grain a fourni également les caractéristiques des grains des blés durs.

Au printemps de 1932, *Triticum haplodurum* a présenté sur ses feuilles des taches rougeâtres qui s'étendirent et se multiplièrent, laissant finalement les feuilles toutes ponctuées de taches nécrosées ; seul parmi des milliers de lignées de diverses espèces, variétés ou croisements cultivés côte à côte, tant à Valence-sur-Rhône qu'au jardin du Musée Lecoq à Clermont-Ferrand, *Triticum haplodurum* a présenté ces taches que nous avions déjà remarquées les années précédentes ; aussi avons-nous voulu les étudier. Nous les avons également confiées au Service botanique de Tunisie et M. Petit trouva comme nous-mêmes un mycelium très abondant surtout dans les vaisseaux et put déterminer les formes suivantes de *Pleospora* : une forme *Helminthosporium*, une forme *Alternaria*, une forme *Heterosporium* et une forme *Cladosporium*.

Indemne de rouille jaune (*Puccinia glumarum*) pourtant très répandue, *Triticum haplodurum* fut légèrement attaqué par la rouille noire (*P. graminis*), les Blés durs témoins ainsi que *Tr. monococcum* portaient également des pustules mais étaient indemnes de piétin-échaudage tandis que *Tr. haplodurum* montrait quelques plantes atteintes et que l'ensemble des cultures de Blés de la Vallée du Rhône avait sérieusement souffert.

Le chardon (*Ustilago tritici*), très répandu dans la vallée du Rhône, ne fut pas noté sur *Triticum haplodurum* non plus que la carie (*Tilletia caries*).

Au printemps de 1933, les mêmes manifestations de maladies se sont produites.

L'ensemble de ces caractères montrant qu'on avait affaire à un blé nouveau très particulier et qui semblait cependant devoir être rapporté à l'espèce *durum*, nous l'avons voulu vérifier par l'étude caryologique. En effet, le groupe *Triticum vulgare* auquel appartiennent les parents de notre hybride possède comme caractéristiques un nombre de chromosomes $n=21$; les blés durs *Tr. durum* ont $n=14$. N'ayant pu étudier en 1931 que les cellules somatiques, sur jeunes racines de notre hybride, quelle ne fut pas notre surprise de ne rencontrer que 14 chromosomes soit 2 $n=14$ donc $n=7$ formule caryologique de *Triticum monococum* avec qui il ne possède en commun aucun caractère spécifique. Mais au printemps de 1932, nous avons fixé de jeunes inflorescences et depuis étudié les cellules mères des grains de pollen et du sac embryonnaire en nous demandant si les phénomènes de sporogénèse ne présenteraient pas quelque anomalie.

Or, les jeunes anthères nous ont montré, outre des cinèses somatiques qui confirment l'existence de 14 chromosomes (nombre diploïde) les cellules-mères des grains de pollen pourvues de diacinèses typiques à 7 gemini, de divisions anaphasiques et de plaques équatoriales à 14 chromosomes simples et finalement des télophases à 7 chromosomes seulement dans chaque noyau de la tétrade pollinique. La cellule mère du sac embryonnaire est également le siège d'une réduction qui ramène à 7 le nombre des chromosomes de la macrospose ; dans le nucelle, les mitoses somatiques à 14 chromosomes se montrent en grand nombre.

Nous avons donc affaire à une forme de blé possédant le phénotype de *Triticum durum* et le génotype de *Tr. monococcum*, forme haploïde de *Tr. durum*, d'où le nom de *Tr. haplodurum* que nous lui avons donné et il nous a semblé intéressant de signaler cette indépendance du type morphologique et du type caryologique qu'on croit communément étroitement liés.

2e ESSAIS DE CULTURE EN ALTITUDE : PLANTES FOURRAGÈRES ET HORTICOLES A BESSE-EN-CHANDESSE ET AU SOMMET DU PUY-DE-DOME

(RÉSUMÉ)

Ces essais comprenaient en 1932 :

1° Des semis de Blés à courte période végétative qui ont donné de bons résultats à Besse (1.050 m.) où l'on a cependant pu constater que d'une manière générale, et ainsi qu'il semble être de règle à Besse pour les Blés de pays, les sortes mutiques y sont supérieures aux sortes barbues ; au Puy de Dôme, semés tard au printemps par suite des conditions météorologiques, les Blés n'ont pu mûrir.

2° Des semis de plantes fourragères : Lotier corniculé avec mélange de graminées : Fétuque des prés ou Mactyle pelotonné. La végétation fut excellente, de même la résistance à l'hiver 1932-1933 dans les deux stations. Nous avons constaté au Puy de Dôme que tandis que la Fétuque des prés a prospéré, le Dactyle a presque disparu, supplanté par du Fromental spontanément apparu.

3° Des semis de plantes potagères et de fleurs. Les essais donnèrent des résultats encourageants ; ils ont été repris au printemps de 1933 en semis répétés et en comparaison avec des semis effectués aux mêmes dates à la station de la Plaine de l'Institut et Observatoire de Physique du Globe du Puy-de-Dôme.

Jean FRIEDEL

L'*OCEANOPAPAVER NEO-CALEDONICUM* GUILLAUMIN ET LES RELATIONS PHYLOGÉNÉTIQUES ENTRE LES PAPAVÉRACÉES ET LES CISTINÉES

On admet généralement une assez proche parenté entre les Papavéracées, les Cistinées, les Crucifères et les Capparidées. M. André Guillaumin, professeur au Muséum, a découvert une très intéressante plante que l'on peut considérer comme un terme de passage entre les Papavéracées et les Cistinées. M. Guillaumin a entrepris l'étude méthodique de la flore de Nouvelle-Calédonie. Il a décrit sous le nom d'*Oceanopapaver neo-caledonicum* (1) l'unique Papavéracée indigène trouvée

---

(1) A. GUILLAUMIN. Matériaux pour la flore de Nouvelle-Calédonie XVIII Papavéracées (Bull. soc. bot. Fr. LXIX, p. 225, mars-avril 1932).

dans l'île. L'*Oceanopapaver* a la formule suivante : 4 sépales, 4 pétales, nombreuses étamines, deux carpelles avec placentation pariétale. Ce serait une formule très classique rappelant la Chélidoine, le *Glaucium*, etc... sauf les quatre sépales qui indiqueraient plutôt un rapprochement avec les Crucifères.

M. Guillaumin m'ayant très aimablement donné les matériaux nécessaires, j'ai entrepris l'étude anatomique de l'*Oceanopapaver* (1). A mon grand étonnement, j'ai trouvé, au lieu d'une structure de Papavéracées, une structure typique de cistinée, poils épidermiques en étoile, anneaux continus de bois et de liber. La seule différence est que, chez l'*Oceanopapaver*, l'appareil secréteur est plus développé que chez les Cistinées.

Ainsi : au point de vue floral, la plante est nettement une Papavéracée ;

Au point de vue anatomique, nettemcnt une Cistinée.

Je proposerais l'hypothèse suivante pour expliquer cette anomalie : les Papavéracées présentent tous les caractères d'une grande série phylogénétique d'où d'autres familles se seraient détachées, parmi lesquelles les Cistinées. Cette dernière famille se serait séparée des Papavéracées par une série de mutations morphologiques et anatomiques. Une fleur de Cistinée a trois sépales, cinq pétales, les fleurs de Papavéracées sont toujours bimères ou trimères... Il n'y aurait eu aucune corrélation entre les mutations morphologiques et les mutations anatomiques. Ainsi l'*Oceanopapaver*, Papavéracée par sa fleur, est nettement Cistinée par sa structure anatomique. Il est peu probable qu'une transformation aussi importante puisse résulter d'une mutation unique vraisemublablement, il y a eu plusieurs mutations anatomiques polarisées de manière à constituer une orthogénèse, les termes de passage ayant malheureusement disparu.

L'*Oceanopapaver neo-caledinicum* se trouve isolé dans un très petit nombre de stations disséminées sur une côte envahie par des plantes d'origine étrangère. Il n'existe pas de Cistinée en Nouvelle-Calédonie et l'*Oceanopapaver* est la seule Papavéracée indigène. Grâce à lui, nous voyons bien le raccord entre les deux familles, mais les documents sont insuffisants pour préciser les conditions de ce raccord.

---

(1) J. FRIEDEL. Sur l'anatomie de l'*Oceanopapaver neo-caledonicum* (Bullet. soc. bot. Fr., p. 33, tome LXXX, 1933, janvier-février 1933).

F. GAGNEPAIN

UN HYBRIDE NATUREL DE JASMIN

Il est assez rare de pouvoir constater la nature hybride d'un échantillon d'herbier pour signaler le fait aux botanistes.

V. Lemoine a publié le *Jasminum stephanense* dans son Catalogue n° 195, p. 9 en 1921. Il avait été obtenu à Saint-Etienne par M. Th. Javit entre le *Jasminum Bessianum* Forr. et D. et le *J. officinale* var. *grandiflorum*, ce dernier jouant le rôle de mère.

Dans la Revue horticole, 1927, p. 643-5, M. Meunissier en donne une belle figure coloriée, une description et des commentaires intéressants.

Enfin nous apprenons de Kobuski, Journ. Arnold Arboretum 1932, p. 162, que ce même hybride a été récolté au Yunnan, préfecture de Likiang, sur les pentes de la Chaîne des Neiges, par J. F. Rock, n° 4509.

En déterminant les Jasmins d'Indochine, je tentai de nommer ceux que le Muséum possède de la Chine et je crus reconnaître le *J. stephanense* dans des échantillons assez nombreux provenant du Yunnan.

Le *J. officinale* a des fleurs d'un blanc pur, le *J. Bessianum* les a d'un rose plutôt vif et même carmin. Tandis que le premier présente des feuilles invariablement composées-pennées à 5 et parfois 7 folioles, le second a des feuilles entières de la taille d'une foliole de *J. officinale* en moyenne, parfois plus grandes.

Or le *J. stephanense* a des fleurs roses ou rouges et des feuilles de deux sortes : celles de la base des ramuscules sont entières, les moyennes sont pennées à folioles confluentes, les supérieures à folioles plus indépendantes.

C'est tout à fait ce que nous retrouvons dans les échantillons de l'herbier du Muséum.

Mais une différence existe : le *J. stephanense* est le produit du *J. officinale*, var. *grandiflorum* par le pollen du *J. Bessianum ;* et le limbe rotacé de ses corolles atteint et dépasse 2 cm. de diam. Nos échantillons du Yunnan ont des corolles analogues comme diamètre à celles de la variété ordinaire du *J. officinale*. Ce ne sont donc pas des *J. Stephanense* types, mais provenant vraisemblablement du croisement du *J. officinale* forme ordinaire et du *J. Bessianum*. Les deux parents sont fort abondants au Yunnan comme on peut en juger par la distribution suivante :

J. Bessianum : Choui-tang, près Yunnan-sen, n° 1857 (*Dr Legendre*); haies de Mo-tsou, alt. 2.800 m. (*E. Maire*) ; plaine de Long-tan et de Tong-chouan (*E Maire*); bois de Hée-chan-men, Ho-kin, n° 2539 (*De-*

lavay) ; près Loulan, n° 3803 (*Ducloux*) ; vallée de Song-kouei, n° 2021 (*Forrest*) ; vallée de Li-Kiang, n° 5598 (*Forrest*).

J. OFFICINALE :

Ta-tsien-lou, n° 752 (*Soulié*) ; Tsé-kou (*Soulié*) ; Tsé-kou (*Monbeig*) ; route de Yunnan-sen à Kiéou-ya-pin (*Ducloux*) ; route de Yunnan à Kouy-ly-tcheou (*Ducloux*).

La var. *grandiflorum* n'est représentée que par un seul échantillon, le dernier de l'énumération.

Il n'est donc pas extraordinaire que la plante intermédiaire se retrouve çà et là sur le même territoire. En voici la distribution avec la copie des étiquettes les plus frappantes :

J. STEPHANENSE :

Yang-in-chan, fleurs roses en dehors, blanches à l'intérieur, 20 juin 1883 (*Delavay*) ; bois de Kiao-che-tong, versant or. du Hée-chan-men, fl. rouges ou roses en dehors, blanches en dedans, 30 mai 1887 (*Delavay*) ; Ta-tsien-lou, n° 874 (*Soulié*) ; prov. de Ba-tang, n° 3716 (*Soulié*) ; ex sylvis Kou-ty, floribus rubro-albis, N. B. Aliquando etiam plantatur in hortis domesticis (*Siméon Ten*).

Fait digne de remarque, les localités du *J. officinale* ne sont dans notre collection qu'au nombre de 5, sans doute parce que les fleurs blanches attirent moins l'attention des collecteurs ; l'hybride à fleurs blanches et roses à la fois, compte 5 localités également, sans doute parce que les fleurs sont plus jolies et attirent la main du récolteur. Il ne faudrait pas en conclure que l'hybride est aussi répandu que l'un des parents.

Le N. B. de Siméon Ten doit être remarqué : « quelque jour sera introduit dans les jardins domestiques ».

On connaissait une localité unique du *J. stephanense* au Yunnan ; cinq nouvelles localités sont désormais connues.

Ed. GILLES

A PROPOS DES EFFETS DU RAYONNEMENT ULTRA-VIOLET ÉMIS PAR LA LAMPE A VAPEUR DE MERCURE, SUR LES PLANTES

(RÉSUMÉ)

L'ultra-violet émis par la lampe à vapeur de mercure est un des plus actifs au point de vue biologique parmi les divers agents physiques. Ce rayonnement produit sur les plantes des effets très nets et bien caractérisés. Cependant il semble que l'on a exagéré jusqu'à présent la brutalité de cette action.

Les radiations de plus de 3.000 Angströms de longueur d'onde amènent une exagération du développement des plantes. Nous avons obtenu par exemple un moyen d'irradiations de 1/2 heure seulement des plants de Begonias ayant une taille double de celle des témoins et en fleurs alors que les autres ne montrent même pas de bourgeons floraux. Ces résultats, assez différents de ceux obtenus par les divers auteurs ayant travaillé la question, tiennent à l'utilisation d'écrans-filtres à courbes d'absorption très abruptes et à ce que les irradiations sont pratiquées au moment opportun, c'est-à-dire au moment où la plante présente la sensibilité maximum à l'ultra-violet. Nous avons, en effet, montré qu'un tel maximum existe. Aussi les irradiations de 1/2 heure seulement remplacent-elles les expositions continues ou journalières utilisées si souvent.

Le rayonnement de courte longueur d'onde produit au contraire des effets destructeurs accompagnés d'un ralentissement de la croissance des plantes. Mais le végétal n'est pas détruit, s'il est placé dans une atmosphère suffisamment humide, au moment de l'exposition à la lampe. De tels effets abiotiques ne sont obtenus qu'avec les rayons de moins de 3.000 A. de longueur d'onde.

Laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Lyon.

W. RUSSELL
Docteur ès-Sciences à Paris

NOTE SUR LA STRUCTURE DE L'HARMAL (1)

L'Harmal (*Peganum Harmala* L.. est une Zygophyllacée caractéristique des steppes à *Artemisa herba alba* (*Wermutsteppen* 2) de l'Algérie et de la Tunisie. C'est une plante glabre à tiges fortement rameuses pourvues de feuilles multifides. Les fleurs, grandes, blanches, commencent à s'épanouir dès le début du printemps et la floraison continue jusqu'à la fin de l'été (3). Les graines renferment trois alcaloïdes, dont l'un, *l'Harmaline*, est un poison du système nerveux (4).

Les conditions semi xériques qui régissent l'habitat de l'Harmal ont une répercussion sur sa structure qui rappelle comme on va voir celle des plantes franchement désertiques.

Structure de la feuille. — Les segments foliaires assez épais (350-400 microns) sont rigides et faiblement incurvés sur les bords. L'épiderme a une membrane externe très épaissie (12 microns) ; il est stomatifère sur les deux faces. Les stomates, nombreux, légèrement enfoncés et pourvus de quatre cellules annexes de forme irrégulière sont disposés en files longitudinales ; leur ostiole à lèvres épaissies, est d'ordinaire parallèle à la direction de la nervure médiane. Les cellules annexes renferment un mucilage grisâtre concrété qui fait défaut dans les cellules épidermiques proprement dites. Ces dernières atteignent de grandes dimensions : en coupes transversales, on en trouve dont le diamètre radial est de 35 microns et le diamètre tangentiel de 55 microns. Vues de face, quelques-unes ont une longueur de 100 microns.

Le mésophylle, isolatéral, est formé sur chaque face de 4-5 assises de cellules palissadiques allongées, peu serrées. Au centre, on voit 3-4 assises de grandes cellules non chlorophylliennes gorgées par places de matières mucilagineuses ; ce tissu joue probablement un rôle comme réservoir d'eau.

Structure de la tige. — L'épiderme, stomatifère, a une organisation semblable à celui de la feuille ; il s'en distingue seulement par un épaississement plus marqué de ses parois. Il est presque partout doublé d'un hypoderme à petits éléments arrondis.

L'écorce comprend une zone externe différenciée en un chlorenchyme

---

(1) Travail fait au Laboratoire d'Agronomie tropicale du Muséum dirigé par M. A. Chevalier.

(2) Ed. Rübel. Pflanzengesellschaften der Erde, p. 328, 1932.

(3) Au cours d'un voyage en Tunisie, nous avons observé à la fin de septembre 1932, plusieurs Harmals en pleine floraison près de Souk-el-Arba.

(4) J. von Wiesner. Die Rohstoffe des Pflanzenreiches, p. 44, I. 1927.

méatique formé de 4-5 assises de cellules rameuses et une zone interne constituée par 2-3 assises de grandes cellules ovales assez intimement unies entre elles. Dans les tiges âgées, l'assise la plus interne de l'écorce se lignifie et de ce fait constitue une gaine protectrice.

A la périphérie du cylindre central, on trouve un puissant anneau lignifié composé surtout de fibres.

Le liber est très développé ainsi que le bois ; l'un et l'autre forment un anneau continu, où l'on distingue cependant bien les faisceaux premiers formés.

Dans le liber, on voit des sclérites répartis surtout au voisinage de l'anneau fibreux et çà et là quelques cellules à mucilage. Les vaisseaux, nombreux et de faible diamètre (max. 30 microns), sont disposés en files radiales séparées ou non par du sclérenchyme.

La moelle, assez considérable (600 microns de diamètre) , contient des cristaux en bâtonnet. Ses cellules se lignifient progressivement de la périphérie au centre ; seule la zone périmédullaire reste cellulosique.

R. LEMESLE

MYOCÉCIDIE FLORALE PRODUITE PAR LE *FUSARIUM ANTHOPHILUM* (A. Br.) Wr. SUR LE *SCABIOSA SUCCISA* L.

(RÉSUMÉ)

Aux alentours de Nantes, dans un domaine situé sur la rive droite de l'Erdre (commune de Casson), j'ai constaté l'endémicité du *Fusarium anthophilum* (A. Br.) Wr. sur les inflorescences de *Scabiosa Succisa* L.

Cette rare mycocécidie qui apparaît dans la deuxième quinzaine de septembre, se fait particulièrement remarquer par la cleistogamie et la décoloration de la plupart des corolles, au sommet desquelles se trouvent de petits coussinets jaune orange constitués par les conidiophores du parasite. On constate l'existence d'un abondant mycélium dans la cavité close des corolles cléistogames, ainsi que sur les étamines et à l'intérieur des sacs polliniques. Malgré cela, l'assise mécanique se forme comme à l'ordinaire dans la paroi de l'anthère et les grains de pollen parviennent à maturité. De nombreux filaments mycéliens se montrent aussi à la surface du style et du stigmate, ainsi que dans la cavité ovarienne, où ils couvrent la surface de l'ovule. Ce

dernier est souvent plus petit qu'à l'état normal, mais je n'ai jamais vu son avortement complet. La fécondation peut se produire ; plus fréquemment toutefois, l'assise interne du tégument limite, en dedans, un sac embryonnaire vide.

En pratiquant des coupes de l'ovaire à l'arrière-saison, on observe presque toujours le phénomène suivant : les hyphes ont pénétré à l'intérieur de l'ovule où elles se sont accumulées en un lacis plus ou moins serré, parfois même en une masse extrêmement dense.

Mes recherches sur cette curieuse mycocécidie permettent ainsi de conclure à une action directe du parasite, laquelle se produit le plus souvent sur les ovules et empêche leur transformation en graine.

M^lle C. MORUZI

SUR DES VARIATIONS OBSERVÉES DANS LES CULTURES D'UN CHAMPIGNON ASCOMYCÈTE, LE *SORDARIA MACROSPORA* AUERSW

Le *Sordaria macrospora*, Ascomycète du groupe des Pyrénomycètes, fournit dans les cultures sur moût de maïs gélosé un mycélium qui prend avec l'âge une couleur d'un vert assez foncé et qu'on voit rayonner en tous sens autour du point d'inoculation. Tardivement, sur le bord des cultures, au voisinage des parois des récipients qui les renferment, le champignon forme un anneau large d'environ 1 centimètre occupé par des périthèces noirs, nombreux et serrés.

Nous avons observé chez ce champignon des variations dans les conditions suivantes :

I. — Nous soumettons une culture âgée de quelques jours, atteignant seulement 2-3 centimètres de diamètre, à des actions diverses : action du froid réalisé dans un frigidaire de 0° à —4° et de 0° à —12° au cours d'un séjour d'une heure ; action du chloroforme, durant une demi-heure sous une cloche, en présence d'un tampon d'ouate imbibé de chloroforme ; action des rayons ultra-violets pendant 15-30 minutes à une distance de 45 cm. d'une lampe en quartz à vapeur de mercure.

Nous observons le développement ultérieur de la culture et nous constatons que le mycélium qui s'est développé postérieurement aux actions précédentes est un mycélium pâle, parfois totalement incolore. Dans le cas des rayons ultra-violets, une action de peu de durée (15 minutes) amène la production du caractère pâle dans un secteur de la culture, une action plus prolongée (30 minutes) se traduit par une décoloration plus intense du mycélium, qui se produit dans toute la culture.

Le caractère incolore, qui paraît avoir été acquis sous l'action brutale des agents précédents, est durable. Il s'est maintenu en effet au cours de plusieurs repiquages et pendant trois mois. L'action des rayons ultra-violets s'est encore manifestée par l'acquisition d'un caractère nouveau : en même temps que le mycélium se montre plus clair, il forme des périthèces d'une manière plus rapide que le mycélium foncé.

Nous pouvons parler ici de variations provoquées en cours de végétation, de somations d'origine expérimentale.

II. — Il nous est arrivé d'observer aussi le même phénomène, obtention d'un mycélium incolore, de la manière suivante : nous isolons sous le microscope les spores obtenues par l'écrasement dans l'eau d'un périthèce de *Sordaria macrospora ;* chacune est le point de départ d'une souche nouvelle. Les cultures monospores ainsi obtenues sont productrices de périthèces et ceci indique le caractère homothallique du *Sordaria macrospora.*

De telles cultures sont le plus souvent intensément colorées, mais il nous est arrivé d'observer quelques souches monospores totalement incolores. Dans ce cas, comme la formation des spores apparaît comme la conséquence de la réduction chromatique qui a lieu dans l'asque jeune, on peut tenir la variation observée comme une variation liée à la réduction chromatique, comme une mutation.

Il est intéressant de constater que les phénomènes de variation, somations et mutations, affectent le même caractère dans les deux cas. Il est possible, comme nous l'indiquions dans une note relative à la génétique des *Neurospora* (1), que mutations végétatives (somations) et mutations proprement dites, appartiennent au même groupe de phénomènes ; elles se ressemblent en tout cas par les modifications qu'elles apportent, par leur soudaineté, et ces faits invitent à rapporter leur cause aux mêmes phénomènes généraux.

---

(1) Moreau (F.) et Moruzi (Mlle C.). Les variations brusques présentées en cours de végétation par les Ascomyètes du genre *Neurospora* (C. R. Soc. de Biol., t. 111, p. 755, 1932).

Pierre NOBÉCOURT
Chef de Travaux à l'Institut Arloing, à Tunis

SUR LE MÉCANISME DE L'IMMUNISATION DES VÉGÉTAUX

Jusqu'à ces derniers temps, on a contesté que les plantes puissent, au cours de leur existence acquérir l'immunité envers des maladies auxquelles elles sont congénitalement réceptives, et les tentatives d'immunisation de végétaux faites par quelques chercheurs, dont le premier en date est Beauverie, ont longtemps paru chimériques. Mais depuis peu d'années, un assez grand nombre d'expériences ont établi que, dans certains cas, les plantes supérieures peuvent acquérir un état immunitaire plus ou moins accentué et la question de l'immunisation des végétaux figure maintenant parmi les problèmes biologiques d'actualité.

Chez les Végétaux comme chez les Animaux, l'immunité peut s'acquérir de deux façons. L'une est purement passive et consiste en l'imprégnation artificielle de l'organisme par des substances parasiticides ou antitoxiques, qui peuvent être chimiquement définies ou bien être d'origine biologique, provenant d'un autre être vivant. L'autre façon d'acquérir l'état immunitaire procède d'une réaction active, autonome, de l'organisme à la suite de l'action de l'agent pathogène ou de substances qui en dérivent : c'est cette immunisation acquise de façon active que l'on désigne généralement sous le nom de vaccination.

Le mécanisme de l'immunisation passive est évident. Au contraire, on sait fort peu de choses sur celui de l'immunisation active. Carbone et Jarach, à l'Institut Sérothérapique de Milan, ont récemment abordé la question en ce qui concerne la vaccination de plantules de Haricot contre le Champignon de la maladie appelée « Toile ».

Nous avons, en effet, montré, il y a quelques années, qu'il était possible d'immuniser les plantules de Haricot contre cette maladie, en les arrosant avec le liquide de culture du Champignon et, ultérieurement, Jarach, puis Carbone et Kalajev, ont, en variant la technique, confirmé la possibilité de vacciner les jeunes Haricots en utilisant des extraits de culture diversement préparés.

Pour expliquer cette immunité, on a émis l'hypothèse que les tissus des plantules immunisées sont imprégnés du liquide de culture, liquide qui serait devenu défavorable à un nouveau développement du Champignon, par suite du phénomène connu sous le nom de « vaccination des milieux de culture ». On peut aussi supposer qu'à la suite du traitement vaccinant, se sont produits des anticorps qui s'opposent à la croissance du mycélium.

Ces deux hypothèses sont inexactes. En effet, Carbone et Jarach, prenant des plantules vaccinées, les tuent en employant la chaleur, le froid ou l'action de vapeurs d'éther et constatent que ces plantules qui, vivantes, étaient réfractaires à la pénétration par le mycélium de la Toile, sont, une fois mortes, rapidement envahies par celui-ci.

Cette expérience montre que l'état immunitaire des Haricots vaccinés est lié à la vie de la plante et que celle-ci ne renferme aucune substance nuisible au Champignon parasite *préalablement* à l'attaque de ce dernier.

On est ainsi conduit à admettre que l'immunité, chez le Haricot vacciné, est réalisée par une réaction de la plante, se produisant *au moment* de l'attaque du parasite. Quelle peut être cette réaction ? Carbone et Jarach pensent qu'elle consiste en une cicatrisation rapide qui empêche le mycélium de pénétrer plus loin.

La cicatrisation a lieu, en effet, assez rapidement, tandis qu'elle ne se produit pas sur les plantes non vaccinées, où le mycélium s'étend indéfiniment. Toutefois, ce phénomène est-il bien la cause déterminante de l'immunité ? N'en serait-il pas plutôt une conséquence ?

Nos expériences sur l'immunité naturelle nous ont, en effet, montré que les obstacles mécaniques constitués par les barrières cicatricielles sont généralement insuffisantes à enrayer la marche du parasite. Par contre, il semble que l'on puisse admettre l'hypothèse de la production, par les cellules de la plante réfractaire, d'anticorps apparaissant seulement lorsque l'attaque mycélienne est commencée.

On sait, en effet, qu'il résulte des travaux de Noël Bernard, confirmés par Magrou et par nous-même, que, chez les Ophrydées, les tubercules s'opposent, à l'aide d'anticorps, à la pénétration des Rhizoctones qui infestent les racines. Or, nous avons montré, dès 1923, que si, avant d'être mis en présence du Champignon, les tubercules sont tués par la chaleur, le froid ou l'action des vapeurs de chloroforme, ils sont rapidement envahis par le mycélium qui les désorganise complètement, ce qui prouve que les anticorps ne préexistent pas dans les tissus des tubercules, mais ne s'y produisent qu'au moment de l'attaque du Champignon, par suite d'une réaction des cellules vivantes. De plus, dans ces expériences, il ne peut être question de l'efficacité d'une barrière cicatricielle, puisque le mycélium est arrêté dans sa croissance avant d'atteindre la surface du fragment de tubercule déposé sur la gélose où il est cultivé.

La vaccination des Haricots contre la Toile, par le liquide de culture du Champignon, ou par des substances qui en dérivent, est, en somme, analogue au déclenchement de la sécrétion d'anticorps chez les tubercules d'Ophrydées en présence du Rhizoctone. Celui-ci, dans les expériences en question, fait agir ses sécrétions sur les cellules vivantes

du tubercule, grâce à la diffusion dans la gélose, et le tubercule réagit en sécrétant à son tour un anticorps approprié.

Nous pensons qu'on peut admettre un mécanisme analogue chez le Haricot qui a absorbé des substances provenant des cultures de Toile. Il réagirait en produisant des antitoxines neutralisant les toxines sécrétées par le mycélium, de telle sorte que la désorganisation des tissus par celles-ci étant enrayée, la cicatrisation peut alors s'effectuer. N'intervenant ainsi qu'en second lieu dans la défense contre le parasite, la cicatrisation ne serait donc pas le facteur essentiel de l'immunité, mais devrait plutôt en être considérée comme une conséquence.

En effet, chez les plantes non immunisées, la cicatrisation ne peut se produire, car les toxines du parasite n'étant pas neutralisées au fur et à mesure de leur sécrétion, la désorganisation et la mort des tissus de l'hôte se poursuivent rapidement et sans arrêt. Le mycélium puisant de plus en plus de vigueur dans la nourriture que lui fournit la zone nécrosée, sécrète des quantités toujours croissantes de toxines qui augmentent continuellement l'étendue de cette zone et les progrès de la maladie deviennent ainsi de plus en plus rapides.

A. et R. SARTORY et J. MEYER

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES MALADIES CRYPTOGAMIQUES DES PAPIERS

(RÉSUMÉ)

A la suite de pertes importantes de papier survenues aux Papeteries d'Arches et occasionnées par l'action destructrice de microorganismes sur la cellulose, nous avons été amenés à pratiquer des recherches sur différents échantillons de papiers et de substances employées pour leur fabrication.

Nous avons pu isoler différents champignons dont nous donnons dans notre mémoire l'étude morphologique et biologique : un *Aspergillus* que nous ne considérons pas comme une espèce nouvelle, étant donnée sa ressemblance avec l'*Aspergillus fumigatus Fresenius ;* l'*Aspergillus fumigatus, variété cellulosae,* un *Cladosporium* possédant les caractères de *Cladosporium herbarum,* un *Fusarium : Fusarium coeruleum, variété cellulosae* et enfin une nouvelle *Monilia* pour laquelle nous proposons le nom de *Monilia cellulosophaga.*

Toutes ces espèces possèdent un pouvoir dégradateur élevé vis-à-vis de la cellulose.

J. THIÉBAUT

ALPES ET LIBAN

Le Liban est une chaîne calcaire de près de 200 kilomètres de long, orientée sensiblement du Nord au Sud et constituée par une seule ligne de sommets. Le versant Est, assez abrupt, tombe sur une plaine fertile, la Békaa, de 900 mètres d'altitude en moyenne, qui sépare le Liban de l'Anti-Liban ; le versant Ouest aboutit à la Méditerranée par une suite de collines plus ou moins élevées qui forment le contrefort de la chaîne.

La proximité de la mer donne à la végétation de ce versant un caractère méditerranéen qui s'atténue à mesure que l'on gagne en altitude.

La hauteur moyenne de la ligne des sommets est de 2.500 mètres environ. Mais cette altitude est largement dépassée, au Nord, par le massif du Makmel, dont le point le plus élevé, le Kornet-es-Saouda atteint 3.060 mètres. A partir de 2.000 mètres, les sommets sont en général couverts de neige de novembre à fin avril. La pluviosité répartie sur les mois d'hiver, d'octobre à avril, est forte et la hauteur d'eau annuelle varie de 1.000 à 1.500 mm. En juin-août, les pluies sont exceptionnelles.

Ces diverses conditions : nature calcaire du sol, climat chaud de l'été, altitude, influence méditerranéenne se retrouvent, à quelques variantes près, dans nos Alpes maritimes.

De même que l'on constate, dans la plaine phénicienne, de nombreux points de contact avec la flore du Midi de la France, on pourrait s'attendre à trouver, dans la flore alpine de ces deux régions, malgré la distance qui les sépare, quelques analogies. Nous allons voir qu'il n'en est rien.

Les espèces communes aux sommets des Alpes et du Liban sont peu nombreuses. On ne cite comme telles que *Alyssum alpestre*, *Erigeron alpinus*, *Erigeron uniflorus* et *Colobachne Gerardi*.

Examinons leurs cas séparément.

L'aire géographique de l'*Alyssum alpestre* s'étend de l Espagne orientale au Turkestan et à la Perse en passant par l'Italie, la Hongrie, la Grèce, Chypre, la Russie méridionale et le Caucase. C'est une plante des montagnes chaudes, armée contre la sécheresse par des tiges ligneuses à la base et une couverte formée de poils étoilés serrés. Bien qu'on la trouve sur les sommets de nos Alpes jusqu'à près de 3.000 mètres, ce n'est pas une espèce alpine et l'on constate même des formes adaptées aux régions basses.

Dans le Liban, elle est cantonnée sur les hauts sommets et paraît dépasser toujours l'altitude de 1.800 mètres.

Erigeron alpinus est au contraire une espèce arctico-alpine à grande extension qui croît non seulement sur presque toutes les montagnes d'Europe, où elle descend jusqu'à la zone des sapins, mais dans toute la région boréale de l'Europe, de l'Asie et de l'Amérique. Comme la précédente, on ne la trouve que sur les plus hauts sommets du Liban et presque toujours dans les anfractuosités ou à l'ombre des rochers qui la préservent d'une trop grande sécheresse. La présence de cette plante boréale sur les sommets du Liban n'en constitue pas moins un fait singulier et exceptionnel.

Il est vrai que l'existence d'*Erigeron uniflorus* sur ces mêmes sommets serait non moins inexplicable. Cette espèce est encore plus nettement arctique que la précédente et on ne la retrouve que dans les régions alpine et nivale des Alpes. Mais nous croyons que c'est par erreur qu'on l'a citée dans le Liban : elle a dû être confondue — comme elle l'est fréquemment dans les Alpes — avec des formes d'*Erigeron alpinus* à tiges courtes, non ramifiées, et à involucre plus hispide que d'habitude. Ces formes sont répandues dans nos Alpes, et on en constate d'analogues dans les Pyrénées où n'existe pas *E. uniflorus*. Nous les avons trouvées sur les hauts sommets qui dominent le cirque des Cèdres, là où on a précisément signalé *E. uniflorus*.

Le cas de *Colobachne Gerardi* est analogue à celui de l'*Alyssum alpestre*. On trouve cette plante sur les montagnes du bassin méditerranéen et même dans l'Atlas algérien. Ce n'est donc pas une espèce alpine, bien qu'en France elle soit cantonnée dans les pâturages et les éboulis alpins, à 2.000 mètres et au-dessus, et sa présence sur les sommets du Liban s'explique assez naturellement.

De ces uniques points de comparaison, on peut conclure :

Qu'il n'y a aucun rapport entre la flore des Alpes et celle du Liban, dont la végétation présente un caractère xérophile nettement accentué ;

Que la sécheresse du climat estival, bien plus que l'énorme hiatus qui sépare les deux chaînes, constitue le principal obstacle à l'extension des espèces alpines dans la chaîne orientale, comme le prouve la localisation de l'unique espèce arctico-alpine qui leur soit commune dans les lieux ombragés des plus hauts sommets du Liban.

A. TRONCHET

HERBORISATION DANS LA RÉGION DE BEAUFORT (SAVOIE)

Dr J. OFFNER
Chef de travaux à la Faculté des Sciences de Grenoble

NOUVELLES ACQUISITIONS POUR LA FLORE DE SAVOIE

La publication posthume du *Catalogue raisonné des plantes vasculaires de Savoie* (1917-1928), du baron Eugène Perrier de la Bâthie (1), a mis entre les mains des botanistes un ouvrage de premier ordre qui est une excellente mise au point de nos connaissances sur la flore de Savoie, à l'étude de laquelle l'auteur a consacré une grande partie de sa vie. Un travail de cette importance est appelé à susciter d'autres recherches, et il nous a semblé que la session de l'A. F. A. S. à Chambéry pouvait être l'occasion de signaler quelques observations nouvelles, complétant ce *Catalogue*, auquel nous nous proposons de joindre bientôt un Supplément.

Un grand nombre de travaux ont été publiés depuis 1917 sur la flore de Savoie, qui enrichiraient cet ouvrage de localités intéressantes, de variétés notables et même d'espèces nouvelles pour la science, si on admet comme telles certaines plantes décrites par Gustave Beauverd. Il nous suffira de rappeler, sans en donner ici la bibliographie détaillée, les études de Chermezon et Evrard sur la Haute-Tarentaise, de Beauverd sur la flore du Vuache, de la Maurienne, de la Tarentaise, etc., son beau mémoire sur le massif de la Tournette, les contributions de Mlle Porta, de Denarié, Le Brun, Tronchet, etc. ; enfin, la Société Botanique de France a tenu en 1920 sa session extraordinaire au Mont-Cenis.

Laissant aujourd'hui de côté tous ces travaux, nous nous contenterons, en suivant les divisions phytogéographiques du *Catalogue*, de faire connaître plusieurs acquisitions, la plupart inédites, pour la flore de Savoie, provenant soit de notes manuscrites ou de publications qui ont échappé à Perrier de la Bâthie, soit de recherches dans les herbiers, ou de nos herborisations.

Un premier groupe d'espèces nouvelles ou peu répandues en Savoie appartient à la flore méridionale, dont l'origine est généralement attribuée à la période xérothermique, sans qu'on puisse d'ailleurs préciser exactement à quelle époque ces plantes sont venues coloniser le pays. *Pistacia Terebinthus* L., qui a été trouvé en plusieurs points du Jura Savoisien et n'était encore connu dans les Préalpes que sur les pentes

(1) Eugène Perrier de la Batie est mort en 1916, et les deux tomes de son *Catalogue* font partie des *Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Savoir*, 5e série, tomes IV (1917) et V (1928) ; ils ont été édités à part chez Léon Lhomme et sont en vente à la librairie Le François, boulevard Saint-Germain, 91, Paris.

inférieures du mont Saint-Michel, au pied des Bauges, croît aussi à Saint-Pierre-d'Albigny, sur la lisière du même massif. *Rhamnus Alaternus* L., qui accompagne l'espèce précédente en Dauphiné et que Perrier de la Bâthie ne cite pas en Savoie, existe à Longefan, près de La Biolle, dans le Jura Savoisien, et peut être au Granier, en Chartreuse, d'après les notes manuscrites de C. Pin, l'auteur du *Catalogue des plantes observées ou citées aux environs d'Aix-les-Bains...* (1893). Nous avons constaté la présence de *Colutea arborescens* L. près de Chamoux, c'est-à-dire dans le District Granitique, où ne le mentionne pas le *Catalogue*, espèce particulièrement abondante sur l'autre versant de la vallée de l'Isère, au pied des Bauges. Quant à *Cytisus sessilifolius* L., associé aussi aux arbustes précédents dans les colonies méridionales des environs de Grenoble, dont il est un élément caractéristique, sa présence reste très douteuse en Savoie, quoique Huguenin l'ait cité aux Abîmes de Myans, au pied du Granier. Au même groupe méridional, on peut rattacher *Polygala exilis* DC., nouveau pour la Savoie, trouvé au col des Prés, dans les Bauges (Pin *mss.*) et *Scirpus Holoschœnus* L., dont l'unique localité mentionnée par Perrier est Excenevex, au bord du lac de Genève, et que Pin signale aussi à Brizon, près du lac du Bourget.

Dans un second groupe peuvent être rangées les espèces alpines, parmi lesquelles *Ranunculus parnassifolius* L., que nous avons observé dans les Grandes-Rousses, et *Pleurospermum austriacum* Hoffm., trouvé au Plan du Tour, au-dessus d'Epierre (J. Cortey), sont nouveaux pour le District Granitique. *Rhaponticum scariosum* Lam. est aussi à ajouter à la flore de la partie savoisienne des Grandes-Rousses (E. Didier *in herb.*). *Saussurea depressa* Gren., que le *Catalogue* mentionne seulement dans les Préalpes d'Annecy, croît en outre dans le massif du Galibier (A. Chabert), c'est-à-dire dans le District du Briançonnais. Les deux espèces suivantes ne sont pas admises dans le *Catalogue : Cerinthe minor* L. et *Saxifraga valdensis* DC., contrairement aux *Flores* de Rouy et de Coste ; la première a été trouvée au Mont-Cenis par Emile Mantz, de Mulhouse (*in litt.*), qui a aussi récolté la seconde près de Bessans (*id.*) et a eu soin de faire vérifier ses échantillons par le regretté Thellung ; Correvon, de Genève, nous a du reste confirmé l'abondance du *S. valdensis* à Bessans. *Polemonium cœruleum* L., espèce très sporadique et de spontanéité d'ailleurs douteuse, écartée aussi par Perrier, existe aux environs de Fourneaux (A. Chabert) et à Sixt, sur les bords du Giffre (Le Brun).

Un troisième groupe, plus nombreux, comprend les espèces de plaine, les adventices, quelques hydrophytes, parmi lesquelles nous nous bornons à citer *Euphorbia Esula* L., commun aux environ d'Aix-les-Bains (Pin) et trouvé aussi aux environs de Chambéry (Ad. Cha-

tin, A. Chabert), *Carez strigosa* Huds., abondant dans la combe de Saint-Girod, près d'Albens (Pin *mss.*), et plusieurs Graminées : *Nardurus Lachenalii* Godr., rattaché suivant les auteurs à des genres différents (*Festuca*, *Triticum*, *Calapodiuum*, etc.), découvert par Dupin dans les Alpes Lémaniennes dès 1853 et trouvé plus tard près d'Albens (Pin *mss.*), *Glyceria aquatica* Wahl., aussi aux environs d'Albens (id.), et *Panicum capillare* L., à Méry, près d'Aix-les-Bains (Gimet *mss.*).

La répartition de quelques plantes aquatiques paraît enfin avoir été mal observée. Par exemple, on trouve à Lossy, près des Voirons, outre *Drosera obovata* Mert. et K., *D. rotundifolia* L. et *D. longifolia* L.. *Helosciadium nodiflorum* Koch semble beaucoup plus répandu dans les fossés et les ruisseaux que ne l'indique le *Catalogue*, à l'inverse du *Sium latifolum* L., avec lequel l'espèce précédente a pu être quelquefois confondue, et dont Perrier fait une plante commune, tandis que Pin la qualifie de rare dans sa dition.

Cette énumération, d'ailleurs très incomplète, suffit à montrer que la Savoie est encore loin d'avoir été entièrement explorée au point de vue floristique, et que la distribution géographique d'espèces de premier ordre est même encore très imparfaitement connue.

10e section

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE

Président. . . . . M. le Professeur GUYÉNOT, Directeur de l'Institut de Zoologie et d'Anatomie comparée de l'Université de Genève.

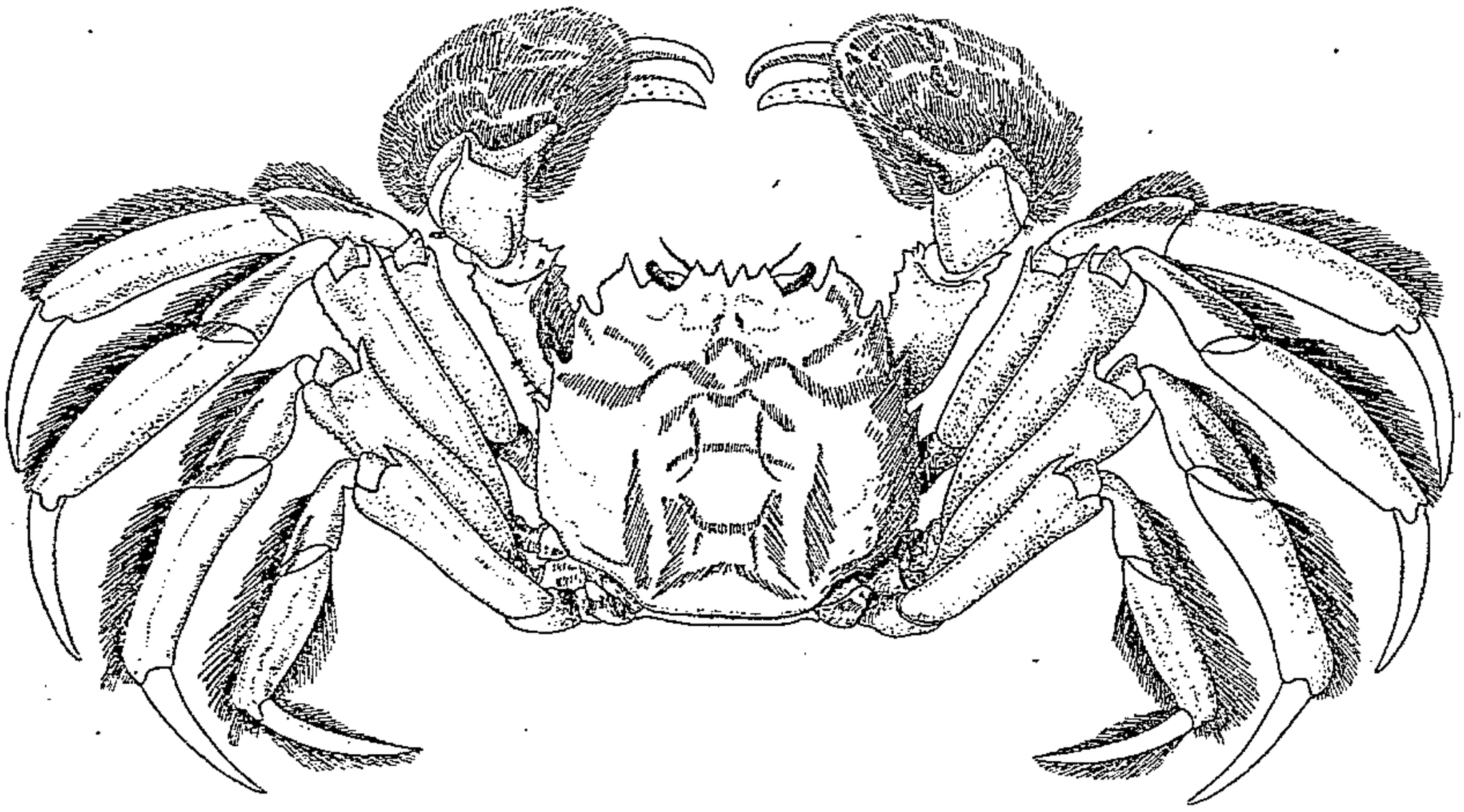
Marc ANDRÉ

Assistant au Muséum national d'Histoire naturelle de Paris

SUR LES MIGRATIONS D'UN CRUSTACÉ ERRATIQUE

Dans ces dernières années, on a signalé qu'un Crabe de Chine, importé en Allemagne, s'y était parfaitement naturalisé dans la mer et les eaux douces.

Cet intrus est l'*Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards (1854, *Arch. Mus. hist. nat. Paris*, VII, p. 146), appelé vulgairement le « Crabe aux mains velues » (à cause de la forte pilosité, constituée par de longues



soies très denses, qui garnit les pinces, surtout chez le mâle) : il offre une coloration vert olive et sa carapace peut atteindre une largeur de 7 cm., 5 (1).

(1) Le type de cette espèce est conservé dans les collections du Muséum national de Paris : il consiste en un individu femelle envoyé de Chine par M. Callery.

Il appartient à la famille des *Grapsidae*, qui n'est d'ailleurs pas représentée dans la faune Allemande, car en Europe l'aire d'extension de ce groupe a sa limite septentrionale dans la Manche et n'atteint pas la Mer du Nord.

Le *Pachygrapsus marmoratus* Fabr., commun dans le golfe de Gascogne et la Méditerranée, se rencontre à Roscoff (Bretagne) : cependant il y est fort rare et il serait très possible qu'il n'y soit pas indigène, ni même importé par des moyens naturels, mais que quelques individus se soient trouvés de temps en temps rapportés par des bateaux viviers qui vont chercher la Langouste sur les côtes du Portugal et du Maroc (1911, C. Schlegel, *Mém. Soc. Zool. France*, XXIV, p. 156)

De même, des navires qui venaient de l'Inde et avaient doublé le Cap de Bonne-Espérance ont fréquemment transporté des *Grapsidae* : les *Plagusia chabrus* L. = *tomentosa* M. Edw. [Afrique du Sud] et *P. squamosa* Latr. [côtes du Natal et Canaries], les *Nautilograpsus minutus* L. [mers de l'Inde], les *Pachygrapsus tranversus* Gibbes = *advena* Catta [Natal et îles du Cap Vert] ont pu arriver ainsi vivants dans nos ports (Marseille, Boulogne). Ces Crustacés « erratiques » (1876, J. D. Catta, *Ann. Sc. nat., Zool.*, 6e s., III, p. 3) restent accrochés aux flancs du bateau en marche, parmi les Algues, les Hydraires et les Anatifes, dans une eau parfaitement aérée et pure (1901, G. Bohn, *Bull. scient. France et Belgique*, XXXVI, p. 57).

C'est fort vraisemblablement de cette façon que l'*Eriocheir sinensis* a été introduit en Allemagne et cette espèce s'est ainsi trouvée transplantée dans une région qui est géographiquement fort éloignée de son pays d'origine, mais où elle a rencontré des conditions de milieu lui permettant de subsister et de s'acclimater (1).

Le genre *Eriocheir* de Haan, 1835, est restreint à l'Océan Indo-Pacifique : dans sa patrie, l'*E. sinensis* habite les eaux littorales saumâtres, mais peut remonter loin dans les rivières : il a été capturé dans le Yang-Tsé-Kiang à 1300 km. au delà de l'embouchure.

L'immigration dans les eaux allemandes a dû commencer à la fin de la première décade du xxe siècle ou au début de la deuxième.

On ne sait pas exactement comment s'est fait cette introduction. Il

---

(1) Cet animal oppose une grande résistance à la sécheresse, ainsi qu'aux changements de salinité et peut supporter le passage brusque de l'eau de mer à l'eau douce. Mais dans les rivières on ne trouve que des exemplaires âgés et notamment des femelles privées de frai. Toutes celles qui sont gravides ne se rencontrent que dans l'eau saumâtre des estuaires. Il semble donc que la reproduction s'effectue seulement dans ces bas fonds marins et non dans les rivières (1928, Ad. Schellenberg, Decapoda, *in* Fr. Dahl, Tierwelt Deutschlands, Teil 10, p. 140).

Les différents stades larvaires ont pu être observés en aquarium tout récemment par le Prof. W. Schnakenbeck (1933, *Zoolog. Anzeig.*, Erganzungsbd. zu Bd. 104, p. 158.

est probable que sans doute quelque navire venant de l'Asie Orientale a transporté ce Crabe dans le golfe d'Helgoland.

Le plus ancien exemplaire notoirement connu date de 1912 et provient de l'Aller, affluent de droite du Weser.

En 1923, des spécimens recueillis par des pêcheurs dans l'Elbe inférieur furent remis au Musée Zoologique de Hambourg et déterminés scientifiquement.

En 1925, ce Crabe, qui avait pénétré dans le Weser inférieur jusqu'à l'Aller, avait remonté l'Elbe jusqu'à la Havel (affluent de droite) où il avait atteint Brandeburg. D'autre part, il avait gagné l'Ems inférieur.

En 1926, il a été trouvé dans l'Elbe près de Rogätz (au nord de Magdebourg).

En 1929 (*Zool. Anz.*, LXXXV, p. 335), le Dr W. Wolterstorff le connaissait déjà de plus de 30 localités du bassin de l'Elbe et de ses affluents dans la province de Saxe et dans l'Anhalt. L'*E. sinensis* avait alors atteint notamment Gatow, près du Wannsee, aux portes de Berlin.

Dans ces trois bassins de l'Ems, du Weser et de l'Elbe, il ne s'agit pas de présences isolées, mais d'un élément permanent de la faune. Le peuplement le plus intense est celui de l'Elbe inférieur avec les bas fonds marins adjacents et dans cette région les Crabes sont capturés régulièrement par les pêcheurs.

D'après une communication de S. Müllegger (1926, H. Balss, Decapoda, *in* G. Grimpe u. E. Wagler, Tierwelt d Nord-u. Ostsee, Lief. VI, Teil X, h_2, p. 45), ils ont aussi été rencontrés à Büsum (Schleswig).

Ils ont fait leur entrée également dans la Wittensee, près du canal de Kiel qui réunit la Mer du Nord à la Baltique.

D'autre part, ils ont pénétré dans le bassin de l'Oder et dans celui de la Vistule.

Dans le bassin de l'Oder, l'*E. sinensis* a été indiqué à l'automne de 1928 par le Prof. F. Pax près de Lüben (Silésie).

Dans le bassin de la Vistule, d'après le Dr W. Haeckel, en mai 1929, un pêcheur a pris près de la ville d'Osterode (Prusse Orientale) un exemplaire dans un cours d'eau (l'Ilge) qui se déverse dans la Drewenz, affluent de droite de la Vistule.

Le Dr Wolterstorff regarde comme probable que ce spécimen était un émigrant de l'Oder, ayant passé par la Warthe (affluent de droite de l'Oder), le canal de la Netze (affluent de droite de la Warthe), la Brahe (affluent de gauche de la Vistule) et la Vistule pour atteindre la Drewenz et enfin l'Ilge.

Mais, d'un autre côté, cet auteur ne rejette pas l'hypothèse qu'on puisse avoir eu affaire à un animal échappé ou transplanté de la Baltique, ayant émigré de cette mer par le Nogat (bras Est du delta de la Vistule). L'*E. sinensis* est, en effet, une espèce des eaux saumâtres lit-

torales, qui, pénétrant dans les estuaires des grands fleuves, peut passer de là dans les eaux douces à l'intérieur des terres.

En 1931 (*Zool. Anz.*, XCVII, p. 46), le Dr Lakowitz, de Dantzig, a signalé qu'en curant le lit de la Radaune, affluent de gauche de la Vistule, un ouvrier avait retrouvé l'*E. sinensis* : il pense que des animaux de cette espèce, importée primitivement dans l'Elbe inférieur par un navire d'outre-mer venant de l'Extrême-Orient, ont été vraisemblablement entraînés au loin à l'état de larves, puis ont gagné l'Oder et ses affluents à direction orientale et sont finalement parvenus dans le réseau fluvial de la Vistule.

L'*E. sinensis* n'a pas encore été découvert dans l'Allemagne du Sud, ni dans le reste de l'Europe, mais on peut s'attendre à ce qu'il continue à envahir progressivement de nouveaux cours d'eau.

Pour étendre son aire de distribution en passant d'un fleuve dans un autre, il peut donc utiliser les canaux de navigation par lesquels l'Homme a réuni artificiellement les bassins fluviaux.

Les migrations de ce Crabe sont analogues à celles par lesquelles deux Mollusques, le *Dreissensia polymorpha* Pallas et le *Lithoglyphus naticoides* Fér. des cours d'eau de l'Est de l'Europe sont arrivés à peupler les fleuves et les canaux de nos régions occidentales (1).

Dr A. GANDOLFI HORNYOLD

LES OTOLITHES DE TROIS GRANDES ANGUILLES JAUNES DES LACS ITALIENS

On rencontre parfois des anguilles jaunes, généralement de grande taille, ayant les muscles de la tête très développés (fig. 1), ce qui la fait paraître énorme par rapport au corps, qui est assez maigre, ce qui lui donne un aspect fort curieux.

Ces grandes anguilles jaunes qui sont toutes des femelles portent des noms assez étranges suivant les pays, comme par exemple en Allemagne : tête de bélier, tête grasse, ou, à cause de la maigreur du corps : maître de danse. En Danemark, on l'appelle procureur et en Angleterre : anguille à bouche de grenouille ou anguille à tête de Bull-Dog. A Valence, en Espagne, on les appelle des Platesa, et à l'embouchure de l'Ebre, près de Tortose : anguilles à tête de crapaud.

On a dit aussi que ces grandes femelles jaunes étaient stériles car leurs ovaires sont petits.

---

(1) Cf. R. Remy. *Arch. Zool. exp. et gén.*, t. 62 (1924), Notes et revue, p. 4.

En août 1932, j'ai étudié les otolithes de trois de ces femelles jaunes dont voici la longueur, le poids, le nombre de zones des écailles et enfin les dimensions des otolithes.

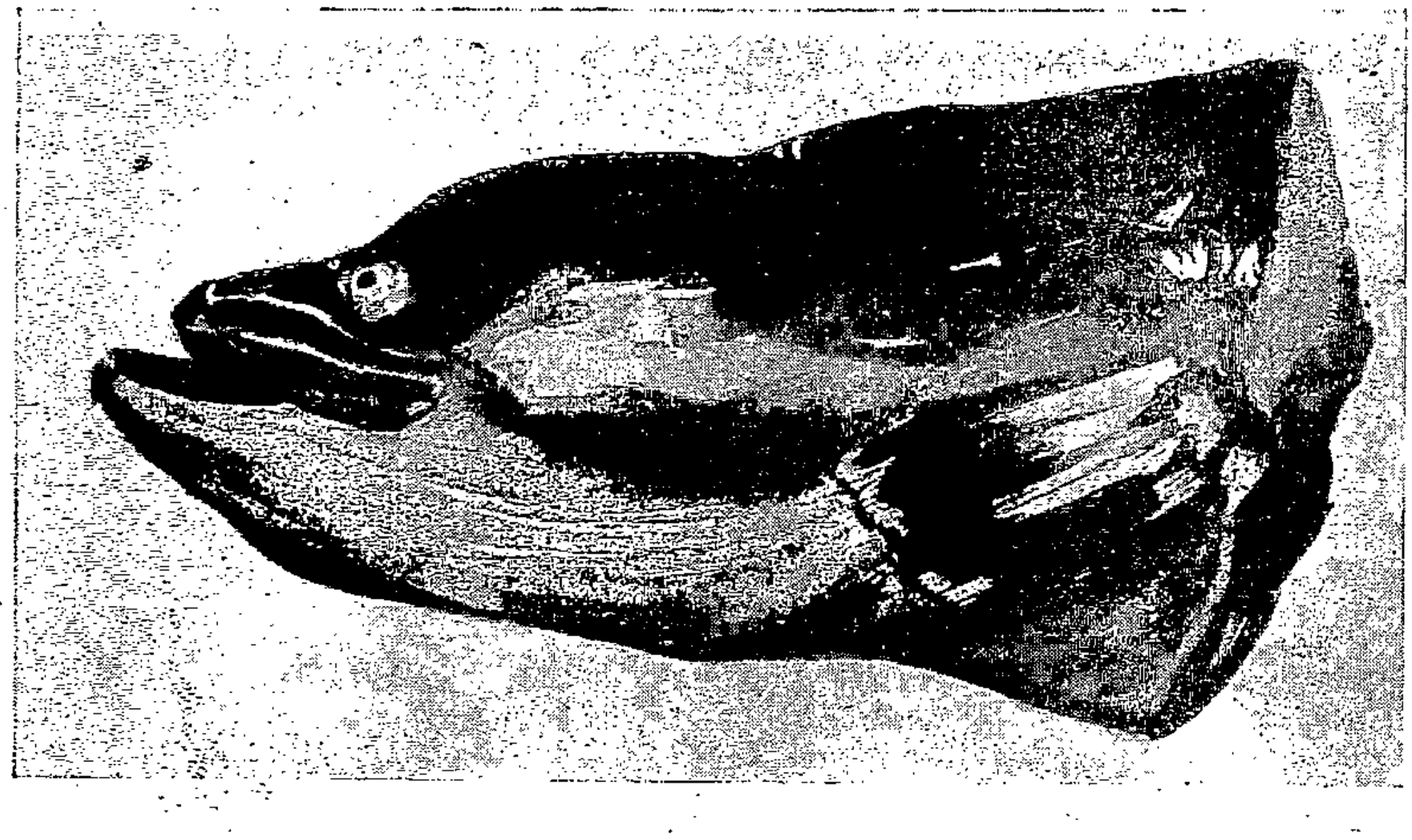


Fig. 1.

Les dessins des otolithes ont été exécutés par M. Fernand Angel, assistant au Museum National d'Histoire Naturelle, que je remercie bien sincèrement. Le grossissement a été de 12 à 13 fois.

La figure 1 représente la tête de la femelle de 88 cm. et a été dessinée par ma fille, Mme M.-T. Acchiappati.

Longueur	Poids	N° zones écailles	Dimensions des Otolithes en MM.	
88 cm.	1650 gr.	91	G. 4,6 × 3	D. 4,7 × 3,2
85 cm.	1350 gr.	811	G. 4,8 × 3,3	D. 4,8 × 3,4
87 cm.	1500 gr.	91	G. 5,1 × 2,9	D. 4,9 × 3

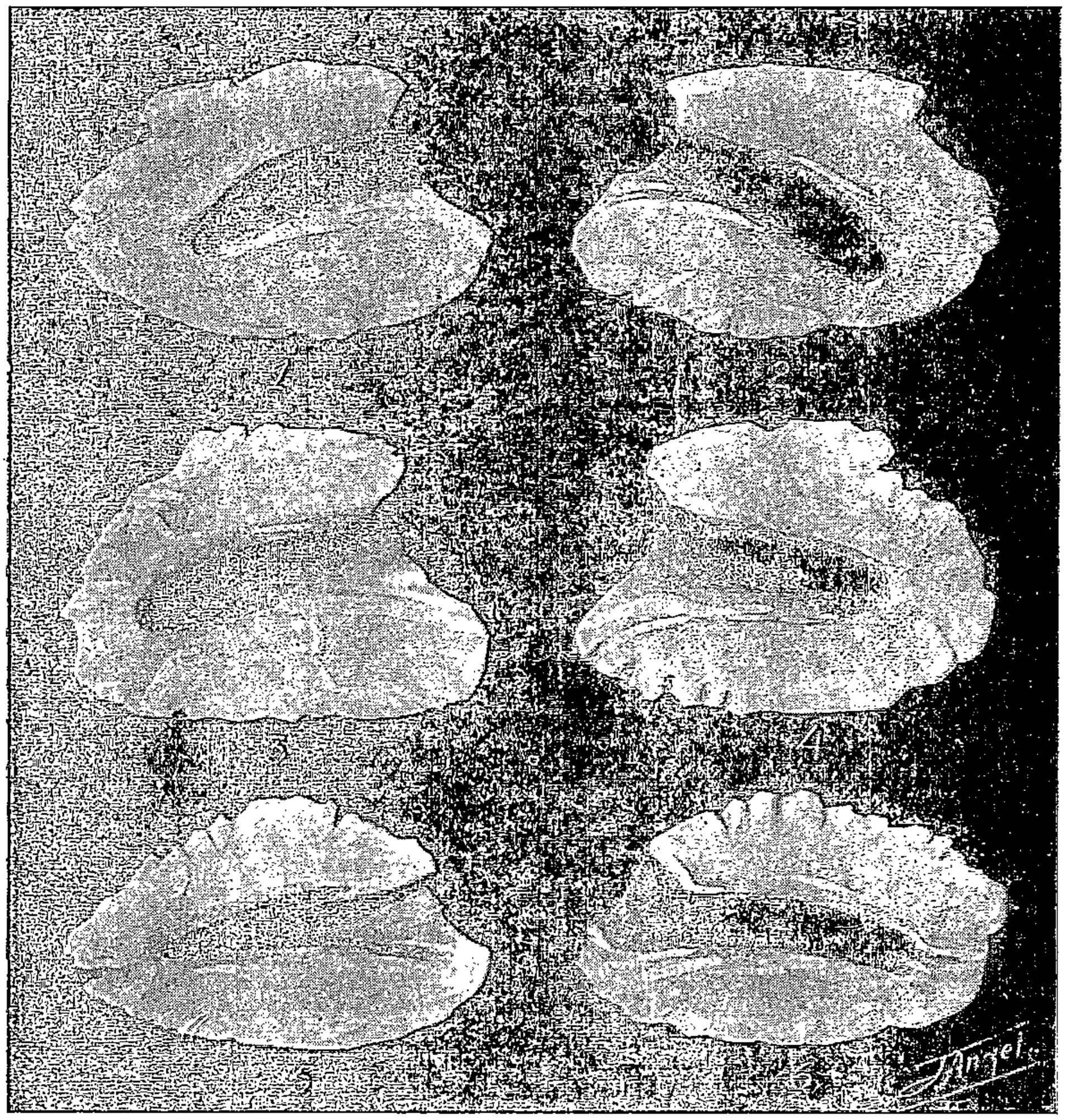
Les femelles de 88 et 85 cm. avaient été capturées le 10 et le 14 août dans le lac de Côme et celle de 87 cm. le 19 août dans le lac de Garde.

Les chiffres romains I, II, III placés derrière le nombre de zone des écailles indique, comme dans tous mes travaux sur l'anguille, l'abondance relative des écailles ayant le nombre maximum de zones (I peu, II assez, III beaucoup).

La figure 1 représente l'otolithe gauche de l'anguille de 88 cm.
La figure 2 représente l'otolithe droit de l'anguille de 88 cm.
La figure 3 représente l'otolithe gauche de l'anguille de 85 cm.
La figure 4 représente l'otolithe droit de l'anguille de 85 cm.
La figure 5 représente l'otolithe gauche de l'anguille de 87 cm.
La figure 6 représente l'otolithe droit de l'anguille de 87 cm.

On peut constater que les deux otolithes de la même anguille diffèrent plus ou moins soit en longueur soit en largeur. Les otolithes

des femelles de 85 à 87 cm. sont plus grands que ceux de l'anguille de 88 cm.; les otolithes de celle de 87 cm. ont une taille supérieure à ceux des deux autres anguilles.



La forme des otolithes des deux femelles du lac de Côme est ovalaire (fig. 1, 2, 3, 4), les bords dorsaux et postérieurs sont courbés et le ventral est presque droit. Les bords surtout le dorsal et le postérieur sont denticulés. L'antirostrum est présent chez les quatre otolithes, il est grand et pointu chez trois otolithes (fig. 1, 2 et 3) et aplati chez le qualrième (fig. 4). L'excissure est grande et forme un angle de 90° et plus entre l'antirostrum et le rostrum. Le rostrum est grand et plus ou moins arrondi chez trois des otolithes (fig. 2, 3 et 4). Chez l'otolithe gauche de l'anguille de 88 cm. il est pointu (fig. 1).

Chez les quatre otolithes le sulcus s'ouvre plus ou moins largement en forme d'entonnoir sur le bord antérieur et il n'est pas divisé en ostium et cauda. Le sulcus des deux otolithes de la femelle de 88 cm. est oblique et courbé (fig. 1 et 2) et chez ceux de la femelle de 85 cm. il est droit. Le parcours du sulcus de ces quatre otolithes ne traverse

pas complètement l'otolithe et le sulcus se termine arrondi plus ou moins près du bord postérieur.

Les otolithes de l'anguille du lac de Garde ont une forme plus allongée (fig. 5 et 6). Le bord dorsal est courbé et denticulé, le bord ventral presque droit, le bord postérieur de l'otolithe gauche est divisé en deux protubérances par une encoche et la protubérance dorsale porte également une légère encoche. Le bord postérieur de l'otolithe droit (fig. 6) est aplati avec une protubérance également aplatie vers le bord dorsal.

Il y a un petit antirostrum pointu et une excissure chez l'otolithe gauche tandis que chez le droit l'antirostrum et l'excissure font défaut (fig. 5 et 6). Le rostrum est grand et arrondi chez l'otolithe gauche tandis qu'il forme une pointe sur le droit. Le Sulcus s'ouvre largement en entonnoir sur le bord antérieur et semble traverser complètement l'otolithe jusqu'au bord postérieur mais le parcours est moins net vers la terminaison de l'otolithe gauche (fig. 5 et 6).

Les figures des otolithes de ces trois grandes anguilles jaunes démontrent encore une fois qu'il est rare de rencontrer deux otolithes identiques même chez ceux de la même anguille. Il y a presque toujours des différences plus ou moins grandes dans la forme ou dans celle du sulcus.

Ces observations confirment celles déjà décrites dans des communications antérieures aux congrès de La Rochelle, d'Alger et de Nancy.

J'ai mesuré la largeur des ovaires de ces grandes femelles jaunes de 85, 87 et 88 cm. qui mesuraient 2,3, 1,6 et 3 cm., ce qui démontre que les ovaires de ces grandes femelles de presque même taille varient considérablement.

E. GUYÉNOT, K. PONSE et I. TROLLIET

ACTION MASCULINISANTE DE L'EXTRAIT D'URINE DE FEMME ENCEINTE SUR LES FEMELLES DE COBAYE

L'extrait d'urine de femme enceinte, obtenu en précipitant l'urine par quatre volumes d'alcool et en redissolvant le précipité, lavé à l'alcool et à l'éther, dans l'eau physiologique, exerce, sur les femelles de cobayes immatures, jeunes ou adultes, une action masculinisante puissante : en quelques jours le développement des corps caverneux transforme le clitoris en un organe péniforme ; des crochets péniens apparaissent et atteignent 2 à 3 millimètres de longueur ; des épines péniennes prennent naissance. Parallèlement, on observe la croissance

des mamelons, l'établissement de la sécrétion lactée et la mobilisation de la symphyse pubienne.

Une masculinisation semblable peut être obtenue au moyen des extraits alcalins d'hypophyse (lobe antérieur). Toutefois, cette évolution s'observe même chez les femelles castrées, alors que l'urine de femme enceinte s'est montrée jusqu'à présent incapable de masculiniser des femelles dépourvues d'ovaire. Une deuxième différence entre les deux extraits résulte de ce que le produit hypophysaire stimule fortement l'activité de la glande thyroïde tandis que l'urine de femme enceinte n'exerce aucune action comparable. Par contre, les deux produits agissent semblablement en lutéinisant l'ovaire (action crinogène).

Les différences observées montrent que les deux produits ne sont pas identiques et que leur action masculinisante commune doit relever de mécanismes différents mettant en jeu, suivant deux modalités distinctes, la synergie des glandes endocrines.

A. GUILLAUME

Professeur à la Faculté de Pharmacie de Strasbourg

LUTTE CONTRE LES SYNGAMES DES GALLINACÉS A L'AIDE DES PYRÈTHRINES

L'an dernier nous avions tenté des expériences précises dans le but de savoir si les pyréthrines (sous forme d'huile ou de granulés) pouvaient être employées avec succès pour enrayer les épidémies de syngamose (1) qui, régulièrement chaque année, surtout pendant les années pluvieuses, déciment un grand nombre d'élevages de faisans et de poulets. A la suite d'une mise au point très soignée de la question : Description du parasite (Syngamus Trachea), appelé encore ver fourchu ou ver rouge, de son évolution et du rôle pathogène de ce nématode, parue en 1932 dans la Revue Scientifique (2), nous avions envisagé des expériences : d'une part, sur de jeunes faisans dans les chasses de M. le Président de la République à Rambouillet, de l'autre sur des poulets, dindonneaux, pintades, dans un grand élevage des environs de Rouen, en Seine-Inférieure. Ces expériences ont été

---

(1) Appelée vulgairement baisse-bec.

(2) A. GUILLAUME. Les syngames ou vers rouges des Gallinacées. *Revue Scientifique*, 10 déc. 1932, p. 1 à 7.

exposées avec détails dans le Bulletin des Sc. pharmacologiques (1). Nous les rappelons très brièvement ici, car nous les avons reprises cette année dans les mêmes endroits, mais en diminuant les doses de produits pyréthrinés (ceux-ci étant d'un prix assez élevé dans le commerce et devant être employés non pas en grande quantité, mais pendant un temps assez long), afin de savoir quelles étaient les quantités nécessaires et suffisantes d'huile ou de granulés capables de mettre les jeunes volatiles à l'abri de l'atteinte de la syngamose.

1. *Expériences* 1932 : Le traitement préventif qui, seul, nous intéresse ici, consiste à éviter l'infection des jeunes en commençant très peu de temps après la naissance et poursuivant pendant la première période de l'élevage, afin de détruire le parasite quand il est encore à l'état d'embryon dans le tube digestif, avant son passage dans la trachée où il devient adulte et où il s'accouple. Pour cela, nous faisions ajouter les produits pyréthrinés (huile ou granulés) à la pâtée du matin, donnée en faible quantité et après le jeune de la nuit, aux doses de une à quatre cuillerées à café (2) pour 10 oiseaux (variables, par conséquent, avec l'âge du volatile) depuis sa naissance jusqu'à la fin du deuxième mois.

Résultats : 1. *Sur les faisans :* 40 jeunes ont été soumis à l'expérience : 20 ont subi le traitement à la pyréthrine (10 avec des granulés, 10 avec de l'huile) ; les 20 autres ont servi de témoin : même alimentation, mais sans pyréthrines. Le lot témoin a été atteint de syngamose dès la première quinzaine : deux sont morts, les autres ont continué à vivre, mais assez chétivement, et avec tous les signes caractéristiques de la maladie (bâillements, etc...) pendant les deux mois d'élevage. Aucun des faisans traités par les pyréthrines n'a été atteint du ver rouge bien que vivant sur le même terrain et dans le même parquet.

2. *Sur les poulets et dindonneaux,* dans un élevage fortement contaminé et où il était tout à fait impossible d'élever des poulets depuis cinq ans par suite de syngamose : *a*) 90 poulets en expérience : 50 traités avec les granulés, 30 avec l'huile (3) : aucun signe apparent de syngamose après deux mois d'élevage ; 10 témoins : 1 mort d'accident, 9 atteints par le ver au 25e jour, 5 morts le 45e jour. Sur quatre restants, deux furent guéris par badigeonnage, les deux autres non traités « toussèrent » pendant longtemps.

b) 10 dindonneaux traités à l'huile : aucun signe de syngamose.

---

(1) A. Guillaume. Les pyréthrines contre le ver rouge ou syngrame des gallinacés. *Bull. Sc. Pharm.*, t. 39, p. 668, déc. 1932.

(2) La cuillère à café de granulé ou d'huile pèse environ 5 gr., la cuillère à soupe 15 gr. L'huile pyréthrinée renferme environ 1 mg. de pyréthrins par C^3.

(3) Quatre sont morts d'accident.

2. *Expériences* 1933 : traitement préventif : 1. *sur les faisans* : Dans l'impossibilité de traiter dès le jeune âge les trois mille faisandeaux mis sur les tirés, l'Inspecteur Principal des Eaux et Forêts, chef du Service des Chasses de M. le Président de la République a fait trois lots de ses élèves : 1er lot : environ 2.000 faisans, aucun granulé; 2e lot : 300 faisans ont reçu du granulé à partir du moment où ils ont été enlevés de la faisanderie pour être transportés sur les tirés et à la dose de une cuillerée à café par jour pour 20 faisans pendant la durée du traitement ; 3e lot : 300 faisans traités dès le sixième jour, même dose de granulés.

Résultats : 1er lot non traité et 2e lot : largement contaminés, fortes pertes ; 3e lot : aucune perte. D'autre part l'ensemble du lot est plus robuste et la croissance beaucoup plus rapide.

L'Inspecteur, M. Gouillay, conclut son rapport en disant : « Il s'ensuit qu'à mon avis le granulé a donné d'excellents résultats dans notre élevage, mais à la condition d'être commencé dès le début, car il semble que le terrain de la Faisanderie soit contaminé, contrairement à ce que je pensais. »

2. *Sur les poulets* : Dans le même élevage qu'en 1932 : 100 soumis à l'huile pyréthrinée en avril, à la dose de une cuillerie à café pour 20 poulets par jour pendant toute la durée du traitement : fin juillet aucun signe de syngamose. Par contre sur 13 témoins, 11 sont déjà morts étouffés par le ver rouge.

Conclusions. — Il semble résulter des expériences entreprises en 1932 et 1933, tant sur les jeunes faisans que sur les poulets : que le traitement préventif, appliqué dès la naissance jusqu'à la fin du deuxième mois, même à la dose réduite de une cuillerée à café de produit pyréthriné par jour pour 20 sujets, paraît avoir donné d'excellents résultats, puisque les jeunes ainsi traités n'ont pas été atteints de syngamose pendant la durée de l'élevage, alors que les témoins avaient pris plus ou moins le ver rouge.

F. MARCEAU

Professeur à la Faculté des Sciences et à l'Ecole de Médecine de Besançon

NOTE SUR UN MYOGRAPHE DIRECT A AMPLIFICATION OPTIQUE ET A ENREGISTREMENT PHOTOGRAPHIQUE

Le principe de cet instrument consiste dans la transmission directe des déplacements de la surface d'un muscle (gonflement) et de l'extrémité de son tendon (raccourcissement), par l'intermédiaire d'un cheveu passant sur deux petites poulies très légères et très mobiles, à deux courts fils horizontaux fins et rigides. Les déplacements de ces fils, astreints à rester dans un plan vertical, sont enregistrés, après amplification optique (10 à 30 fois), sur un cylindre enregistreur à axe vertical garni de papier sensible.

Les pièces mobiles sont deux petits tubes creux d'acier de 0 mm., 6 de diamètre portant les fils horizontaux vers leur extrémité supérieure et glissant verticalement chacun dans les trous olivés de deux pierres placées dans les bases débordantes de deux ponts-guides pouvant être fixés dans des positions variables sur une platine en laiton bien dressée. La platine est évidée en son centre pour le passage de la partie inférieure des tiges d'acier et peut être fixée à des hauteurs variables sur la tige verticale d'un support. L'extrémité inférieure de l'une des tiges repose sur le ventre du muscle et l'autre porte un petit contrepoids destiné à tendre le cheveu s'attachant d'un part à son extrémité supérieure et d'autre part au tendon du muscle. La barre portant les poulies peut être déplacée par rapport à la platine pour le réglage.

Ces pièces mobiles ont une masse ne dépassant pas 0 gr., 1 et le frottement qu'elles éprouvent est sensiblement nul. Dans ces conditions, on peut admettre que les mouvements tant de la surface du muscle que de l'extrémité de son tendon sont transmis aux fils horizontaux et par suite enregistrés avec grande amplification sans perturbation, ce qui est loin d'être le cas pour les courbes obtenues avec les myographes ordinaires.

A. NAVILLE et J. de BEAUMONT

LES CHROMOSOMES CHEZ QUELQUES ESPÈCES DE PANORPES

Au cours de recherches précédentes, nous avons étudié le comportement chromosomique de divers genres de Névroptères (*sensu stricto*) ; il nous a semblé intéressant d'étendre notre étude aux groupes voisins. Nous apportons ici les premiers résultats de nos travaux relatifs au genre *Panorpa* dont nous avons examiné jusqu'à présent quatre espèces. Nous ne considérons ici que l'évolution chromosomique durant la spermatogénèse.

1. *Panorpa communis* L. : Les cinèses spermatogoniales sont d'une lecture très difficile et nous n'avons pu dans aucun cas fixer d'une façon certaine le nombre des éléments diploïdes. Cette lacune n'a, fort heureusement, que peu d'importance, étant donnée la clarté parfaite des cinèses réductionnelles.

A la première cinèse méiotique on compte invariablement 23 éléments : 22 constituent des tétrades autosomiques qui se dédoubleront normalement; le dernier, plus grêle que les autres et en forme de V, correspond à un chromosome X. Déjà, durant la métaphase, l'élément X se distingue des autres chromosomes par sa position excentrique ; à l'anaphase, il se rend indépendamment des autosomes à l'un des pôles du fuseau.

Les deuxièmes cinèses méiotiques sont de deux types : les unes montrent 22 éléments, les autres 23. Dans ces dernières, il n'est pas possible d'identifier à coup sûr l'élément X dont la forme et le comportement ne se distinguent pas de ceux des autosomes.

2. *Panorpa cognata* Ramb. : Chez cette espèce, les premières cinèses réductionnelles montrent 22 éléments, dont 1 X, se comportant comme celui de l'espèce précédente. A la seconde cinèse, on observe deux types de plaques équatoriales ; les unes comptant 21 éléments et les autres 22.

3. *Panorpa germanica* L. : Le type d'hétérogamétie est identique à celui des espèces précédentes, le chromosome X subissant, chez le mâle, une préhétérocinèse.

4. *Panorpa alpina* Ramb : Les premières cinèses réductionnelles mâles montrent la même constitution chromosomique que *P. communis*, soit 22 tétrades autosomiques et un hétérochromosome unique. Chez cette espèce, il y a également préhétérocinèse. La digamétie mâle est donc du même type que chez les autres Panorpes.

Il résulte de ces faits que les formules goniales doivent être pour *P. communis* : 44 N + X, pour *P. cognata* : 22 N + X, et pour *P. alpina* : 44 N + X.

L'hétérogamétie, chez les Panorpes, se rencontre donc dans le sexe mâle ; elle est du type X O. Il y a préhétérocinèse, la première mitose réductionnelle étant hétérotypique en ce qui concerne le chromosome X.

Il est intéressant de remarquer que le complexe panorpoïde qui groupe, suivant certains auteurs : les Névroptères, les Mégaloptères, les Raphidiens, les Panorpates, les Diptères, les Trichoptères et les Lépidoptères, présente trois types d'hétérogamétie différents :

1° L'hétérogamétie mâle du type XY se rencontre chez les Névroptères, les Raphidiens (observations inédites), et la grande majorité des Diptères.

2° L'hétérogamétie mâle du type XO s'observe — comme nous venons de le montrer — chez les Panorpes.

3° L'hétérogamétie femelle a été décrite chez les Trichoptères et les Lépidoptères.

On voit donc que le complexe panorpoïde ne constitue pas, à cet égard, un groupe homogène.

Arnold PICTET

(Station de Zoologie expérimentale de l'Université de Genève)

SÉGRÉGATION MENDÉLIENNE DES DEGRÉS DE FERTILITÉ DANS LA DESCENDANCE D'UN CROISEMENT INTERSPÉCIFIQUE DE COBAYES

En 1923, nous recevions de Buenos-Aires un envoi de Cobayes de l'espèce sauvage de la République Argentine, *Cavia aperea* d'Az ; deux mâles seulement purent être élevés et furent mis en présence de plusieurs femelles du Cobaye domestique, *Cavia cobaya* Marcg. Un seul de ces mâles eut une descendance qui devint fort nombreuse dans la suite.

Les croisements pratiqués entre les individus de ces deux espèces et entre leurs descendants ont abouti à une analyse génétique détaillée, dont nous donnerons ci-après quelques-uns des résultats.

Dissociation de facteurs morphologiques dans la descendance

Le *Cavia aperea* est un animal extrêmement agile et sauteur, au corps mince, allongé, fusiforme ; la tête, fine avec museau aminci et portant de fort petites oreilles, serrées, est séparée du tronc par une dépression nucale très marquée. Les pattes sont minces, les ongles pouvant devenir très longs avec l'âge. Le poil est agouti, couleur cendrée, le ventre est blanc crème.

Le *Cavia cobaya*, bien connu, se fait remarquer au contraire par un corps massif, ovoïde, avec tête épaissie, sans dépression nucale et portant de larges oreilles, pendantes ; ses pattes sont plus courtes et épaisses, ses ongles courts.

Indépendamment de la couleur, qui ne sera pas prise en considération dans cette étude, les deux espèces, comme on le voit, se distinguent par des caractères de structure morphologique extrêmement marqués. Les croisements montrent en effet que deux couples de ces caractères se retrouvent nettement chez l'hybride. Ce sont :

Aperea, corps fusiforme, oreilles petites, serrées.

Cobaya, corps ovoïde, oreilles larges, pendantes.

Hybride, corps ovoïde, oreilles petites, serrées.

Nous constatons ainsi que le croisement *aperea* × *cobaya* met en jeu deux couples de facteurs de structure morphologique, avec dominance de la forme du corps de *cobaya* sur celle d'*aperea* et dominance de la forme des oreilles d'*aperea* sur celle de *cobaya*. D'ailleurs la descendance des hybrides montre parfaitement la disjonction de ces facteurs pour reconstituer, dans les proportions d'un dihybridisme mendélien, quatre types de structure morphologique, qui sont :

hybride de ségrégation, désigné par Cs (corps *cobaya*, oreilles serrées).

cobaya reconstitué, désigné par Cl (corps *cobaya*, oreilles larges),

aperea reconstitué, désigné par as (corps *aperea*, oreilles serrées).

nouveauté, désignée par al (corps *aperea*, oreilles larges).

Pour déterminer exactement la forme du corps, nous avons calculé le rapport existant entre la longueur et la hauteur du tronc prises sur le profil en projection des sujets. Ces mensurations ont établi les chiffres suivants :

	Indices longueur hauteur	moyennes
Cobaya espèce	1,70—2,10	1,86
Aperea ♂	2,23—2,43	2,33
Hybride F_1	1,75—2,19	1,90
F_2 Cs	1,70—2,10	1,96
Cl	1,65—2,12	1,89
as	2,15—2,71	2,33
al	2,32—2,58	2,45

Autrement dit, la forme générale du corps est légèrement moins ovoïde chez les hybrides que chez les *cobaya ;* les *aperea* reconstitués sont semblables aux deux mâles d'*aperea* originels, mais la nouveauté se fait remarquer, en moyenne, par un corps plus aminci.

Les proportions numériques réalisées entre les individus des quatre formes phénotypiques dans les générations de ségrégation, ont donné le chiffres suivants :

	Cs	Cl	as	al
Somme des individus de la F_2	112	31	37	11
Calculé 9 : 3 : 3 : 1	112.50	37.50	37.50	12.50
Somme des individus des générations $F_n \times F_n$	178	63	60	21
Calculé 9 : 3 : 3 : 1	180	60	60	21

D'autre part, l'ensemble des croisements, entre eux, des hybrides de ségrégation a redonné les quatre phénotypes dans les proportions suivantes :

	Cs	Cl	as	al
$F_2 \times F_2$	39	13	14	2
$F_n \times F_n$	53	20	21	6
	92	33	35	8
Calculé 9 : 3 : 3 : 1	90.80	30.27	30.27	8.58

Nous voyons par là que les deux paires de facteurs qui régissent la forme du corps des *aperea* et des *cobaya* se combinent normalement dans l'hybride pour se dissocier dans la descendance et y reconstituer les quatre formes phénotypiques dans les proportions d'un dihybridisme mendélien régulier.

Les degrés de fertilité et de vitalité déterminés dans chaque classe de phénotypes

Ayant démontré la ségrégation des facteurs de structure morphologique en quatre classes de phénotypes, il reste maintenant à rechercher si la fertilité des produits présente des degrés différents en rapport avec ces quatre classes.

Les accouplements ♂ *aperea* par ♀ *cobaya* se sont faits facilement. Toutefois les femelles du Cobaye domestique fécondées par ces mâles eurent beaucoup de peine à mettre bas. La raison en est que la pénétration du spermatozoïde d'*aperea* dans les ovules de *cobaya* a pour effet de provoquer le développement d'embryons passablement plus gros que l'embryon habituel des femelles des Cobayes domestiques, en sorte que les voies vaginales de ces dernières ne parviennent pas à un élargissement suffisant pour livrer passage aux fœtus. Deux cas se présentent alors :

1. La mère résorbe ses embryons. Dans ce cas, une fois la résorption terminée, il semble que la femelle soit devenue dans un état plus propice pour procréer à nouveau, par le fait que la première tentative aurait préparé les voies pour la réussite d'une nouvelle portée.

2. La mère meurt sans pouvoir mettre bas.

De l'un des deux mâles, il nous fut impossible d'obtenir une descendance. Ce mâle avait eu six femelles ; trois moururent sans pouvoir résorber leurs embryons ni mettre bas et trois moururent après avortement.

L'autre mâle eut également six femelles, qui manifestèrent d'abord

le phénomène de résorption embryonnaire, mais qui, dans la suite, procréèrent 23 hybrides, dont 8 mort-nés ; une seule femelle mourut à la suite d'avortement lors de sa deuxième portée.

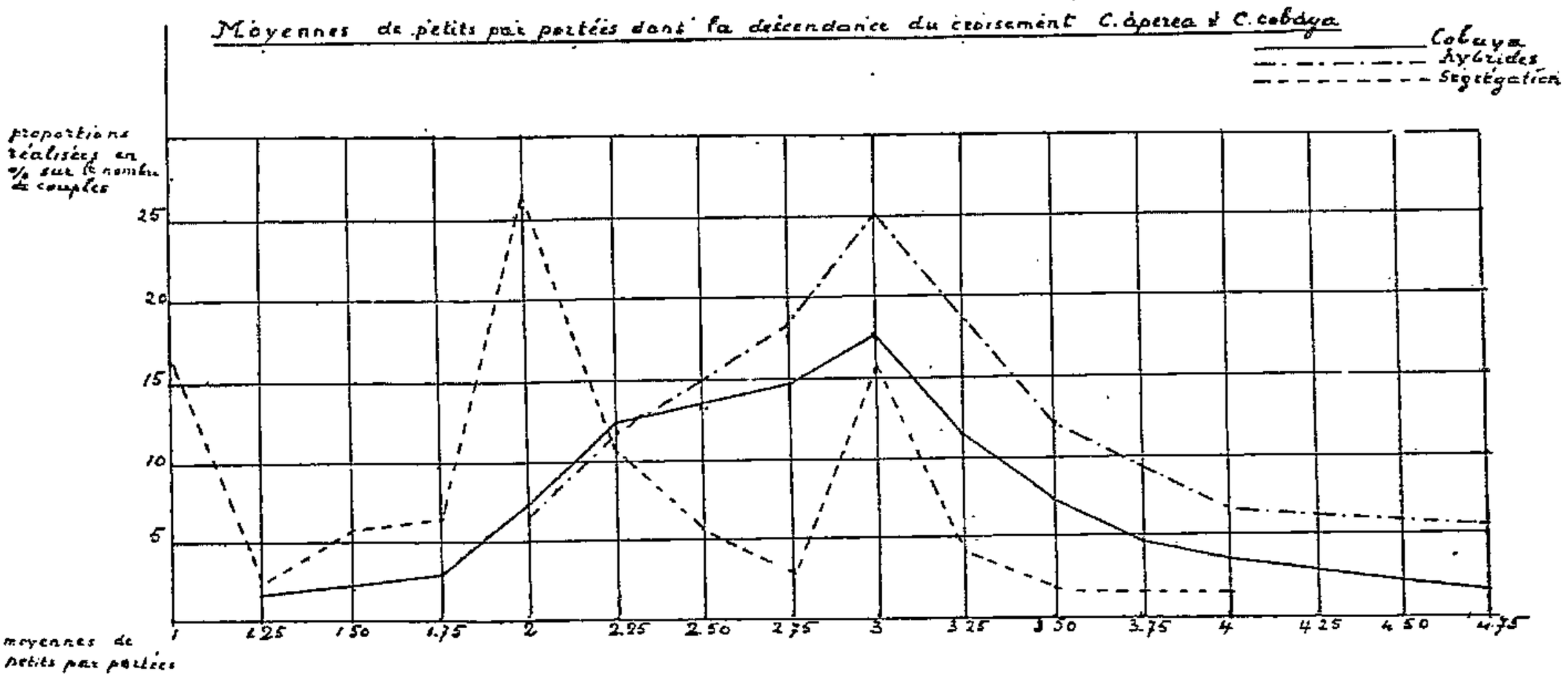
Ces anomalies de la procréation, très rares chez les Cobayes en inbreeding, ne se manifestent en aucune façon dans les mises bas des hybrides (1) ; toutefois elles refont leur apparition, en une certaine mesure, dans les générations de ségrégation, où elles ont pu être observées dans des unions entre *aperea* et *cobaya* reconstitués. Elles sont donc inhérentes à un croisement interspécifique et marquent une diminution du pouvoir de fertilité.

Les degrés de fertilité et de vitalité ont été déterminés de plusieurs manières.

Signalons les données fournies par :

Le calcul du nombre moyen de petits par portée

La moyenne des petits a été déterminée par portées et par couples, et par croisements de même nature. Les moyennes par couple ont



été calculées par la somme des petits nés divisés par le nombre de portées. Ces moyennes sont classées ensuite en divisions de : 1, 1,25, 1,50, 1,75, jusqu'à 5 petits par portée, soit 17 classes de moyennes dont on calculera la fréquence de réalisation, c'est-à-dire le nombre de fois que chacune de ces 17 classes aura été réalisée. C'est donc en fonction du nombre de couples qu'il faut calculer les pourcentages de réalisation. On trouvera ces calculs au tableau, page 317.

On obtient ainsi pour chaque type de croisement des courbes de fréquence homogènes, marquant bien les degrés de fertilité déterminés par le nombre de petits par portée.

Chez les *cobaya* en inbreeding la courbe est unimodale avec mode

---

(1) Sauf, exceptionnellement, chez des femelles âgées.

MOYENNES DE PETITS PAR PORTÉE 17 CLASSES	1	1.25	1.50	1.75	2	2.25	2 50	2.75	3	3.25	3.50	3.75	4	4.25	4.50	4 75	5
Moyennes de petits par portée dans la descendance directe des $F_1 \times F_1$																	
Cobaya × *Cobaya* prop. en % sur 130 couples.....	—	0.77	1.55	2.30	6.90	12.30	13.07	14.61	**16.90**	11.54	6.90	4.60	3.08	2.30	1.55	0.77	0.77
$F_1 \times F_1$ prop. en % sur 16 couples.....	—	—	—	—	6.25	12.50	12.50	18.75	**25**	—	12.50	—	6.25	—	—	—	6.25
$F_n \times F_n$ prop. en % sur 11 couples.....	**18.65**	1.68	6.80	6.80	**25.25**	10.17	5.09	3.40	**15.25**	1.68	1.68	—	3.40	—	—	—	—
Moyennes de petits par portée dans la descendance directe des $F_1 \times$ cobaya																	
$F_1 \times$ *Cobaya* prop. en % sur 26 couples.....	—	—	—	—	—	3.85	11.55	15.40	**27.10**	11.55	11.55	7.70	3.85	3.85	—	—	3.85
$(F_1 \times C) \times C$ prop. en % sur 20 couples.....	**10.90**	5	10	10.90	**25**	—	**10.90**	—	5	—	5	—	—	—	—	—	5
$(F_1 \times C) \times C \times C$ prop. en % sur 26 couples...	**7.70**	3.85	—	3.85	3.85	11.55	**19.23**	15.40	11.55	7.70	3.85	3.85	3.85	—	—	—	3.85
$(F_1 \times C) \times C \times C \times C$ prop. en % sur 20 couples.....	**13.33**	—	5	10	10	13.33	**20**	10	10	5	—	—	—	—	—	—	—
$(F_1 \times C) \times (F_1 \times C)$ prop. en % sur 22 couples.....	**9.30**	3.19	9.30	12.50	**28.43**	9.30	6.30	6.30	**9.30**	3.19	—	—	—	—	—	—	3.19

3 et 16,90 % de réalisation. Les croisement hybrides $F_1 \times F_1$ donnent une courbe unimodale, également avec mode 3, mais avec 25 % de réalisation.

L'unimodalité des courbes des *cobaya* et des hybrides s'explique parfaitement par la raison que ces animaux appartiennent respectivement à un même type d'organisme. Mais tel n'est plus le cas dans la descendance puisqu'elle comporte quatre phénotypes différents. C'est pourquoi leur courbe de fertilité, au lieu d'être unimodale, fait ressortir trois modes, (classes 1, 2 et 3). Comparativement au mode unique des *cobaya* et des hybrides, il y a donc *ségrégation de la fertilité dans la descendance.*

Et si nous recherchons quelles sont les moyennes de petits correspondant aux divers croisements dans les générations de ségrégation, nous voyons que :

le mode sur 1 correspond à la fertilité des unions entre des al.
le mode sur 2 correspond à la fertilité des unions entre des as.
le mode sur 3 correspond à la fertilité des unions entre des Cc ou Cl.

Autrement dit, chaque phénotype possède un mode de fertilité particulier, ce qui établit bien le caractère mendélien du degré de fertilité, tel qu'il est déterminé par le nombre de petits par portée.

On voit en outre qu'il y a diminution du taux de fertilité des hybrides de ségrégation et des *cobaya* reconstitués par rapport aux hybrides F_1 et aux *Cobaya* P.

Fertilité dans les croisements en retour $F_1 \times$ cobaya

Tous nos mâles hybrides ont été unis également à passablement de femelles de *cobaya*, étrangères à la lignée originelle. En se reportant au tableau, on constatera que la courbe de fertilité dans les croisements $F_1 \times$ *cobaya* est semblable à celle des $F_1 \times F_1$, mais avec un pourcentage de réalisation légèrement plus élevé (27,10 % contre 25 %).

Pour ce qui est des individus de la génération F_2 des croisements en retour, soit $(F_1 \times C) \times (F_1 \times C)$, leur fertilité s'établit par une courbe trimodale (classes 1, 2 et 3) ce qui est conforme aux prévisions.

Un certain nombre de couples des croisements en retour ont donné lieu à des recherches particulières, dans le but de déterminer quelle pouvait être l'influence du pouvoir de fertilité des *cobaya* sur celui de la descendance des hybrides. Ces expériences ont consisté à unir les descendants des croisements en retour, à chaque génération, à une nouvelle femelle de *cobaya*.

Nous avons vu que le taux de fertilité des hybrides est supérieur à celui des *cobaya* et que cette supériorité s'accentue légèrement dans les croisements en retour. Or, en introduisant à nouveau dans ces li-

gnées le pouvoir des *cobaya*, on abaisse sensiblement celui des descendants (modes sur 2,50 au lieu de 3).

En résumé, les facteurs respectifs de fertilité de l'*aperca* et du *cobaya* se combinent dans leur hybride qui acquiert de ce fait un pouvoir supérieur, et se dissocient dans la descendance pour y reconstituer quatre modes de fertilité correspondant chacun à l'un des quatre phénotypes de constitution morphologique.

M^lle Nelly POURBAIX
Docteur ès Sciences

MÉCANISME DE LA NUTRITION CHEZ LES SPONGILLIDAE

Nos observations, en vue de préciser le mécanisme de la nutrition, ont été faites sur *Spongilla lacustris* et *Ephydatia fluviatilis*, en utilisant les méthodes et techniques pratiquées par Brien (1929-1932) (1). Elles consistent à faire germer des gemmules en aquarium thermostatique et à étudier ces jeunes éponges, sur le vivant, in toto. En retournant la face de la lamelle sur laquelle s'est fixée l'éponge, sur un micro-aquarium de Ranvier, on peut voir à l'immersion les rapports réels entre les différentes cellules ; de plus, un même individu peut être suivi pendant plusieurs jours. Nous avons employé comme substance expérimentale du carmin et de l'encre de Chine en suspension dans l'eau.

Sur une jeune éponge en contact avec une suspension de carmin, on voit les grains rouges entraînés par les courants, pénétrer brusquement dans l'éponge par les pores dermiques. Ces derniers sont généralement au nombre de trois à quatre et leur diamètre d'ouverture augmente progressivement jusqu'à atteindre 110 μ. Aussitôt entrés dans l'éponge, les granules rouges sont entraînés dans deux sens opposés suivant les canaux qui contournent la masse centrale. De ceux-ci, partent en tous sens de nombreuses ramifications. Les grains de carmin les parcourent avec une assez grande rapidité, d'une vitesse moyenne de 40 microns à la seconde. Au point de confluence de deux courants principaux, c'est-à-dire au pôle diamétralement opposé à un pore dermique, se produit une boursouflure en forme de dôme. Une de ces ébauches grandit, se perce d'un orifice en son sommet pour constituer l'oscule, ainsi qu'il fut admis par les auteurs (voir Brien 1932) (2).

---

(1) Brien P. 1928, An. Soc. Roy. Sc. Méd. Nat. Bruxelles, n° 9-16.
(2) Brien P. 1932, Arch. Zool. Exp. Gén. T. 74, f. 24.

Il est facile de voir que peu de temps après le contact avec une suspension d'encre de Chine par exemple, les corbeilles vibratiles sont remplies de grains noirs. Les corbeilles vibratiles se présentent sur le vivant exactement comme le décrit Brien (1932) sur les préparations fixées in toto. Ici, on voit entrer les courants par les prosopyles (5,5 μ) et sortir par l'apopyle (15 μ). Les flagelles des choanocytes battent sans aucun synchronisme. Les grains étrangers se précipitent directement sur le corps cellulaire des choanocytes, à l'intérieur desquels ils s'accumulent. Jamais ils n'entrent par l'intérieur de la collerette. C'est ainsi que l'ont observé aussi Van Trigt (1918) (1) et Castro Rodríguez (1930) (2). En plus des choanocytes comme agents préhenseurs d'éléments nutritifs, il faut citer les endopinacocytes limitant les canaux aquifères et les exopinacocytes de surface qui captent aussi quelques grains arrêtés en leur proximité.

Après 15 à 20 minutes, les grains nutritifs artificiels se propagent dans les cellules archeocytes avoisinantes. Les archeocytes, se déplaçant sans cesse, arrivent à pousser des pseudopodes et tractus cytoplasmiques contre les choanocytes. A ce moment, les grains incorporés par les choanocytes et entourés d'une vacuole passent dans les archeocytes où ils se mêlent aux inclusions. Les cytoplasmes de ces différentes cellules présentent un brassage continu et c'est par ce mouvement et grâce à la tension superficielle que les grains tout en longeant ces ponts hyaloplasmiques, passent d'une cellule à l'autre. Il arrive aussi que l'archeocyte soit accolé aux choanocytes, et le passage se fait alors directement. C'est ce que Castro Rodríguez (1930) a vu sur les dilacérations d'éponges vivantes, à propos de l'infection par les Zoochlorelles. La propagation se continue alors à travers toute l'éponge, d'un archeocyte à l'autre par les mêmes processus.

Les exo- et endopinacocytes qui ont capté quelques grains, les transmettent de la même façon aux archeocytes.

Van Trigt (1918) étudia également ce passage, mais il n'a pas vu les fins tractus ; il dit que les granules sont chassés des choanocytes, pour arriver dans un espace intercellulaire où les archeocytes les reprennent ensuite.

D'après nos observations, il semble bien établi que les corpuscules nutritifs pénètrent dans l'éponge avec les courants aquifères, sont arrêtés au niveau des corbeilles vibratiles, pénètrent dans les choanocytes et, de là, passent directement aux archeocytes soit par l'intermédiaire de ponts cytoplasmiques émis par ces dernières, soit directement par accolement de ces deux catégories de cellules. La propagation se continue dans toute l'éponge par les mêmes processus.

---

(1) Van Trigt, 1918, Tijdschr. Ned. Dierk. Vereen. XVII, série 2.
(2) Castro Rodriguez G. 1930. Ann. Soc. Roy. Zool. Belgique. T. 71.

De cette façon, les choanocytes ne servent que de passage ; c'est ce que nous avons vérifié en mettant une éponge pendant 15 minutes dans une suspension de carmin, puis 24 heures à l'eau courante pure. Un examen montre alors les grains de carmin dispersés dans les archeocytes, tandis que les choanocytes en sont totalement dépourvus. De là, il semble bien que les processus de digestion doivent se passer dans les archeocytes.

Nous avons confirmé tous ces résultats par la méthode des coupes histologiques. Par des techniques appropriées, nous avons retrouvé le carmin ou l'encre de Chine dans les différentes cellules, coïncidant au stade observé sur le vivant.

(Travail du Laboratoire de Biologie animale. Faculté des Sciences. Université de Bruxelles.)

E. SOLLAUD

Profesesur à la Faculté des Sciences de Lyon

LE BLASTOPORE ET LA QUESTION DU « *PROSTOMIUM* » CHEZ LES CRUSTACÉS

Grobben a attribué une grande importance à un mode particulier d'évolution du *Blastopore*, qui se retrouve, au moins dans ses traits essentiels, chez la plupart des Invertébrés à symétrie bilatérale ; ce mode d'évolution caractérise un ensemble de formes qui se groupent autour des types à segmentation spirale, et se montre dans toute sa pureté chez les Annélides polychètes. Il existe au début un très large blastopore, qui entoure le *pôle vitellin* et correspond au territoire suivant lequel affleure l'*hypoblaste*. Ultérieurement ce blastopore se déplace, dans l'ensemble, d'arrière en avant et passe tout entier sur la face ventrale de l'embryon ; puis il se réduit et se ferme peu à peu, du fait de la croissance rapide de la « *plaque somatique* », large lame d'*épiblaste*, qui s'étend sur le dos de l'embryon à la façon d'une selle, et dont les bords libres se rapprochent, jusqu'à venir se souder sur la ligne médiane ventrale, en recouvrant l'hypoblaste. Cette fermeture du blastopore par rapprochement de ses lèvres latérales se fait d'arrière en avant, et c'est vers son bord antérieur, par conséquent au point où il subsiste en dernier lieu, qu'apparaîtra le *Stomodeum ;* quant au *Proctodeum*, il se formera au niveau du bord postérieur du blastopore, non loin de l'ancien pôle vitelin. Ces processus caractérisent les « *Protostomia* » de Grobben.

Il leur a opposé, sous le nom de « *Deuterostomia* », quelques Inver-

tébrés et surtout l'ensemble des Chordés, où le large blastopore originel subit une tout autre évolution : croissance des lèvres antérieure et latérales, amenant une fermeture graduelle d'avant en arrière. Le proctodeum apparaît typiquement au niveau où subsiste en dernier lieu le blastopore réduit ; quant au stomodeum, c'est une formation tout à fait indépendante, sans aucune relation avec l'aire blastoporique.

Etant données leurs affinités indéniables avec les Vers annelés, les *Arthropodes* ont été classés par Grobben et ses continuateurs parmi les *Protostomia*, bien que la définition précédemment donnée semble, de prime abord, s'appliquer difficilement à ce groupe. Bien mieux, si l'on s'en tient aux *Crustacés*, c'est-à-dire aux plus typiques des Arthropodes, on constate que la plupart des auteurs qui se sont préoccupés de l'évolution du blastopore chez ces animaux l'ont vu se fermer *d'avant en arrière*, l'anus apparaissant plus tard au voisinage du point où s'est achevé ce processus. J'ai fait moi-même des observations analogues (*Bull. biol. Fr. et Belg.*, Suppl. n° V, 1923), et constaté en outre que la bouches'ouvre très en avant du territoire du blastopore, comme chez les *Deuterostomia ;* j'en avais conclu à la valeur très contestable des deux groupements imaginés par Grobben.

Une étude plus serrée de la question, chez les *Crustacés décapodes*, m'a conduit à reconnaître une évolution du blastopore fondamentalement différente de ce qu'elle est chez les *Deuterostomia*, et de retrouver par contre l'essentiel des processus si évidents chez les Annélides polychètes.

Chez les *Paleamonidae*, sur lesquels ont porté spécialement mes recherches, on distingue tout d'abord autour du *pôle vitellin*, après la segmentation (purement superficielle), une aire étendue formée de *macromères* qui représentent l'*hypoblaste ;* au delà s'étend, jusqu'au pôle protoplasmique, une vaste calotte de *micromères* représentant l'*épiblaste*. La limite entre ces deux territoires, plus ou moins nette suivant les espèces, est parfois assez tranchée et correspond manifestement aux bords du large blastopore primitif des Polychètes ; j'appellerai « *aire blastoporique primaire* » l'aire ainsi délimitée autour du pôle vitellin. Les éléments hypoblastiques se divisent assez activement et une partie au moins des cellules-filles émigrent à l'intérieur du vitellus sous-jacent. Ces phénomènes de caryocinèse et de migration intravitelline se localisent par la suite, tout en s'exagérant considérablement, dans une aire beaucoup plus restreinte, « *l'aire blastoporique secondaire* », qui apparaît bientôt comme un petit massif cellulaire superficiel dense, au voisinage du pôle vitellin ; il marque l'extrémité postérieure du corps du futur embryon, où apparaîtra l'anus. J'interprète ce processus comme étant l'équivalent de celui qui, chez les Polychètes, déplace le bord dorsal du large blastopore primitif, c'est-à-dire la future région anale, en l'amenant jusque sur la face ventrale, non loin du pôle vitellin. Il

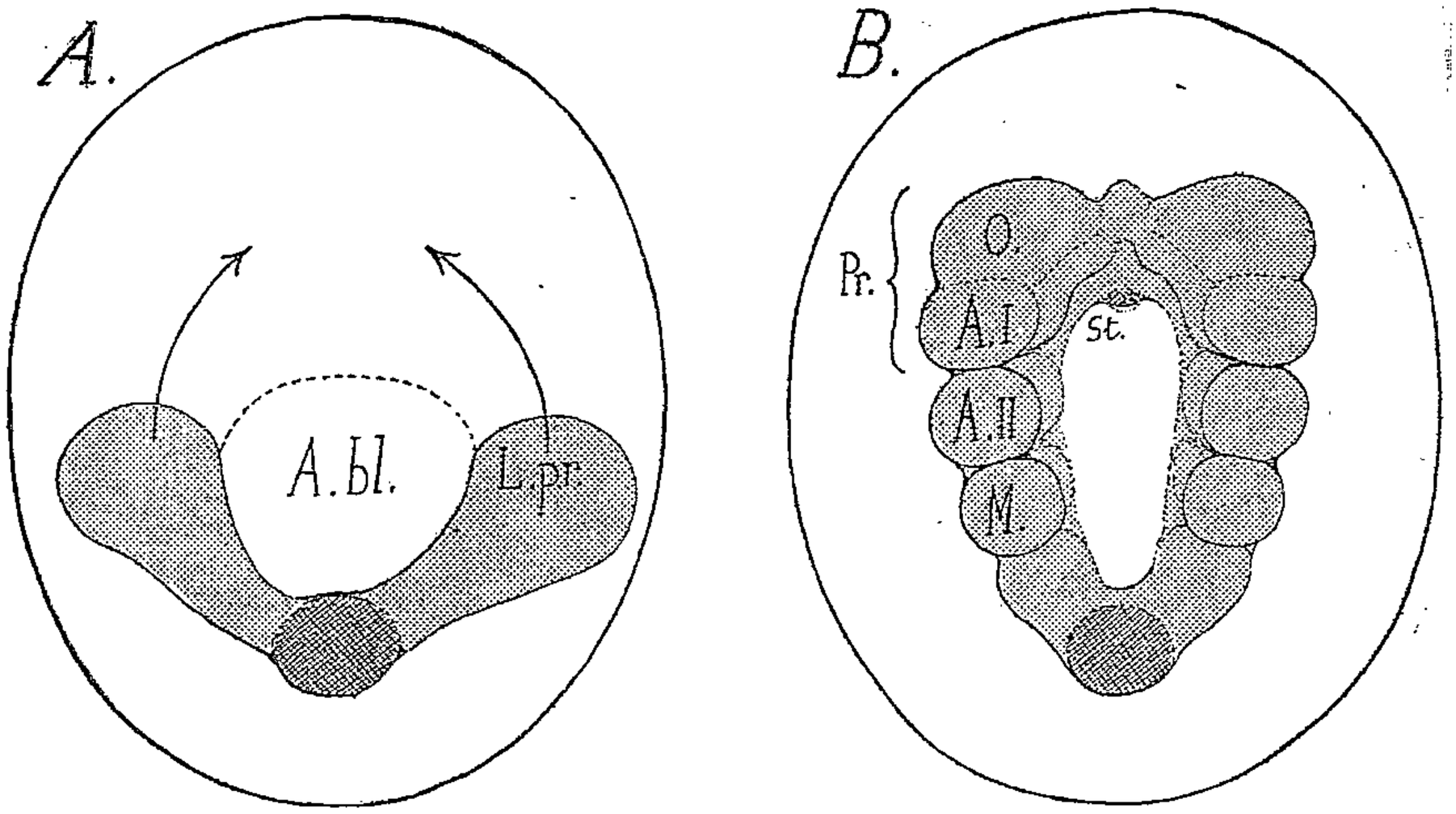
se fait bien, dans le massif cellulaire ainsi apparu, une petite invagination, en rapport avec un abondant bourgeonnement de *vitellophages* par la face profonde, invagination qui, par la suite, s'efface peu à peu, en se réduisant d'avant en arrière ; on ne doit pas attribuer à ce détail une importance exagérée, puisque le processus n'intéresse qu'une portion minime du véritable blastopore antérieurement défini. L'aire blastoporique secondaire est le lieu de formation de presque tous les *vitellophages endodermiques* et de tout le *cœloblaste ;* c'est à son niveau que se différenciera, après recouvrement par l'ectoderme, le *pygidium* (avec l'anus), puis, sur le bord antérieur de ce dernier, la *zone d'accroissement subterminale*, destinée à fournir plus tard toute la série des *métamères postnaupliens*.

Le territoire de l'aire blastoporique secondaire agit comme un véritable *centre organisateur*, car son entrée en jeu ne tarde pas à déclencher une rapide condensation des éléments ectodermiques, qui a pour résultat de faire apparaître assez brusquement, sur la face ventrale de l'œuf, la première *ébauche de l'embryon nauplien*. Or cette ébauche, qui se dessine immédiatement en avant du centre organisateur, n'est pas simple, mais *double ;* elle consiste en *deux bandelettes embryonnaires symétriques, unies seulement par leur extrémité postérieure, d'où elles divergent, à la façon des branches d'un* V *ou d'un* U, *en embrassant un large territoire, qui correspond à l'aire blastoporique primaire* (fig. A : *A. bl.*) ; du cœloblaste ne tardera pas à s'étendre, d'arrière en avant, au-dessous de ces bandelettes, en doublant l'ectoderme superficiel.

Il est intéressant de noter qu'il s'agit là pourtant d'une aire blastoporique désormais purement virtuelle, car la surface du territoire que bordent à droite et à gauche les bandelettes embryonnaires est occupée à présent par un revêtement ectodermique lâche. Il ne peut donc guère être question de voir, dans la curieuse configuration qu'offre au début l'ébauche embryonnaire, l'intervention de causes actuelles ; c'est la traduction de propriétés intrinsèques, profondément inscrites dans l'hérédité, et seule l'embryogénie comparée peut jeter quelque lumière sur la signification du processus. Les deux bandelettes sont manifestement comparables aux bords libres, périblastoporiques, de la plaque somatique de l'embryon des Polychètes. Par la suite, en effet, elles se rapprochent l'une de l'autre, en même temps qu'elles s'allongent d'arrière en avant ; puis leurs extrémités antérieures finissent par s'unir dans le plan de symétrie, l'ébauche embryonnaire enveloppant alors complètement une aire blastoporique médiane allongée et étroite (fig. B). Enfin, tout à l'avant de cette aire blastoporique, ne tarde pas à se produire une petite condensation cellulaire, première ébauche du labre et du *stomodeum* (*St.*).

J'insisterai ailleurs, mieux que je ne puis le faire en cette courte

note, sur les homologies indéniables qu'on peut reconnaître entre ce développement et celui des Polychètes. Je noterai cependant qu'une



Représentation schématique de deux phases de la formation de l'embryon nauplien chez les *Palaemonidae*, montrant l'enveloppement et le rétrécissement graduels de l'aire blastoporique primaire : *A. bl.* On voit en arrière le « *centre organisateur* » (hachures). — *L. pr.*, lobes protomiaux; *O.*, ophtalmopodes; *A. I.*, antennes I; *Pr.*, *prostomium; St.*, première ébauche du *stomodeum; A. II*, ontennes II; *M.*, mandibules. — Sur le côté interne des ébauches des appendices, on distingue les ébauches des ganglions nerveux correspondants.

différence importante apparaît immédiatement entre les deux groupes. Chez les Polychètes, la plaque somatique fournit seulement l'ectoderme du métasome, le prostomium se différenciant d'emblée, sur place, avec tous ses organes (en particulier le cerveau), en avant de l'aire blastoporique, aux dépens de l'*épisphère* de la *Trochophore*. Chez les Crustacés décapodes, au contraire, le prostomium lui-même, à son apparition, est scindé en deux moitiés, disposées sur les bords droit et gauche de l'aire blastoporique ; il est en effet représenté à ce moment par deux larges « *lobes prostomiaux* » indépendants, portés à l'avant des bandelettes embryonnaires (fig. A : *L. pr.*), lobes qui viendront ultérieurement s'unir l'un à l'autre en avant de la région stomodéale.

Sur les côtés du blastopore s'organise dans les deux groupes, qu'il s'agisse de l'embryon nauplien ou de l'embryon trochophorien, le matériel formateur des premiers segments, ou « *segments primaires* », du métasome, matériel qui préexiste donc à l'entrée en jeu de la zone d'accroissement subterminale. Ces segments sont au nombre de 4 chez les Crustacés (segments des antennes II, des mandibules, des maxilles I et des maxilles II). Chez les Annélides, le nombre des segments primaires, qui prennent directement naissance dans l'*hyposphère* de la *Trochophore*, varie suivant les groupes ; mais il paraît être souvent

aussi de 4, comme c'est le cas, en particulier, chez les Néréidés (un premier segment, ne différenciant jamais comme formations parapodiales que les deux paires de cirres, dorsale et ventrale, puis trois segments sétigères).

Nous avons vu que le *prostomium* se forme, chez les Crustacés décapodes, à partir de deux lobes disposés tout d'abord *sur les côtés de l'aire blastoporique ;* dans ces conditions, il n'y a pas à s'étonner de voir les premiers rudiments d'*organes prostomiaux*, tels que les *antennes I*, apparaître nettement *en arrière du niveau où se montre la première ébauche du stomodeum*. Sans qu'il me paraisse nécessaire d'insister davantage sur ce point, il est à coup sûr tout à fait vain d'en déduire des considérations d'ordre phylogénétique, et d'en conclure que ces antennes sont des organes *primitivement postoraux*, qui seraient venus secondairement, ainsi que l'ensemble du métamère auquel ils appartiennent, leurs ganglions nerveux, leur cœloblaste, etc., se fusionner avec le prostomium. Dans un stade qui suit de près celui de la figure B, après un raccourcissement très marqué de l'ensemble de l'ébauche, on voit se dessiner nettement, suivant toute la largeur de la région sternale de l'embryon, les territoires respectifs du prostomium et de chacun des deux premiers segments du métasome (segments des antennes II et des mandibules) ; et l'on se rend compte aisément que ces territoires sont marqués par des bandes non pas exactement transversales, mais fortement convexes vers l'avant, que les antennes I s'insèrent bien originellement sur le prostomium, et que la bouche s'ouvre dans le segment des antennes II, bien que les rudiments de ces appendices occupent par rapport à elle une position nettement postérieure. A aucun moment, chez aucun Arthropode, on ne distingue un « segment des antennes I », correspondant soit au segment buccal, soit à un segment postbuccal ; la *commissure* qui s'établit entre les masses ganglionnaires en relation avec les antennes I est d'emblée *préorale*, intracérébrales ; ce n'est jamais le cas pour la commissure des ganglions des antennes II, qui reste postorale, même quand ces ganglions, secondairement portés vers l'avant, comme c'est le cas dans la majorité des Arthropodes, sont venus s'adjoindre au cerveau primitif ou « *archicerebron* » (=*proto-* + *deutocerebron*), pour former la partie postérieure (*tritocerebron*) du cerveau définitif ou *syncerebron*.

Les études minutieuses poursuivies par divers zoologistes, entre autres par Holmgren et par Hanström, sur la structure du système nerveux des Invertébrés, ont permis des comparaisons suggestives entre le cerveau des Arthropodes et celui des Annélides. Il se dégage notamment de ces recherches que les « *Antennalglomeruli* » du *deutocérébron* des Arthropodes, qui innervent les antennes I des Crustacés ou l'unique paire d'antennes des Myriapodes et des Insectes, ont manifestement la même valeur que les « *Palpalglomeruli* » du cerveau des

Annélides polychètes, qui innervent la paire d'appendices sensoriels prostomiaux (antennes ou palpes) la plus voisine de la bouche ; dans les deux groupes ces amas de cellules ganglionnaires ont les mêmes rapports étroits avec les centres d'association les plus importants, les « *Corpora pedunculata* », inclus dans le *protocerebron* chez les Arthropodes (on sait que chez les Annélides, du fait de la moindre importance des organes sensoriels, le cerveau n'est pas nettement subdivisé en proto- et deutocerebron). Les antennes I des Crustacés doivent donc bien être homologuées à des organes qui sont incontestablement prostomiaux chez les Polychètes.

Chez certains Myriapodes, on voit se former, au cours du développement, une paire de *vésicules cœlomiques* à la base des antennes ; une autre paire de vésicules analogues apparaît même plus en avant, à la base des organes transitoires dits « préantennaires ». Le fait que ces deux paires d'appendices sont en relation avec des *somites* typiques prouverait, pour certains zoologistes, qu'elles appartiennent fondamentalement à de véritables segments du métasome. Quand on étudie la formation des vésicules cœlomiques chez les Polychètes, on voit que, pour ce qui concerne les *segments métatrochophoriens*, bourgeonnés secondairement par la zone d'accroissement subterminale, les bandelettes cœloblastiques différencient *spontanément*, d'une façon précoce, des paires successives de somites creux. Mais il en est autrement au niveau des *segments primaires*, ou *trochophoriens*, où les bandelettes cœloblastiques ne se mélamérisent pas spontanément ; leur subdivision en somites successifs est *provoquée* par une *mélamérisation préalable de l'hyposphère de la Trochophore*, marquée surtout par l'apparition des ébauches paires des appendices successifs. C'est à juste raison qu'IVANOFF (1928) a fortement insisté sur ce fait, qui ressortait déjà des anciennes observations de SALENSKY sur les Néréidés. Dès lors, il n'est pas surprenant que le développement, *dans le territoire du prostomium*, d'appendices sensoriels pairs, qui joueront un rôle prépondérant dans le déterminisme de l'activité normale de l'être, entraîne *secondairement* une *métamérisation interne*, se traduisant par la formation de *somites* dans le cœloblaste sous-jacent, par une subdivision plus ou moins prononcée de l'archicérébron en parties successives, etc. Il est bon de rappeler d'ailleurs que chez les Annélides polychètes, et chez les Archiannélides, s'organise parfois *dans le prostomium* une paire de *vésicules cœlomiques préorales*, en relation avec la partie basilaire d'une paire d'organes prostomiaux saillants (gros palpes du Spionide *Scolelepis fuliginosa* Clap. (1), tentacules érectiles de *Saccocirrus* et *Protodrilus*).

---

(1) A. BINARD et R. JEENER (1928), en étudiant l'innervation de ces organes, dont la nature était discutée, ont établi que ce sont incontestablement des appendices prostomiaux, homologues aux palpes des Néréidés.

En somme, il n'existe aucune observation positive, on ne peut faire valoir aucun argument de quelque valeur, en faveur de l'idée, certainement erronée, mais professée encore par maints zoologistes, qui consiste à considérer les antennes I des Crustacés, donc l'unique paire d'antennes des Onychophores, des Myriapodes et des Insectes, comme appartenant originellement à un segment du métasome devenu secondairement préoral. Anatomie comparée et embryogénie sont parfaitement d'accord, et l'on ne saurait trop y insister puisque cette vérité a tant de peine à se faire jour, pour établir que les *antennes I des Crustacés* sont fondamentalement, au même titre que les antennes ou palpes des Polychètes, des *organes sensoriels du prostomium*, innervés par l'archicerebron ; on sait d'ailleurs qu'on ne retrouve nullement dans ces organes, malgré quelques apparences trompeuses (antennes I bifides de beaucoup de Malacostracés), le plan fondamental d'organisation des « *podies* », c'est-à-dire des véritables appendices segmentaires du métasome, dont la série commence avec les antennes II ; les antennes I des Crustacés ne peuvent pas plus être homologuées à ces podies que les appendices sensoriels du prostomium des Polychètes ne peuvent être homologués à des « parapodes ».

C. VANEY et J. PELOSSE

L'ADAPTATION DE CERTAINS BLENNIIDÉS A L'EAU DOUCE ET AUX EAUX SAUMATRES

Les Blenniidés de la faune française comprennent des espèces de poissons du littoral marin et une espèce franchement d'eau douce. Parmi les espèces marines Conte et Vaney avaient signalé, en 1902, que *Blennius parvo* Riss. s'adapte complètement et brusquement à l'eau douce. En 1931, Mlle Sonnery et Tchang Si, tout en confirmant ce fait, ont montré que d'autres Blenniidés marins : *Blennius tentacularis* Brum., *Blennius gattorugine* Linn. et *Clinus argentatus* Riss. meurent rapidement dans l'eau douce, alors que *Blennius pholis* Linn. peut s'adapte à des eaux saumâtres contenant la 1/2, le 1/3, le 1/4 et même le 1/8 d'eau de mer. Cette dernière espèce ne résiste pas au delà de trois jours dans l'eau douce.

Il était intéressant de rechercher si la Blennie fluviatile ou Cagnette (*Blennius fluviatilis* Asso ou *frater* Bloch), qui vit normalement dans l'eau douce et que nous trouvons en abondance au lac du Bourget, peut s'adapter à l'eau de mer normale ou plus ou moins diluée.

Ces Blennies alpestres, ainsi que les désignait Blanchard, plongées

dans l'eau de mer, ne peuvent s'y maintenir vivantes que pendant 9 ou 10 heures au maximum, quels que soient le sexe et la taille des individus et malgré une forte aération de l'eau. Par suite, cette espèce ne s'adapte pas brusquement à l'eau de mer.

Quant aux expériences relatives à son adaptation progressive à une eau de mer plus ou moins diluée, les résultats ont été les suivants : des Blennies fluviatiles placées dans de l'eau de mer diluée avec 50 % d'eau douce peuvent se maintenir bien vivantes pendant trois jours ; si quelques-uns de ces individus sont ensuite transportés dans une eau saumâtre plus concentrée, provenant de la dilution d'eau de mer avec seulement 25 % d'eau douce, ils se maintiennent encore vivants pendant le même temps. Nos expériences n'ont pu être prolongées au delà par suite d'insuffisance d'aération. Il semble résulter de ces faits que la Blennie alpestre peut s'adapter à l'eau de mer diluée au quart à condition qu'elle ait séjourné préalablement dans de l'eau de mer diluée avec 50 % d'eau douce. L'adaptation au milieu saumâtre se ferait dans ce cas progressivement. Les exemplaires sur lesquels nous avons expérimenté n'ont montré que des variations de pigmentation paraissant en relation avec la coloration du milieu dans lequel vivaient ces poissons et cela quel que soit le sexe des individus.

La couche de mucus qui recouvre les Blennies fluviatiles semble avoir une influence marquée sur la durée de survie dans le milieu marin. Des exemplaires mis dans de l'eau de mer ordinaire ont vécu sept heures, tandis que des individus de même taille et de sexe identique, mais qui avaient été préalablement essuyés, résistaient à peine cinq heures dans le milieu marin. Cette remarque vient confirmer des observations analogues faites sur d'autres espèces de poissons par Paul Bert (1883), Portier et Duval (1922), Mlle Sonnery et Tchang Si (1931).

La comparaison de coupes de peau de différentes espèces de Blenniidés nous a montré que *Blennius gattorugine et Clinus argentatus*, qui sont deux espèces franchement marines ne s'adaptant pas à l'eau douce, ont un tégument mince pourvu de glandes à mucus très clairsemées et de petites dimensions, alors que *Blennius pavo*, qui peut passer brusquement de l'eau de mer à l'eau douce, a un tégument plus épais renfermant des glandes à mucus plus nombreuses et de plus grande taille. La Blennie fluviatile ou Cagnette a un tégument se rapprochant de celui de cette dernière espèce.

11e section

ANTHROPOLOGIE

Président. . . . . M. le Professeur PITTARD, Directeur de l'Institut d'Anthropologie de Genève.

Vice-Président. . . . . Révérend Père Moos.

Dr BASTIN

SUR LA PRÉSENCE DE FORMES DIMINUTIVES DU MAMMOUTH DANS LES ALLUVIONS QUATERNAIRES DU NORD-EST DE LA FRANCE

Etudiées depuis trois quarts de siècle (Falconer, Busk, Leith-Adams, Forsyth-Major, Acconci, Pomel, Bate, Vaufrey), les formes diminutives de l'Elephas antiquus sont actuellement bien connues. L'on a identifié, au sein du groupe, de multiples variétés cantonnées dans les îles de la Méditerranée et dans les régions littorales des continents voisins (Italie, Algérie, Grèce). Ce sont :

1° *El Falconeri Busk*, dont la taille, à l'état adulte, ne devait pas dépasser 0 m. 90 à 1 mètre. Cette forme qui a vécu à l'île de Malte offre l'extrême limite de l'évolution régressive du groupe ;

2° *El melitensis Falconer*, 1 m. 50 environ ;

3° *El. mnaidriensis Leith-Adams*, 2 m. 15 environ.

Ces deux formes ont vécu à Malte et en Sicile.

Les espèces suivantes avaient approximativement la taille d'El. melitensis :

4° *El. Lamarmorae Forsyth-Major*, en Sardaigne ;

5° *El. Cypriotes Bate*, à l'île de Chypre ;

6° *El. Creticus Bate*, en Crète ;

7° *El. Iolensis Pomel*, en Afrique du Nord.

Ces divers types de la souche naine de l'El. antiquus ont évolué parallèlement avec la forme normale, dont le terme ultime d'évolution progressive est représenté par les mutations géantes de Taubach et de la Charente ; une molaire (M^3) de Saint-Cybard (Angoulème), publiée par le Dr Pontier (B. S. P. F., janvier 1933), mesure 42 centimètres et a dû appartenir à un animal gigantesque, dont la taille, au

garrot, atteignait 4 m. 50, taille supérieure à celle de l'El. meridionalis de Durfort (4 m. 15).

*
* *

Il était naturel de rechercher si les formes naines ne se rencontreraient pas dans le groupe de l'El. primigenius.

Leith-Adams, dans sa belle monographie des éléphants fossiles d'Angleterre, signale, parmi les arrière-molaires d'el. primigenius provenant de la collection Phillips, au Woodwardian Museum de Cambridge, deux molaires de Kirby, dont les dimensions ne dépassent pas celles des molaires équivalentes d'el. mnaidriensis ; elles présentent 20 lames et ont respectivement 210 et 171 mm. de longueur ; leur degré d'abrasion assez poussée montre une perte à l'avant de 2 à 3 lames, ce qui donne une F. L. idéale de x-22-23-x comme chez l'el. primigenius type où l'arrière-molaire atteint ou dépasse 365 mm.

Polhig a retrouvé en Allemagne le type décrit par Leith-Adams ; à cette occasion, il créa au sein du groupe de l'el. primigenius l'espèce diminutive : *El. primigenius var. Leith-Adamsi Polhig.*

Le Dr Pontier a décrit, en 1922, la première pièce française référable à cette espèce ; c'est une arrière-molaire supérieure provenant d'Arques, où elle fut recueillie dans les alluvions moustériennes de l'Aa, au même niveau que l'espèce normale. En 1927, le Dr Pontier décrivait encore deux molaires provenant de la vallée de la Seine (Levallois-Perret). Depuis cette époque, il a recueilli de nouveaux spécimens à Arques, entre autres, une M^3 complète offrant une F. L. = x-24-x, et un fémur.

Mes recherches dans la vallée de la Meuse, à Mézières (Saint-Julien), et dans la vallée de l'Aisne, aux environs de Soissons, m'ont permis de recueillir des documents ostéologiques et dentaires se rapportant indubitalement à l'el. primigenius var. Leith-Adamsi.

De Saint-Julien, je possède, depuis 1931, une diaphyse d'humérus de très petite taille ; cette année même, j'ai extrait au même endroit, à un intervalle de trois semaines, des ossements appartenant à un même animal : une jambe et un pied droits, l'omoplate gauche, l'axis et les dix vertèbres suivantes, les premières côtes ; l'on se trouve probablement en présence d'un squelette complet dont l'exhumation se fera au fur et à mesure de l'avancement des travaux d'exploitation. Les os sont nettement épiphysés et ont appartenu à un animal parvenu depuis longtemps au stade adulte. Les mensurations opérées dénotent un éléphant plus petit que le mammouth d'Ilford ; si mes espoirs se réalisent, je me propose de publier ultérieurement la monographie du petit éléphant de Saint-Julien.

Dans la vallée de l'Aisne où j'ai recueilli de nombreuses molaires du type normal, le gisement de Saint-Mard m'a procuré une molaire

que j'attribue sans hésiter à la forme naine du mammouth. C'est une dernière molaire de lait ayant appartenu au côté gauche de la mâchoire ; elle répond à la formule x-10-x et offre les deux talons et trois lames en coupe. Afin que la comparaison garde toute sa valeur, j'ai choisi parmi mes séries une molaire de lait du type normal présentant le même degré d'abrasion ; répondant à la F. L.=x-11-x, c'est certainement une dernière molaire de lait. A la rigueur, une petite M^1 à F. L.=x-12-x pourrait être confondue avec une grosse D^3 de même formule ; cette cause d'erreur étant écartée, voyons quels sont les éléments de comparaison :

El. primigenius nain de Saint-Mard (D^3 g.) F. L.=x-10-x.

Longueur totale, du bord antérieur au talon postérieur.	95 mm.
Largeur de la couronne	34 mm.
Hauteur de la cinquième lame.....	60 mm.

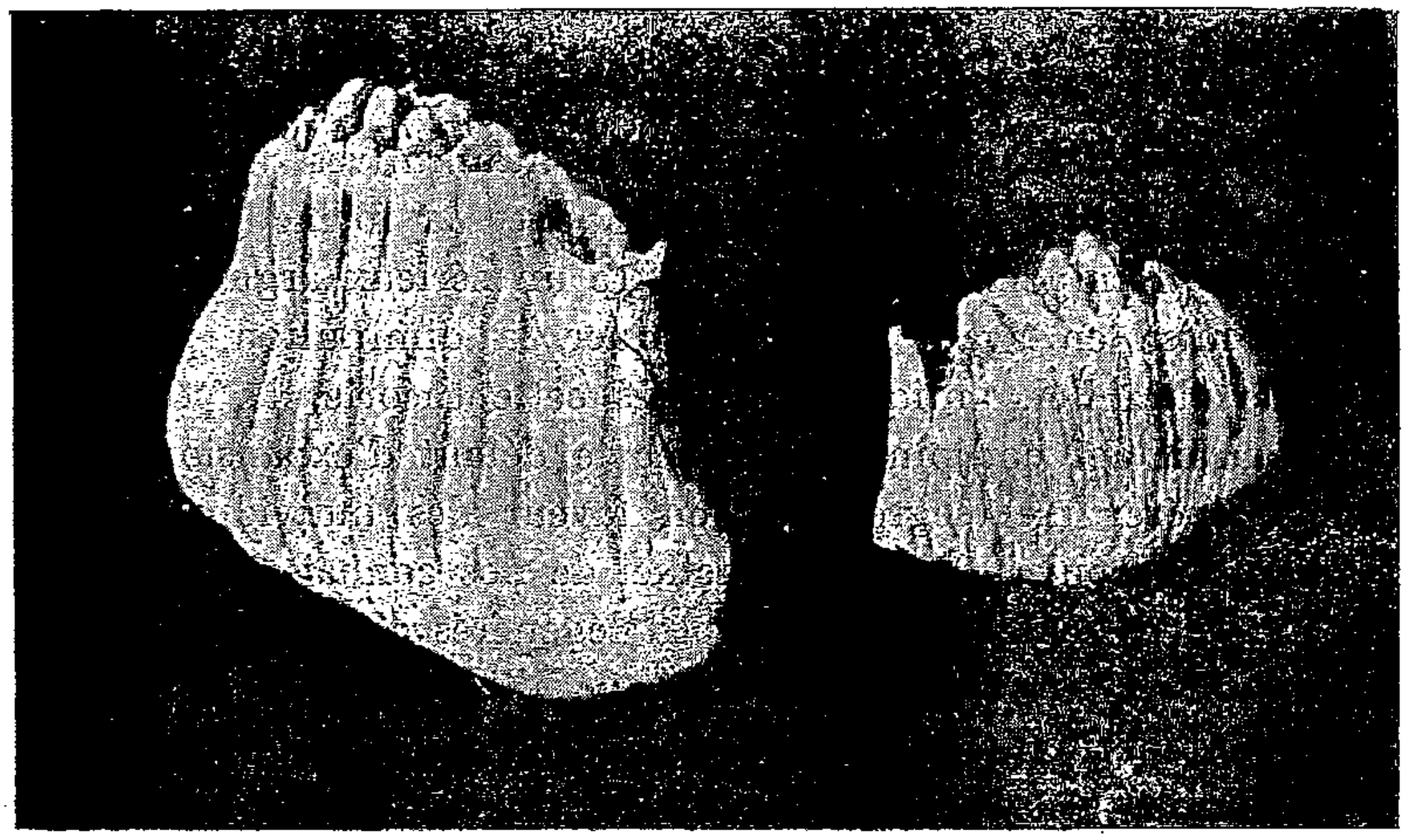
Poids : 270 grammes.

El. primigenius type de Longeville (D^3 dr.). F. L.=*x*—11—*x*.

Longueur totale	135 mm.
Largeur de la couronne	45 mm.
Hauteur de la cinquième lame.....	110 mm.

Poids : 900 grammes.

Ainsi que l'on peut s'en rendre compte par l'examen de la gravure, la réduction en volume, déjà indiquée par la différence de poids, est



de l'ordre du tiers ; les valeurs linéaires sont moins importantes et ne suffiraient pas à donner une idée précise de la réduction ; dans une étude de ce genre, la présentation de photographies est indispensable.

A titre documentaire, voici les dimensions relevées par Leith-Ldams sur des pièces homologues d'Angleterre

Collection Brady (*ns* 20, *B.M.*) — 2 molaires identiques, F. L. $=x$ —10—x, 8 lames en coupe ; longueur 127 mm., largeur 60 mm.; provenance : Ilford.

Collection Brady. — Petite molaire, F. L. $=x$—10—x, 8 lames en coupe ; longueur 97 mm.; largeur 40 mm.; provenance : Ilford. A propos de cette molaire, Leith-Adams fait un rapprochement avec les arrière-molaires diminutives du même gisement et avec une pénultième molaire de lait précédemment décrite ; il est curieux de constater que le sagace observateur qui venait d'étudier magistralement les éléphants nains de Malte ait hésité à créer l'espèce identifiée dans la suite par le professeur Pohlig.

Museum of Practical Geology. — Molaire à peine sortie de l'alvéole, F. L. $=x$—11—x ; longueur 110 mm., largeur 50 mm.; provenance : Ilford.

British Museum. — Molaire étroite, F. L. $=x$—11—x, 8 lames en coupe ; longueur 104 mm., largeur 32 mm.; provenance : Hutton Cave, Mendip Hills.

Enfin, Leith-Adams cite encore les molaires de l'éléphant de Belfurbet, en Irlande, figurées par Molyneux ; elles répondent à la formule x—11—x et mesurent 146 mm. de longueur sur 44 mm. de largeur ; cette longueur ne semble pas avoir été dépassée. Les pièces de ma collection présentant divers degrés d'abrasion sont dans les limites moyennes de la forme normale.

* * *

Il résulte de cet exposé que des formes diminutives du mammouth ont vécu côte à côte, dans nos régions, avec la forme géante. Cette constatation est importante, car elle offre un sérieux argument contre la théorie mise en avant pour expliquer la diminution progressive de la taille chez l'él. antiquus ; d'après cette théorie, la pénurie des aliments aurait agi conjointement avec le défaut d'expansion de l'espèce pour opérer une ségrégation en faveur des individus de petite taille. Rien ne prouve, dans l'état actuel de nos connaissances, que les formes insulaires représentent les types dégénérés de formes normales ; cette opinion ne pourrait se soutenir que s'il était démontré que les terrains les renfermant sont d'âge plus récent que les terrains renfermant les formes géantes ; or, il n'en est rien et c'est l'opinion contraire qui semble prévaloir actuellement. Certains paléontologistes ont même soutenu que les formes naines représentaient le type ancestral maintenu dans ses caractères originels par suite de l'isolement ; la découverte des mêmes formes sur le continent montre en tout cas que cette théorie est insuffisante. Dans le cas particulier de la variété africaine, El. iolensis Pomel, il faut noter qu'elle a été rencontrée seule-

ment dans le Quaternaire récent, étage Monastirien (Moustérien), ce qui confère à cette espèce une survivance exceptionnelle, les autres représentants du groupe s'étant éteints au Chelléen. Il résulte de ces considérations qu'aucune théorie ne peut suffire à expliquer tous les cas (Depéret, Mayet, Pontier) ; rien n'est simple dans la nature et il faut tenir compte des phénomènes de convergence dont elle nous offre de si nombreux exemples.

Alex. BASCHMAKOFF

LA RACE ET LE LANGAGE

(RÉSUMÉ)

Quoi qu'il en soit, il était utile de signaler la coexistence du mammouth nain et du mammouth normal dans les alluvions moustériennes du nord de la France (vallées de l'Aa, de la Seine, de l'Aisne, de la Meuse) ; il est vraisemblable que des découvertes seront faites dans de nouvelles régions, ce qui facilitera la compréhension des grandes lois biogénétiques qui ont présidé à l'apparition et au développement des espèces animales.

Depuis 50 ans que l'Anthropologie a précisé scientifiquement la notion de race, on peut considérer comme indubitable le fait que l'*unité* de langage d'un groupe humain recouvre invariablement une *pluralité*, souvent excessive, de « races » au sens, désormais strict de ce terme. C'est là une victoire indiscutable de l'Anthropologie moderne, d'où est née la tendance très légitime à proscrire l'emploi du mot race, comme synonyme des notions ethniques telles que « nation », « peuple », « tribu », « groupe ethnique », etc.

Certains auteurs (Ripley par ex.) ont considéré comme une conséquence nécessaire de cette « victoire » la *négation de tout lien durable* entre le langage et une race, ou un groupe de races, quelle que soit la continuité de l'usage d'une langue de génération en génération. Cet ordre d'idées tend à considérer le langage comme un fait accidentel, « produit politique et historique », n'ayant aucun lien avec l'hérédité d'une race ou d'un groupe de races. Le vice fondamental de cette conception (très répandue) a sa source dans une branche des connaissances humaines qui est en dehors de l'Anthropologie. Elle est dans la confusion erronnée de la *linguistique* et de la *philologie*. Par les lois de la phonétique, la première se rattache aux sciences naturelles, tandis que la seconde appartient aux grammairiens et aux archéologues de la littérature. Dès lors, on s'est trop vite empressé à nier toute

relation entre le langage et les lois anthropologiques de l'hérédité, en exagérant les cas exceptionnels, tels que :

a) Les Gaulois adoptant la langue latine ;
b) Le Juif arrivant à parler le « yidisch » ;
c) Le nègre d'Amérique parlant exclusivement l'anglais, etc...

La règle dominante, en vertu de l'hérédité, est celle-ci : « sauf de rares exceptions, *un peuple parle toujours et avec une véritable et indestructible opiniâtreté la langue de ses pères.* »

Cette réalité a échappé au contrôle des *Anthropologues*. Elle a surtout été appréciée et dûment constatée par les *Ethnologues*. Abandonnant entièrement le mot et la notion de « race » à l'emploi strictement anthropologique, les ethnologues ont ressenti avec intensité la nécessité de préciser la valeur d'un terme qui désigne l'*élément essentiel de l'Ethnologie moderne*.

Ce terme est l'« Ethnos », qui implique la relation entre le sang et le langage, dominée par le *principe de l'hérédité*.

La meilleure des définitions de l'« Ethnos » a été donnée par le professeur *Shirokogoroff* (1), dans les termes suivants :

« L'*Ethnos* est un groupe humain parlant la même langue, conscient d'une origine commune et distinct des autres groupes par la possession d'un complexus d'usages et de vie coutumière consacré par la tradition. Telle est l'unité ethnique qui est l'objet essentiel de l'ethnographie. » (Cours de S. M. Shirokogoroff, professé à l'Université d'Extrême-Orient, à Vladivostik, en 1923, p. 13.)

Le développement des idées qui précèdent ne peut être exposé au présent Congrès de l'A.F.A.S. Un travail complet à ce sujet paraîtra incessamment dans l'« Ethnographie ».

Dr M. BAUDOIN

1° DÉCOUVERTE D'UNE 4e STATION D'ÉPOQUE GIRIENNE

2° SCULPTURES DE SABOTS D'ÉQUIDÉS DU ROCHER DU SAUT DU PRINCE CHARLES

---

(1) SHIROKOGOROFF occupe la chaire d'Ethnologie à l'Université de Peiping (Chine) : « Tsing-Hua University ».

Comte BEGOUEN
Professeur à l'Université de Toulouse

SUR DEUX GRAVURES RUPESTRES PROFONDÉMENT INCISÉES DU HOGGAR (IN EKKER)

Au mois de janvier 1931, étant allé avec mon fils Louis, rejoindre au Hoggar la *Mission scientifique saharienne*, qui revenait de Gao, nous avons séjourné plusieurs jours au bordj d'In Ekker, pendant lesquels nous avons étudié et fouillé toute une série de tumuli (Adebni) de formes diverses, parfois assez compliquées, avec doubles enceintes, en fer à cheval, avec antennes, etc. et qui ont fait l'objet d'une communication au Congrès anthropologique de Paris en septembre 1931. Notre exploration de la région nous a également procuré la découverte d'un certain nombre de gravures rupestres, que nous avons présentées au Congrès des Sociétés savantes, à Toulouse, en avril 1933. Si elles offrent certaines particularités curieuses, elles rentrent cependant dans la longue série de figurations animales, relevées maintenant sur les parois rocheuses de toute l'Afrique, et qui ont donné lieu à tant de travaux (Flamand, Gautier, Obermaier, Frobenius, Reygasse, Th. Monod, Voinot, H. Kuhn, Killian, etc.).

Les deux gravures que nous présentons aujourd'hui, sont d'un type tout à fait nouveau, aussi bien par leur technique que par l'objet représenté. Elles sont profondément incisées dans la roche, formant presque bas-relief d'un genre tout à fait spécial et dont nous ne connaissons pas d'analogues parmi les pétroglyphes sahariens.

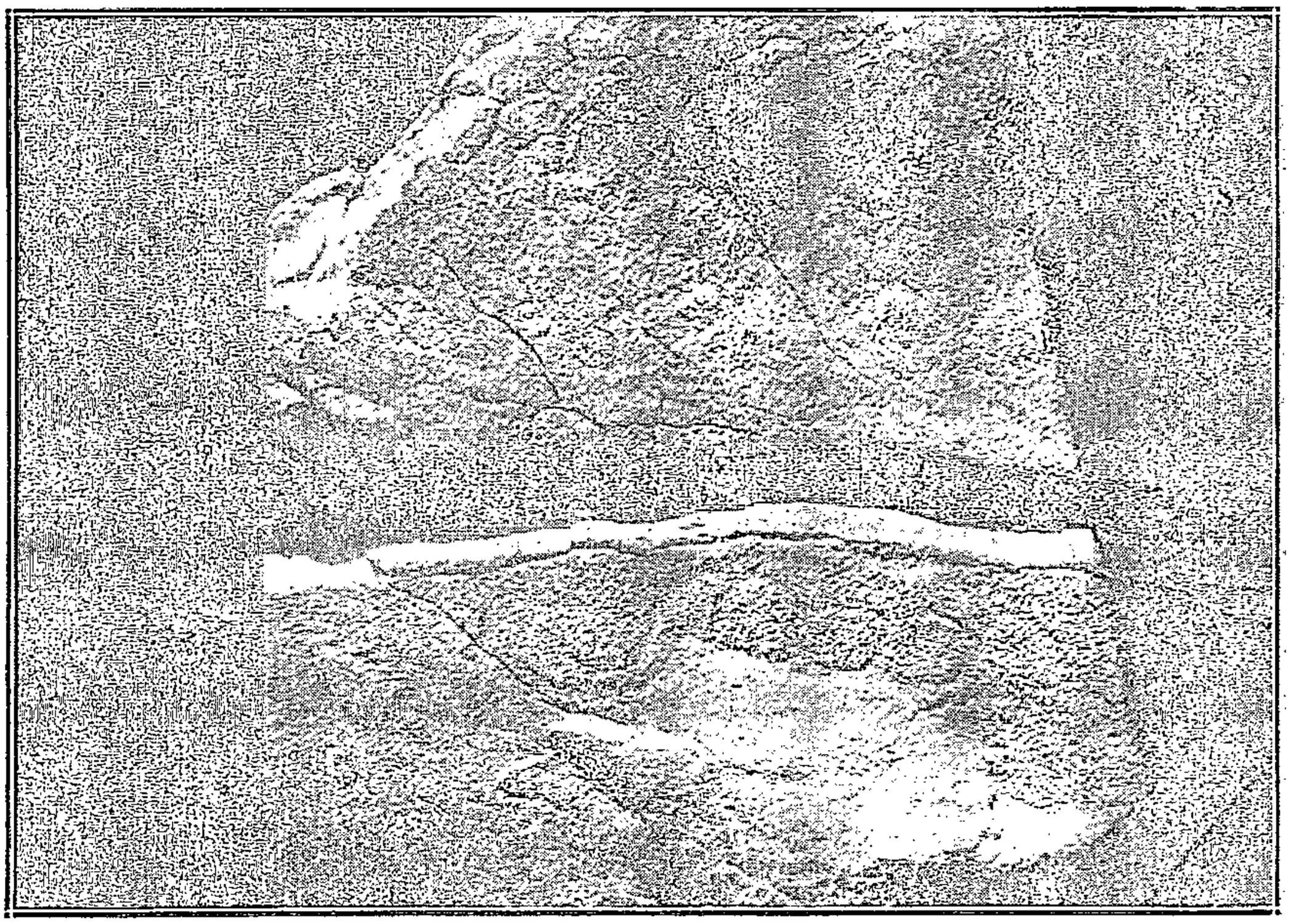
Elles se trouvent à quelques centaines de mètres à l'Est du bordj, sur les blocs de granit d'une crête dominant de petits vallons, où nous avons exploré plusieurs beaux *adebni*.

Sur une roche plane, presque verticale, six ou sept anneaux sont profondément martelés dans la pierre, quoique l'érosion en ait émoussé les crêtes. Sur la droite, le premier anneau, de forme triangulaire, mesure 7 cent.; c'est le plus grand, les autres, ronds, varient de 4 à 5 cent. de diamètre. Les sillons qui les séparent ont de 8 à 10 mill. de largeur. Comme les derniers anneaux sont un peu frustes et se confondent avec les aspérités de la roche, on ne peut donner qu'approximativement la longueur totale de la figure, qui dépasse en tout cas 40 cent. sur une largeur de 6 à 7 cent.

L'autre est sur une roche plate fendue, et la gravure s'allonge parallèlement à la fissure profonde de la roche. Nous avons ici la figure

complète, quoique moins longue que la précédente, ne mesurant que 36 à 38 cent. Elle se compose (voir la figure), comme la précédente, à droite, d'un large triangle, suivi de trois anneaux d'environ 6 cent. de diamètre, et se termine sur la gauche par une sorte de queue incurvée, dont le bout se relève en large éventail.

Les triangles de droite des deux gravures (le second surtout, dont la base déborde sur le diamètre du cercle suivant) présentent l'aspect



Gravure fortement incisée d'In Ekker (Hoggar)

d'une tête de serpent, et l'idée du naja vient toute de suite à l'esprit. D'autre part la forme des anneaux rappellerait la queue d'un énorme scorpion (?) avec son crochet (?), mais le corps de la bête ferait défaut et la taille de la sculpture nous fait écarter cette hypothèse à peine émise. Mais alors que veulent représenter ces deux gravures presque identiques? Nous avouons ne trouver aucune réponse satisfaisante à cette question.

On peut voir sur la partie supérieure de ce bloc, au-dessus de la fissure (mais non sur la photographie, mal venue pour cette partie mal éclairée) des traits, un rond et une spirale bien nette, quoique les arêtes en soient émoussées. Cette spirale est absolument semblable à celles relevées dans l'Oued Cheria et publiées par Obermaier et Frobenius (Hadschra Mektouma, pl. 115 et 116).

Nous insisterons sur ce fait, particulièrement important pour les gravures rupestres sahariennes, que la patine des creux profonds de ces gravures est absolument identique à celle de la surface de la roche. Cette patine est noirâtre, ferrugineuse, brillante. Ces sculptures ont donc subi la même action éolienne que le granit sur lequel elles ont été faites, ce qui, d'après les observations de Gautier et de Bourcart, les fait remonter à une très haute antiquité, bien supérieure à celle des gravures animales voisines. Celles-ci cependant représentant des animaux rares et disparus, comme le rhinocéros et l'éléphant, et non le chameau, datent déjà d'une époque assez reculée. Notons également que la techniques par incisions profondes nous paraît avoir été le plus anciennement employée. Th. Monod, après avoir relevé à Edikel « le seul vrai bas-relief de l'Ahnet » (Th. Monod. — L'Adrar Ahnet, Paris, Institut d'Ethnologie, 1932, p. 95, n° 132 et p. 105), ajoute en note à propos des plus anciennes gravures de cette station, « que ses notes portent *trait creusé* ou *très creux* » et établit une liaison entre la profondeur des traits et l'ancienneté de ces gravures.

Comme on l'a vu, nous n'avons réussi — et encore que partiellement — la photographie que d'une seule de ces gravures. Quant aux estampages, malgré le soin que nous y avons apporté, pris sur des roches rugueuses et bosselées, ils ont été quelque peu abîmés dans le voyage à travers le Sahara. Il en est résulté des déformations, surtout en ce qui concerne la profondeur des traits et les reliefs, mais en ce qui concerne la saillie et la disposition des sculptures, ils sont de bons éléments de documentation, confirmés par la photographie.

M^lle Marguerite DELLENBACH
Assistante au Musée d'Ethnographie de Genève

INTERPRÉTATION POSSIBLE, PAR UN FAIT D'ETHNOGRAPHIE AFRICAINE, DE LA CURIEUSE SÉPULTURE DES TÊTES COUPÉES D'OFNET

Il est très difficile d'interpréter l'extraordinaire rite funéraire (têtes coupées — et non crânes secs — déposées dans des fosses) rencontré dans la station mésolithique d'Ofnet. Un appel à l'Ethnographie pourrait nous mettre sur la voie.

Les Warega (Congo Belge), lorsqu'ils enterrent un homme important, laissent dépasser de la sépulture la tête du cadavre. Elle est retenue à une corde nouée autour d'une perche plantée en terre et fortement arquée. Quand la décomposition des chairs est assez avancée, la perche se redresse violemment entraînant la tête. Celle-ci est soigneusement recueillie et déposée dans un sanctuaire, au centre du village.

Pour les détails de cette communication, voir Arch. suisses d'Anthrop. gén., Fasc. 1, T. VI.

Alex. DONICI

UNE STATION NÉOLITHIQUE A MORTCERF (SEINE-ET-MARNE)

La station de Mortcerf qui, de toute probabilité, n'était qu'un simple campement et non une habitation proprement dite, se trouve au bord du rû Binel, non loin de la gare qui dessert le village.

L'outillage lithique y est varié ; il comprend notamment des coupoirs, dits moustériolithes (P. Sarasin) et des haches polies réutilisées d'une façon fort curieuse. Les pointes de flèches en silex, de même que les objets en os, y manquent totalement. Par contre, la poterie est assez abondante ; elle est grossière et mal cuite.

La description détaillée de cette station paraîtra dans les Archives suisses d'Anthropologie générale, Genève, T. VI, fasc. 1-2.

Cl. GAILLARD, J. LAURENT et Cl. CÔTE

L'INDUSTRIE ET LA FAUNE DE LA CAVERNE MOUSTÉRIENNE « LE TROU-DU-RENARD » A SOYONS (ARDÈCHE)

Les grottes ou cavernes de Soyons sont depuis fort longtemps connues des préhistoriens. Situées sur la rive droite du Rhône, presque au sommet d'un massif jurassique, à 70 mètres environ au-dessus du niveau actuel du fleuve, elles se trouvent à sept ou huit kilomètres au sud de Saint-Péray et de l'ancien château de Crussol.

En 1872, ces grottes ont fait l'objet de recherches dont l'analyse a été donnée dans les *Matériaux pour l'histoire primitive de l'homme* (1).

(1) LEPIC ET DE LUBAC, Stations préhistoriques de la vallée du Rhône en Vivarais. (*Matériaux pour l'histoire primitive de l'Homme*, Toulouse, 1872, t. III, p. 429).

Dans leur mémoire relatif à Soyons, MM. Lepic et de Lubac ont mentionné diverses grottes ainsi nommées : *Caverne de Néron*, *Caverne des Enfants*, la *Double Borne*, enfin deux grottes mitoyennes, le *Trou-du-mouton* et le *Trou-du-renard*.

En compagnie de MM. Joseph Laurent, Claudius Côte et l'abbé H. Breuil, nous avons visité, le 21 avril 1930, quelques-unes de ces cavernes et notamment le Trou-du-Renard, dans laquelle M. Laurent, notre jeune et actif collègue de Saint-Péray, avait commencé des fouilles méthodiques. Ces fouilles, entreprises avec l'obligeante autorisation du propriétaire, le Dr Astier, de Soyons, ont donné des résultats intéressants que nous allons exposer très brièvement.

Si cette modeste étude a quelque valeur, le mérite en revient donc d'abord à M. Laurent qui, durant plus de trois années, a effectué lui-même des fouilles difficiles et parfois dangereuses, en raison des éboulements qui se produisent fréquemment dans les grottes ouvertes au milieu de certains calcaires feuilletés ou ruiniformes.

L'étude des instruments en silex a été faite par notre collègue et ami M. Claudius Côte, qui s'est occupé beaucoup de typologie et connaît parfaitement la technique de l'industrie moustérienne.

Enfin, le troisième collaborateur s'est chargé des recherches bibliographiques et de l'identification de la faune. De plus, il a coordonné les résultats des fouilles et rédigé la présente note.

Industrie. — La région de Soyons, ses grottes, son plateau, représente une station préhistorique importante. On y a recueilli des documents relatifs aux époques gallo-romaines, néolithiques et paléolithiques.

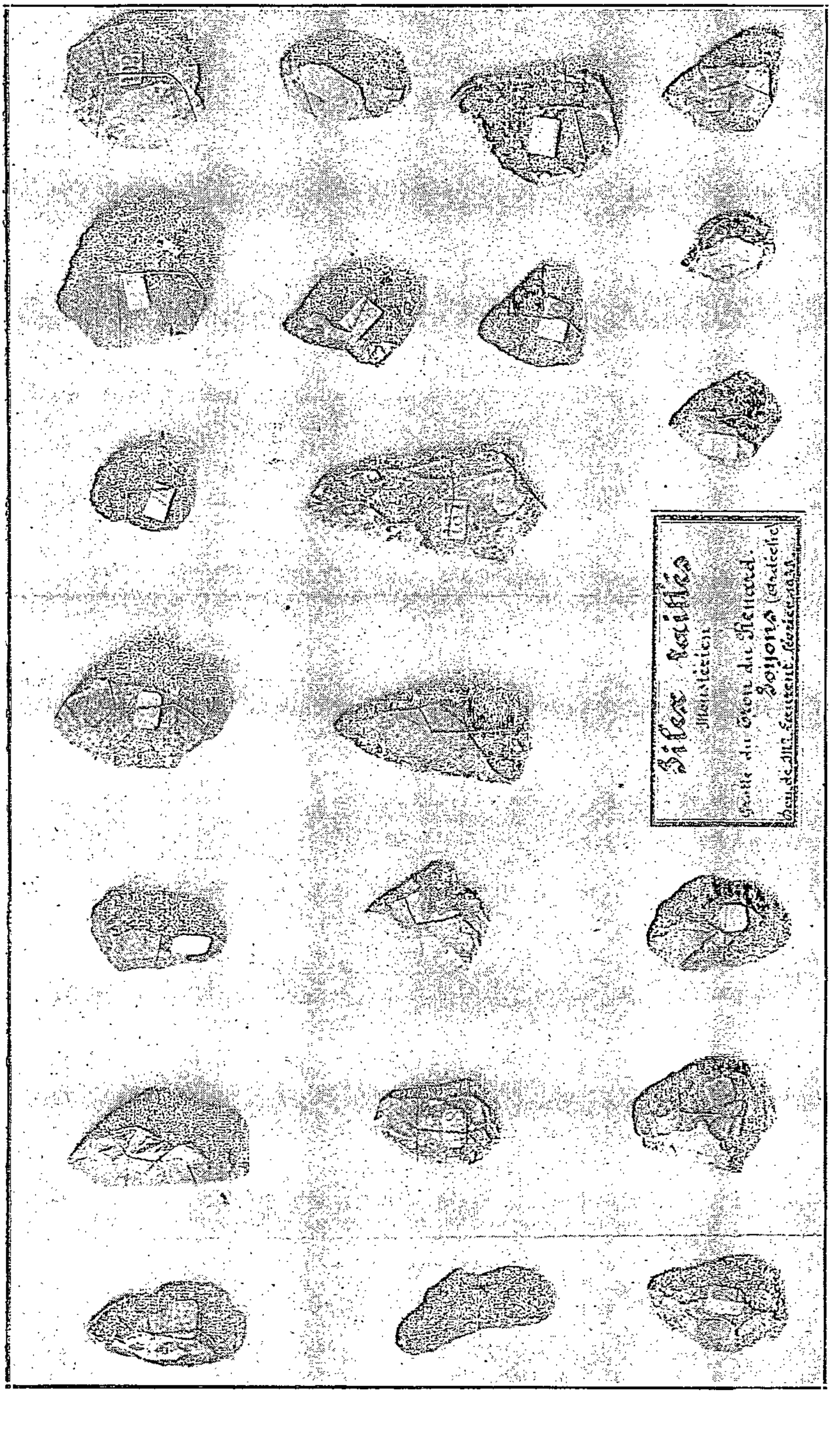
Une belle hache en jadéite, trouvée sur le plateau de Soyons, a été signalée par Déchelette dans son *Manuel d'archéologie préhistorique* (1).

Dans la partie superficielle du Trou-du-Renard, M. Laurent a trouvé de la poterie de deux aspects différents : des débris de poterie grossière, épaisse, noirâtre, avec grains de quartz dans la pâte, ressemblent tout à fait à la poterie néolithique. D'autres fragments de poterie plus fine, mieux cuite, se rapportent plutôt à l'époque gallo-romaine.

La couche archéologique ancienne de la caverne, celle qui renferme les silex taillés et les ossements fossiles, se rencontre intacte entre 40 et 50 centimètres au-dessous de la surface du sol. Il s'agit d'un dépôt compact, noirâtre, de 10 à 15 centimètres d'épaisseur, reposant sur un lit de cailloutis stérile, antérieur à l'arrivée de l'homme.

Les silex taillés du Trou-du-Renard présentent nettement les retouches caractéristiques du Moustérien moyen. Comme le montre la pho-

(1) J. Déchelette, *Manuel d'archéologie préhistorique, celtique et gallo-romaine*, Paris, 1908, p. 514, fig. 8.



tographie ci-jointe, les instruments en silex. par suite de la pénurie de la matière première, sont moins volumineux que ceux de La Quina. Selon M. Cl. Côte, ils sont semblables à ceux du gisement moustérien de Roches-Morand, dans la commune de Ternant (Côte-d'Or).

Les silex recueillis en 1872 dans les grottes de Soyons étaient également de petites dimensions. Une description détaillée de ces documents a été publiée à Chambéry. Elle est accompagnée de neuf planches représentant les instruments en silex et les coupes des différentes grottes.

Faune. — Les ossements fossiles découverts dans la couche préhistorique du Trou-du-Renard ont permis d'identifier les espèces dont les noms suivent :

Cervus capreolus, Cervus elaphus, Cervus megaceros, Equus caballus, Equus asinus, Sus scrofa, Ursus spelœus et *Rhinoceros Merckii.*

D'autres restes osseux, trouvés dans les dépôts récents de la caverne, se rapportent aux espèces suivantes : *Lepus timidus, Lepus cuniculus, Capra hircus, Felis catus, Canis vulpes* et *Meles taxus.*

L'étude des fossiles recueillis autrefois dans les grottes de Soyons a été faite par Gabriel de Mortillet, qui a donné, des espèces reconnues, la liste suivante : *Rhinoceros tichorhinus, Elephas primigenius, Equus caballus*, Capra ibex, Renne, *Cervus capreolus*, Cerf, Bœuf, Sanglier, Ours, Hyène, Chien et Loup (1).

Conclusions. — La liste des fossiles découverts par M. Laurent est intéressante surtout par la présence de *Cervus megeceros*, de *Rhinoceros Merckii* et d'*Equus asinus*, qui ne sont pas représentés sur la liste de MM. Lepic et de Lubac.

Cervus megaceros a été identifié d'après plusieurs molaires inférieures et supérieures qui se distingent facilement du cerf élaphe et du chevreuil.

Equus asinus a été reconnu d'après une troisième arrière-molaire supérieure, très différente de celles qui caractérisent *Equus caballus*. D'après sa dentition le Cheval du Trou-du-Renard a environ la taille du Cheval de Solutré. L'Ane de la même caverne ressemble par son arrière-molaire à celui qui a été signalé par M. Boule dans les grottes de Grimaldi.

Enfin, la présence de *Rhinoceros Merckii* n'est pas douteuse, elle est attestée par deux arrière-molaires supérieures de forme très typique. Une prémolaire de Rhinocéros nous avait été communiquée d'abord et, en raison de ses caractères incertains, nous l'avions attribuée provisoirement à *Rhinoceros tichorhinus* signalé déjà dans les grottes de Soyons. Mais, peu de temps après, deux arrière-molaires étaient trou-

---

(1) Lepic et de Lubac, *loc. cit.* (matériaux pour l'histoire, etc., p. 429).

vées dans le Trou-du-Renard. Ces molaires sont identiques à celle provenant des sablières de Villefranche (Rhône) et identifiée par l'illustre paléontologiste Albert Gaudry (1).

Les récentes fouilles effectuées dans le Trou-du-Renard, à Soyons, démontrent donc l'existence d'*Equus asinus* dans la vallée du Rhône, à l'époque moustérienne et la persistance, à la même époque, de *Cervus megaceros* et de *Rhinoceros Merckii* qu'on pouvait croire caractéristiques d'une période plus ancienne.

H. LAGOTALA
Dr. Sc.

INDUSTRIE LITHIQUE DE CARACTÈRE PALÉOLITHIQUE PROVENANT DU CONGO FRANÇAIS

Le rapport de la mission J.-M. Bel (2) signale la découverte, sur les hauteurs de M'Boko-Songo (à 200 km. W. de Brazzaville), d'une « hache en pierre taillée, de grès calcaire, assez tendre, polie au tranchant, ayant 140 mm. de longueur, 77 mm. de largeur au centre, 40 mm. au tranchant et 33 mm. d'épaisseur.

Lombard (3), en 1928, a indiqué la présence d'objets en pierre taillée dans les sables et au contact de grès crétacés, sur l'emplacement de la ville de Pointe-Noire. En 1929, Babet (4) a décrit et figuré un instrument de silex provenant de Pointe-Noire et quatre autres de quartzite recueillis dans la plaine de M'Pila à Brazzaville. Il s'agit d'un coup de poing lancéolé, d'un éclat triangulaire retouché, d'une pièce amygdaloïde et d'un racloir double moustérien.

Au cours des années 1928-1932, nous avons eu l'occasion de recueillir incidemment quelques pièces qu'il nous paraît intéressant de signaler. Certaines d'entre elles ont été trouvées par le Commandant Carrier. Les douze pièces trouvées proviennent de *Mindouli-Mines*, de la région du *Pont-des-Lianes* (sur la Loukouni, affluent du Niari, près

---

(1) Cl. Gaillard, sur l'âge des sables quaternaires de Villefranche, Rhône. (*Comptes rendus Acad. des Sciences*, Paris, 1898, t. 126, p. 447.)

(2) I. M. Bel. Rapport sur une mission au Congo français (1906-1907). Nouvelles Archives des Missions scientifiques, t. XVI, Imjr. Nat. Paris, 1908.

(3) J. Lombard. Notes préliminaires sur la géologie de l'Afrique équatoriale Pointe Noire.
française : 1. Indices d'une transgression marine récente dans la région de

(4) V. Babet. Etude géologique de la zone du chemin de fer Congo-Océan. Paris, Larose, 1929.

de Mindouli), des hauteurs au S. de *Mafouana* (125 km. W. de Brazzaville), et de *Moubiri*, au S. du gîte cuprifère (W.N.W. de Mindouli).

N° 1. Belle pièce régulière amygdaloïde, à large retouche sur les deux faces et retouches fines sur une extrémité (114 mm. × 70 mm. × 30 mm.), chert oolitique.

N° 2. Utilisation d'un galet subrectangulaire taillé à l'une de ses extrémités sur les deux faces (94 mm × 63 mm. × 18 mm.), grès quartziteux.

N° 3. Pièce allongée taillée à grands éclats sur les deux faces et retouchée à l'une des extrémités et sur un bord, l'autre bord étant plat et formant dos, forme de tranchoir (108 mm. × 35 mm. × 22 mm.), quarzite.

N° 4. Hache amygdaloïde élancée et régulière (90 mm. × 44 mm. × 25 mm.), grès quartziteux.

N° 5. Pièce plate ovale à talon, retouchée sur tout le pourtour sauf le talon (81 mm. × 44 mm. × 15 mm.), grès dur.

N° 6. Pièce grossièrement taillée en forme de hache allongée (117 mm. × 48 mm. × 31 mm.), grès quartziteux.

N° 7. Hache grossière allongée peu retouchée (119 mm. × 53 mm. × 28 mm.), quartzite.

N° 8. Pièce amygdaloïde retouchée sur les deux faces et les trois quarts du pourtour (90 mm. × 43 mm. × 29 mm.), silex.

N° 9. Eclat sub-rectangulaire retouché sur les trois côtés, rappelle le double racloir moustérien (78 mm. × 43 mm. × 18 mm.), grès quartziteux.

N° 10. Galet de silex bleu clair, allongé, retouché à l'une de ses extrémités sur les deux faces (100 mm. × 48 mm. × 23 mm.).

N° 11. Pièce allongée légèrement arquée retouchée irrégulièrement (92 mm. × 42 mm. × 18 mm.), chert oolitique.

Toutes ces pièces montrent une patine accentuée. Les retouches elles-mêmes ne présentent que rarement une patine différente de celle de la pièce entière. Les formes les plus fréquentes sont celles de haches ou coup de poing.

Les pièces ont été trouvées à la surface du sol. Il est impossible de préciser leur âge.

Près de Mindouli, au sommet du Pic de Gomba, se trouve une grande accumulation d'objets en pierre taillée, semblant présenter un type plus fin que celui que nous venons de décrire (pointes, burins, etc.). Nous n'avons pas eu le temps de visiter ce gisement, où des pièces ont été trouvées par M. Grosset.

Remarquons que les quartzites qui ont servi à confectionner quelques-unes des pièces trouvées n'existent que dans la région de Brazzaville et du Mayombe ou sur le pourtour du massif de Du Chaillu (par-

fois à l'état de galets dans les conglomérats des Grès des Cataractes). Quant aux cherts oolithiques et aux silex, ils se trouvent dans les formations des calcaires du Niari. Entre Brazzaville et l'Océan Atlantique, nous comptons actuellement les stations suivantes ayant fourni de l'industrie lithique : Brazzaville, Pont-des-Lianes, Mindouli-Mines, Pic de Comba, Moubiri, Mafouana Sud, M'Boko-Songo et Pointe-Noire. Ces stations sont à rapprocher de celles découvertes au Congo belge, notamment sur les rives du Stanley-Pool (Kalina). Il est probable que cette industrie de la pierre s'est maintenue dans cette région jusqu'à une époque relativement récente. Les indigènes actuels semblent cependant ignorer la provenance de ces pierres. Il reste à définir si les indigènes qui ont exploité le fer, le cuivre et le plomb du bassin du Niari sont les mêmes que ceux qui taillèrent ces pierres.

Dr MIRIMANOFF

L'ASPECT MÉDICAL DE CERTAINES DYSTROPHIES CRANIO-FACIALES

(RÉSUMÉ)

L'auteur attire l'attention sur l'intérêt médical de certaines dystrophies osseuses cranio-faciales ; d'une part le syndrome de cranio-synostose pathologique, et d'autre part l'hypertélorisme. Au premier appartiennent l'oxycéphalie, la scaphocéphalie, l'acrocéphalo-syndactylie, la dysostose cranio-faciale, dans lesquelles les troubles oculaires : atrophie des nerfs optiques, exophtalmie, strabisme occupent le premier plan. Par ailleurs, l'hypertélorisme (exagération de la distance inter-oculaire) décrit par Greig en 1924 résulte d'une malformation embryonnaire du sphénoïde. La cause première de ces dystrophies reste inconnue.

A la suite de la discussion provoquée par cette discussion, le vœu suivant a été émis par la Section :

« La 10e section émet le vœu que des études d'un caractère semblable à celle qui vient d'être exposée, soient multipliées. On aboutirait ainsi à une connaissance plus approfondie de certains caractères anatomiques qui pourraient conduire à des fins pratiques. »

Dr HENRI-MARTIN

UN HORIZON CORRESPONDANT A L'AURIGNACIEN INFÉRIEUR DÉCOUVERT A LA QUINA

Dans un récent travail, sur l'Aurignacien de La Quina (1), cote Z, j'ai exposé l'historique de la question, puis la stratigraphie et l'industrie. Les couches signalées comprennent plusieurs niveaux appartenant à l'Aurignacien moyen ; certaines pièces caractérisent la couche supérieure et d'autres semblent spéciales à la couche inférieure. Ainsi la pointe à base fendue, type d'Aurignac, existe dans le niveau inférieur de l'Aurignacien moyen, et le grattoir nucléiforme, type de la Cumba del Bouitou, dans le niveau supérieur.

Depuis, j'ai découvert dans une nouvelle tranchée, désignée par la lettre Y, un nouvel horizon qu'on peut rattacher à l'Aurignacien inférieur.

Dans la tranchée Z, le niveau le plus inférieur contenait la pointe à base fendue, cette magnifique production de l'industrie aurignacienne était représentée par de nombreuses variétés. Sous cette couche dans la Cote Z de la station, l'industrie disparaissait, le calcaire en place se rencontrait et l'Aurignacien inférieur n'était représenté par aucune pièce.

Aussi j'ai été fort surpris lorsque dans la nouvelle tranchée ouverte en 1932, à 15 mètres en amont de la cote Z, j'ai rencontré un nouvel horizon archéologique important. Cette Tranchée est désignée par la lettre Y. La couche est assez épaisse, elle atteint même un mètre par endroits, elle est composée de fragments calcaires anguleux enrobés d'une couche argileuse brune verdâtre, cette couche est humide. Au-dessous de cette formation, les éléments deviennent sableux, puis la sonde paraît rencontrer du calcaire en place.

L'industrie recueillie est très intéressante, elle contient seulement un outillage en silex. Les belles pointes en bois de Renne sont absentes, les poinçons prélevés sur les os longs de Lièvre et de Renard n'existent pas encore. Cet horizon contient uniquement des silex taillés qui appartiennent au groupe des pointes emmanchables. La destination de ces pointes est visiblement celle d'une arme de jet, car l'extrémité siliceuse qui terminait la hampe d'une pointe effilée devenait une arme assez meurtrière.

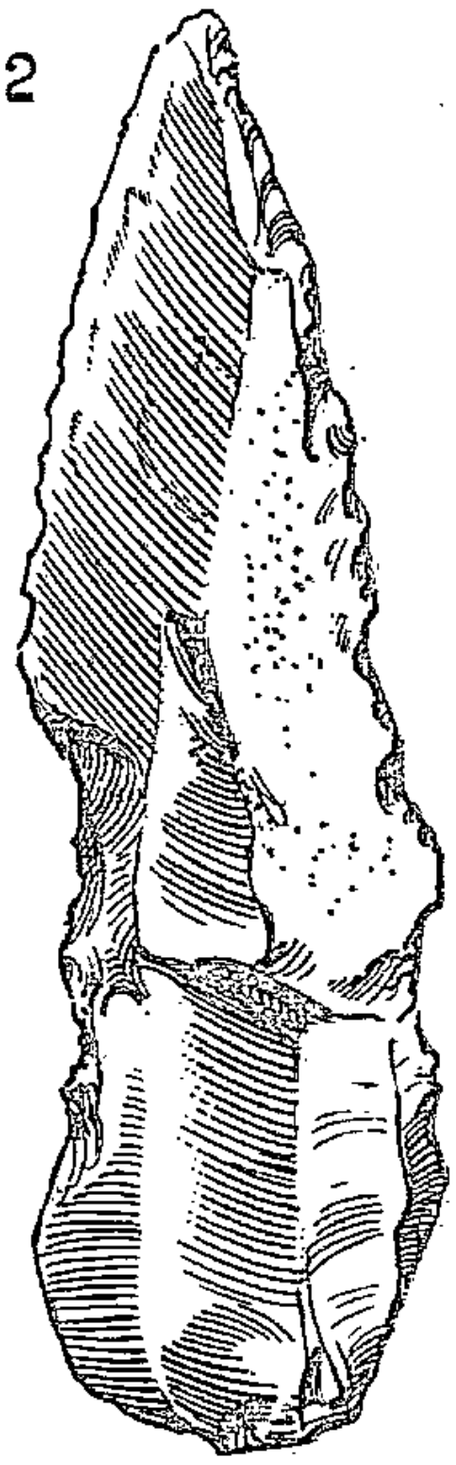
---

(1) Dr HENRI-MARTIN. La station aurignacienne de La Quina. Extr. du Bull. Soc. arch. et histor. de la Charente, 1930.

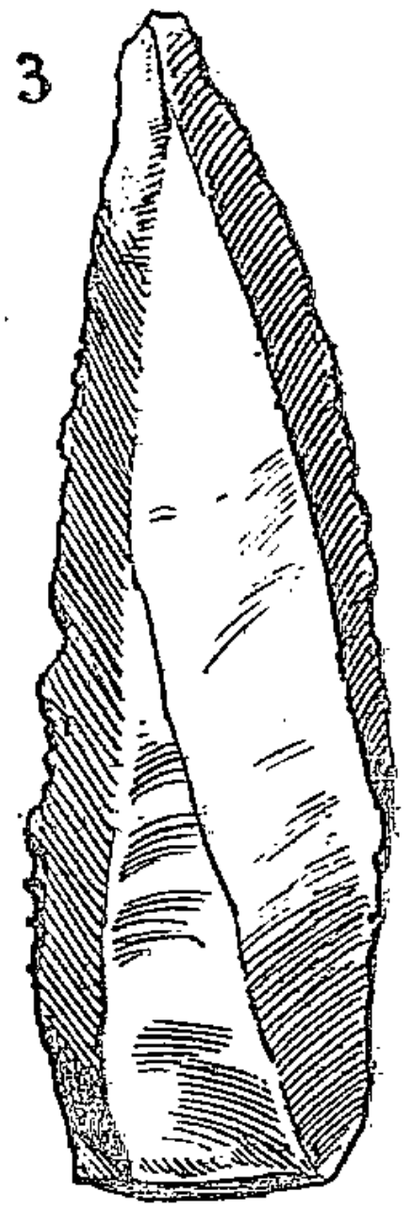
1



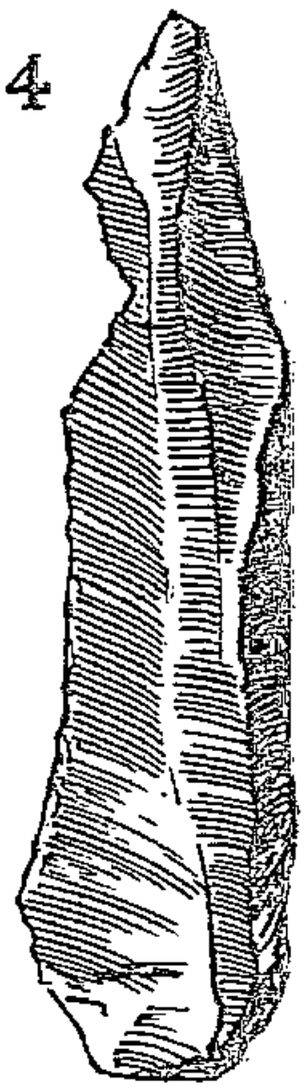
2



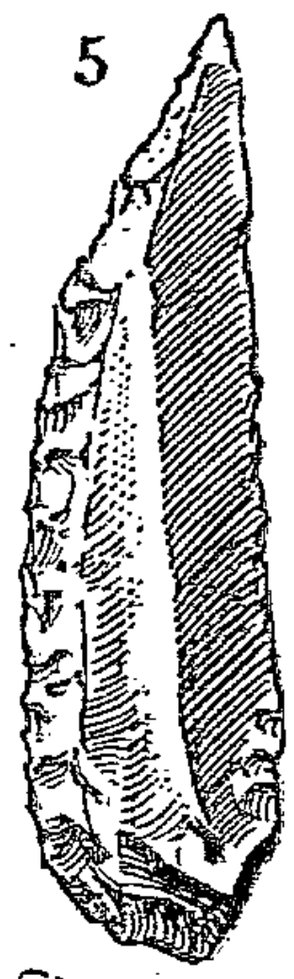
3



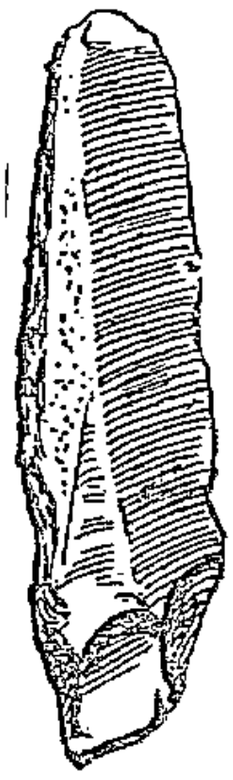
4



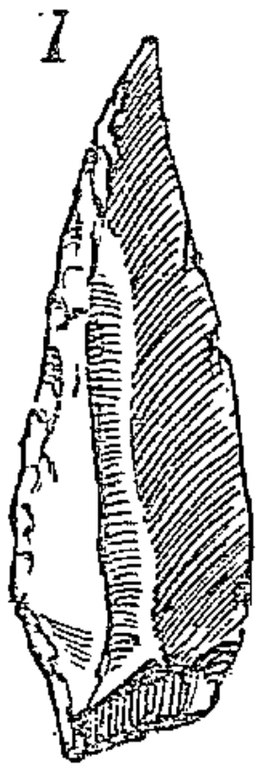
5



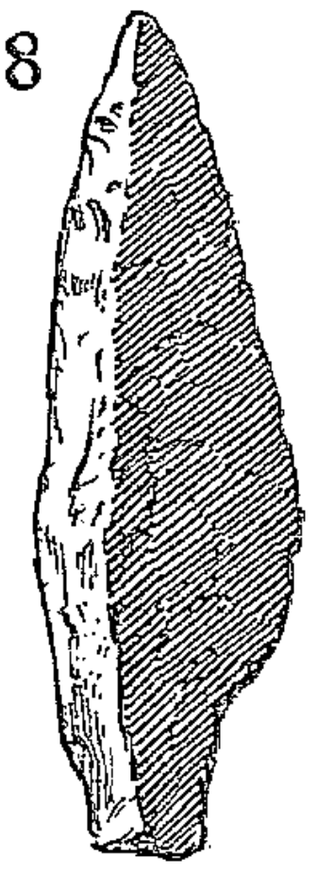
6



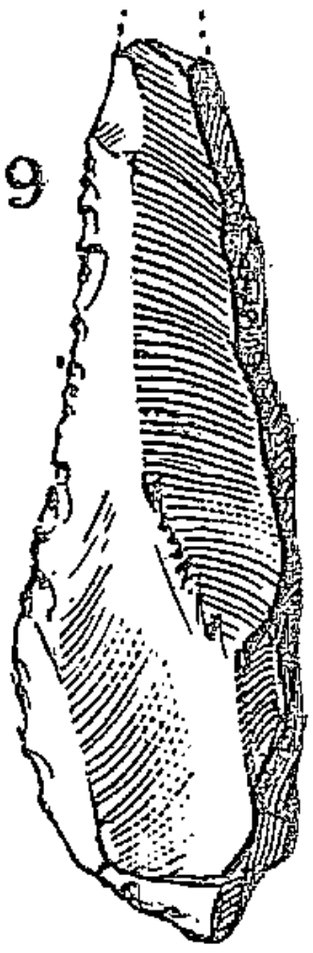
7



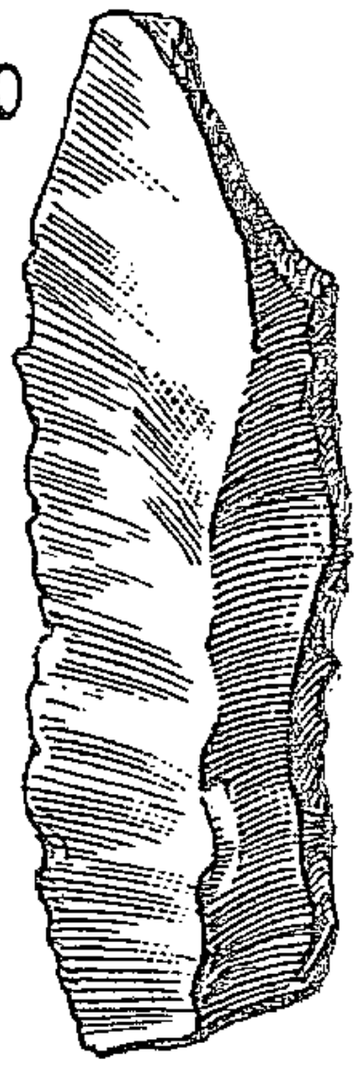
8



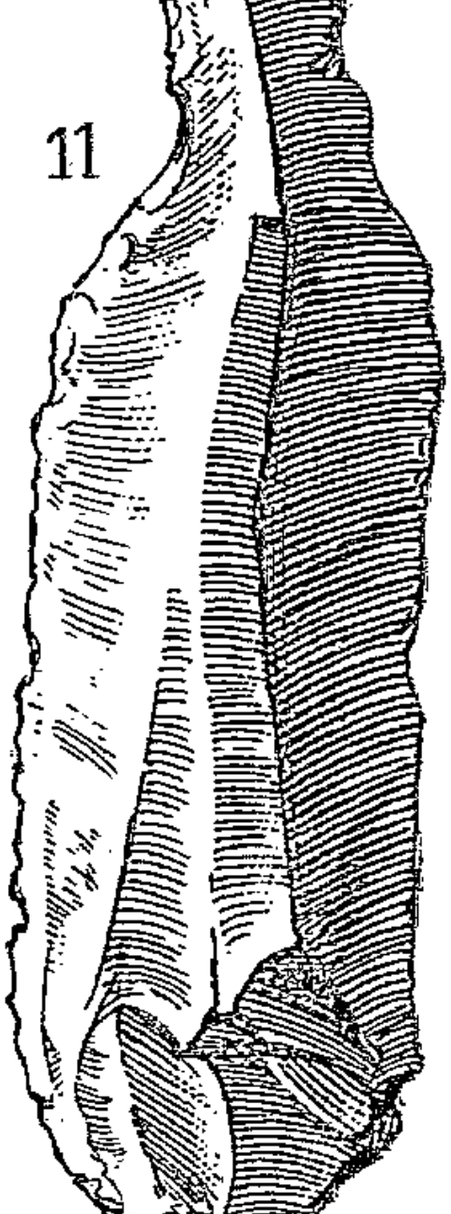
9



10



11



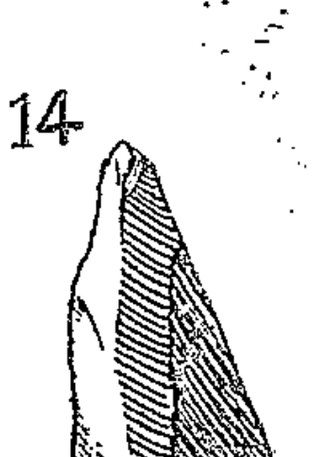
12



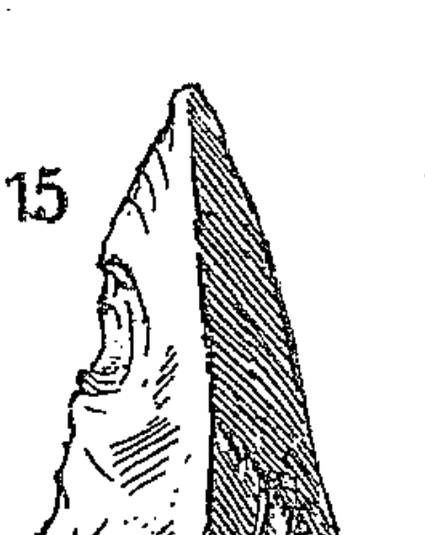
13



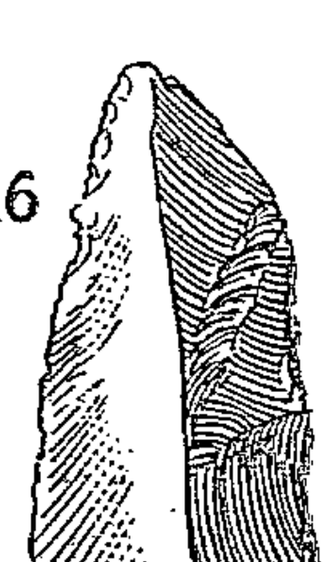
14



15



16



17



PLANCHE I

Aurignacien inférieur de La Quina. Tranchée Y

Fig. 1. — Pointe. Un bord très tranchant dans son éclatement primitif. Le bord opposé à gauche est retaillé dans toute la longueur. La pointe terminale est un peu écrasée. La base est amincie à l'aide de deux grands éclats sur la face supérieure et d'un éclat sur la face inférieure.

Fig. 2. — Pointe très voisine de la précédente, le travail intéresse les deux bords, surtout le droit. La pointe est bien conservée. La base est amincie à la face supérieure par 3 longs éclats et un éclat mince sur le bulbe diminue encore l'épaisseur.

Fig. 3. — Pointe oblongue, pas de retouches sur les deux bords latéraux. Extrémité acérée légèrement tronquée. Sur les deux bords existent des traces d'utilisation. Amincissements de la base.

Fig. 4. — Pointe correspondant à un éclat très peu retouché; le bord marginal droit seul dans sa moitié inférieure porte des retouches. Il existe un plan de frappe à la base avec deux petites bulbes de percussion.

Fig. 5. — Pointe un peu épaisse à la base. Le bord droit dans son état de débitage est tranchant. Le bord gauche est épais et rabattu. L'axe longitudinal de la pièce est dévié à droite dans le tiers supérieur. Traces d'utilisation sur le tranchant latéral droit.

Fig. 6. — Petite pointe. Extrémité antérieure fracturée accidentellement. Bord marginal gauche rabattu. Bord marginal droit tranchant avec traces d'utilisation. Base amincie et rétrécie. Tendance au pédoncule.

Fig. 7. — Pointe déviée à droite par une taille oblique du bord gauche. Ce bord marginal gauche est rabattu. Bord marginal droit mince et tranchant avec traces d'utilisation. Base retaillée, amincie et rétrécie.

Fig. 8. — Pointe à bord gauche abattu. Bord droit tranchant, mince avec traces d'utilisation. Extrémité antérieure pointue. Base transformée par la taille en un pédoncule. Pièce en quartzite.

Fig. 9. — Pointe à bord droit abattu. Son épaisseur atteint 5 millimètres. Le bord gauche est très utilisé, il était spontané, la pointe active est cassée accidentellement. La base est légèrement amincie et rétrécie.

Fig. 10. — Pointe sans élégance. Bord droit abattu dans toute la longueur. Son épaisseur est de 3 mm. 5. Bord gauche spontané, tranchant utilisé. Pointe active légèrement cassée, base amincie.

Fig. 11. — Pointe longue et mince. Deux bords latéraux spontanés. Tranchants et utilisés. Pointe active rétrécie en très bon état, légèrement retouchée. Base amincie par des éclats sur la face dorsale.

Fig. 12. — Pointe à bords droit abattu. Epaisseur 5 mm. Bord gauche spontané et tranchant. Base épaisse, mais rétrécie. Aspect pédonculé. Pointe active en très bon état.

Fig. 13. — Bord gauche abattu. Epaisseur 5 mm. Bord droit spontané, tranchant utilisé. Pointe active légèrement fracturée. Base rétrécie et amincie par la taille. Pédoncule par retouches complémentaires à la face postérieure.

Fig. 14. — Deux bords latéraux spontanés. Tranchants non utilisés. Pointe active en bon état. Base rétrécie, amincie, formant pédoncule.

Fig. 15. — Pointe massive bord spontané. Le bord gauche est légèrement retouché, il est épais et utilisé. Pointe terminale en bon état. La pièce est prismatique triangulaire. Base large, très amincie par de forts éclats sur la face dorsale.

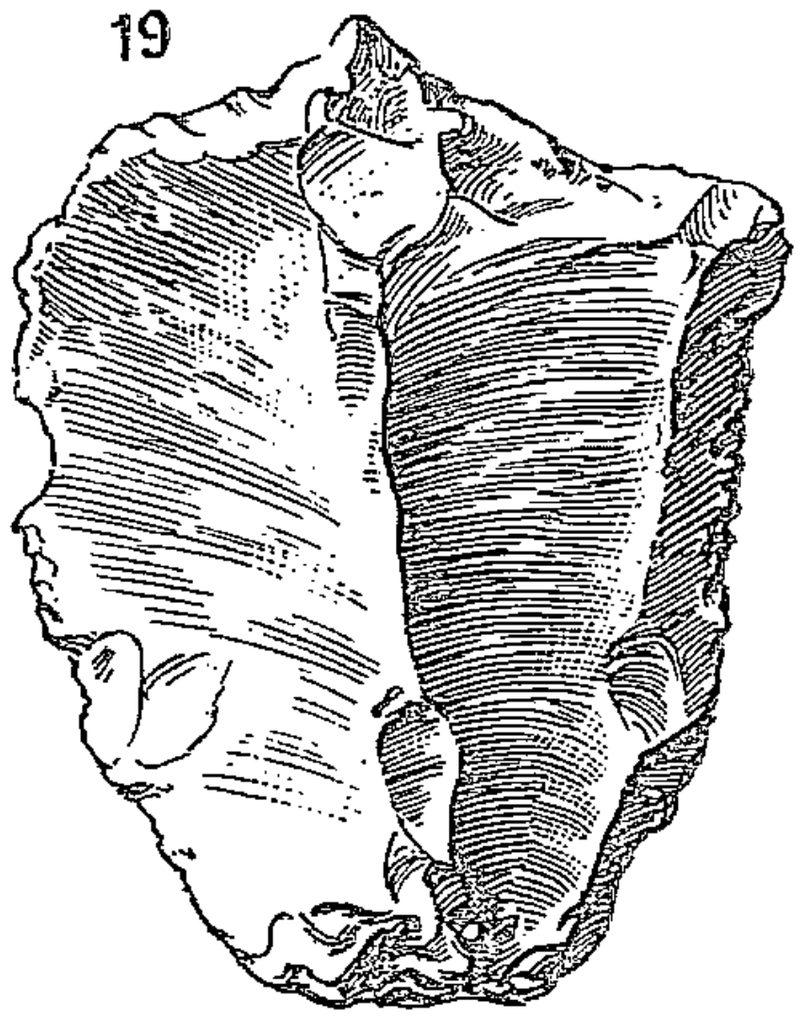
Fig. 16. — Le bord droit est légèrement abattu, le bord gauche spontané est tranchant et utilisé. Pointe assez large. Base rétrécie et amincie. Tendance au pédoncule.

Fig. 17. — Bord gauche abattu dans toute la longueur. Epaisseur voisine de 5 mm. Bord droit spontané, tranchant dans la moitié antérieure, épais dans la moitié postérieure, puis retaillée vers la base.

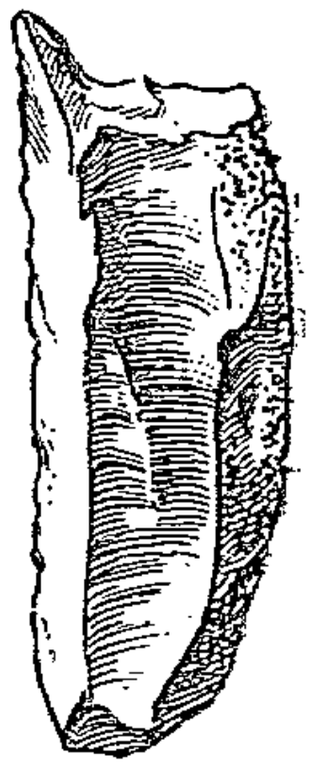
18



19



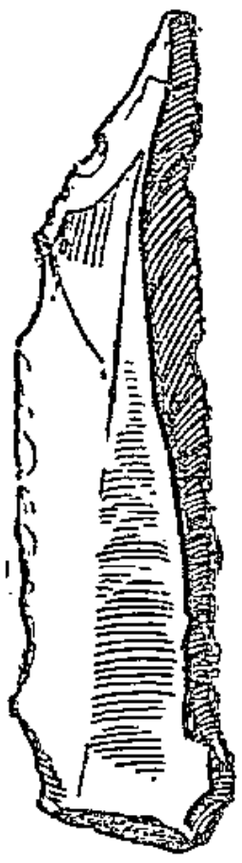
20



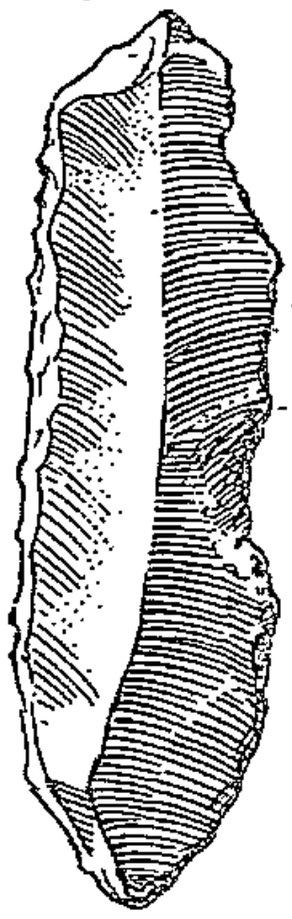
21

22

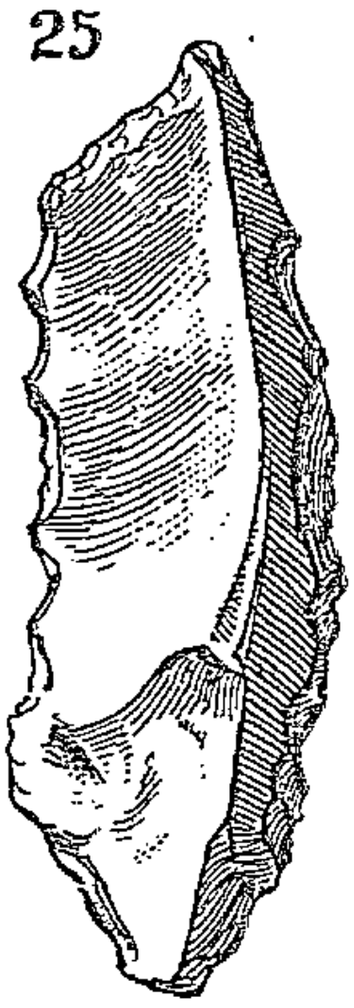
23



24

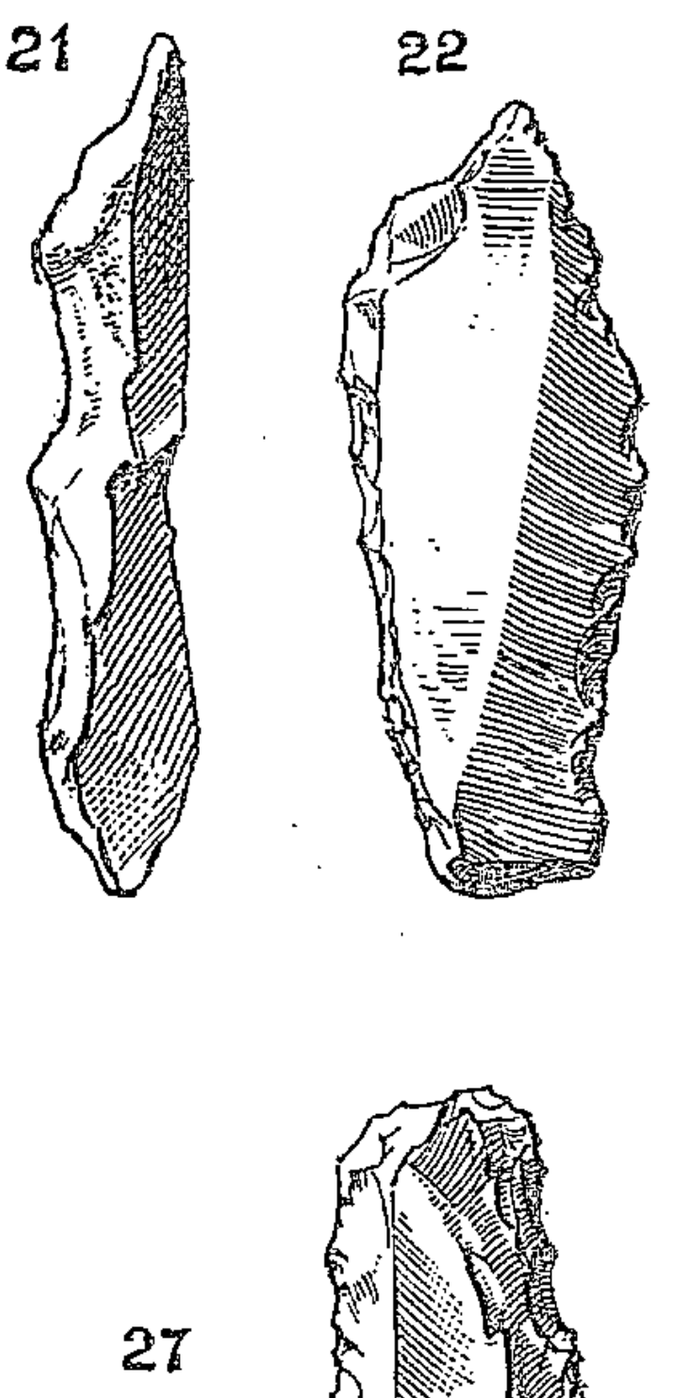


25



26

27



28

29



29 bis



PLANCHE II

Fig. 18. — Burin sur lame grossière. La taille du burin paraît ici intentionnelle, mais sans sûreté de main, ni belle exécution. Des traces d'écrasement sur le tranchant du burin indiquent un usage certain, mais l'instrument a peut-être agi comme un taraud.

Fig. 19. — Fragments de lame. Bords latéraux retouchés et utilisés. Le bord antérieur provenant d'une fracture est rabattu. L'angle droit porte un petit grattoir-museau et la région médiane de ce bord est occupée par un poinçon.

Fig. 20. — Eclat de taille de forme prismatique. Le bord antérieur porte un poinçon usagé sur l'angle gauche.

Fig. 21. — Pointe de forme grossière, cependant le bord gauche porte des retouches intentionnelles.

Fig. 22. — Lame à retouches périphériques. Bord gauche très abattu. L'extrémité antérieure en pointe. Extrémité postérieure en grattoir. Bord droit très utilisé.

Fig. 23. — Pointe provenant d'un éclat spontané. Les bords latéraux sont irrégulièremennt rabattus. La pointe est dégagée et la base retaillée.

Fig. 24. — Pointe à bord rabattu. Bord droit tranchant, usagé et portant une coche.

Fig. 25. — Pointe à bord droit rabattu. Bord gauche très irrégulièrement usagé.

Fig. 26. — Longue pointe irrégulière massive. Bord droit rabattu très épais. Bord antérieur avec retouches. Bord postérieur en grattoir-museau.

Fig. 27. — Lame fragmentée, irrégulière portant sur son bord antérieur à l'angle droit un prolongement, sorte de long taraud. Toutes les régions, sauf le bord postérieur, sont très retouchées et utilisées.

Fig. 28. — Petite lame à grand bord gauche rabattu. Le bord droit est tranchant. La base est retaillée et la pointe cassée.

Fig. 29. — Lame triangulaire. Bord gauche rabattu. Bord droit très utilisé et irrégulier. Pointe un peu mousse. Deux éclats à la base sur la face dorsale pourraient favoriser l'emmanchement en diminuant l'épaisseur de la base.

Fig. 29 *bis*. — Face opposée de figure 29.

Ces pointes siliceuses sont de plusieurs types ; on peut les rapprocher de celles désignées improprement sous le nom : *à dos rabattu*. Ce n'est pas sur le dos des pièces que nous trouvons un travail de retouches, mais bien sur un bord latéral. Ces retouches modifient l'aspect primitif de l'éclat. Ces pointes dont la section transversale offre une surface triangulaire, possèdent une extrémité antérieure plus ou moins effilée. L'extrémité postérieure ou basilaire est fort remarquable. La base est ordinairement retouchée, transformée et destinée à l'emmanchement. La modification de la base peut intéresser son épaisseur ou sa largeur, parfois même la taille bilatérale vient modifier cette région et en faire un véritable pédoncule (Pl. 1, fig. 6, 8, 12 et 13.)

Déjà à une époque plus reculée, le Moustérien supérieur de la Quina, à une faible distance du point où j'ai pratiqué ces fouilles aurignaciennes, j'avais découvert des pointes traitées de la même façon et destinées selon toute vraisemblance à l'emmanchement. L'arme de jet

qui, n'était pas ignorée au Moustérien ne l'était pas moins à l'Aurignacien.

Nous retrouvons l'intention formelle de l'emmanchement dans le dispositif varié et ingénieux de la région basilaire de la pointe. A côté de ces pointes qu'on peut rapprocher de celles de Chatelperron, j'ai trouvé des lames assez longues, où la facture est sans habileté.

Les burins sont rares, la figure 18, Pl. II, en représente cependant un exemplaire. J'ai également trouvé quelques perçoirs en silex. En somme, l'outillage est un peu grossier et sans aucun souci de l'élégance. Nous sommes encore loin de l'habileté solutréenne.

Les pièces recueillies en 1932 dans ce niveau forment une série de 200 types environ ; il faut les placer à la base de l'Aurignacien de La Quina. La position stratigraphique est très précise, elle est située immédiatement au-dessous de la pointe à base fendue. Ici l'Aurignacien inférieur répond à une précision stratigraphique ; les éléments qui composent la couche sont très différents de ceux rencontrés dans l'Aurignacien moyen. Le niveau inférieur s'est déposé dans une sorte de lagune, tandis que les strates de l'Aurignacien moyen correspondent à des foyers horizontaux fréquentés par l'homme.

Dans cette station de La Quina, cote Y, nous avons comme en Z des couches superposées dans le caniveau séparant la digue de la falaise ; ces couches de remplissage étaient sensiblement horizontales, elles contiennent des lits de pierres colorées en rouge par des sels de fer réduits et en noir par des os brûlés. Ici, dans ce niveau inférieur, aucune coloration rouge ou noire, les traces d'une nappe d'eau vaseuse coulant dans le caniveau parallèlement à la falaise, cette nappe entraînait les débris industriels en silex. Ce dépôt inférieur atteint parfois un mètre d'épaisseur, il est composé de petits fragments de calcaire très serrés et enrobés de vase brunâtre. L'industrie en os fait défaut, elle n'est représentée par aucun débris déterminable.

Ce niveau n'offre qu'une variante locale de l'Aurignacien inférieur, mais il apporte quelques éléments qui permettront un jour d'éclaircir les débuts de cette époque encore plongée dans l'ombre.

Révérend Père MOOS

PIÈCES CARASTÉRISTIQUES TROUVÉES AU COURS DES DERNIÈRES FOUILLES DE LA STATION DE RYCKHOLT-SAINTE-GERTRUDE (LIMBOURG HOLLANDAIS) (1)

(1) Cette communication fait partie d'un travail d'ensemble qui doit paraître dans le Bulletin de la Société Préhistorique Française.

A. L. PÉRIER

DE QUELQUES CARACTÈRES PARTICULIERS DE LA MANDIBULE DES BOSCHIMANS

Sans entrer ici dans une étude approfondie, nous nous proposons de mettre en évidence certaines particularités anatomiques intéressantes de ces mandibules. A un examen, même superficiel, elles présentent de grandes différences avec ce que l'on constate chez l'homme de race blanche. La branche montante est large et courte, avec un coroné trapu, souvent mal dégagé d'une échancrure sigmoïde, elle-même peu incurvée. Le condyle a un col épais dont les bords externes et internes rejoignent la zone articulaire par des courbes peu prononcées. Le bord tranchant de l'échancrure sigmoïde se termine sur la partie la plus externe de la tête du condyle. La face antéro-interne de cette tête, au lieu d'être profondément concave, comme c'est généralement le cas chez les mandibules européennes, est plane, parfois même convexe et présentant de petits tubercules mousses. Il faut voir ici le résultat d'une insertion particulièrement forte du ptérygoïdien externe ; nous avons montré ailleurs que l'action de ce muscle est très puissante dans ce groupe ethnique (1). Cet ensemble de caractères constitue en somme un type ancien que l'on trouve réalisé dans sa plus haute expression, par la mandibule de Mauer. Il faut observer toutefois que les mandibules boschimanes sont loin, pour la plupart, de présenter la massivité et la robustesse animale de la mâchoire chelléenne. Pour définir clairement la largeur de la branche montante, nous avons calculé un indice qui donne la relation entre la largeur et la hauteur de la branche ; ce dernier diamètre, pris comme dénominateur, est mesuré dans l'axe de la branche, du fond de l'échancrure sigmoïde au bord inférieur de l'os. Les résultats sont très intéressants. Tandis que, sur un groupe de mandibules genevoises, nous avons trouvé un indice moyen de 66, les Boschimans, eux, ont 89,4 pour les hommes et 89,9 pour les femmes. La même recherche faite sur deux groupes africains voisins des Boschimans a donné pour l'un d'eux (Hottentots, hommes) 88 et pour l'autre (Griquas des deux sexes), 86,57. Les mandibules à indice de 100 et plus ne sont pas rares. Le même indice, pris sur le moulage de la mâchoire de Mauer, atteint 85,4.

Un autre caractère très particulier de ces mandibules boschimanes est la différence marquée entre les hauteurs du corps de l'os prises,

(1) A.-L. PÉRIER. La variation normale des rapports entre les arcades dentaires, etc. *Revue mens. suisse d'Odontologie*, n° 12, 1932.

l'une à la symphyse, l'autre dans la région molaire, juste en avant du bord antérieur de la branche montante. Le second de ces diamètres est beaucoup plus petit par rapport au premier que c'est le cas chez l'Européen. Sur un groupe boschiman et sur un groupe alpin (20 mandibules), on trouve les moyennes suivantes :

	Hauteur symphysienne	Hauteur molaire
Boschimans	31.4 mm.	21,1
Alpins	26,5 mm	23,7

Chez certains sujets, cette différence est extrêmement prononcée ; ainsi, dans un cas, on trouve une hauteur symphysienne de 31 mm. et une hauteur molaire de 19 mm. seulement. Il n'est pas facile d'interprêter cette curieuse disposition architecturale. Comment se fait-il que la masse osseuse soit si diminuée au niveau de la 3e molaire, précisément chez une peuplade inférieure chez laquelle cette dent est particulièrement bien développée, dans sa partie coronaire tout au moins ? Ceci prouve, en tout cas, que la dent de sagesse n'influe nullement par sa présence, sur le développement en hauteur de la masse osseuse qui la soutient. Cette disposition ne paraît pas constituer un caractère inférieur ou ancien. On ne la retrouve ni sur les mandibules de Mauer et de Weimar ni sur les nombreux sujets africains et australiens que nous avons pu examiner. Peut-être se rencontre-t-elle sur quelques mandibules de Krapina, bien que les mensurations données par Gorjanovic-Kramberger n'attestent pas une différence des deux diamètres aussi considérable que celle que l'on constate chez les Boschimans. Quant aux anthropoïdes, ils ne présentent nullement ce caractère ; au contraire, ils ont un remarquable parallélisme entre bords supérieur et inférieur du corps de l'os. Avant que notre attention fût attirée sur cette faible hauteur molaire, nous avions déjà fait une observation qui lui est corrélative ; en effet, en étudiant les dents isolées, trop rares malheureusement, de ce groupe boschiman, nous avions constaté que les secondes et troisièmes molaires inférieures présentent une curieuse dysharmonie de développement entre couronne et racines ; ces dernières, souvent concrescentes, sont extrêmement petites par rapport aux robustes et volumineuses couronnes. Il y a ici un exemple très démonstratif de non corrélation entre deux éléments d'origine différente, constituant un tout organique. La couronne, dont la forme est définie par son enveloppe ectodermique, se développe selon ses lois propres, strictement sous la domination de facteurs héréditaires, tandis que la racine, élément mésodermique, adapte son évolution ontogénique à celle de la zone osseuse qui la contient.

La mandibule des Boschimans a encore une autre particularité architecturale intéressante ; c'est le peu de hauteur de la branche montante comparativement au développement de la partie horizontale de l'os.

Pour mettre la chose en évidence, nous avons mesuré sur 2 groupes de dix mandibules — Genevois 10, Boschimans 10 — d'une part le diamètre gonion-gnathion, d'autre part la hauteur de la branche, du gonion au bord supérieur du condyle. Le tableau suivant donne les chiffres moyens et le rapport centésimal des deux diamètres, le plus grand étant pris comme dénominateur.

	Hauteur	Diam. Gon. Gnath.	Indice
Boschimans	50,1 mm.	80,8 mm.	62,4
Genevois	62,2 mm.	78,7 mm.	79,5

Cette discordance entre les deux diamètres est très prononcée chez les Boschimans ; sur les dix individus, 4 ont des indices de 50 à 57 et l'indice le plus élevé est 74 seulement. Chez les genevois, l'indice le plus bas est 67 et le plus élevé 93.

Il est encore intéressant de constater que la valeur absolue moyenne du diamètre gonion-gnathion est plus forte chez les Boschimans que chez les Genevois. Pourtant les crânes de ces derniers sont sans doute plus volumineux ; il faut donc admettre que la mandibule se développe ici harmoniquement avec le neurocrâne et que son allongement sagittal, chez les Boschimans, correspond à la dolichocéphalie prononcée de ce groupe ethnique.

On peut maintenant se demander si ces particularités mandibulaires sont propres aux Boschimans ou si elles constituent des caractères généraux que l'on retrouvera dans d'autres groupes ethniques inférieurs. Une telle investigation dépasse le cadre de ce travail. Nous avons toutefois fait une comparaison avec un petit groupe de 5 mandibules néo-calédoniennes. La diminution de la hauteur molaire ne s'y constate pas. Pour les deux autres caractères étudiés, le tableau suivant donne les indices des trois groupes à comparer :

	Indice de la branche	Hauteur branche / Diam. gon. gnathion
Genevois	66	79,5
Boschimans	89	62,4
Néo-calédoniens	67,3	83,7

Sans accorder trop d'importance à ces chiffres, vu le petit nombre des néo-calédoniens, on est frappé par la concordance des indices genevois et néo-calédoniens et par la position tout à fait à part qu'occupe le groupe Boschiman. Quelle signification peut-on donner à ces faits ? S'agit-il d'un type architectural fixé par l'hérédité ou d'un caractère somatique acquis fonctionnellement ? Nous ne nous chargeons pas de trancher la question, mais nous pouvons dire en nous basant sur de nombreuses observations que la mandibule des Boschimans fonctionne surtout dans le plan horizontal sous l'influence des ptérygoïdiens externes. Mais si nous cherchons quelques points de comparaison chez

les simiens, nous voyons que les Hylobatidés dont les mandibules présentent assez nettement les particularités des Boschimans, ont par contre un processus angularis extrêmement développé. Or cette disposition révèle une très forte action des muscles à effet vertical — masséter et ptérygoïdien interne. — Au contraire, le gorille dont la branche montante est très haute et très développée par rapport au corps de l'os, a une région goniaque complètement arrondie. Il semblerait donc que la prédominance de tel ou tel type de mouvements mandibulaires est sans action déterminante sur la morphogenèse des particularités anatomiques que nous venons de signaler.

D. PEYRONY

DE L'USAGE PRÉSUMÉ DES LAMELLES DROITES OU COURBES A BORD ABATTU DU PALÉOLITHIQUE SUPÉRIEUR ET DU MÉSOLITHIQUE

Au cours de mes fouilles dans les divers gisements du département de la Dordogne, j'ai été frappé du peu de harpons plats en bois de cerf rencontrés dans les niveaux aziliens et, d'autre part, de la quantité de pointes courbes en silex, à bord convexe abattu, par retouches abruptes, soit totalement (fig. 4 et 5), soit partiellement aux extrémités (fig. 3 et 4).

A Longueroche, près du Moustier, Hauser a découvert un seul harpon plat accompagné d'un grand nombre de ces lames ; moi-même j'y en ai recueilli beaucoup, sans la moindre trace de harpon.

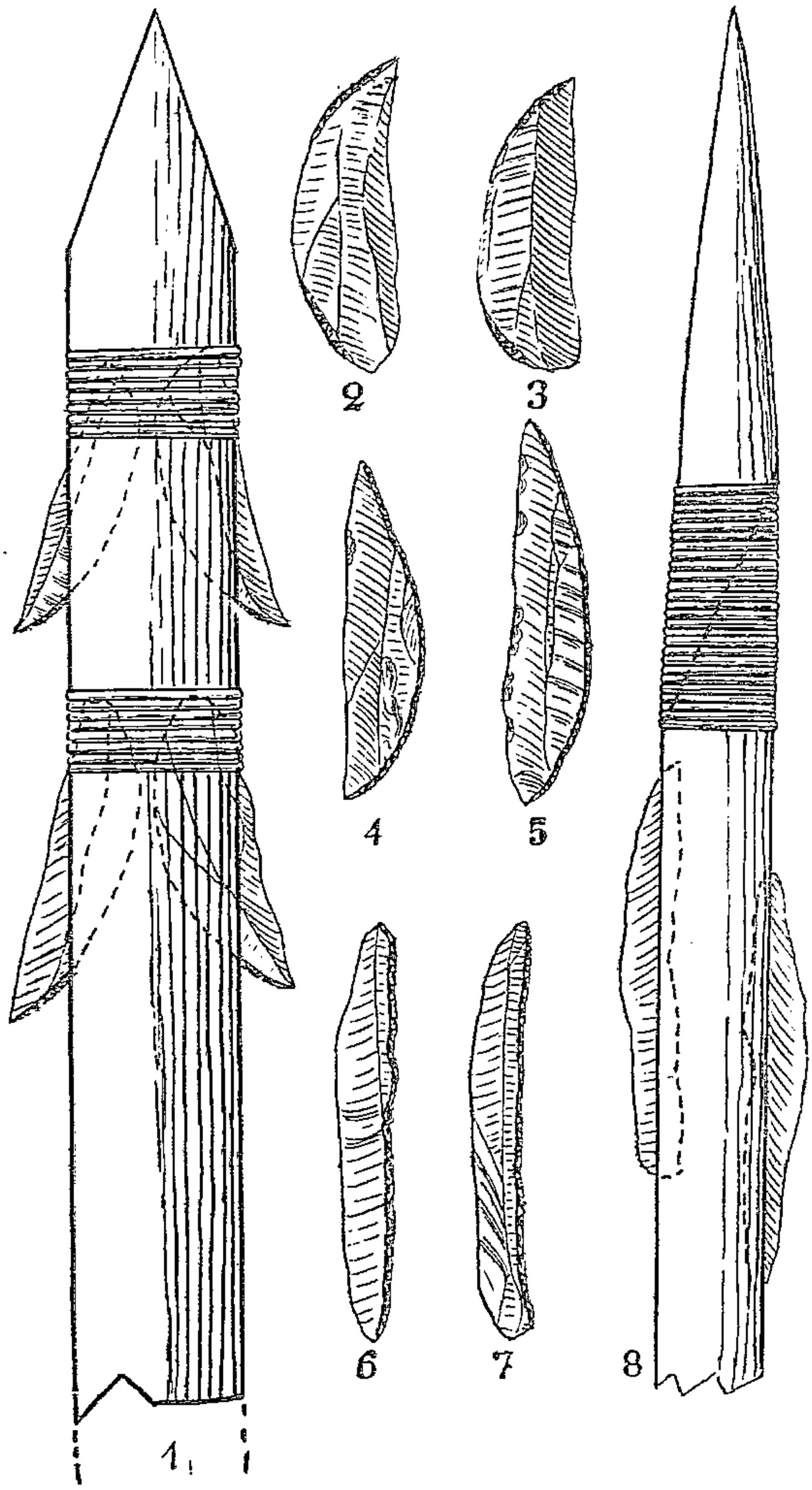
A cinquante mètres environ en aval du gisement classique de La Madeleine, dans le petit abri de Villepin, j'ai trouvé une industrie azilienne où abondent les lames courbes sans harpon. Il en a été de même dans les dépôts du Château des Eyzies et du Cap-Blanc, où cet horizon est représenté.

L'abondance de ces pièces en silex et la rareté des harpons en Périgord, alors que le fait contraire se produit dans la région pyrénéenne, m'ont suggéré l'idée que ces objets, dont l'usage est difficile à expliquer par leur emploi direct, avaient bien pu avoir été utilisés comme barbelures de harpons à fûts en bois : le dos encastré dans la monture et fixé à l'aide de gommes ou de résine, le tout solidement ligaturé, elles formaient des dents bien plus solides et bien plus coupantes que celles en os.

La fig. 1 représente l'image hypothétique de cette arme redoutable,

telle qu'on peut la concevoir. La partie tranchante des silex tournée vers la pointe permettait d'ouvrir une large plaie, tandis que la dorsale, épaisse vers la pointe, formant cran d'arrêt, maintenant l'arme dans la blessure, facilitait ainsi l'écoulement du sang et amenait la mort rapide de l'animal.

Je me suis demandé également, si les nombreuses lamelles droites à bord abattu qu'on rencontre nombreuses à la fin de l'Aurignacien et



du Solutréen et dans tout le Magdalénien, n'avaient pas été utilisées parfois, elles aussi, à armer latéralement, pour les rendre plus meurtrières, des lances, des sagaies, des casse-tête, etc., de l'époque.

Par exemple, les armatures de sagaie en os, ivoire ou bois de renne, à base à biseau simple, étaient vraisemblablement fixées à l'extrémité

d'une baguette en bois, de même grosseur, taillée de même, les biseaux appliqués l'un contre l'autre, le tout solidement ligaturé. Mais ainsi cette arme était peu meurtrière, pour l'y rendre, il suffisait d'encastrer latéralement, tout autour du fût, des lamelles à dos à retouches abruptes, comme les fig. 6 et 7, de les y fixer comme il a été dit précédemment, avec des gommes ou de la résine, le tranchant faisant saillie, comme dans la fig. 8. On obtenait ainsi un type de pointe barbelée un peu différent du précédent.

Il paraît probable que c'est à ces usages qu'était destinée la plupart des lamelles à bord abattu, l'irrégularité du dos produite par les retouches abruptes permettant une adhérence plus forte aux matières fixatives employées.

L'examen des lames en silex à dos abattu, soit partiellement, soit totalement, exposées au Musée préhistorique des Eyzies et provenant du Néolithique égyptien, vient confirmer mon hypothèse. Ces pièces, qui étaient des éléments de faucilles, portent encore parfois, sur la partie dorsale, des traces du bitume qui les fixait dans la monture en bois. Ici les retouches abruptes et les irrégularités de la partie encastrée étaient donc bien faites, sans le moindre doute, pour consolider l'objet. Il devait en être de même précédemment.

E. PEYRONY

EXPLORATION DE L'ABRI SOUS ROCHE DE « FONTAINE DE GAUDONNE » COMMUNE DE SAINT-AVIT-SÉNIEUR (DORDOGNE)

Au mois d'août 1931, délégué par mon père, Inspecteur des Monuments préhistoriques, je me suis rendu à Saint-Avit-Sénieur, au lieu dit « Fontaine de Gaudonne » afin d'explorer un petit abri sous roche.

Situé au-dessus d'une source claire et abondante, exposé au sud, dominant d'une trentaine de mètres le fond d'un vallon aux flancs abrupts, large de 8 à 9 m., profond de 5 m., il formait un excellent habitat.

Le sieur Hauser, antiquaire suisse, l'avait loué avant la guerre ; deux sondages avaient été faits, mais les travaux n'avaient pas été poussés plus avant.

J'ouvris une tranchée partant de la gauche de l'abri, en avant de l'aplomb de la voûte et se dirigeant obliquement vers le fond ; je rencontrai d'abord de la terre végétale sur un mètre d'épaisseur ; j'y trou-

vai pêle-mêle des silex, des fragments de poterie, du verre, des pans de muraille sans mortier ; au-dessous des débris calcaires stériles.

Vers le fond, le sol rocheux affleurait.

L'abri avait été vidé pour permettre l'édification de constructions.

Les quelques silex recueillis ne peuvent donner une indication bien précise sur l'âge exact de cet ancien dépôt ; ce sont :

5 burins droits ;
2 grattoirs courts ;
3 lamelles à bord abattu ;
2 fragments de lames retouchées ;
1 nucleus transformé en grattoir épais.

Les lamelles à bord abattu autorisent à penser qu'un gisement du vieux magdalénien a existé en cet endroit.

Eugène PITTARD
Professeur à l'Université de Genève

1° VARIÉTÉ DES PATINES OSSEUSES DANS UNE STATION PALÉOLITHIQUE

La patine a déjà été étudiée à diverses reprises, notamment celle des silex, celle des roches gravées, celle des ossements. On a utilisé ce caractère physico-chimique comme un argument démonstrateur dans les discussions relatives à l'authenticité de tels ou tels objets.

M. Eugène Pittard a eu l'occasion de recueillir, dans une même station moustérienne (Dordogne), des os d'animaux en différents endroits de la couche archéologique. Il montre que ces débris osseux ont des patines variées.

Plusieurs facteurs peuvent être envisagés pour les expliquer : variété des espèces animales auxquelles appartiennent ces os ; — variété des espèces végétales (action des racines) répandues sur la partie de la station, en dehors du surplomb ; — qualités peut-être diverses des terres mêlées aux ossements. Les différences chronologiques ne paraissent pas devoir être invoquées.

Les détails de cette communication paraîtront dans une autre publication.

2° CONTRIBUTION A L'ÉTUDE ANTHROPOLOGIQUE DES SERÈRES (DOCUMENTS RECUEILLIS PAR ERNEST CHANTRE) (1)

(1) Cette communication paraîtra dans les *Archives suisses d'anthropologie générale*, fasc. I, tome VI.

L. REVERDIN
Président de la Société suisse de Préhistoire

DE QUELQUES PIÈCES INÉDITES DU NÉOLITHIQUE LACUSTRE SUISSE ANCIEN

(RÉSUMÉ)

L'auteur décrit quatre pièces qu'il a récoltées dans la couche inférieure de la station néolithique de Port-Conty (Saint-Aubin), canton de Neuchâtel.

1. Un magnifique galet chloro-schisteux, de la zone du Grand-Saint-Bernard, montrant une profonde rainure obtenue par sciage et un travail de piquetage, très particulier, permettant de préciser la technique des opérations du sciage.

2. Les restes du plus ancien filet de pêche, exactement daté par sa position stratigraphique.

3. Un casse-tête ou une poignée d'un manche de hache, en bois de cerf, démontrant pour la première fois l'utilisation du coin dans la technique des Néolithiques.

4. Une gaine de hache munie d'une douille de renforcement, dénotant de la part de son auteur néolithique le goût d'un travail très soigné et une intelligence sortant de l'ordinaire.

14 photographies 13/18 et un dessin illustrèrent cette communication.

(Les détails de cette communication paraîtront dans une autre publication).

Marthe et St JUST PÉQUART

LA CIVILISATION MÉSOLITHIQUE EN BRETAGNE MÉRIDIONALE
Découverte d'une nouvelle station à l'île d'Hoëdic (Morbihan)

L'existence d'une civilisation mésolithique, absolument pure de tout mélange, dont nous avons eu la révélation dans le Morbihan, en 1928, avec la découverte d'un important habitat côtier (Kjökkenmödding et Nécropole) à l'île Téviec, nous a été confirmée en 1931 par la mise au jour d'une nouvelle station située à l'île d'Hoëdic (baie de Quiberon).

Bien que nous n'ayons pas encore terminé l'exploration de ce site, auquel nous avons déjà consacré deux campagnes de fouilles, et bien

que nous tenions, par conséquent, à réserver nos conclusions jusqu'à plus ample informé, nous pouvons, dès maintenant, donner les renseignements suivants :

La Station préhistorique d'Hoëdic se trouve à 6 m. environ au-dessous du niveau de la mer et s'étend sous une dune de sable éolien épaisse de 2 m., dont la formation s'est effectuée en deux temps, comme en témoigne la différence de coloration des apports successifs.

Moins important que celui de Téviec, le gisement d'Hoëdic a ceci d'intéressant qu'il nous offre deux horizons archéologiques bien distincts : l'Enéolithique à la partie supérieure et le Mésolithique à la partie inférieure, Mésolithique dans lequel il n'existe, comme à Téviec, *aucune trace de céramique ni d'objets polis de main humaine.*

La couche de débris de cuisine mésolithiques est de faible puissance et ne mesure guère plus de 0 m. 20 dans sa plus grande épaisseur. Proportionnellement, la densité en vestiges coquillers est moins grande qu'à Téviec, ceux-ci se trouvant surtout localisés en amas assez considérables aux abords de foyers grossiers à peine aménagés. Dans ces amas de coquilles, prédominent les huîtres ,patelles, littorines et lutraires. Jusqu'alors les échantillons de faune mammalogique que nous avons recueillis sont peu abondants : nous y avons néanmoins reconnu, entre autres, la présence du cerf, du sanglier et d'un cétacé (vertèbre caudale). Il ne semble donc pas que les animaux sauvages aient constitué une importante ressource alimentaire pour les Mésolithiques d'Hoëdic. C'est du reste à ce fait que l'on doit attribuer l'indigence de l'outillage osseux, qui ne se trouve représenté, quant à présent, que par un nombre infime de fragments de pointes.

Par contre, le matériel lithique s'avère d'une richesse plus grande que dans la Station de Téviec. On y trouve assez abondamment les triangles scalènes (pointes de flèche à tranchant unilatéral) et les trapèzes microlithiques, les lames à troncature retouchée, les pointeaux, les grattoirs grossiers... tous objets caractéristiques de l'industrie tardenoisienne. Les lames à encoches ou denticulées sont rares, de même que le micro-burin dont nous n'avons jusqu'ici qu'un seul exemplaire. Pas de lames en demi-lune.

A Hoëdic, comme à Téviec, nous avons eu la bonne fortune de mettre au jour des vestiges humains ; d'une part des fragments d'un crâne d'enfant très jeune avec quelques-unes de ses dents, d'autre part un squelette d'adulte presque complet. Ce dernier, contrairement à ses congénères de Téviec, n'avait qu'une sépulture des plus rudimentaires. Pas de fosse aménagée pour l'ensevelissement de la dépouille, ni de massif de pierres élevé au-dessus de la tombe. Le corps, étendu à même les aspérités de la roche, dans la même position que ceux de Téviec, c'est-à-dire avec les jambes en flexion forcée, y était maintenu en place au

moyen de trois dalles, placées respectivement sur le crâne, la poitrine et l'abdomen, la terre du kjökkenmödding recouvrant le tout. Au surplus, pas le moindre ornement en coquilles perforées ne parait le défunt et il n'avait été pourvu d'aucun mobilier funéraire.

Par contre, avec cette sépulture, nous avons retrouvé la manifestation d'un rite funéraire curieux dont Téviec nous a fourni de nombreux exemples : le dépôt d'une mandibule de sanglier auprès du crâne du mort (1). La présence, à Hoëdic, de la même offrande rituelle est des plus intéressantes à constater, puisqu'elle démontre la similitude des croyances existant entre les deux peuplades mésolithiques de Téviec et d'Hoëdic, distantes l'une de l'autre de 30 kilomètres environ à vol d'oiseau.

Toutefois, en ce qui concerne la nouvelle station que nous explorons, et d'après les observations que nous y avons faites jusqu'alors, — rareté du gibier, pauvreté de l'outillage osseux, abondance relative de l'outillage lithique en fonction d'une alimentation presque exclusivement constituée par des mollusques, médiocrité des soins apportés à l'ensevelissement de la dépouille mortelle, — nous inclinons à croire que la tribu mésolithique établie à l'île d'Hoëdic était infiniment plus misérable que celle qui résidait à Téviec.

Sans doute, il se peut que de nouvelles trouvailles, dans un ordre de choses différent, viennent inférer ou modifier nos impressions premières. C'est ce que la continuation très prochaine de nos travaux et recherches archéologiques, dans le deuxième Habitat mésolithique que nous avons découvert dans le Morbihan, nous apprendra.

En tous cas, ce que l'on sait, dès maintenant, d'une manière certaine, c'est qu'il a existé, en Bretagne Méridionale, à une époque de beaucoup antérieure à celle des mégalithes, une civilisation mésolithique nettement uniforme et caractérisée, contemporaine, ou à peu près, de celle dont on retrouve les vestiges à Mugem (Portugal) et dans les stations maglemosiennes du Danemarck, et dont le développement s'est étendu sur une aire assez vaste du littoral morbihannais.

---

(1) A Téviec, les mandibules de cerf ou de sanglier reposaient la plupart du temps dans le foyer rituel inclus dans le « mausolée » surmontant la tombe et aménagé directement au-dessus de la dalle funéraire. Toutefois, dans l'une des deux sépultures sous bois de cerf, ces mandibules avaient été placées dans la ramure couronnant le chef du cadavre.

Monseigneur TOURNIER

L'ABRI DE LA MALADIÈRE (1)

(RÉSUMÉ)

Après les fouilles des abris de la « *Bonne Femme* » et *des Hoteaux*, en 1895, dans l'Est du département de l'Ain, on pouvait se demander si les paléothiques avaient traversé le Rhône, s'étaient établis en Savoie pour, de là, remonter le long de la rive gauche du fleuve jusqu'à la station de Veyrier, au pied de Salève, en Suisse.

Les fouilles du baron Blanc à la Balme (Savoie) en face de Pierre-Châtel n'avaient trouvé que des formations d'âge *azilien*. Nous croyons avoir été plus heureux en novembre 1912 en explorant, non loin de là, sur la route de la Balme à Yenne, à gauche, un abri rocheux au lieu dit *la Maladière*, à 228 m. d'altitude, à 200 mètres du fleuve.

Nous y avons relevé les niveaux suivants :

1° Dépôt moderne ..... de 0,25 à 0,30

2° Couche azilienne, avec esquilles osseuses, Helix, silex frustes, accumulés contre la paroi de l'abri 0,15

3° Lit de pierrailles, continué horizontalement par un lehn tuffeux rouge et jaune avec dents de grand Bovidé..... 0,30

4° Terreau noirâtre avec traces de foyer ayant livré quelques silex parmi lesquels 2 pointes de sagaie, 2 grattoirs magdaléniens, 1 dent de cerf élaphe, 5 molaires de Bovidé au niveau supérieur.. 0,05 à 0,10

5° Couche de pierrailles stérile 0,60

6° Alluvions du Rhône : sable vaseux, grisâtre.

Dr J. VINCENT

UNE NOUVELLE STATION NÉOLITHIQUE : MONT ST-MICHEL, CHALLES LES EAUX

(RÉSUMÉ)

Cette nouvelle station néolithique, située à Challes-les-Eaux (Savoie), au pied du Mont Saint-Michel au lieu dit « Le Brulin », a été découverte en 1932 par le docteur J. Vincent dans une carrière de pierres calcaires actuellement en exploitation ; elle se rapporte à l'époque robenhausienne.

---

(1) Le rapport paraîtra dans la Revue locale « Le Bugey ». Imprimerie Chaduc, à Belley (Ain) en 1934.

Les objets trouvés jusqu'à ce jour sont les suivants : 3 hachettes en pierre polie (serpentine), un débris de faucille primitive en silex taillé, 3 pierres en grès ayant servi de polissoir et de meule à grains, de nombreux débris de poterie dont quelques-uns déjà ornementés de festons, des fragments d'ossements d'animaux domestiques de l'époque (chien, porc, chèvre ou mouton, bœuf), des ossements humains en grande quantité et en menus morceaux non identifiés et comme os bien conservés : 2 fémurs, 2 tibias, 1 péroné, 2 crânes presque entiers (avec les os de face et les dents) dont l'un d'adulte brachycéphale et l'autre d'enfant se rapprochant de la dolichocéphalie.

L'étude des ossements humains et particulièrement des membres inférieurs, permet de conclure à l'existence d'une race préhistorique de petite taille (1 m. 61 à 1 m. 63) fortement musclée et peut-être de montagnards grimpeurs (platycnémie et platymétrie unilatérales du côté gauche).

Un bois renflé en massue aux deux extrémités et creux à l'intérieur, trouvé parmi les ossements humains, est peut-être celui d'un arc primitif ou aurait pu servir de coup de poing.

Ces objets ont été trouvés sous des blocs de rochers provenant d'un éboulement du Mont Saint-Michel ; on a retrouvé tout près les traces de 2 foyers primitifs. Cet éboulement est à rapprocher de celui du Mont Granier en 1248 situé en face et qui ensevelit la ville de Saint-André ; il a peut-être recouvert et fermé l'entrée d'une grotte située plus haut.

Cette découverte est à rapprocher de celle plus ancienne (1850) de la « Grotte des Fées », située aussi sur les pentes du Mont Saint-Michel, plus haut et plus au Nord et dont l'examen des ossements humains trouvés alors avait fait conclure à l'existence d'une race préhistorique appartenant à l'âge de la pierre éclatée (époque du renne), habitant cette grotte à l'époque glaciaire et dont les caractères anthropologiques se rapprocheraient des races hyperborennes (Lapons actuels). De nouvelles recherches à ces 2 stations préhistoriques seraient nécessaires.

P. VOUGA

STRATIFICATION DES STATIONS LACUSTRES DE L'AGE DU BRONZE

(RÉSUMÉ)

Toutes les stations Néolithiques ont laissé une couche plus ou moins épaisse de « fumier lacustre », dont il est facile d'étudier la stratification ; seules, quelques rares stations de l'âge du Bronze — celles qui occupaient des îlots ou le pourtour d'une presqu'île — présentent des traces dudit fumier. Si l'on ne peut établir une classification stratigraphique de l'âge du Bronze, on peut, pour les classer, recourir aux modifications subies par la grève grâce aux fluctuations du niveau du lac. Ce dernier, qui a généralement tendu à la baisse depuis le Néol,. moyen jusqu'à la fin du Bronze, atteint son minimum de hauteur au Br. IV. Il était monté d'un mètre environ lorsque se produisit le cataclysme qui mit fin, du Léman au Bodan, aux stations lacustres, et se trouvait à 1,50 m. plus haut, lors du Br. III, la plus ancienne phase du bronze qu'on puisse constater en station lacustre.

Marcelle WEISSEN-SZUMLANSKA

RECHERCHES SUR LES *ORIGINES* DES *DOLMENS* NORD-AFRICAINS

(RÉSUMÉ)

L'Afrique du Nord possède de nombreuses cités funéraires de style dolménique, comptant chacune plusieurs milliers de Dolmens, bien conservés. Malheureusement, depuis des siècles, des fouilles répétées ont eu lieu partout ; les Romains ont méthodiquement *pillé*, et nul mobilier funéraire ne demeure là où ils ont passé. Une latomie a parfois décapité la sépulture de sa dalle horizontale, lorsque les côtés étaient trop intangibles pour être ouverts sans cette destruction. C'est dire que les documents découverts par les savants modernes ne sont pas souvent d'importance. Les fouilles les plus fructueuses ont été faites à Roknia, par Bourguignat, qui identifia, à côté de Négrili, quelques Egyptiens des premières dynasties, des crânes dolichocéphales, aux sutures si fines, aux proportions si parfaites, qu'on a pu les comparer à ceux d'Européens les plus civilisés de nos jours ; Bourguignat les a

classés sous le nom générique, vague, d' « Arias », en les déclarant d'origine problématique. Le général Faidherbe n'a pas hésité, ainsi que Letourneux, à attribuer toutes ces stations à des Celtes sans chercher à expliquer cette extraordinaire affluence en de tels parages. Stéphane Gsell a publié une bibliographie complète des auteurs de fouilles depuis l'occupation française ; ces savants ont décrit, mesuré les dolmens — généralement assez petits en Afrique du Nord — et signalé, pour la plupart, la présence et l'usage de « l'ocre rouge ». Le mobilier funéraire rare, les pièces de squelettes à un degré de fossilisation divers, la multiplicité des crânes et quelquefois plusieurs variétés de « type » dans un même caisson, nous empêche de déterminer exactement l'origine du premier occupant et l'époque exacte de la sépulture. Cependant la technique d'érection a subi des modifications profondes : la chronologie des Dolmens nord-africains doit s'étendre sur une très longue période allant probablement des âges enéolithiques jusqu'à l'époque romaine.

Comparant ces vestiges à ceux qui jalonnent la Route du Caucase et du Danube, empruntés par les grands Migrateurs dits Indo-Européens, nous croyons devoir émettre l'idée que des phalanges de même nature, ou ayant adopté la même influence civilisatrice, venus comme eux des régions hindoues — mais nullement d'essence asiatique — empruntèrent la Route d'Arabie, l'Egypte, puis la Route de l'Atlas.

Seule celle-ci, grâce à la nature du sol, permit la construction et la conservation de ce mode de sépulture, lequel nous incite à voir dans les premiers constructeurs, des êtres à l'outillage perfectionné, doués d'un sens artistique raffiné (attesté par les outils trouvés dans différentes sépultures dolméniques), d'une ténacité remarquable, d'un sens de la pérennité et de l'organisation. Cela nous interdit bien de les assimiler — malgré l'époque archaïque à laquelle ils se rattachent — à des êtres « primitifs » quant au stade d'évolution. L'étude comparée des tendances des peuples, de leurs étymologies, et la toponymie des lieux où ils vécurent, confèrent aux « Dolméniques » un génie occidental.

12e et 22e sections

SCIENCES MÉDICALES, HYGIÈNE ET MÉDECINE PUBLIQUE

Présidents. . . . . M. le Dr Tissot, Chirurgien honoraire de l'Hôtel-Dieu de Chambéry.
M. le Dr Lassus, Inspecteur départemental des Services d'Hygiène de la Savoie

Secrétaire. . . . . M. le P. Bourguin, Membre de l'Office National d'Hygiène Sociale

La 22e section (Hygiène) a tenu ses séances en commun avec la 12e (Médecine) pendant la durée du Congrès.

Dr J. BLANC
Directeur du Laboratoire Départemental de l'Aude

LA PURIFICATION DES EAUX DE CONSOMMATION DES BAIGNEURS ET DES EAUX DE LAVAGE DE LA VERRERIE, DES STATIONS HYDROMINÉRALES, CLIMATIQUES ET TOURISTIQUES

Les campagnes mensongères et intéressées qui tendent à accréditer à l'étranger l'existence d'épidémies d'origine hydrique dans nos stations les plus achalandées, nous font une obligation de ne distribuer dans nos villes d'eaux qu'une boisson sans reproche.

Mais il est tellement rare de trouver une eau parfaitement potable, qu'il est préférable d'épurer systématiquement l'eau de consommation quelle qu'en soit l'origine.

Cette mesure est d'autant plus aisée que nous avons actuellement à notre disposition une méthode moderne, commode, efficace, économique, automatique, la Verdunisation.

Elle est bien préférable aux autres procédés d'épuration, comme la filtration, qui ne garantit nullement la stérilisation de l'eau (épidémie de Rotterdam, 1923) ; et comme l'ozonisation de rendement incertain, de coût exagéré, de stérilisation souvent illusoire (C. M. Belli, 1917).

La Verdunisation est appliquée à l'heure actuelle à un nombre considérables de villes de France et de l'étranger, à de multiples agglomérations thermales ou touristiques. Toutes en expriment à l'envi leur satisfaction, et la disparition de leurs endémies estivales.

Nous demandons à toutes nos villes d'eaux de les imiter dans l'intérêt de la santé publique, et du bon renom de nos stations.

Dr ABRAMOVITSCH

1° LA DUALITÉ DU CORPS HUMAIN EST-ELLE RÉELLE
2° LA CONSULTATION DES NOURRISSONS AU SEIN

J. BLAYAC
Professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier

L'ÉPURATION DE L'EAU DE MONTPELLIER PAR LE CHLORE LIQUIDE

La ville de Montpellier est alimentée en eau par une source très sujette à pollution, du type « résurgence », issue à 14 km. d'une cassure des calcaires massifs du Crétacé inférieur.

L'épuration des 22.000 mètres cubes pris à cette source s'effectue au chlore liquide, à l'entrée de la ville, par un procédé du type Wallace-Tiernan. Depuis plus de 6 ans que ce procédé est utilisé sans arrêt, l'eau servie à la population est bactériologiquement tout à fait saine.

Le dosage du chlore, qu'on règle suivant le temps entre 4 et 10 centimilligrs par litre, s'opère avec un automatisme, une précision et une régularité mathématiques.

La surveillance du poste n'exige qu'une courte visite quotidienne. L'efficacité microbicide est très rapide. Les frais divers, y compris ceux de la surveillance, de l'éclairage du poste, du transport et de l'achat des obus de chlore n'atteignent pas 20 francs par jour.

La chloration n'est guère, à ce jour, utilisée en France qu'à Montpellier, alors qu'en Angleterre, en Allemagne, aux Etats-Unis, pour ne citer que de grands pays, elle est à peu près exclusivement employée même en de grandes villes telles que New-York et Londres.

A Montpellier, où on va réaliser une adduction d'eau supplémentaire de 150 litres-seconde, on a décidé la création d'un nouveau poste de chloration de préférence à tout autre procédé.

Dr BONAFÉ
d'Hauteville

L'ORGANISATION DE L'HYGIÈNE DANS LES STATIONS CLIMATIQUES POUR TUBERCULEUX

(RÉSUMÉ)

L'auteur, après avoir réclamé une réglementation sévère distinguant les stations climatiques de cure et les stations de villégiature, expose les principales mesures d'hygiène indispensables dans une station de tuberculeux :

Le recueil et la stérilisation des expectorations ;

La désinfection et le blanchissage du linge ;

La désinfection des chambres, de la literie et des objets divers ;

La désinfection des couverts, assiettes et verres dans tous les hôtels et toutes les pensions.

Il insite sur la nécessité d'une organisation parfaite permettant de donner aux malades, au personnel employé dans les établissements, à la population autochtone, le maximum de garanties contre la contagion.

Dr P. CHARPY

NOTE PRÉLIMINAIRE SUR UNE THÉORIE NOUVELLE DE LA VIE

Henry COPIN

EN BIOLOGIE, LES MÉTAUX AGISSENT A DISTANCE

Drs DUBOIS et SOLLIER
(Nîmes)

EFFICACITÉ DU VACCIN DUBOIS-SOLLIER DANS LA PRÉVENTION DE LA FIÈVRE ONDULANTE

(RÉSUMÉ)

Depuis 1929, date à laquelle les auteurs ont préconisé et mis les premiers en pratique la vaccination préventive contre la fièvre ondulante pour les personnes vivant dans les milieux infectés de mélitococcie animale (ovine, bovine, caprine et éventuellement porcine), près de 700 sujets ont été vaccinés à l'aide du vaccin polyvalent qu'ils préparent. Les Docteurs Dubois et Sollier apportent au Congrès de nouvelles observations récentes et particulièrement démonstratives ainsi que les résultats généraux observés à ce jour. Le temps écoulé depuis le moment de la vaccination jusqu'au 20 juillet 1933 est de plus de 3 ans pour 110 personnes, de plus de 2 ans pour 191 personnes, de plus de 1 an pour 374 personnes, et de moins de 1 an pour 304 personnes. Ces vaccinations ont été faites dans une douzaine de départements. De l'enquête faite auprès des médecins vaccinateurs, il résulte qu'aucune des personnes vaccinées n'a contracté la fièvre ondulante, alors que de nombreuses personnes non vaccinées et qui, de ce fait, tenaient lieu de témoins, ont été atteintes. Les Docteurs Dubois et Sollier rappellent qu'ils délivrent gratuitement leur vaccin aux médecins.

Dr R.-H. HAZEMANN
Médecin-Inspecteur de l'O. P. H. S.
Membre du Conseil d'Administration de la F. N. B. P. C.

UNE TENTATIVE D'URBANISME SOCIAL ET ARCHITECTURAL " CLAIRVIVRE "

(RÉSUMÉ)

1° *Dans la Cité Sanitaire*, on n'a pas voulu voir seulement un domaine de pierres et de mortier formant un but en soi, mais la réalisation d'un plan d'urbanisme social et architectural, destiné à un but particulier. Ce sera une sorte de port d'attache d'où doivent s'élancer le « travail et l'assistance post-sanatoriale » à l'assaut de la maladie et de la misère.

2° La Cité Sanitaire bien dirigée ne craint pas la contagion microbienne comme l'a démontré Sir Pendrill Varrier-Jones, au contraire il

en est une qu'elle recherche, c'est celle de la Santé. La Cité veut diffuser et faire rayonner sur les régions rurales avoisinantes les idées de soleil, de gai travail, de santé, en un mot de joie de vivre.

3° L'ambition des promoteurs de cette œuvre est de donner un exemple pacifique de lutte pour la vie, par la collaboration du malade, du médecin, de l'hygiéniste et du sociologue en application d'un plan et d'un programme étudiés par avance.

Médecin-Commandant F. MEERSSEMAN
Professeur Agrégé du Val-de-Grâce

LA VACCINATION ASSOCIÉE ANTIDIPHTÉRIQUE ANTITYPHOPARATYPHIQUE DANS L'ARMÉE

La vaccination associée anti-diphtérique et anti-typhoparatyphique a été appliquée, depuis 1930, à un certain nombre de régiments où la diphtérie régnait, soit sous la forme endémique, soit à l'état épidémique. Dans ces unités, elle a été réservée aux hommes dont une réaction de Schiel positive avait montré la réceptivité à la toxi-infection diphtérique.

Les résultats de cette méthode ont été remarquables, d'autant plus remarquables que, depuis la guerre et malgré le recours aux mesures prophylactiques classiques, la morbidité diphtérique avait jusque-là suivi dans l'armée une évolution régulièrement croissante. A l'heure actuelle, sur plus de 15.000 vaccinés, on n'a noté que 20 cas de diphtérie (soit 1,32/1.000), alors que, pendant le même temps et dans les mêmes unités, 42.000 hommes non vaccinés ont fourni 443 cas (soit 10,54/1.000).

L'étude des épisodes particuliers montre que l'efficacité de la vaccination apparaît aussi bien vis-à-vis de l'endémie diphtérique que des poussées épidémiques.

Il persiste cependant dans les unités vaccinées une minime morbidité diphtérique. Celle-ci est due, pour la plus grande part, aux sujets qui ont, pour des raisons diverses, échappé à la vaccination ; parmi ceux-ci, il faut mentionner un certain nombre de cas apparus chez des sujets à réaction de Schick négative, et qui s'expliquent peut-être par le fait que la correspondance classiquement admise entre le sens de la réaction et le taux antitoxique des humeurs se trouve parfois en défaut.

Dans la diphtérie des vaccinés, beaucoup de cas relèvent en réalité d'une vaccination incomplète ou, encore, s'observent immédiatement après la dernière injection, à une époque où l'immunité n'est pas encore complète. En fait, la diphtérie demeure exceptionnelle chez les su-

jets correctement vaccinés et s'explique sans doute chez eux par une mauvaise réactivité humorale.

Pour améliorer encore les résultats obtenus, il convient de vacciner correctement et complètement la totalité des sujets réceptifs, en exerçant sur les opérations vaccinales un contrôle rigoureux. L'emploi d'anatoxines de valeur antigénique plus élevée permettra de réduire encore le pourcentage, déjà minime, des mal immunisés. Par contre, les cas de diphtérie qui apparaissent au cours même de la vaccination sont, actuellement, difficilement évitables et demeurent justiciables des techniques prophylactiques classiques.

La vaccination associée est contre-indiquée par les affections aiguës et chroniques diverses et, tout particulièrement, par l'existence d'une atteinte rénale, même minime (albuminuries).

Dr RUDAUX

Professeur en chef honoraire de la Maternité de Paris

LE LAIT CONCENTRÉ SUCRÉ DOIT OCCUPER LA PREMIÈRE PLACE DANS L'ALLAITEMENT ARTIFICIEL

Dans la pratique journalière de l'alimentation des nourrissons au cours de leur première année, on se trouve malheureusement bien souvent dans l'obligation d'avoir recours à l'allaitement artificiel. Or celui-ci présente un certain nombre de dangers qui tiennent presque tous à la qualité du lait de vache utilisé. C'est pourquoi nous avons, au cours de notre vie hospitalière, cherché à découvrir la forme de lait de vache qui pouvait offrir le maximum de garanties.

Nos observations cliniques et expérimentales nous ont démontré qu'au point de vue pureté, fraîcheur, faible acidité, c'était le lait concentré sucré qui nous apportait le plus de sécurité.

Mais la concentration et le sucrage, qui assurent la conservation du produit, ne sont pas les seuls facteurs qui nous intéressent en puériculture. L'origine de la matière première, dont les qualités dépendent de la race bovine productrice, de son état sanitaire, des précautions prises au cours de la traite, de la rapidité du ramassage, et de la mise en fabrication d'une part, l'uniformité du produit fabriqué et son pouvoir de conservation d'autre part, jouent un rôle d'une importance capitale, lorsqu'il s'agit d'un nourrisson.

Il était également nécessaire de rechercher les conditions dans lesquelles il devait être employé, dilutions et rations, pour obtenir une digestibilité parfaite et une valeur nutritive physiologique.

L'emploi d'une mesure précise, venant remplacer la cuiller à café toujours inexacte, nous a permis d'établir des tableaux de dilutions et des rations qui font du lait concentré sucré la seule forme de lait à utiliser dans l'alimentation du nourrisson. Il nous est donc permis de conclure que le lait concentré sucré doit occuper la première place dans l'allaitement artificiel.

Drs VINCENT G. VEXENAT
(à Challes-les-Eaux)

LE SOUFRE ET LE PROBLÈME DES VITAMINES

La liste des vitamines s'allonge chaque jour de A à E et même jusqu'à P avec déjà des subdivisions dans certaines lettres de l'alphabet (B1, B2, B3) : cette liste n'est sans doute pas close et *leur composition chimique n'est pas connue.* On sait seulement que les unes sont solubles dans l'eau (B, B1, B2, B3, C et P) et les autres solubles dans les matières grasses (A, D et E).

Ces vitamines ne seraient-elles pas simplement de petites quantités de soufre sous une forme polymorphe ? Cette hypothèse est basée sur les arguments suivants :

1° Comme les vitamines, le *soufre et ses composés* chimiques et organiques *sont les uns hydrosolubles* (H2 S), monosulfure, hyposulfite, et soufre complexe des albuminoïdes sous la forme principale de Cystéine, les autres *liposolubles* (B, métalloïdique et S. Colloïdal). La vitamine A est soluble dans l'éther, la benzine et le chloroforme comme le S en nature ; c'est aussi en traitant par l'éther de grandes quantités de germes de blé (qui contiennent S) que l'on a isolé la vitamine E de reproduction et c'est par le même dissolvant qu'on a identifié la vitamine D, antirachitique.

2° Tous les *aliments indiqués pour combattre l'avitaminose contiennent du soufre* (celui-ci fait d'ailleurs partie de toute matière protéique comme le C, l'H, l'O et l'AZ) ; aliments animaux : lait, œuf, muscle, cerveau, foie, etc...; aliments végétaux : germe et cuticule des céréales, graines, jeunes bourgeons et particulièrement crucifères (chou, moutarde) et liliacées (ail, oignon).

On trouve aussi dans l'ergot de seigle duquel on a retiré la vitamine D. antirachitique une substance soufrée, l'ergothionéine isolée par Tanret.

Il existe enfin dans les deux médicaments qui se sont montrés les plus actifs dans les principales avitaminoses : la levure de bière et

l'huile de foie de morue. Et l'eau de Challes s'est même montrée plus active que celle-ci dans la nutrition générale (Pr. Mouriquand).

3° Les *facteurs physiques et chimiques qui détruisent les vitamines rendent aussi inactives les préparations de soufre :* cuisson, dessication, ébullition, traitement par les alcalis. Il semble bien que les vitamines disparaissent par un processus d'oxydation. Or pour le soufre, on sait qu'une préparation soufrée est d'autant plus active qu'elle est moins oxygénée et que le S dans son métabolisme aboutit progressivement à des oxydations successives qui le rendent biologiquement inerte sous forme de sulfate (Pr. Maillard).

4° Au point de vue biologique, *on considère les vitamines comme des catalyseurs ou comme des ferments.* Or, ce rôle paraît nettement attribuable au soufre ainsi que nous l'avons montré dès 1922 (1). Ce ferment vital est une source d'énergie considérable et très actif à petites doses, de même que le dosage des vitamines est de l'ordre de 1/10, 1/100 ou 1/1.000 de milligramme (2).

Le soufre est peut-être « l'âme de la micelle » et ainsi se justifierait son nom ancien de « divin » (θειον).

Nous demandons le contrôle chimique et expérimental d'une idée personnelle qui n'est d'ailleurs qu'une hypothèse : *l'identité des principales vitamines avec le soufre* (3).

Dr GOMMÈS

LES « VILLES GÉANTES » ET LEUR PATHOLOGIE HUMAINE

Pr L. TANON et le Dr R. NEVEU (4)

L'HYGIÈNE ET LES STATIONS THERMALES ET CLIMATIQUES

---

(1) Dr J. VINCENT. *Les Médications sulfurées.* Baillière, éditeur, 1922.

(2) Mme L. RANDOIN et H. SIMONNET. *Les Vitamines.* Collection Armand Collin, 1932.

(3) M. LOEPER et BORY. *Le Soufre en biologie et en thérapeutique.* O. Doin, éditeur, Paris 1932.

(4) Cette communication a fait l'objet d'une conférence radiodiffusée par les soins de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, le 17 février 1934.

13e section

RADIOLOGIE ET ÉLECTROLOGIE MÉDICALES

Président. . . . . Dr P. Robert, Chambéry.

Dr BONER (1)

(de Caen)

SUR LES PROPRIÉTÉS BIOLOGIQUES DE L'ÉMANATION DES CORPS RADIOACTIFS

(RÉSUMÉ)

L'action de l'émanation sur les cellules et les tissus peut être comparée à celle des Rayons X sur l'émulsion photographique. Pour que cette dernière soit impressionnée, nous savons que l'énergie radiante doit arriver à la couche sensible et qu'elle doit être absorbée par cette couche. L'action est d'autant plus forte que la proportion du rayonnement arrivée à la couche sensible et absorbée par cette dernière est elle-même plus forte ; les rayons trop pénétrants qui traversent la couche sensible n'ont que peu d'action sur les sels d'argent.

Par voie transcutanée et sous-cutanée, digestive et surtout respiratoire, l'émanation fixée par les globules rouges du sang, grâce à leur charge négative, est transportée (tout comme l'oxygène) par le torrent circulatoire jusque dans l'intimité des tissus. L'émanation dégage des rayons alpha très peu pénétrants qui sont absorbés en totalité par les tissus ; là ils mettent en liberté la formidable énergie qu'ils recèlent,

(1) Trois mois après le congrès de Chambéry, le 24 octobre 1933, le Docteur Boner a trouvé la mort dans une catastrophe de chemin de fer qui eut lieu à quelques kilomètres d'Evreux. Nous tenons à saluer ici la mémoire de ce membre fidèle de l'A. F. A. S. qui ne manquait jamais lors des congrès de participer aux travaux de la 13e section.

Né en 1888 à Bucarest, le Docteur Boner avait fait toutes ses études médicales à Paris où il était devenu, avant la guerre, le collaborateur particulièrement apprécié du Professeur agrégé Zimmern à l'Institut d'électrothérapie de la Salpêtrière.

En 1915, il s'engagea dans l'armée française ; il y resta jusqu'en 1918, tant sur le front roumain que sur le front français dans les ambulances de l'avant. Ses titres militaires lui valurent après l'armistice d'être immédiatement naturalisé français.

Installé à Caen, le Docteur Boner se spécialisa dans l'étude de l'émanation du radium et de ses applications thérapeutiques. Il créa un centre modèle d'émanothérapie artificielle.

Par ailleurs il était resté le collaborateur du professeur agrégé Zimmern à l'Institut médical d'électro-radiologie de Paris et tous les mardis il y assurait la consultation et les examens radiologiques. C'est en se rendant à son poste qu'il a trouvé une fin prématurée.

provoquant des phénomènes calorifiques, lumineux et cinétiques qui activent l'oxygénation de la cellule et la désintoxiquent. Ainsi sont brûlés les déchets, anormalement accumulés, ce qui provoque un redressement du fonctionnement et une augmentation de l'activité cellulaire, véritable rajeunissement des tissus.

Mais l'analogie va même plus loin : tout comme l'action photochimique, l'action de l'émanation ne se manifeste parfois qu'après l'emploi d'un révélateur. Des organismes préparés par l'administration d'une certaine quantité d'émanation peuvent absorber sans incident des doses de poison plus que mortelles et il faut la présence de ce poison, agissant comme un véritable révélateur pour que l'action de potentiel devienne virtuelle. On constate à l'aide de petites doses d'émanation des phénomènes d'excitation, lorsqu'on agit sur des éléments en souffrance, tandis que l'action semble nulle sur des éléments en équilibre.

Georges BOURGUIGNON

Electro-Radiologiste de la Salpétrière et Directeur du Laboratoire d'Elestrophysiologie de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes

LES TROIS CHRONAXIES VESTIBULAIRES ET LES TROIS CANAUX SEMI-CIRCULAIRES CHEZ L'HOMME NORMAL

Introduction

L'étude de la physiologie du système nerveux a acquis une grande précision depuis la création par L. Lapicque d'une méthode de mesure et d'excitabilité basée sur la loi d'excitation de Hoowerg-Weiss, et désignée par lui sous le nom de « Chronaxie ». C'est l'application de cette mesure de l'excitabilité que j'ai faite à la physiologie des canaux semi-circulaires que j'expose dans ce travail.

Pour ceux qui ne sont pas familiarisés avec la notion de « Chronaxie », je rappellerai brièvement ce qu'il faut entendre sous ce nom.

On sait depuis fort longtemps que la fermeture ou l'ouverture brusque d'un courant continu d'intensité convenable produit l'excitation de tous les tissus ou organes excitables, animaux ou végétaux, auxquels on l'applique.

Si nous considérons seulement l'excitation produite par la fermeture brusque d'un courant continu de longue durée, l'intensité nécessaire pour produire l'excitation la plus petite qu'on puisse constater et qu'on appelle le « seuil », est la plus petite qui soit capable d'exciter l'objet considéré dans les conditions de l'expérience (surface ou distance des

électrodes, excitation de l'organe découvert en place ou isolé de l'organisme ou en place à travers les téguments, comme on le fait chez l'homme en médecine et comme il est préférable de le faire chez les animaux homeothermes).

Cette intensité est la base de la mesure de la chronaxie ; c'est pourquoi L. Lapicque lui a donné le nom de « Rhéobase ». Si le circuit a une résistance fixe, on peut mesurer la « Rhéobase » en voltage au lieu de la mesurer en intensité, ce qui est souvent plus commode en pratique.

Si maintenant nous considérons des courants de durée plus courte qu'une certaine limite qui varie avec l'objet excité et le caractérise, l'intensité nécessaire pour obtenir le seuil de l'excitation augmente au fur et à mesure qu'on diminue la durée de passage du courant. Si donc nous prenons une intensité dans un rapport déterminé avec l'intensité rhéobasique, nous chercherons le seuil en durée de passage du courant. Si nous prenons comme intensité le double de la rhéobase, la durée qui donne le seuil, dans les mêmes conditions expérimentales que celles qu'on a employées pour déterminer la rhéobase, est la « chronaxie ». Contrairement à la rhéobase, la chronaxie est largement indépendante des conditions expérimentales et caractérise l'excitabilité ou plutôt la *vitesse d'excitabilité* de l'objet considéré.

Nous pourrons donc définir avec L. Lapicque la mesure de l'excitabilité de la manière suivante :

L'excitabilité est assurée par deux paramètres, la Rhéobase et la Chronaxie.

La *Rhéobase* est l'intensité nécessaire pour obtenir le seuil de l'excitation avec fermeture brusque de courant continu de durée prolongée.

La *Chronaxie* est le temps de passage du courant nécessaire pour obtenir le seuil avec intensité double de la rhéobase dans les mêmes conditions expérimentales.

La Rhéobase n'a qu'une valeur relative, car elle dépend à la fois de l'excitabilité et des conditions de l'expérience.

La Chronaxie au contraire, qui mesure l'inverse de la *vitesse d'excitabilité* (notion de durée), est indépendante des conditions de l'expérience et on trouve toujours la même chronaxie pour un objet déterminé, quelle que soit la rhéobase, du moment naturellement que la rhéobase et la chronaxie sont recherchées dans les mêmes conditions expérimentales.

Il n'est pas besoin d'en dire davantage pour faire comprendre l'importance de la mesure de la chronaxie en physiologie et, par suite, en pathologie.

A la suite des travaux que je poursuis sur cette question depuis 20 ans, je suis arrivé à vaincre les difficultés qu'apporte l'interposi-

tion de la peau entre le tissu excité et les électrodes et, par conséquent, à rendre cette méthode jusque-là réservée aux animaux hétérothermes, applicable aux homoeothermes et à l'homme, c'est-à-dire que j'ai réalisé son introduction en physiologie humaine et en médecine. Cela m'a permis d'ajouter à l'étude du système moteur celle des systèmes sensitifs.

Parmi eux, j'ai porté récemment mon attention sur le système vestibulaire.

I. — Le vertige voltaique et la chronaxie vestibulaire

Dans une série de travaux antérieurs, je me suis appliqué à mesurer la chronaxie vestibulaire de l'homme normal et pathologique.

Pour cela, j'ai employé les phénomènes ou du moins une partie des phénomènes connue sous le nom de *vertige voltaïque*, mais j'ai dû pour mesurer la chronaxie modifier la technique classique de recherche du vertige voltaïque. En effet, classiquement on place une électrode dans chaque oreille ou devant chaque tragus, et on recherche le vertige voltaïque, avec des courants continus, qu'on établit progressivement au moyen d'un curseur. Il est inutile d'insister sur l'imprécision de la méthode, le seuil, dans ces conditions, dépendant essentiellement de la vitesse avec laquelle on arrive à l'intensité finale.

J'ai donc d'abord remplacé cette technique par celle de la fermeture brusque d'un courant continu. J'ai dû aussi perfectionner la technique d'application des électrodes, pour avoir un casque où les électrodes soient mieux isolées que dans ceux que l'on emploie d'ordinaire et, pour avoir des électrodes impolarisables, j'emploie des électrodes basées sur le principe des électrodes de d'Arsonval (argent chloruré électrolytiquement).

Le phénomène qui apparaît le premier dans le vertige voltaïque est celui d'un réflexe qui consiste dans un mouvement d'inclinaison latérale de la tête, et même du tronc du côté de l'oreille dans laquelle se trouve le pôle positif.

En faisant une série d'excitations en inversant chaque fois le courant, on obtient donc des séries d'inclinaison latérale de la tête à droite et à gauche.

C'est en cherchant le seuil de cette inclinaison que j'ai déterminé une chronaxie vestibulaire.

Chez l'homme normal, cette chronaxie vestibulaire, la plus grande qu'on trouve chez lui, est comprise entre 12σ et 22σ, σ étant le 1/1000 de seconde.

Par l'étude de cette seule chronaxie vestibulaire, j'ai pu montrer,

seul et avec divers collaborateurs (1) que la chronaxie vestibulaire normale est une caractéristique de la personnalité humaine et que les sujets normaux se divisent en deux grandes catégories, ceux qui ont une petite chronaxie vestibulaire, comprise entre 12σ et 17σ et ceux qui ont une grande chronaxie vestibulaire, comprise entre 17σ et 22σ et que les sujets à petite chronaxie vestibulaire sont tous des émotifs ; alors que les sujets à grande chronaxie vestibulaire sont tous des sujets stables. En pathologie mentale, j'ai récemment démontré (2) que les altérations de la chronaxie vestibulaire sont la caractéristique la plus précise de l'état mental actuel dans diverses aliénations mentales et même chez de simples hystériques et permet une véritable courbe de l'évolution de ces affections, comme la courbe de température est une fidèle représentation de l'évolution des maladies infectieuses.

Bien entendu, à côté de ces variations d'origine centrale de la chronaxie vestibulaire, il existe des variations d'origine périphérique lorsque l'oreille moyenne ou interne est lésée.

Chez l'homme normal, chez un sujet donné, on trouve toujours rigoureusement la même rhéobase et la même chronaxie pour les deux côtés.

Il n'en est plus de même à l'état pathologique et la rupture d'équilibre des chronaxies vestibulaires droite et gauche est une des conditions des vertiges et des attitudes vicieuses de la tête qu'on voit chez certains aliénés.

Tels sont, rapidement résumés, les résultats que m'a donnés l'étude de la chronaxie vestibulaire mesurée par le seuil de l'inclinaison latérale de la tête, en physiologie et en pathologie.

II. — Signification de la chronaxie vestibulaire

Ces résultats acquis, je me suis demandé ce que veut dire cette chronaxie vestibulaire. Il est clair qu'il s'agit là d'une excitation des canaux semi-circulaires. Mais est-il possible de savoir où se passe l'excitation ? Actuellement, il est impossible de dire qu'il s'agit d'une excitation du *nerf vestibulaire*, ou des *canaux semi-circulaires* eux-mêmes. Un auteur polonais incline vers la dernière interprétation. La grandeur de la chronaxie qui dépasse celle des chronaxies des autres nerfs sensitifs ou

---

(1) G. Bourguignon et R. Déjean. Chronaxie normale du nerf vestibulaire de l'homme. *Acad. des Sciences*, t. 174, p. 1349, 30 mai 1927. — *Revue neurologique*, t. 1, n° 6, p. 1017, juin 1927.

G. Bourguignon. Congrès des médecins aliénistes et neurologistes de langue française. Blois, juillet 1927. — *Société de Biologie*, t. CI, p. 1057, 20 juillet 1929. — *Acad des Sciences*, 24 juillet 1933. — G. Bourguignon et H. Baru. *Journal médical français*, n° 9, septembre 1931.

(2) Relations de la Chronaxie vestibulaire avec l'émotivité. *Acad des Sciences*, t. 193, p. 250, 20 juillet 1931. — H. Claude, G. Bourguignon et H. Baru, *Annales médico-psychologiques*, t. II, p. 641, 5 déc. 1932.

sensoriels actuellement mesurés peut constituer un argument favorable à cette thèse, car il semble bien que la chronaxie des organes sensoriels proprement dits soit plus grande que celle des nerfs qui les innervent et que les systèmes sensoriels fonctionnent par hétérochronisme au lieu de fonctionner par isochronisme comme le système moteur cérébro-spinal. Cependant, actuellement, aucune expérience ne permet de résoudre ce problème qu'il faudrait attaquer par vivisection chez les animaux en faisant des excitations directement sur les canaux semi-circulaires : je n'ai pas besoin de faire ressortir de quelles difficultés seront entourées de telles expériences.

Pour le point de vue qui nous occupe, d'ailleurs, ce problème est assez secondaire. Que ce soit une chronaxie nerveuse ou une chronaxie proprement sensorielle qui les mesure, la signification générale en est la même, puisque isochromes ou hétérochromes, la chronaxie d'un organe et celle du nerf qui l'anime sont toujours dans un rapport invariable à l'état normal.

Ce qui est certain, c'est que le seul mouvement connu jusqu'ici dans le vertige voltaïque est un mouvement qui se passe dans le plan vertical frontal.

Or, il y a trois canaux semi-circulaires, orientés chacun dans un des plans de l'espace et qui sont le canal horizontal et deux canaux verticaux, dont l'un dans le plan frontal (d'un côté à l'autre) et l'autre dans le plan sagittal (ou antéro-postérieur).

J'ai donc pensé que la chronaxie vestibulaire que je viens d'étudier doit être celle d'un seul des canaux ou de ses nerfs, celle du canal vertical frontal.

Partant de là, j'ai supposé qu'on devait dans des conditions à découvrir arriver à exciter les deux autres canaux et, probablement, trouver deux autres chronaxies vestibulaires.

Avec ce que nous savons maintenant, à la suite de nos découvertes de la classification fonctionnelle des muscles par la chronaxie, de l'isochronisme sensitivo-moteur régional et des deux chronaxies du nerf optique, qui sont, l'une celle des fibres nerveuses destinées aux cônes et l'autre celle des fibres destinées aux bâtonnets, il était légitime de supposer que les 3 canaux semi-circulaires et les fibres nerveuses qui leur arrivent devaient avoir 3 chronaxies différentes.

La difficulté était de savoir par quelle technique on pourrait faire sans vivisection une excitation isolée des 3 canaux semi-circulaires.

Je m'apprêtais à tenter de varier la position des électrodes pour modifier le trajet des lignes de force, lorsque deux observations pathologiques m'ont mis en main un procédé beaucoup plus simple d'excitation isolée des 3 canaux ou de leurs nerfs.

III. — Les trois chronaxies vestibulaires

I. — Technique.

a) Observations pathologiques.

Le 25 avril dernier, je recherchais la chronaxie vestibulaire d'un enfant atteint de maladie de Little et présentant, outre les signes de sclérose des voies pyramidales, de gros troubles de l'équilibre et un fort tremblement généralisé.

Quelle ne fut pas ma surprise en constatant que l'excitation électrique déterminait chez lui, au lieu de l'inclinaison latérale de la tête, une inclinaison de la tête en avant et en arrière, un véritable *mouvement de salutation.*

En pathologie, on dit bien que quelquefois dans le vertige voltaïque, l'inclinaison de la tête se fait directement en arrière ou en avant, au lieu de se faire latéralement, mais on considère ce mouvement comme résultant de la substitution pathologique d'un mouvement à un autre et, en réalité, on n'en donne aucune explication satisfaisante.

Je fis donc une mesure de chronaxie en prenant comme témoin de l'excitation vestibulaire ce mouvement en avant : la chronaxie était de $1^{\sigma},96$.

Aussitôt une question se posa à mon esprit : s'agissait-il en réalité d'une substitution d'un mouvement à un autre, ou bien pouvait-on retrouver le mouvement d'inclinaison latérale en augmentant l'intensité ? En d'autres termes, y avait-il substitution ou addition d'un mouvement à un autre. La dernière hypothèse paraissait la plus plausible.

En effet, ce mouvement en avant et en arrière ne pouvait être provoqué par l'excitation du même canal semi-circulaire que l'inclinaison latérale et paraissait bien due à l'excitation du canal vertical sagittal. On pouvait donc, sans modifier la position des électrodes, ni, par la suite, la direction des lignes de force, exciter un autre canal que le canal vertical frontal. Il était dès lors légitime de se demander s'il n'y avait pas là une simple différence de seuil entre les deux canaux, le rapport normal des seuils s'étant inversé par suite de la lésion nerveuse.

Si cette hypothèse était vraie, on devait, en augmentant l'intensité du courant continu, arriver à l'excitation du canal semi-circulaire vertical frontal. C'est ce que l'expérience a donné. En augmentant l'intensité, je vis s'ajouter à l'inclinaison en avant, une inclinaison latérale. Je pus mesurer le seuil rhéobasique de cette inclinaison latérale et ensuite en prendre la chronaxie. J'obtins ainsi une deuxième chronaxie vestibulaire, différente de la première et inégale entre les deux côtés : $37^{\sigma},2$ à gauche : 68^{σ} à droite, donc augmentée des deux côtés, mais plus augmentée à droite qu'à gauche.

Quelques jours plus tard, en examinant un autre malade, une jeune fille atteinte de crises oculogyres (crises de mouvements désordonnés

des yeux) dues à une ancienne encéphalite léthargique, ce n'était plus l'inclinaison en avant ni l'inclinaison latérale qui apparaissait la première, mais un mouvement de rotation de la tête du côté du pôle positif. La chronaxie mesurée pour ce mouvement était une petite chronaxie, de $2\sigma,4$; il y avait d'ailleurs concordance entre ce fait et celui que le mouvement de rotation était particulièrement brusque, si brusque qu'il avait au premier abord l'aspect d'un mouvement volontaire. La chronaxie, par sa constance dans une série de mesures démontrait qu'il s'agissait bien d'un réflexe, comme le faisait penser aussi la régularité du phénomène.

Je fis donc la même expérience que chez le sujet précédent et j'obtins en augmentant l'intensité du mouvement d'inclinaison latérale, avec chronaxie augmentée de 46σ, puis un mouvement de salutation avec une chronaxie encore plus grande de 96σ. Je me trouvais donc en présence de ce fait que, en augmentant progressivement l'intensité du courant continu, on voyait apparaître d'abord un mouvement de rotation auquel s'ajoutait successivement un mouvement d'inclinaison en arrière, puis un mouvement d'inclinaison latérale. La chronaxie était différente pour chacun de ces 3 mouvements. Il y avait donc trois mouvements dans chacun des 3 plans de l'espace avec 3 rhéobases et 3 chronaxies.

Reprenant alors l'étude du premier petit malade, je trouvais chez lui le troisième mouvement (rotation) et la troisième chronaxie, la chronaxie pour la rotation étant encore la plus petite des trois ($1\sigma,48$).

C'est ainsi que je fus amené à rechercher si, à l'état normal, on ne trouverait pas 3 mouvements et 3 chronaxies simplement en augmentant l'intensité successivement. Je fis donc l'hypothèse qu'il devait y avoir une simple différence de seuil pour les 3 canaux, mais que l'ordre des seuils n'était plus le même en pathologie qu'à l'état normal.

b) Recherches sur l'homme normal.

L'expérience faite aussitôt sur deux sujets normaux confirma entièrement mon hypothèse. Chez ces deux sujets je trouvais 3 chronaxies vestibulaires correspondant chacun à un mouvement dans un plan de l'espace ; mais l'ordre d'apparition des mouvements n'était plus le même qu'en pathologie chez les deux sujets, l'inclinaison latérale apparaissait la première, l'inclinaison dans le sens antéro-postérieur, que j'appelle « mouvement de salutation », apparaissait toujours le deuxième, et la rotation n'apparaissait qu'en dernier. La rhéobase allait donc en croissant dans cet ordre. Au contraire, les chronaxies variaient en sens inverse, la plus petite chronaxie correspondant à la plus grande rhéobase, c'est-à-dire au mouvement de rotation.

J'ai retrouvé ensuite les mêmes résultats chez 7 autres sujets. Actuellement j'ai étudié 7 sujets masculins dont un garçonnet de 13 ans et

6 jeunes gens de 20 à 26 ans, et 2 autres sujets féminins de 24 à 33 ans.

Chez tous ces sujets, les chronaxies sont comprises dans les mêmes limites sans distinction d'âge ni de sexe.

Par contre, on retrouve pour les 3 chronaxies vestibulaires la classification en sujets émotifs à petite chronaxie vestibulaire et en sujets stables à grande chronaxie vestibulaire. Les trois chronaxies vestibulaires d'un même sujet sont donc toutes ensemble grandes ou petites. Il est égal à 1/2 d'une chronaxie à la chronaxie la plus voisine. Tous ces faits ressortent du tableau des rhéobases et des chronaxies de ces 9 sujets (les rhéobases sont exprimées en milliampères (mA) et les chronaxies en 1/1000 de seconde (σ).

1er Groupe. — Sujets à petites chronaxies.

				Inclinaison latérale		Salutation		Rotation	
Sujets	Sexe	Age		Rhéobase	Chron.	Rhéobase	Chron.	Rhéob.	Chron.
1 Roy.....	Masculin	22 ans		1mA,2	13σ2	2mA,4	6σ	3mA,4	3σ2
2 Fou.....	»	23 ans		2mA,1	13σ6	2mA,5	6σ4	3mA,1	3σ5
3 Pau.....	»	26 ans		1mA,2	14σ3	1mA,5	7σ6	2mA,9	4σ4
4 Wi.....	Féminin	24 ans		0mA,8	14σ8	2mA	7σ6	3mA,5	3σ9

2e Groupe. — Sujets à grandes chronaxies.

5 Gold.....	Masculin	20 ans		0mA,4	19σ6	0mA,5	10σ4	0mA,6	5σ2
6 Mich. Gilb.	»	13 ans		0mA,2	20σ4	0mA,6	9σ	1mA,3	4σ8
7 Mich. J....	»	24 ans		0mA,9	20σ8	1mA,7	9σ6	3mA,2	5σ2
8 Mich. R...	»	24 ans		1mA,1	20σ8	2mA	8σ8	3mA	4σ8
9 Lac.....	Féminin	33 ans		0mA,2	21σ2	0mA,44	10σ4	1mA,3	5σ6

Parmi ces 9 sujets, les sujets nos 6, 7 et 8 sont frères, les sujets 7 et 8 étant jumeaux, le sujet n° 6 étant leur jeune demi-frère. Il est remarquable de voir que les trois frères ont des chronaxies presque identiques, mais que tandis que les deux jumeaux ont des rhéobases très voisines, le 1/2 frère a des rhéobases très différentes de celle de ses deux frères. Les 3 frères se ressemblent donc beaucoup au point de vue des chronaxies vestibulaires, mais les deux jumeaux se ressemblent entre eux encore plus qu'à leur demi-frère. La chronaxie vestibulaire fait donc ressortir des finesses héréditaires comme celles que révèlent les traits ou le caractère. C'est une preuve de plus du lien très étroit qui unit la chronaxie vestibulaire à la personnalité.

L'étude de ces 9 sujets normaux par la rigueur des résultats permet de dire que le rapport de la petite chronaxie à la chronaxie moyenne et de la chronaxie moyenne à la petite chronaxie est constant et égal à un 1/2. On retrouve donc le même rapport entre les 3 chronaxies vestibulaires qu'entre les deux chronaxies optiques, qu'entre les muscles striés antérieurs et postérieurs. La signification de ce rapport est donc très générale ; il permet à la fois le fonctionnement isolé et la réaction d'un élément sur un autre élément qui lui est fonctionnellement associé.

On peut dire que les chronaxies vestibulaires normales sont comprises dans les limites suivantes :

Canal semi-circulaire vertical et frontal, mouvement d'inclinaison latérale 12$^{\sigma}$ â 22$^{\sigma}$.

Canal semi-circulaire vertical sagittal, mouvement de salutation 6$^{\sigma}$ à 11$^{\sigma}$.

Canal semi-circulaire horizontal, mouvement de rotation 3$^{\sigma}$ à 5$^{\sigma}$,5.

Conclusions

Cette étude peut se résumer dans les quelques conclusions suivantes :

1° Par excitation électrique bi-auriculaire on trouve chez l'homme normal avec des rhéobases croissantes 3 mouvements de la tête dans chacun des 3 plans de l'espace et 3 chronaxies vestibulaires.

Il est légitime d'en conclure qu'on mesure ainsi la chronaxie des trois canaux semi-circulaires ou des fibres nerveuses qui les innervent.

Le système du canal horizontal (rotation) a la plus grande rhéobase et la plus petite chronaxie (3$^{\sigma}$ à 5$^{\sigma}$,5).

Le système du canal vertical sagittal (salutation) a la rhéobase et la chronaxie moyennes (6$^{\sigma}$ à 11$^{\sigma}$).

Le système du canal vertical frontal (inclinaison latérale) a la plus petite rhéobase et la plus grande chronaxie (12$^{\sigma}$ à 22$^{\sigma}$).

C'est parce que ce dernier système a la plus petite rhéobase, c'est-à-dire que le mouvement qu'il produit apparaît le premier, que les deux autres mouvements et les chronaxies correspondantes sont restées si longtemps ignorées.

Par contre, c'est cette différence dans les seuils des 3 mouvements qui permet de réaliser l'excitation isolée des 3 systèmes sans déplacer les électrodes.

2° En pathologie, on voit survenir non seulement des variations dans la valeur absolue des chronaxies vestibulaires, mais encore des variations des rapports qui peuvent s'inverser non seulement pour les chronaxies, mais encore pour les rhéobases.

L'équilibre normal résulte donc de l'équilibre des 3 chronaxies vestibulaires.

3° La mesure des 3 chronaxies vestibulaires et des rapports des chronaxies et des rhéobases devra dorénavant remplacer la recherche simple du vertige voltaïque aussi bien en médecine qu'en physiologie.

La mesure des 3 chronaxies vestibulaires et de leurs rapports paraît ouvrir des voies nouvelles dans l'étude de la physiologie de l'équilibre et des troubles de l'équilibre et des attitudes en pathologie.

Dr FOVEAU DE COURMELLES

LA RESPONSABILITÉ PROFESSIONNELLE DES RADIOLOGUES

Etant donnée la quantité actuelle et croissante de physiothérapeutes, en particulier de radiologues, et non des moindres, cela un peu partout, condamnés pour brûlures de leurs patients aux cours d'examens ou de traitements radiologiques, il importe qu'ils les évitent en refusant toute application de Rayons X aux malades douteux, ou bien qu'ils préviennent ceux-ci des dangers très rares, mais réels, qu'ils courent, avec attestation de leur part qu'ils en furent dûment prévenus.

De tous côtés nous voyons, en effet, une jurisprudence se créer contre la radiologie, en même temps que parallèlement pour y obvier, se fondent maintes Compagnies d'assurances, qui pourraient anonymement publier les motifs attribués aux prétendues fautes.

Le radiologue est condamné, sur rapports plus ou moins favorables, parfois dubitatifs, des experts (d'ailleurs que savons-nous d'absolu en médecine ?). Au surplus, si les juges d'appel lui donnent raison (ce qui arrive mais pas toujours, vu la mauvaise presse qu'ont actuellement tous les médecins), il est et reste discrédité, souvent ruiné, même si, par chance, il était complètement assuré et qu'il n'ait rien eu à débourser. Le médecin radiologue le plus compétent peut être frappé.

Pour discerner ou éliminer les clients douteux, il apparaît qu'il faut tenir compte de notions nouvelles : allergie, floculation, fluorescences modifiant l'organisme. Peut-être le sucre, l'albumine, l'urée jouent-ils un rôle quantitatif. Des infections ou irradiations antérieures (radioclasies), certaines adiposités, la viscosité et l'urée sanguines en excès, l'état d'émotivité ou de soucis intenses (psychoclasies) doivent faire prévenir les patients. Il faut également dire à ceux-ci que l'on n'est plus désarmé contre les radiotermites, même devenues cancéreuses et que si, par malheur et grande rareté, cela leur arrive, ils peuvent et doivent vite s'en soigner (diathermo-coagulation de Bordier). Si l'on veut que la médecine reste possible, il faut qu'agissent fortement nos Syndicats, tous nos syndicats médicaux spécialisés ou non et aussi nos Sociétés et Congrès.

Dr R. KRAINIK

LES ONDES COURTES ET LE SYSTÈME NERVEUX

Etudiant les diverses hypothèses proposées pour expliquer le mode d'action des ondes courtes, l'auteur signale les différences d'action entre les champs intenses produisant une élévation thermique (fièvre artificielle) et les champs limités aux plexus nerveux et d'une intensité réduite ; expérimentalement, il a démontré avec Nicolau que l'action des ondes courtes sur l'élaboration des antigènes antityphiques était diminuée chez les animaux déjà exposés préalablement aux ondes courtes.

L'action des ondes courtes sur les septinévrites, sur l'intoxication saturnine, est démontrée par les observations de l'auteur. Expérimentalement, l'irradiation du plexus solaire chez le lapin amène une augmentation du pouvoir agglutinant, effet qui ne se produit pas avec une irradiation thoracique ou générale.

On peut donc conclure que le premier effet des ondes courtes se produit par l'intermédiaire du système nerveux.

JAPIOT, A. LEVY, P. WERTHEIMER
et J. DECHAUME
(de Lyon)

RADIOGRAPHIES ET TUMEURS CÉRÉBRALES (AVEC PROJECTIONS)

Au cours d'une étroite collaboration neuro-chirurgicale, deux d'entre nous ont utilisé les renseignements fournis par la radiographie chez plus de 70 malades atteints de tumeur cérébrale : les documents projetés aujourd'hui ont été faits par le Docteur Japiot et son collaborateur A. Lévy.

Laissant de côté les résultats de la ventriculographie et l'encéphalographie par voie lombaire, nous montrerons simplement les clichés obtenus par radiographie simple correctement pratiquée, en l'absence même de stéréoradiographie que nous utilisons également.

Les documents projetés mettent notamment en évidence :

1° Les *modifications de la région sellaire.* A côté des grandes déformations de la selle au cours des adénomes hypophysaires, des calcifications des tumeurs de la poche de Rathke, il faut savoir reconnaître les

altérations des apophyses clinoïdes, les lésions des méningiomes du tubercule de la selle, etc...

2° *Les altérations des petites ailes du sphénoïde* dans certains méningiomes du lobe frontal.

3° Les *modifications osseuses* rencontrées au cours des tumeurs corticales : vascularisations anormales, zones décalcifiées, calcifications.

4° La présence de *calcifications* sans signification tumorale : épiphyse, feux du cerveau.

Certains faits montrent la difficulté du problème, par exemple, les modifications osseuses au cours des méningites séreuses. L'opposition entre certains cas où la radiographie à elle seule a permis un diagnostic complet et les cas où une interprétation trop superficielle des radiographies a été une cause d'erreur, souligne la complexité de cette étude.

Il nous semble cependant que :

1° La radiographie simple est un mode d'investigation trop peu employé dans le diagnostic des tumeurs cérébrales. Comme l'examen ophtalmologique, elle doit précéder la ponction lombaire souvent inutile, parfois dangereuse.

2° Les renseignements radiographiques sont parfois de première importance, mais exigent une technique précise. L'interprétation des clichés doit être le résultat d'une discussion minutieuse et d'une étroite collaboration radio-neuro-chirurgicale.

3° Les signes radiologiques des tumeurs cérébrales prennent dans ces conditions une importance de premier plan. Ils peuvent assurer la précocité et la précision du diagnostic, conditions indispensables pour permettre d'utiliser dans les meilleures conditions la thérapeutique chirurgcale, seul traitement efficace des tumeurs cérébrales.

R. GILBERT, S. KADRNKA et P. BARDET

(Genève)

TECHNIQUE RADIOLOGIQUE POUR L'EXAMEN DU RELIEF DE LA MUQUEUSE GASTRIQUE

Le relief de la muqueuse gastrique s'obtient par le moulage de la surface interne de l'estomac au moyen d'une mince couche d'une substance opaque aux Rayons X. Cette empreinte donne une image formée d'une série de bandes claires, étroites, parallèles, se détachant sur un fond opaque et qui correspond, comme on sait, à la saillie des plis de la muqueuse.

Deux procédés permettent d'obtenir l'image du relief interne :

a) Soit le moulage en couche mince d'emblée, par l'administration d'une faible quantité de liquide opaque, juste suffisante pour tapisser la surface interne de l'estomac d'une mince pellicule ;

b) Soit la compression des parois après remplissage préalable de l'estomac, réalisant également un moulage en couche mince de la muqueuse.

Le premier procédé convient surtout aux estomacs ortho ou hypotoniques ; le second s'applique de préférence aux estomacs hypertoniques ou à tout estomac contenant des liquides résiduels.

La condition sine qua non de cet examen est la vacuité aussi parfaite que possible de l'estomac. C'est pourquoi son vidage préalable à la sonde peut être nécessaire.

Déjà avec les suspensions opaques employées habituellement pour le remplissage classique de l'estomac, Holzenecht, Kaestle et Ramond avaient observé à l'écran radioscopique la formation du relief de la muqueuse. Cependant le baryum à gros grains, bien qu'il accentue les contrastes du réseau de la muqueuse en se sédimentant rapidement comporte de sérieux inconvénients : de telles suspensions s'écoulent trop rapidement aux parties déclives de la cavité par suite de leur faible pouvoir adhérentiel à la surface de la muqueuse. De plus, en se sédimentant rapidement, ce baryum s'agglutine généralement en grumeaux qui compromettent la finesse du relief et modifient les images propres à la couche sécrétoire. C'est pourquoi s'est généralisé aujourd'hui l'emploi d'un baryum à petits grains : sulfate de baryum crémeux selon Bensaude et Terrey, gélobarine, unibaryte, etc... La suspension est plus fine, plus homogène ; elle se sédimente moins rapidement.

Depuis Renditch, de nombreux auteurs ajoutent au baryum des mucilages, de la gomme adragante, de la fécule de pomme de terre (Elischer, Renditch, Chaoul, Beclère etc...). Plusieurs spécialités sont ainsi composées (lectobaryde, rocbaryte...). Elles ont l'avantage de diminuer la précipitation, de favoriser le glissement entre les plis, d'assurer une meilleure adhérence à la muqueuse. Ainsi s'explique la très belle qualité d'images obtenues par les suspensions de baryum dans le jaune d'œuf, comme le préconisent Guttmann et Nemours.

Cependant, ces substances adjuvantes comportent aussi quelques inconvénients ; elles peuvent exciter la sécrétion, et par là compromettre la formation de la couche mince selon le premier procédé ; elles peuvent également, en augmentant la viscosité du produit, masquer certains détails du relief. C'est pourquoi Berg et Gutzeit, par exemple, n'emploient que des suspensions barytées à petits grains, sans adjuvants, et rejettent en particulier les excipients destinés à corriger le goût (sucre, chocolat, sucs de fruits).

En ce qui concerne la concentration de la suspension, les avis divergent. Eisler et Lenk donnent un mélange de consistance épaisse et afin que celui-ci puisse s'insinuer entre les plis, ils recourent aux manœuvres palpatoires au distinctor de Holznecht. — Berg, Gutzeit et Baumeister donnent également la préférence aux mélanges consistants et préconisent diverses manœuvres telles que palpation, massage de l'estomac, respiration profonde et changements de position. D'autres auteurs usent au contraire des suspensions liquides (Ramond et Jacquelin, Ledoux-Lebard et Garcia-Calderon, Giraud, Dyes, Albrecht, Guttmann et Nemours) qui favorisent l'obtention d'une couche mince sur une grande surface et permettent le plus souvent d'éviter les manœuvres nécessaires si l'on emploie les suspensions épaisses.

La question quantité à administrer est naturellement liée à la consistance : petite quantité si la concentration est faible (une cuillerée à soupe pour Béclère, 5 gorgées soit 150 cc. pour Berg). D'ailleurs l'administration de plus grandes quantités représente déjà le deuxième procédé que nous avons mentionné et qui nécessite la compression pour réaliser l'empreinte opaque en couche mince. On comprend que plus est grande la quantité ingérée, plus il est difficile d'obtenir cette image.

La compression peut être faite au moyen d'un simple carton. Berg recourt à un étroit tube localisateur surmonté d'une balle pour la compression. Chaoul emploie un ballon de caoutchouc fixé sur une sangle que l'on applique sur le ventre, permettant ainsi d'obtenir une compression dosée. Béclère se sert également d'un ballon en caoutchouc et Dioclès d'un localisateur tronconique surmonté du ballon de Schönfeld. Cette technique par compression est indispensable lorsque la vacuité de l'estomac n'est pas absolue (troubles sécrétoires, stase.) et que le procédé de la couche mince d'emblée n'est pas applicable. Ajoutons que le decubitus ventral, à lui seul, exerce déjà une autocompression. C'est une position de choix pour beaucoup de radiologistes, pour ceux surtout qui emploient de faibles quantités de baryum en suspension assez étendue.

La question de la position à donner aux malades pendant l'examen est en effet importante. Renditch fait absorber le liquide opaque en position couchée et continue l'examen en relevant progressivement le malade. Il fait le moulage de la paroi antérieure en decubitus ventral et celui de la paroi postérieure en decubitus dorsal. Cette dernière position nécessite cependant le plus souvent, surtout chez les hypersthéniques, une légère déclivité pour ramener l'axe de l'estomac normalement oblique d'arrière en avant dans un plan horizontal, afin d'éviter l'écoulement du liquide opaque dans l'arrière-cavité de la grosse tubérosité, et la distension de l'antre par l'air. Berg et Albrecht se servent d'une table basculante leur permettant des examens en decubitus dor-

sal, qui facilitent la palpation de l'estomac sous écran et sa compression par tube-localisateur. Chaoul et Dioclès préfèrent au contraire la station verticale ; d'ailleurs la table de Chaoul permet également l'examen en decubitus latéral.

Strom recommande, pour l'étude du relief, que les premières gorgées de baryte aient franchi le pylore : les dépôts organiques couvrant la muqueuse semblent être ainsi éliminés et sa surface nettoyée.

L'étude structurale du relief doit être faite toujours avec une même distance focale, pour que le calibre des plis soit toujours comparable. Le temps de pose doit être assez court et de pas dépasser, en général, 0,6 secondes. La tension doit être choisie plus élevée que pour le même estomac en remplissage massif afin que l'image radiologique puisse faire ressortir au mieux les détails du relief. En général, la surface muqueuse peut être étudiée sur un seul cliché d'ensemble, ce qui exige souvent l'emploi d'un anti-diffuseur. Le tube-localisateur de Berg permet au contraire, sans anti-diffuseur, l'étude du relief par une série de clichés des différents segments gastriques. Dioclès et Ledoux-Lebard préconisent la stéréoradiographie de la muqueuse.

Enfin mentionnons le pneumorelief de l'estomac étudié par Baastrup et Hilpert, Sipmund, Villebone Béclère et Porcher, et les tentatives d'imprégnation colloïdale à l'umbrathor de sa muqueuse, suivie ou non d'une insuflation complémentaire (Regelsberger et Kadrnka). Cependant la base théorique et l'expérience pratique de cette dernière technique manquent encore pour le moment.

L'examen du relief gastrique étant terminé, on continue par le remplissage classique selon les procédés habituels.

S. KADRNKA et R. AUDEOUD

(Genève)

OBSERVATIONS RADIOLOGIQUES DES MOUVEMENTS PROPRES DES PLIS DE LA MUQUEUSE AU NIVEAU DU GROS INTESTIN

Les perfectionnements des méthodes radiologiques rendent possible aujourd'hui l'observation de la muqueuse du gros intestin sur l'écran radiologique. Entre autre, cela nous a permis de mettre en évidence une motilité autonome de la muqueuse qui s'exprime par des changements plus ou moins rapides de la forme du plissement, indépendamment des contractions de la paroi. Les travaux de l'école de Forssell, qui tendent à démontrer l'origine fonctionnelle de la formation des plis

muqueux digestifs et l'autonomie du mécanisme par la méthode expérimentale, trouvent ainsi la confirmation.

L'aspect morphologique de la muqueuse intestinale, celle du gros intestin en particulier, est à considérer comme l'expression anatomique d'un état fonctionnel déterminé et par là même soumis à des grandes variations. Ce n'est pas une formation anatomique rigide, ne montrant que des variations individuelles ou des mouvements limités dépendant des contractions musculaires de la paroi. Si, pour un même segment, et dans des conditions semblables, une forme analogue tend à réapparaître, c'est que ce segment s'est adapté à un besoin particulier de la digestion.

L'intestin multiplie le nombre de plis muqueux pendant la digestion ; ainsi il augmente sa surface interne et, par là, accroît la fonction de résorption. Si l'intestin est animé de contractions péristaltiques, la muqueuse tend au contraire à réduire sa surface et prend une forme plus simple et mieux appropriée à seconder l'intestin dans sa fonction de transport. Cependant les plis longitudinaux qui sont la forme la plus simple, n'accompagnent pas exclusivement les ondes de contraction, car on les observe aussi dans un intestin au repos.

Lorsque au cours d'un examen radiologique du gros intestin nous faisons l'analyse du relief de la muqueuse (voir Kadrnka, Journal de Radiologie 1931, p. 585), nous ne devons pas nous contenter d'enregistrer seulement la forme des plis du point de vue morphologique, mais nous devons envisager aussi la fonction que cette forme exprime, ou plus exactement la fonction qui prédomine au niveau d'un segment déterminé : arborescence ou autre forme développée du plissement — résorption ; plissement longitudinal — transport ou simplement remaniement en surface, sans intervention de la contraction ; chenille ou autre forme mixte — fonctions conjuguées ; degré du calibre des plis — état liquidien de la muqueuse, et par là indication quantitative sur la sécrétion, etc...

S'il est intéressant aussi, du point de vue physiologique, que les fonctions de la muqueuse trouvent une expression radio-morphologique, il en est de même, à plus forte raison, du point de vue clinique ; car l'examen radiologique permettra de reconnaître les modifications qui surviennent dans les états pathologiques. Point n'est besoin de souligner enfin la valeur de la constatation « in situ » de mouvements propres des plis du point de vue diagnostic différentiel. Chaque fois que nous pourrons attester la présence de ces mouvements, nous pourrons éliminer une infiltration néoplasique même au début ; celle-ci détruit d'emblée, en effet, l'appareil contractile de la muqueuse, tandis qu'un processus d'une autre nature sera plus lent à se manifester.

Robert MERKLEN et Paul ROBERT
(Aix-les-Bains)

QUELQUES CLICHÉS RADIOGRAPHIQUES DANS UN CAS DE GOUTTE CHRONIQUE

I

Ayant eu d'occasion de suivre depuis plusieurs années un malade atteint d'une goutte chronique particulièrement caractéristique, nous avons eu l'idée de radiographier quelques-unes des articulations des plus atteintes, espérant ainsi enrichir nos collections de clichés très typiques, tels que ceux que nous avions admirés dans les travaux classiques ou contemporains. Citons en particulier les belles radios de Desternes reproduites dans le livre de Teissier et Roques, celles de Detré qui illustrent la thèse de Mauvoisin et les récentes publications de M. P. Weil.

Il nous paraissait, en effet, difficile d'imaginer une histoire pathologique et un aspect clinique plus étroitement conformes aux descriptions des grands classiques que ceux de notre malade. Agé de 58 ans, il est entré dans la goutte à l'âge de 28. Ses premières crises n'intéressaient que les gros orteils ; par la suite, des crises innombrables ont fini par toucher toutes les articulations des membres à l'exception des hanches.

Actuellement les pieds sont déformés, tassés sur eux-mêmes, les mouvements des genoux douloureux et limités. La démarche est lente et claudicante. Le malade se plaint de sa colonne lombaire, mais cette dernière est difficile à examiner cliniquement. Aux membres supérieurs les épaules ne sont que modérément touchées, mais l'aspect extérieur des coudes est modifié par l'existence de tuméfactions olécraniennes, vraisemblablement de nature tophique : les mouvements sont limités. Enfin les mains présentent un aspect particulièrement typique : les doigts sont énormes, boudinés par des tuméfactions qui les déjettent irrégulièrement ; la peau est rouge, amincie, luisante, parsemée de nombreuses taches blanchâtres qui sont des tophi indéniables et dont quelques-uns sont fistulisés et laissent échapper une concrétion calcaire semi-liquide. Cet aspect des mains réalise exactement l'aspect de la botte de panais, classique depuis Sydenham. D'autres tophi très typiques se voient aux pavillons des deux oreilles.

Enfin le malade a fait depuis quelques années de graves épisodes cardio-rénaux. Actuellement sa tension se maintient à 24/12 ; il existe une albuminurie permanente.

II

Or, les signes radiologiques se sont montrés, contrairement à notre attente, beaucoup moins intenses et moins caractéristiques que les signes cliniques.

1. — En examinant la radio des mains, nous avons été frappés par le contraste particulièrement net entre les signes cliniques et radiologiques. Les grosses déformations des parties molles ne correspondent pas à l'aspect des os et des articulations, lesquels paraissent beaucoup moins atteints. Ceci d'ailleurs n'est pas très surprenant puisque ces déformations sont dues à des dépôts uratiques perméables aux Rayons X.

En examinant de plus près, nous remarquons que l'aspect des articulations métacarpo-phalangiennes n'est pas normal, mais cet aspect doit être attribué à ce qu'il nous a été impossible avant la radio de mettre la main avec ses articulations en extension. Cependant, il reste des déformations indéniables, en particulier des subluxations au niveau des articulations phalangiennes et phalenginiennes de l'index et de l'auriculaire, et une inflexion assez curieuse du premier métacarpien de la main gauche. Ce n'est enfin qu'à un examen beaucoup plus minutieux que l'on constate l'existence de lésions spécifiques. Il existe en effet en différents points des érosions, des encoches caractéristiques : la plus importante siège au côté distal de l'articulation métacarpo-phalangienne du médius de la main gauche.

2. — Les radios du coude sont encore plus décevantes ; malgré les altérations de forme et la limitation des mouvements, l'aspect radiographique est absolument normal, aussi bien de face que de profil.

3. — L'aspect de la radio des pieds explique assez bien le tassement antéro-postérieur signalé plus haut. Mais il faut regarder d'assez près pour remarquer la lésion caractéristique : une tache claire au niveau du premier cunéiforme. De plus on peut voir que l'interligne de l'articulation métacarpo-phalangienne du gros orteil est aminci, irrégulier, contrairement à celui des articulations voisines dont l'aspect est demeuré normal. A cela rien d'étonnant ; l'articulation du gros orteil est la plus anciennement touchée, il est donc tout naturel que le processus pathologique très longtemps localisé au pourtour de l'articulation ait fini par attaquer et détruire les cartilages articulaires.

4. — Les radios du genou droit ne montrent aucune lésion caractéristique de goutte. Mais l'aspect radiologique n'est pas normal ; sur le cliché de face, indépendamment d'une légère diminution de l'interligne, on remarque la saillie très exagérée des épines tibiales. Sur le cliché de profil on note l'existence d'une épine saillante implantée au rebord supérieur de la trochlée fémorale. Ces 2 clichés du genou présentés isolément feraient facilement conclure à une arthrite sèche du genou.

5. — Voici en dernier lieu la colonne lombaire ; elle est normale malgré les signes fonctionnels, à vrai dire assez confus, signalés par le patient.

III

Voici donc une goutte tophacée chronique, aussi typique que possible, constituant un véritable schéma propre à illustrer les descriptions livresques les plus classiques. Cependant les signes radiographiques de goutte sont extrêmement discrets et à côté d'eux existent des signes d'arthrite sèche (ostéoarthrite dégénérative ou arthrose).

1° En ce qui concerne ces dernières notes, notre observation ne fait que confirmer les remarques formelles faites à ce sujet par Mathieu Pierre Weil et Detré qui ont récemment soulevé de nouveau à ce sujet les très délicates questions des relations entre goutte et ostéo-arthrite dégénérative, celle du rhumatisme goutteux.

2° En ce qui concerne la discrétion des signes caractéristiques, taches et encoches, notre observation tendrait à prouver qu'il ne faut guère compter sur eux pour faire le diagnostic de goutte dans les cas douteux.

Dr Auguste NEMOURS
(Paris)

L'auteur, au cours d'un exposé illustré par la projection de nombreuses et superbes radiographies, démontre qu'il ne saurait y avoir une technique fixe pour le radio-diagnostic des affections gastro-duodénales. La technique doit être déterminée pour chaque cas selon la disposition statique et la morphologie des organes. On procédera donc en un premier temps à un examen radioscopique qui permettra de déterminer dans quelles positions on obtiendra une meilleure vue des différentes courbures gastriques et du bulbe duodénal. En procédant de la sorte, on s'apercevra rapidement qu'il est vain de chercher à systématiser la technique des examens gastriques. C'est au radiologiste à déterminer dans chaque cas particulier les incidences qu'il doit employer.

J. ROLLAND et DREYFUS-LE-FOYER

SUR LA PHRENICECTOMIE FAITE SOUS L'ÉCRAN RADIOLOGIQUE

Les auteurs ne donnent aucune explication du fait qu'ils ont observé de l'augmentation de l'amplitude des mouvements de balance du diaphragme pendant l'enroulement du nerf et du retour brusque de l'amplitude de ce mouvement à la normale au moment de la rupture du nerf arraché.

Il me semble qu'il est très facile de comprendre la succession des phénomènes.

Le soulèvement du sommet du diaphragme en tronc de cône pendant l'enroulement du nerf actionné est un phénomène purement mécanique : en tirant sur le nerf on soulève le diaphragme.

L'augmentation de l'amplitude du mouvement de balance dû à la paralysie d'une moitié de diaphragme dès qu'on commence l'enroulement, résulte de la superposition du mouvement de balance d'origine paralytique et des contractions actives irrégulières du diaphragme par suite des excitations successives que produit chaque mouvement d'enroulement. Dans ce mouvement, l'opérateur exerce des séries de tractions dont chacune constitue une excitation jusqu'au moment de la rupture. Au moment de la rupture, toute excitation disparaît et on voit s'établir le régime paralytique normal.

Il serait intéressant de compléter l'étude radioscopique qu'ont faite les auteurs, par la prise de radiographies en série, pour fixer les différentes phases du phénomène, ou mieux, si c'était possible pendant une opération, de faire une radio-kymographie.

Jean MEYER

TRAITEMENT DES SYNDROMES ARTÉRIELS PAR LES ONDES COURTES

Les ondes courtes (16 mètres) ont été appliquées avec succès au traitement des angines de poitrine, des artérites cérébrales, des artérites rétiniennes, des maladies de Raynaud.

En règle générale, les réactions vaso-motrices favorables sont obtenues avec des intensités faibles, sans aucun effet thermique perçu par le malade, des séances courtes et espacées. La tension artérielle au cours de la séance doit rester au-dessous de sa valeur initiale.

SAIDMAN

SUR LA FLUORESCENCE PRODUITE PAR L'ULTRA-VIOLET B

L'ultra-violet B comporte la région spectrale comprise entre 3.150 et 2.800 Angström, dont l'effet biologique est très considérable, puisque ses radiations produisent le facteur anti-rachitique et l'érythème cutané.

La fluorescence est bien connue pour l'U-V. A (4.000-3.150 Angström), sous le nom de Lumière de Wood et comporte des applications au diagnostic dermatologique et chimique.

Pour étudier celle de l'U-V. B, l'auteur a créé une cuve contenant du sulfate de nickel entre deux verres très transparents à l'U-V. et opaques à la lumière, d'un filtre utilisé au Solarium tournant d'Aix-les-Bains.

La fluorescence des tissus est moindre que celle produite par la Lumière de Wood et le rayonnement secondaire est plus violacé. Toutefois certaines substances organiques appliquées sur la peau et invisibles à la Lumière de Wood, ont une fluorescence éclatante dans l'U-V. B qui permet de les déceler.

L'ergostérol présente aussi une fluorescence violacée tendant à disparaître après l'irradiation.

L'examen de la bouche est aussi instructif et les fausses dents qui ne sont pas fluorescentes à la lumière de Wood, présentent dans l'U-V. B une fluorescence jaunâtre, variable selon leur origine.

L'examen systématique de la fluorescence de l'U-V. B est un moyen d'étude intéressant qui mérite d'être utilisé comme adjuvant à la lumière de Wood.

14e section

ODONTOLOGIE

Président. . . . . M. Raton, Professeur à l'Ecole dentaire de Lyon.
Secrétaire. . . . . M. J. Aloin.

COMPTE RENDU

La section d'Odontologie a connu une activité considérable dont on pourra juger par le compte rendu que nous en donnons. On trouvera une analyse plus complète de ces communications et un certain nombre d'entre elles *in extenso* dans le numéro d'octobre de la Revue Odontologique.

Après le discours du Président, la première séance fut consacrée particulièrement à l'hygiène dentaire scolaire. D'intéressantes communications sont présentées par M. Cros, de Saint-Etienne, sur « l'enseignement de l'hygiène dentaire à l'école » ; par Mlle Guéricolas, de Paris, sur « le rôle de la femme dentiste dans les soins à donner aux enfants ». M. Gouttenoire, de Lyon, présente « un cas de déficience des deux temporaires ». Le Dr Gauthier, de Sens, prend la parole sur « le rapport des infections de la bouche et du rhinopharynx avec les maladies infectieuses épidémiques de l'enfance ». M. Ferrand, de Paris, expose « l'action en France du Comité national d'Hygiène dentaire ». M. Guinat parle « de la psycho-assistance, corollaire obligé de la psycho-propagande ». Enfin, M. Selbmann s'étend sur le « programme d'action et administration de l'hygiène départementale ».

La deuxième séance de la Section a poursuivi ses travaux par les communications du Dr Hamon, d'Orléans, sur « une méthode d'anesthésie dentinaire par le froid », et de M. Paoli, d'Aix-les-Bains, qui a présenté « un cas d'ostéomyélite à bascule du maxillaire inférieur, incisive centrale géante, épulis de la région incisive et intervention ».

Le Dr Dreyfus, de Lausanne, expose le rôle de « quelques adjuvants, dont les extraits glandulaires, en orthopédie maxillo-faciale ».

Enfin, M. Potel, de Lyon, fait une conférence magistrale sur la vie et l'œuvre de Gensoul, chirurgien lyonnais.

La troisième journée débuta par un rapport de M. Elie Fourquet, Professeur de Prothèse (couronnes et travaux à pont) à l'Ecole Odontotechnique de Paris, sur « la dépulpation ou non dépulpation des moignons coronaires pour prothèses fixes ou amovibles ». Après

avoir disserté sur les arguments que paraissent s'opposer partisans et adversaires systématiques de la dépulpation, l'auteur en pose les indications et contre-indications.

Dans les cas où la pulpe peut être conservée, Fourquet indique une méthode de traitement du moignon, qui préserve la pulpe des réactions post-opératoires, et préconise une méthode chirurgicale aseptique et rapide dans les cas de dépulpation camérale ou totale, lorsqu'il y a impossibilité de procéder autrement.

M. Fabret, de Nice, présente ensuite une étude intéressante sur « le problème de l'anesthésie dentinaire ».

Le Dr Pont, directeur de l'Ecole Dentaire de Lyon, en collaboration avec M. Gendre, démonstrateur à l'Ecole Dentaire de Lyon, expose clairement la question de « l'influence des sécrétions endocriniennes sur la carie dentaire ». Il souligne les relations physio-pathologiques des parathyroïdes et du corps thyroïde d'une part, du foie d'autre part, avec le système gingivo-dentaire, dont les troubles sont caractérisés par une diminution du Ca et du P. Il insiste sur l'insuffisance de l'absorption des vitamines et de la vie au grand air, pour empêcher la décalcification si les fonctions endocriniennes sont anormales, et engage le praticien à rechercher, dans les cas de décalcification dentaire, les symptômes qui lui permettront de traiter la cause vraie : les troubles des fonctions endocriniennes.

Le Dr Pont reprend, quelques instants après, la place de conférencier pour exposer « l'état actuel de la prothèse chirurgicale des maxillaires » et pour la présentation d'un fonctionnement pratique, et qui demande un minimum de rééducation pour obtenir des résultats fort appréciables.

Le Dr Tellier, stomatologiste des Hôpitaux, et M. Paul Beyssac, présentent une étude approfondie sur les « dysthyroïdies (et plus particulièrement l'hyperthyroïdie) et la carie dentaire. Après avoir résumé l'état actuel de nos connaissances sur la pathogénie des caries dentaires et sur le métabolisme du calcium, les auteurs étudient d'une manière plus approfondie les répercussions des troubles endocriniens sur le système dentaire, en insistant surtout sur le rôle de l'hyperthyroïdisme. Le problème dont ils ont voulu poser les termes dans leur étude dépasse, disent-ils, singulièrement les limites du domaine odonto-stomatologique, mais il prouve une fois de plus la solidarité étroite qui existe entre celui-ci et la médecine générale.

Le Dr Darcissac, de Paris, présente un travail très intéressant par ses idées nouvelles sur « la chirurgie et prothèse maxillo-faciale » accompagné d'une documentation par projections.

Le Dr Vichot, de Lyon, expose en premier lieu « un cas d'arcade en hyperocclusion », avec moulages avant et après le traitement, con-

firmant un résultat remarquable, et il traite ensuite « un cas d'actinomycose maxillo-faciale ».

Le Dr Frey, chargé de cours à la Faculté de Médecine de Paris, traite la question toujours à l'ordre du jour de « la gingivite latente, dite prépyorhéique ». Cette étude passionnante est présentée par l'auteur avec toute la clarté et l'autorité qui lui sont habituelles. Il recherche et distingue les causes possibles de cette affection qui, d'après lui, ne doivent être localisées d'une façon ni rigoureusement alvéolaire, ni rigoureusement gingivale, mais en même temps gingivo-alvéolaire. Le champ des recherches sera donc plus étendu, et les variantes anatomo-pathologiques et cliniques des éléments qui composent ces deux organes s'admettront plus facilement. L'auteur conseille de chercher à l'origine la cause générale sensibilisatrice, afin de faire cesser les troubles locaux. L'auteur est persuadé que le traitement directement étiologique permettra d'excellents résultats.

Le Dr Duclos, professeur à l'Ecole Dentaire de Lyon, présente une méthode « d'obturation des canaux par voie apicale », et une étude avec moulages sur « la chirurgie esthétique et prothèse nasale ».

Le Dr Pierron, d'Annecy, fait la « critique des indications des agents physiques en odonto-stomatologie ».

Le Dr Comte, de Genève, parle du « traitement des dents incluses », communication appuyée par de nombreuses radiographies.

Le Dr Freidel, professeur à l'Ecole Dentaire de Lyon, présente une « étude clinique et thérapeutique des disjonctions cranio-faciales », ainsi que des « considérations sur deux cas d'ostéomyélites séquestrantes du maxillaire inférieur dues à une dent de sagesse », les deux avec projections.

Le Dr Codvelle, en collaboration avec le Dr Bercher, présente une remarquable étude d'embryogénie dentaire : « tumeurs dentaires dysembryoplasiques ».

Les auteurs démontrent que les vestiges embryonnaires de la lame dentaire et de l'organe adamantin peuvent récupérer sous diverses excitations pathologiques une certaine fertilité et former des massifs tissulaires ou tumeurs dentaires qui sont classées suivant leur forme inflammatoire ou leur prolification autonome. Après une description détaillée de ces différentes tumeurs, et après avoir mis en évidence leurs caractères particuliers, les auteurs terminent cette étude fort documentée par un exposé de la place qui revient, à leur avis, à ces différents kystes dans la classification des tumeurs dentaires.

M. Roger Benoist, de Chambéry, présente une étude solide sur l'emploi de l'eugénate de zinc dans les obturations.

Le Dr de Névrezé, de Paris, termine cette intéressante journée en exposant une étude documentée sur les « accidents d'intolérance aux

appareillages orthodontiques et aux opérations chirurgicales dentaires ».

La matinée du vendredi fut une séance pratique, et permit d'examiner de près les dernières nouveautés de l'instrumentation et de la prothèse dentaire.

M. Daligault, de Paris, présente une nouvelle substance thermoplastique inaltérable pour la confection des prothèses complètes et partielles.

M. Garnier, de Bourgoin, expose un nouvel articulateur de laboratoire.

Le Dr Marion fait une mise au point impeccable quant à la confection (forme et teinte) de couronnes jacquettes.

M. Puthod explique le fonctionnement d'un canalomètre et pivomètre, à repérage et blocage automatique de sa conception.

M. Vieilleville, de Paris, présente deux types de bridges amovibles, avec fermeture par verrou ou serrure, qui sont des merveilles de précision et d'exécution.

M. Agussol, de Lyon, expose une série de meubles classeurs et instrumentations d'une conception intéressante du point de vue de l'asepsie et de la stérilisation.

Le Dr Dethès, de Saint-Etienne, explique le fonctionnement d'une pièce à main « baïonnette », destinée à remplacer, dans certains cas, l'angle droit, et permettant de travailler dans l'axe du champ opératoire.

15e section

SCIENCES PHARMACOLOGIQUES

Président. . . . . M. A. LEULIER, Professeur à la Faculté de Pharmacie de Lyon.

René FABRE

Professeur de Toxicologie à la Faculté de Pharmacie de Paris.

ORIENTATION MODERNE DE LA TOXICOLOGIE

La Toxicologie, à laquelle je consacre toute mon activité, soit dans mon enseignement, soit dans mes recherches, n'a peut-être pas beaucoup de serviteurs plus dévoués que moi, et c'est à ce seul titre que je suis venu vous entretenir de l'intérêt qu'elle présente dans les domaines les plus variés de la vie sociale.

Pour le biologiste, qu'il soit thérapeute ou pharmacologue, pour l'industriel, pour l'agriculteur, la connaissance des poisons, de leur mode d'action ou de détection, ainsi que des techniques de protection contre leurs dangers, apparaît tous les jours plus nécessaire ; c'est d'ailleurs pourquoi l'invitation de l'Association française pour l'Avancement des Sciences m'a été d'autant plus agréable que je savais trouver un auditoire fort averti, et s'intéressant à l'évolution de toutes les sciences.

Si j'ai choisi, comme sujet de ma conférence, l'orientation moderne de la Toxicologie, c'est qu'il m'a paru intéressant de vous montrer combien, au cours de ces vingt dernières années, cette science des poisons a évolué, puisque le Toxicologue, à l'heure actuelle, n'est plus seulement un collaborateur précieux du Médecin-légiste, mais également un collaborateur indispensable du Médecin du Travail, de l'Hygiéniste et du Biologiste.

En réalité, la démonstration la plus évidente de l'évolution moderne de la Toxicologie apparaît dans les tableaux que je vous présente ici.

Une thèse de G. Benoît, soutenue à Lyon en 1888, indique les poisons employés, par périodes de cinq années, de 1835 à 1885. Vous y voyez la place importante tenue par l'arsenic, les sels de cuivre, le phosphore, ou les cantharides (Tableau I).

Voici maintenant un tableau (Tableau II) indiquant la nature des empoisonnements aigus en Allemagne de 1925 à 1927. A côté des intoxi-

TABLEAU I

Nature des poisons employés (G. BENOIT, Thèse Lyon, 1888)

	1835 à 1840	1840 à 1845	1845 à 1850	1850 à 1855	1855 à 1860	1860 à 1865	1865 à 1870	1870 à 1875	1875 à 1880	1880 à 1885	TOTAL
Arsenic	110	168	179	169	92	37	36	13	19	13	836
Sels de cuivre	22	31	124	50	44	32	27	24	14	1	369
Phosphore	0	1	4	34	94	74	60	43	26	4	360
Acides sulfurique, nitrique, chlorhydrique	5	15	12	11	19	10	11	4	3	2	92
Cantharides	7	7	10	13	11	4	4	2	1	0	59
Noix vomique et strychnine	0	3	7	4	2	4	5	1	1	5	32
Opium, laudanum pavot et morphine	1	1	2	1	3	5	1	3	4	1	22
Acide cyanhydrique, cyanure de potassium	0	0	2	0	0	1	3	1	1	1	9
	145	226	340	282	265	167	147	91	69	27	1779

TABLEAU II

Nature des empoisonnements aigus en Allemagne en 1925-1926-1927.

		1925	1926	1927	TOTAL	p. 100	
Acides	Chlorhydrique	2	14	10	26	10,4	15,2
	Acétique	2	5	2	9	3,6	
	Sulfurique	0	3	0	3	1,2	
Barbituriques		4	14	15	33	14,6	
Opium, morphine		5	15	10	30	12,0	
Viande		2	11	12	25	10,6	11,8
Poissons		0	0	1	1	0,4	
Fromage		0	1	1	2	0,8	
CNH		7	13	9	29	11,6	
Lysol		16	6	5	27	10,8	
Arsenic		6	7	9	22	8,1	
Mercure		1	10	7	18	7,2	
Strychnine		1	7	1	9	4,0	
Bases	Soude	0	1	1	2	0,8	2,4
	Potasse	0	2	2	4	1,6	
Cocaïne		1	2	1	4	1,7	
Poudre soporifique		0	1	2	3	1,3	
Sel d'oseille		1	2	0	3	1,3	
Phénol		0	0	1	1	0,4	
Codéine		0	0	1	1	0,4	
Phosphore		0	0	1	1	0,4	

(N. B. — Manquent les empoisonnements par CO et le gaz d'éclairage.)

cations causées par les acides corrosifs et les bases caustiques, toujours fréquentes, nous trouvons une forte proportion d'intoxication par les aliments, et je ne suis pas très sûr qu'un certain nombre d'empoisonnements attribués au cuivre, au siècle dernier, ne soient pas justiciables plus simplement de salmonellose et de botulisme, affections si bien étudiées au cours d'une excellente revue de M. E. Couture dans un récent numéro du « Lyon pharmaceutique ». Nous savons, en effet, la faible toxicité du cuivre absorbé en même temps que les aliments, à la suite des travaux de Galippe et d'Effront ; le seul métal vraiment toxique souillant les aliments par action sur les instruments de cuisine est le plomb et je crois bien pouvoir dire, avec Ap. Bouchardat, que si le cuivre fait plus de peur que de mal, le plomb fait plus de mal que de peur.

Les stupéfiants, qu'il s'agisse d'opiacés ou de barbituriques, entrent pour une part de plus en plus grande dans les causes d'empoisonnements aigus. Vous savez que les pouvoirs publics se sont émus de ce regrettable état de choses, et que la Conférence internationale sur la Réglementation des stupéfiants a pris l'an dernier des mesures fort judicieuses, tout au moins pour les opiacés. Ces mesures n'ont d'ailleurs pas été prises sans débats, en raison d'intérêts les plus divers opposés au seul intérêt de la santé publique.

Quant aux barbituriques, ils sont la cause d'accidents de plus en plus fréquents. Déjà, en 1923, je m'étais élevé contre la délivrance trop facile de ces médicaments par mes confrères, et les Sociétés savantes, Académie de Médecine, Société de Thérapeutique, ne tardèrent pas à s'émouvoir et à réclamer un freinage, difficile à réaliser, je le sais.

J'avais cru, il y a quelques mois, pouvoir contribuer à nouveau pour une part à cette lutte nécessaire, en me basant sur les statistiques établies par la Direction de la Statistique générale de la France. J'ai appris de cette source qu'en 1929 il y eut officiellement 189 suicides par empoisonnement, et que les morts accidentelles par empoisonnement sont confondues sans discrimination possible avec les morts accidentelles pour d'autres causes. Cette documentation manquait évidemment de précision, sinon d'exactitude.

Grâce à l'amabilité de mon excellent collègue M. Kohn-Abrest, j'ai pu me procurer la statistique des suicides dans le département de la Seine au cours des toutes dernières années. Malheureusement ces suicides sont classés en suicides par submersion, asphyxie, pendaison, armes à feu, écrasement, etc., et les empoisonnements (sans spécification sur la nature du poison) n'y sont représentés par exemple en 1931 que par 8 cas sur 222 suicides.

Une statistique parue en avril dernier, dans un quotidien d'information, sans indication d'origine, indique :

Pour 1931 : 2.010 suicides dont 102 empoisonnements ;
Pour 1932 : 2.254 suicides dont 257 empoisonnements ;

Enfin, pour le premier semestre 1933 : 511 suicides dont 83 empoisonnements.

Les statistiques précises sont donc difficiles à se procurer, mais le fait existe que nous connaissons tous, que nous déplorons tous, mais que des chiffres rendraient plus démonstratif aux yeux du public : c'est l'accroissement des suicides par les barbituriques. Tolérer la délivrance facile de ces toxiques, en les considérant comme des succédanés de la corde ou du revolver, c'est se rendre responsable de la suppression de bien des vies humaines.

Mais à côté de ces empoisonnements aigus, il en est une catégorie qui prend une ampleur de plus en plus redoutable, ce sont les intoxications chimiques d'origine industrielle. Tous les tableaux qui vous sont présentés ici sont particulièrement édifiants, et qu'il s'agisse de toxiques gazeux ou volatils, de toxiques minéraux ou organiques, le danger s'avère réellement très sérieux. Et cependant, il est évident que les accidents d'intoxications professionnelles peuvent parfois ne pas être déclarés ou passer inaperçus, ce qui fait pécher notre statistique par défaut.

Maladies professionnelles déclarées en France en 1930

Produits toxiques		Produits toxiques	
		Report.....	1846
Plomb.....	1682	*CO — Gaz d'éclairage*....	9
Émaillage sur métaux..... 735		*Gaz délétères*.....	8
Accumulateurs... 472		*Hydrocarbures*	6
Fondeurs de Pb .. 171		$POCl^3$.....	6
Imprimerie 60		NO^2.....	6
etc...		SO^2.....	4
Alcalis et caustiques.....	50	*Lumière intense*	4
Ciments et silice	47	C^6H^6.....	4
Mercure.....	21	*Chlorure de soufre*	3
Accumulateurs (Fe.Ni.OHg).... 11		SH^2	3
Secrétage ..,..... 4		*Solvants de vernis*.....	2
Lampes à Hg..... 3		*Brai et huiles*	2
Vapeurs acides	13	*Divers*.....	8
Aniline	11		
As^2O^3	11		
Chlore	11		
Total.....	1846	Total.....	1911

Intoxications professionnelles (déclarées en Allemagne)

Entre parenthèses les cas mortels

	1900	1903-1905	1912-1914	1918-1920	1924	1925	1926
Empoisonnement par :							
Plomb	1058(38)	601(23)	522(33)	198(20)	486(32)	326(13)	242(28)
Phosphore.	3	1(1)		1			
Arsenic ...	22(3)	4	4	3	6(1)	6	5(3)
Mercure ...	9	6	14	7	5	5	4(1)
Sulfure de carbone.						3	1
Aniline ...						31(1)	33(1)
Benzène (chronique).							1(1)
Chrome ...				126	45	54	55

Empoisonnements par les gaz (déclarés en Allemagne)

Entre parenthèses les cas mortels

	1913	1914	1917	1920	1922	1924	1926
Oxyde de carbone...	59(7)	62(9)	99(18)	56(9)	111(14)	107(10)	101(6)
Anhydride carbonique.....	12(1)	3(1)	1	0	1	5(2)	4
Hydrogène sulfuré...	8(1)	22(3)	11(4)	13(4)	12(3)	11(4)	3
Anhydride sulfureux.	1	1	2	2	7	10	2
Chlore.....	1	2	3	8	11	20	13
Vapeurs nitreuses...	0	9(3)	62(5)	9(3)	8	10(1)	5(1)
Ammoniaque.....	3	4(1)	4(1)	0	8(1)	1	5(1)
Benzène	6(2)	4(2)	4(2)	12(1)	25(1)	26	4(1)
Hydrogène arsénié ..	2	1(1)	12(3)	5(3)	1	3	1
Tétrachloréthane....	0	25(4)	0	0	0	0	0
Autres produits gazeux (éther, acétone, nickel-carbonyle.....	0	0	4	9	10(1)	28(4)	17(1)

Contre les poisons industriels, causes de très nombreuses intoxications chroniques fort graves, la tâche à accomplir par le Toxicologue et par l'Hygiéniste est encore considérable, toujours plus complexe par suite de l'évolution constante des industries chimiques.

Le Toxicologue, pour sa part, doit, par la mise au point de méthodes de recherches précises et indiscutables, s'efforcer de déceler dans l'organisme ou dans l'atmosphère viciée, les composés volatils susceptibles de provoquer ces intoxications professionnelles, dont la connaissance se révèle tous les jours plus indispensable.

La création d'Instituts du Travail, où une place importante est réservée aux Toxicologues, est chose faite dans bien des centres industriels étrangers et même français, et les résultats obtenus dans l'étude

de nombreux problèmes de Toxicologie industrielle sont exposés à des Congrès internationaux très suivis.

Le Bureau international du Travail, à Genève, a, d'ailleurs, rassemblé une documentation fort précieuse qui fournit une preuve évidente des préoccupations du monde entier et des efforts occomplis dans ce domaine nouveau qu'est la médecine du Travail

De cette documentation, j'ai voulu extraire quelques exemples typiques d'intoxications accidentelles, dans le but de vous montrer combien la manipulation des produits chimiques les plus variés peut parfois être nocive, et combien il est nécessaire de pallier aux dangers de leur emploi.

On ne pouvait certes pas prévoir, il y a quelque vingt années, que le développement de la synthèse organique, nécessitant la manipulation de quantités énormes de chlore, d'oxychlorure de carbone, d'ammoniaque ou d'acides sulfurique et azotique pouvait présenter des dangers constants, non seulement pour les ouvriers de l'industrie chimique, mais également pour les habitants des cités voisines, comme plusieurs exemples l'ont établi récemment. Je vous rappellerai, à ce sujet, l'accident qui se produisit à Hambourg, le 20 mai 1928, où à la suite d'une fuite à un gazomètre, 11 tonnes d'oxychlorure de carbone se répandirent dans les faubourgs de cette ville. Il y eut 300 malades admis dans les hôpitaux et l'on eut à déplorer 10 à 15 cas mortels.

L'hydrogène phosphoré et l'hydrogène arsénié, toxiques existant constamment dans l'acétylène et les gaz dégagés par les ferrosiliciums sous l'action de l'humidité, ont causé de nombreux accidents, et ont été de la part de M. Deloménie l'objet d'une étude fort approfondie, qu'il a d'ailleurs présentée à la Section de Chimie du Congrès de Chambéry.

L'acide cyanhydrique, dont la toxicité est connue depuis la plus haute antiquité, provoquerait surtout des intoxications par ingestion par la voie buccale, si j'en crois les Traités de Toxicologie antérieurs à 1914. Et pourtant, depuis l'expérience si douloureusement acquise pendant la guerre, de nombreux cas d'empoisonnements par la voie pulmonaire ont été observés. Cette action toxique a été utilisée depuis quelques années, dans le but de détruire les animaux nuisibles, à la dératisation des navires, à la désinsectisation des vergers ou à la désinfection des locaux. La manipulation inconsidérée de ce gaz si dangereux est susceptible d'occasionner des accidents qu'il est aisé de prévenir par l'emploi de masques respiratoires, de construction et de composition convenablement étudiées.

Le développement de l'industrie métallurgique est susceptible d'être la cause de pollution de l'atmosphère de façon bien inattendue. C'est ainsi les brouillards qui se sont accumulés, en raison de conditions météorologiques particulières dans la vallée de la Meuse au début de décembre 1930, ne devaient leur nocivité — d'après un rapport de M.

Firket à l'Académie Royale de Belgique — qu'aux dérivés sulfureux et sulfuriques qu'ils contenaient.

Un chiffre me paraît, à ce sujet, impressionnant : c'est le taux d'acidité de la neige dans la région de Liége, en 1899 et en 1931 : en 1899, la neige contenait 0 g.0007 à 0 g.,002 de soufre en SO^3 par litre ; en 1931, elle en contenait 0 g.,009 à 0 g.,026 : c'est bien une preuve de la pollution de l'air par les corps soufrés.

La création, au milieu de certains quartiers populeux de Londres, à Battersea, d'importantes installations industrielles consommant de grosses quantités de combustibles, inquiéta tout récemment le Service d'Hygiène britannique, car en raison de la fréquence bien connue des brouillards dans la vallée de la Tamise, l'atmosphère pourrait être, ainsi qu'en Belgique, considérablement viciée du fait de la production quotidienne, en forte proportion, d'anhydride sulfureux.

Si l'on évalue à 2.000 tonnes la consommation journalière de la houille dans ce central électrique, il y aurait production de 40 à 50 tonnes de SO^2 par jour, ce qui est grave dans une ville à brouillards. Toutefois, d'après Haldane, s'il n'y a pas à craindre d'accidents à Londres, c'est en raison de la chaleur dégagée par la ville, ce qui évite la production d'un plafond météorologique. En outre, j'ai constaté il y a quelques mois que toutes les précautions avaient été prises pour éviter, dans cette installation, les dégagements de fumées.

Si l'on évalue à 8 millions de tonnes la consommation annuelle de la houille de l'agglomération parisienne, si la teneur moyenne de la houille en soufre est de 1 p. 100, les 80.000 tonnes de soufre peuvent produire 200.000 tonnes d'acide sulfurique après oxydation de l'anhydride sulfureux.

Dans ce même ordre d'idées, le développement de l'industrie de l'aluminium dans les Alpes a fait apparaître de très nombreux cas d'intoxication du bétail aux environs des usines où l'on effectue l'électrolyse de la bauxite. Les animaux sont atteints de cachexie, et — fait à noter — les habitants ne ressentent aucun symptôme analogue. Or, il est maintenant établi, à la suite des travaux de Cristiani et de ses élèves, que ces accidents sont dus à l'action de l'acide fluorhydrique, se dégageant en abondance lors de la préparation de l'aluminium, la fusion de la bauxite étant assurée par l'addition de cryolithe, fluorure double d'aluminium et de sodium. Des accidents identiques ont été signalés au voisinage des usines de superphosphates, où l'on traite des phosphates naturels fluorés. Tous les symptômes de la cachexie fluorique sont connus, et les poussières toxiques étant éliminées par lavage, on conçoit que les légumes de notre alimentation ne provoquent aucun accident, tandis que le fourrage, qui n'est pas lavé, peut aisément intoxiquer les animaux. La recherche et le dosage de l'acide fluorhydrique, les mesures préventives permettant d'éviter ces graves accidents, sont, de

toute évidence, du domaine de nos confrères installés dans ces régions industrielles.

Les recherches sur la silicose ont été fort poussées depuis quelques années et les beaux travaux de Policard et de ses collaborateurs, parmi lesquels je citerai MM. Leulier et Morel, ont apporté beaucoup de clarté dans cette question. Que de professions (mineurs, carriers, cimentiers, diamantaires) sont atteintes par cette affection !

On ne pouvait, certes, penser à classer la silice parmi les toxiques dignes d'intérêt, jusqu'au jour où des recherches histologiques et histochimiques ont établi la formation de nodules silicotiques dans les poumons, en relation avec le développement de la tuberculose.

Là encore le Toxicologue a un rôle à jouer, soit au cours d'une expertise, soit pour l'établissement de mesures d'hygiène indispensables à la protection des ouvriers.

Le plomb tétraéthyle, employé dans beaucoup de pays comme antidétonants pour les moteurs d'automobiles ou d'avions, a provoqué de très nombreuses recherches, en particulier en Angleterre et aux Etats-Unis. Si la toxicité du plomb tétraéthyle est bien établie, il ne semble pas que l'usage de ce produit, à la dilution du 1/1000 au 1/1200 dans l'essence d'automobile, soit la cause d'une augmentation appréciable du taux du plomb de poussières de Londres, ou de l'urine des très nombreux sujets expérimentés avec la plus grande minutie, soit par Kehoe à Cincinnati, soit par la Commission anglaise chargée de cette étude, et comprenant entre autres des savants comme Willis, Buchanan, Dixon ou Willcox.

Je vous citerai quelques chiffres à ce sujet. A Londres, dans 1 m^3 d'air, il y a environ 1 mg. de poussières, contenant 0 mg.,003 de plomb. La dose de plomb ingérée par la respiration est donc de 0 mg.,03 à 0 mg.,05 ; or, on sait que le saturnisme n'apparaît qu'après absorption de 1 mg. de plomb par jour, pendant un certain temps. D'ailleurs, la quantité de plomb contenue dans l'urine des citadins examinée à Londres est de l'ordre moyen de 0 mg.,02 par 24 heures. Cette question est actuellement soumise à l'examen du Conseil Supérieur d'Hygiène de France, et l'avis des toxicologues les plus avertis ne manquera pas d'être retenu, afin de décider la réglementation ou la prohibition de l'emploi du plomb tétraéthyle comme antidétonant.

Le radium et les produits radio-actifs — dont l'action bienfaisante est si appréciée en thérapeutique — provoquent de nombreux accidents, aussi bien superficiels que profonds : dermites, troubles endocriniens, nécroses osseuses, etc.; leur emploi réclame également des mesures de protection fort sévères pour les infirmiers et, d'autre part, pour les ouvriers manipulant ces substances.

De fréquents accidents, graves ou mortels, ont été observés tout récemment chez des ouvriers qui maniaient des peintures lumineuses

à base de sulfure de zinc additionnées de mésothorium ; ces accidents sont dus surtout à des nécroses du maxillaire, provenant de la mauvaise habitude des ouvrières d'appointer le pinceau entre les lèvres avant de l'employer pour étendre les vernis radioactifs sur les aiguilles ou les cadrans lumineux. Une ouvrière pouvant peindre 200 à 300 cadrans par jour, ingère de 3 à 40 microgrammes de substance radioactive.

Martland a étudié cette intoxication professionnelle en mettant en évidence la radioactivité de l'air expiré par les ouvrières, et il a pu déceler la radioactivité des tissus dans plusieurs cas d'intoxication mortelle. C'est, évidemment, un nouveau mode d'expertise pour laquelle le Toxicologue doit être, non plus seulement le chimiste-analyste minutieux qu'étaient ses prédécesseurs, mais également un physicien habile dont les conclusions sont indispensables pour édicter les mesures prophylactiques permettant de pallier à ces intoxications professionnelles particulièrement dangereuses.

Enfin la fabrication de certains produits organiques, tels que les dérivés nitrés, aminés ou chlorés des carbures aromatiques, provoque parfois les intoxications les plus graves, soit au cours de leur fabrication, soit surtout au cours de leur emploi pour la teinture des cuirs ou des fourrures. Cette teinture est réalisée, vous le savez, par oxydation à l'eau oxygénée ou par des catalyseurs appropriés (V^2O^5) de mélanges de substances des groupes précédents (M- ou P-phénylènediamines, P-aminophénol, etc...) constituant les fouramines et les ursols. On obtient de la sorte, des produits non dangereux, aux couleurs les plus variées ; mais, à la suite de l'emploi de préparations défectueuses, insuffisamment oxydées, on observe des dermites graves, aussi bien sur les ouvriers chargés de manipuler ces préparations que sur les usagers des cuirs ou des fourrures.

De tels accidents sont constamment signalés dans les consultations de dermatologie de nos hôpitaux, et un élément fort important de l'enquête médicale est fourni par les examens de laboratoire.

Ces intoxications professionnelles se caractérisent, en général, par leur forme chronique et leur dépistage n'est souvent possible que dans les excréta des ouvriers ou l'atmosphère des ateliers. La détection des toxiques dans le sang, les urines et l'air exhalé, n'est pas toujours chose aisée en raison de leur très grande dilution ou des modifications qu'ils subissent dans l'organisme. C'est pourquoi le Toxicologue doit étudier également les modifications spécifiques provoquées sur l'organisme par ces poisons, et l'examen hématologique est à ce sujet extrêmement précieux. Quelques exemples prouveront la nécessité qui s'impose au Toxicologue d'effectuer un tel examen biologique pour cette fin si utile du dépistage des intoxications professionnelles.

Il ressort de statistiques récentes que, parmi les symptômes du satur-

nisme, le plus constant est la présence des hématies à granulations basophiles; ainsi qu'il ressort du tableau suivant :

TABLEAU III

Examen d'un groupe de 50 ouvriers d'une usine d'accumulateurs.

SIGNE DE SATURNISME OBSERVÉ	LISÉRÉ DE BURTON	HÉMATIES A GRANULATIONS BASOPHILES	HÉMATIES NUCLÉES	COLIQUES DE PLOMB	SIGNES DES EXTENSEURS
Nombre d'ouvriers présentant ce signe.....	29	38	2	15	21
Pourcentage .	58 %	76 %	4 %	30 %	42 %

Les solvants si fréquemment utilisés dans l'industrie, tels que le chloroforme, l'éther, le benzène, disparaissent rapidement du sang et des organes, mais leur présence a provoqué des perturbations notables dans le sang, se traduisant en particulier par un déséquilibre ionique entre les globules rouges et le plasma, déséquilibre qui dure après le départ du toxique et qui est mis en évidence par exemple sur les courbes que voici. Ces courbes représentent le résumé des résultats obtenus par mon élève, Mme Bardou, dans le cas du chloroforme.

L'aniline et ses homologues sont rapidement transformés et leur recherche dans le sang n'est pas une manipulation fort aisée. On retrouve, certes, dans l'urine, de l'acide paraaminophénylsulfonique, mais le passage dans le sang des amines aromatiques ou de leurs produits de transformation, les hydroxylamines surtout, a provoqué la modification d'une portion plus ou moins notable d'oxyhémoglobine en méthémoglobine. Les anilines comptent parmi les poisons les plus méthémoglobinisants. Dès lors, pour dépister une de ces intoxications si fréquentes dans l'industrie, il suffit de mettre en évidence la méthémoglobine dans le sang.

LÉGENDE DU TABLEAU IV :

.....	Phosphore minéral	1 mm. = 1 mgr.
++++	Calcium	1 mm. = 1 mgr.
· — · —	Potassium	1 mm. = 1 mgr.
———	Chlore	1 mm. = 10 mgr.
— — —	Sodium	1 mm. = 10 mgr.
═══	Chloroforme	1 mm. = 20 mgr.

en abscisses : temps en heures.

en ordonnées : graduation en mm. se rapportant aux indications données pour chaque ion.

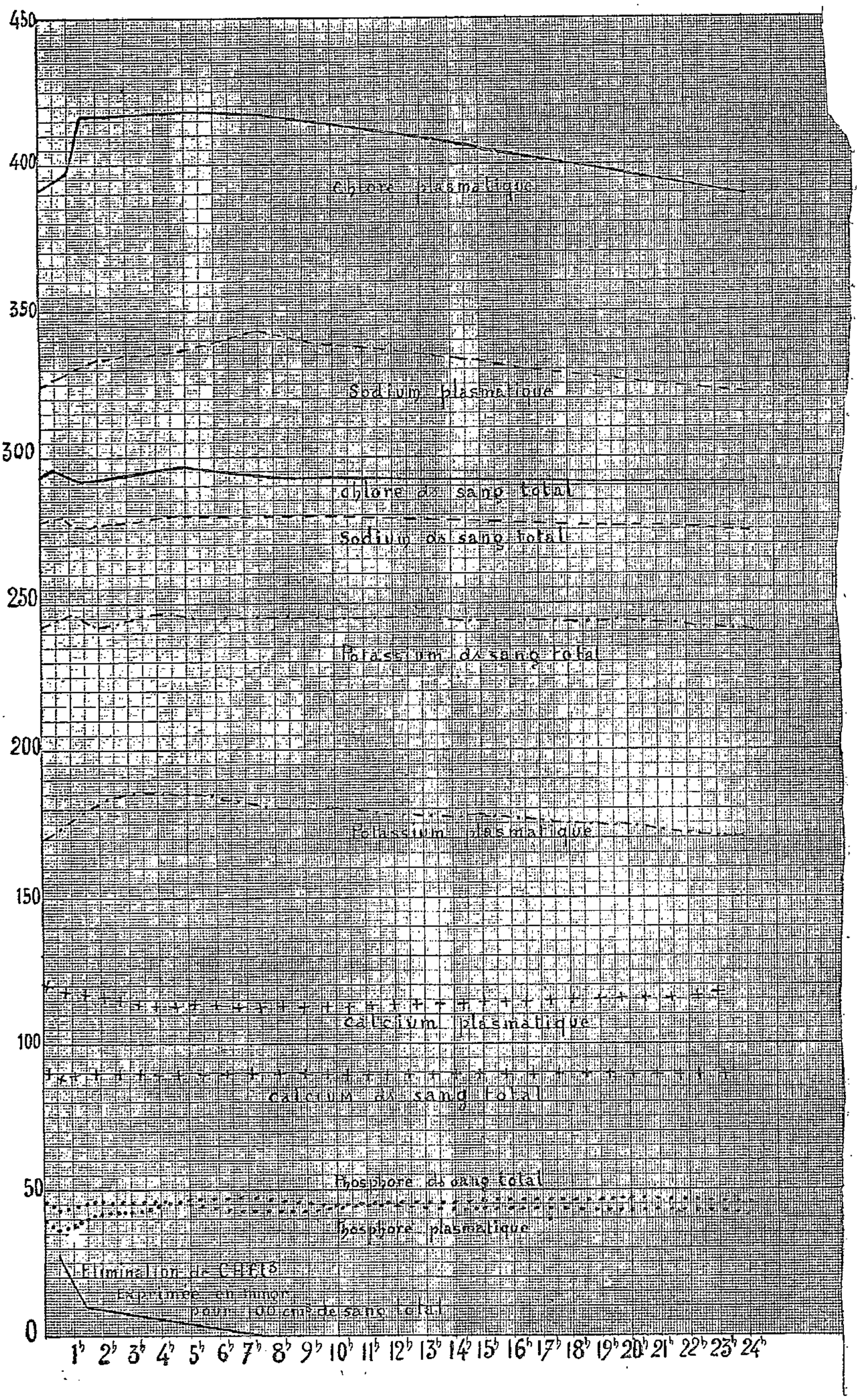


TABLEAU IV

Action du chloroforme sur l'équilibre erythro-plasmatique des ions.

Les caractères spectraux de la méthémoglobine sont évidemment fort nets quand on a une solution de méthémoglobine pure ou que ce pigment existe en quantités suffisantes dans une solution d'hémoglobine.

Des recherches effectuées au spectropholomètre d'Yvon m'ont prouvé que la limite de perceptibilité de ce pigment ne dépasse pas 20 % au maximum. A cette dilution dans du sang, la bande caractéristique de la méthémoglobine dans le rouge, à $\lambda = 6.200$ U. A., est encore visible. Mais il m'a paru important de pousser plus loin la limite de sensibilité de cette détermination. Je me suis, à ce sujet, rappelé les belles recherches de Ville et Derrien sur la méthémoglobine fluorée qui présente une bande beaucoup plus intense que la méthémoglobine dans le rouge. J'ai précisé l'intensité et la place de cette bande spectrophotométriquement et j'ai pu, grâce à la transformation de la méthémoglobine en méthémoglobine fluorée par addition de fluorure de sodium en quantité convenable, retrouver la méthémoglobine diluée dans 10 parties d'oxyhémoglobine. L'application de cette réaction spectrophotométrique n'est pas sans intérêt dans l'étude des toxiques méthémoglobinisants et, en particulier, des composés nitrés et aminés aromatiques.

Les caractères de la méthémoglobine fluorée peuvent être précisés avec assez d'exactitude pour permettre le dosage des fluorures dans les cas d'intoxication fluorée. Il est, en effet, possible, ainsi que je l'ai prouvé avec mon élève, Mlle Suzanne Bazille, d'effectuer une détermination quantitative exacte jusqu'à des taux de fluorure du 1/10 de mg. Il suffit pour cela, après avoir étalonné le spectrophotomètre, d'ajouter les fluorures isolées des viscères à une solution de méthémoglobine et de mesurer pour la radiation $\lambda = 6.100$ la densité optique de la bande de la méthémoglobine fluorée. Etant donné la rareté des méthodes satisfaisantes de dosage des fluorures à ces dilutions, cet examen physique est donc susceptible de rendre des services.

En résumé, les intoxications industrielles qui ont pris un développement sans cesse croissant au cours de ces dernières années, ont ouvert à la Toxicologie un domaine tout neuf dans lequel nous avons un rôle de premier plan à tenir, rôle pour la détection des toxiques, pour le dépistage des maladies professionnelles, et pour la protection contre les dangers de ces poisons.

En Agriculture, un usage avisé de divers toxiques a donné les meilleurs résultats dans la lutte contre les parasites de nombreux végétaux : champignons, bactéries, vers, insectes, et leurs larves, et même animaux supérieurs qui menacent les récoltes. Cet emploi n'a évidemment pu obtenir quelque succès qu'en ayant pour base une étude toxicologique des plus sérieuses, et il ne peut être recommandé qu'à des agriculteurs suffisamment avertis des dangers que ne manquerait pas de présenter un usage inconsidéré de ces produits.

Courbes d'absorption de la methémoglobine et de la methémoglobine fluorée.

A = Methémoglobine : (obtenue par le procédé Balthazard et Condréa) observation faite sur dillution de X gouttes dans 10 cc eau.

B = Methémoglobine fluorée : obtenue par fluoration de la dillution précédente au moyen de 5 milligr. FNa pour 10 cc dillution (mesures faites 30′ environ après fluoration)

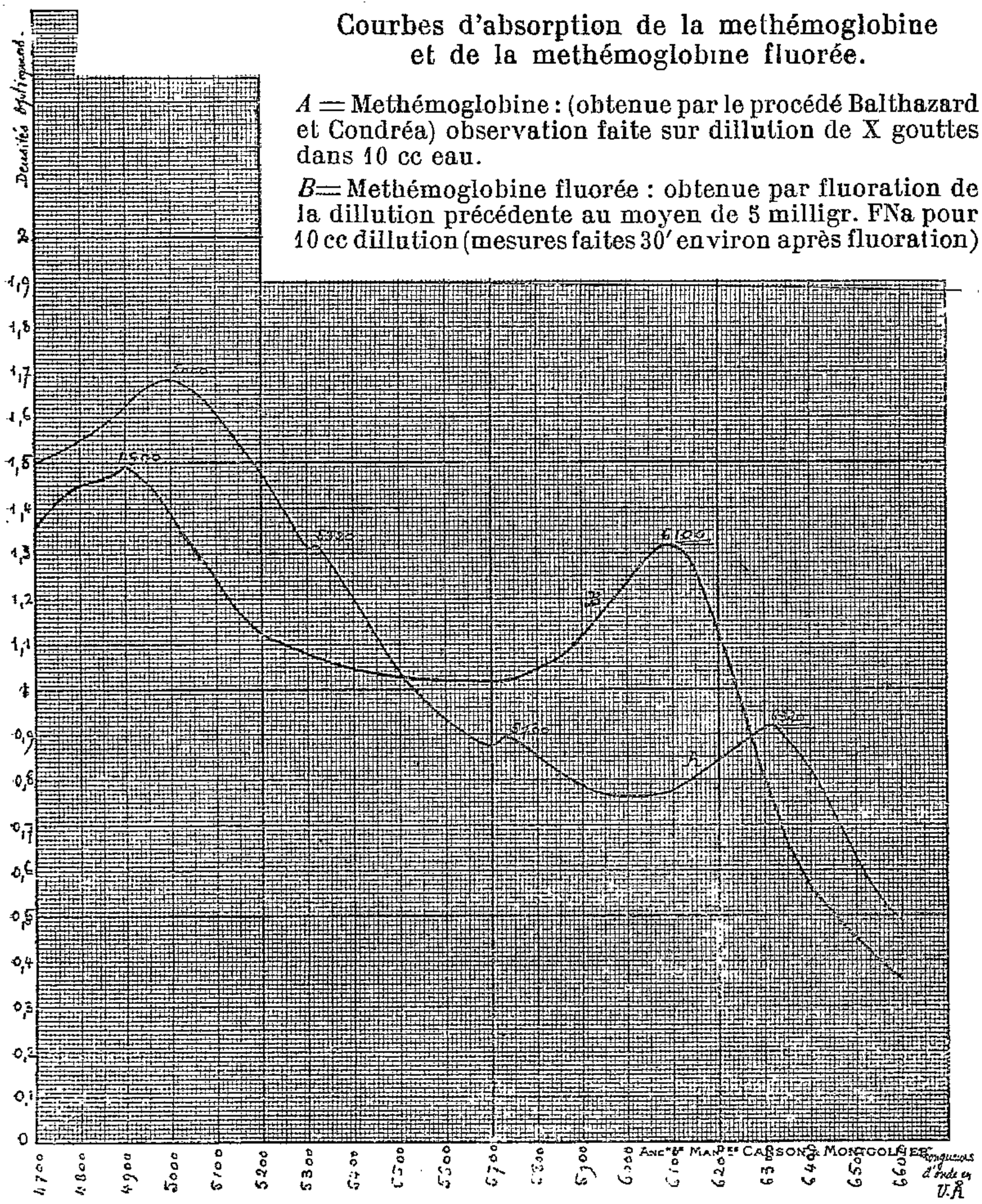


TABLEAU V

Il est certain que, dans le moindre chef-lieu de canton, le Pharmacien est susceptible de rendre les plus grands services en apprenant aux agriculteurs les propriétés et les précautions à prendre dans la manipulation de l'acide cyanhydrique employé dans la lutte contre le pou de San José ; des arséniates de plomb ou de calcium préconisés contre divers parasites de la vigne ou le doryphora de la pomme de terre ; de l'acétate de thallium préconisé depuis quelques années comme raticide, et qui, employé inconsidérément, a occasionné de lourdes pertes dans le troupeau de certains fermiers américains ; du phosphure de zinc permettant de combattre l'invasion des courtilières. Les pouvoirs publics ont, d'ailleurs, compris les dangers qu'il pouvait y avoir à laisser trop libre la manipulation de produits aussi dangereux que le phosphure de zinc, ainsi qu'en témoigne un arrêté de M. Queuille, Ministre

de l'Agriculture, à la date du 1er février 1933, arrêté chargeant le pharmacien de la préparation des appâts contenant ce toxique, et je puis bien dire que je suis fort heureux d'avoir été pour quelque chose dans la publication de ce décret.

Il est nécessaire que dans la formation de nos étudiants, ainsi que le préconisait mon éminent collègue, le Professeur E. Perrot, les notions de phytopharmacie ne soient pas négligées.

Nos agriculteurs n'auront qu'à se louer de trouver des conseillers toujours documentés dont ils ne manqueront pas de suivre les avis pour le plus grand bien de leurs récoltes. Le Toxicologue n'a-t-il pas eu, à ce sujet, son mot à dire dans la question si actuelle du « pain chimique » ?

Je voudrais tirer un dernier enseignement des exemples que je viens de vous citer : c'est l'importance prise par les poisons gazeux ou volatils dans toutes leurs applications industrielles ou agricoles. Ce n'est plus le seul oxyde de carbone qui doit intéresser le Toxicologue, mais l'hydrogène phosphoré, l'hydrogène arsénié, l'oxychlorure de carbone, l'acide cyanhydrique ; et l'analyse des gaz les plus divers devient une des manipulations quotidiennes dans son laboratoire. Les toxiques gazeux ont eu, hélas, vous le savez, d'autres utilisations que la destruction des rats ou des parasites ; leur emploi si considérable dans la dernière guerre a provoqué des recherches remarquables, aussi bien au sujet de leur production que de leur importance toxicologique ou des moyens de prévention contre leur action nocive. Nos toxicologues français se sont rapidement adaptés à cette tâche et l'on peut dire que la Toxicologie des gaz qui nous intéresse tous au plus haut point, a été créée dans la technique analytique comme dans ses applications, par les Maîtres de la Chimie et de la Physiologie françaises contemporaines, qui ont si admirablement compris leur rôle et qui ont droit à toute notre reconnaissance de Français... et de Toxicologues.

En insistant sur le rôle social si capital que l'évolution de la vie moderne impose au Toxicologue, je ne voudrais pas vous laisser penser que l'expertise médico-légale ne joue plus qu'un rôle de second plan dans notre activité. Bien au contraire, et j'estime qu'il est indispensable de s'attacher à la recherche des toxiques organiques ou minéraux par des techniques à l'abri de toute critique, basées sur la connaissance approfondie aussi bien de l'expérimentation physique ou physiologique que de l'expérimentation chimique. Le Toxicologue ne peut plus être seulement un chimiste analyste, mais il doit être un physicien et un physiologiste.

Ce n'est pas grâce à l'emploi des réactions chimiques que l'on a démontré la fixation de la digitaline sur le myocarde, mais bien par l'expérimentation physiologique. La détermination de l'absorption ul-

ára-violette est un caractère précieux de beaucoup d'alcaloïdes, qui permet de les distinguer des ptomaïnes possédant des réactions chimiques semblables.

Toutes ces techniques doivent être bien connues de façon à être utilisées, à l'occasion, afin d'éviter une erreur judiciaire infiniment regrettable.

Dans une magistrale conférence faite en 1925, M. Kohn-Abrest avait fait ressortir l'importance de toutes ces méthodes expérimentales pour le Toxicologue, et il m'est agréable de m'associer une fois de plus à ces conclusions.

Dans la recherche des toxiques dans les différents viscères, il est un point sur lequel je tiens à insister. Il est d'usage de se cantonner dans un lot assez restreint d'organes : foie, reins, cerveau, rate, tube digestif, et je vois, pour ma part, un gros intérêt à de plus demeurer dans un domaine aussi étroit et à effectuer ces déterminations dans des organes longtemps qualifiés secondaires, mais qui peuvent jouer un rôle important dans bien des intoxications, et éclairer les propriétés toxicologiques et pharmacologiques de diverses substances.

Quelques exemples vont appuyer cette opinion. Les remarquables recherches de M. Nicloux sur les anesthésiques ont établi l'affinité élective de ces produits pour les substances riches en lipoïdes, le cerveau, la moelle, le système nerveux, les globules rouges. Il m'a paru intéressant de rechercher la fixation possible du chloroforme dans les glandes endocrines dont certaines contiennent un taux fort considérable de lipoïdes. Mon hypothèse a été vérifiée, et la quantité de chloroforme fixée sur le cortex surrénal est proportionnellement au moins aussi élevée que dans la substance grise, et le chloroforme y est retenu assez énergiquement pour qu'on puisse l'y doser après plusieurs jours. Les autres glandes endocrines : hypophyse, médullaire, thyroïde, glandes génitales, ont un pouvoir de fixation notable, mais beaucoup moindre que le cortex. Des résultats identiques ont été obtenus avec les barbituriques.

Voici le résultat d'une expérience : après anesthésie complète, un chien a été sacrifié et le chloroforme a été dosé dans les diverses glandes endocrines par l'élégante méthode de Nicloux.

	Quantité de chloroforme en mg.	
	pour la totalité de l'organe	pour 100 grammes d'organe
	mg.	mg.
Cortex	1,78	116,6
Médullaire	0,14	90,2
Thyroïde	0,43	38,88
Hypophyse	0,03	25
Testicules	4,18	15,03
Pancréas	9,88	29,94
Sang		37,6

Les globules rouges qui fixent énergiquement le chloroforme, agissent de même vis-à-vis des barbituriques, et l'on sait les heureux résultats de la saignée éliminant les globules intoxiqués et de la transfusion du sang dans de nombreux empoisonnements par ces composés.

Vous voyez ce que le médecin peut attendre d'une bonne technique toxicologique : nous pouvons lui signaler les dangers de médicaments en raison de leur localisation dans certains organes qu'ils altèrent dans leur fonctionnement ; nous pouvons également le mettre en garde contre l'emploi de certains médicaments pour lesquels la dose thérapeutique et la dose toxique sont très voisines l'une de l'autre ; c'est le cas de l'acétate de thallium, par exemple, utilisé souvent comme épilatoire et qui provoque des accidents cutanés, oculaires et nerveux très fréquents depuis quelques années.

Nous pouvons mettre en évidence des falsifications toxiques ajoutées à certains médicaments et éviter au médecin l'erreur d'attribuer à ces derniers les accidents dus seulement à ces additions malhonnêtes. C'est le cas de l'apiol, auquel on a découvert récemment des propriétés toxiques, justiciables en réalité du phosphate d'orthocrésyle employé frauduleusement comme diluant du produit actif. Ce phosphate d'orthocrésule, longtemps réputé inactif physiologiquement, avait pourtant déjà provoqué en Amérique, sous le régime sec, de très nombreux accidents nerveux — le ginger paralysis — par son addition à diverses boissons comme le ginger ale ; l'apiol fasifié par ce même composé causa évidemment des intoxications en tous points identiques.

Nous pouvons enfin attirer l'attention du médecin sur les poisons susceptibles de franchir la membrane placentaire et d'intoxiquer plus ou moins gravement le fœtus. Cette question a intéressé de nombreux toxicologues. M. Nicloux a établi la perméabilité placentaire pour l'alcool et le chloroforme ; E. Brandstrup, pour un certain nombre de composés (glucides, acides aminés) ; j'ai pensé utile d'apporter une contribution à cette question en étudiant à ce point de vue les barbituriques, en raison de l'usage fréquent de certains de ses composés lors de l'accouchement. J'ai retrouvé le véronal dans le sang et le foie de fœtus en quantité presque aussi importante que dans le sang ou le foie de la mère, ainsi que vous pouvez le juger sur les tubes que voici.

		Poids de véronal en mg. pour 100 gr. d'organe
Foie	mère	6,0
	fœtus	5,4
Sang	mère	7,2
	fœtus	9,0
Placenta		3,4

La microsublimation, si souvent utilisée et préconisée en particulier par notre collègue Morvillez au Congrès de La Rochelle, donne d'ex-

cellents résultats dans la purification des toxiques présents dans l'extrait acide obtenu par la méthode de Stass ; et j'en recommande l'emploi dans mon enseignement, pour les barbituriques, la caféine, la cantharidine, etc...

Cette généralisation de la Toxicologie nous éloigne, évidemment, du sens étymologique du mot toxique, qui vient de τοξον =arc. Une substance toxique est, littéralement, une substance destinée à empoisonner les flèches et à provoquer la mort en s'introduisant dans l'organisme par la voie hypodermique. Empoisonner est une façon de tuer, et l'humanité s'est toujours préoccupée des moyens de tuer, soit à la guerre, soit à la chasse, soit par les suicides ou l'assassinat. Les modes d'absorptions, les moyens employés ont varié, mais le but est malheureusement demeuré le même. Notre rôle, à nous Toxicologues, est de toujours mieux connaître les poisons, d'en surveiller l'emploi et d'assurer la protection contre leur danger. Nous accomplirons, de la sorte, notre devoir de bons serviteurs, dans la cité moderne, en contribuant par nos travaux à assurer une protection sûre et avisée de la santé publique.

A. BOUTARIC

Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon

PROPRIÉTÉS ANTIOXYGÈNES DES ALCALOÏDES

Charles Moureu et Charles Dufraisse ont établi que les phénomènes d'oxydation spontanée par l'oxygène libre peuvent être ralentis ou même supprimés par la présence de quantités très faibles de substances se comportant comme des catalyseurs négatifs, qu'ils ont désigné sous le nom général de substances antioxygènes.

1. Francis Perrin et Privault ont constaté que les substances qui se comportent généralement comme des antioxygènes ont la curieuse propriété de diminuer la fluorescence que manifestent en solution les substances fluorescentes les plus diverses. Ce phénomène peut être utilisé pour reconnaître rapidement si une substance donnée est susceptible de se comporter comme antioxygène. Il suffit de rechercher si l'addition de la substance considérée sous une très faible concentration a pour effet de diminuer le pouvoir fluorescent que possède en solution une substance fluorescente déterminée, par exemple l'uranine.

Telle est la méthode que j'ai utilisée en collaboration avec MM. Charles Achard et Jean Bouchard pour étudier un certain nombre d'alcaloïdes. Au moyen du fluoromètre de Francis Perrin, nous avons com-

paré l'intensité de la lumière de fluorescence émise par une cuve contenant une solution d'uranine avec celle qu'émet la même cuve après qu'on a introduit dans la solution d'uranine des quantités variables de divers alcaloïdes. L'uranine ou fluorescéinate de sodium était prise en solution aqueuse ou en solution alcoolique sous une concentration correspondant à 1 g. par litre de fluorescéine acide. Le pouvoir fluorescent de l'uranine diminuant dès que la solution sur laquelle on le mesure présente une réaction acide, nous n'avons pu utiliser pour les comparaisons précédentes que les alcaloïdes n'abaissant pas de façon appréciable le coefficient pH de la solution d'uranine. Nous avons été ainsi conduits à éliminer de nos essais : le chlorhydrate d'émétine, le sulfate de spartéine, le chlorhydrate de pilocarpine, qui, à la dose de 1 pour 1000, font passer le coefficient pH de la solution d'uranine de la valeur 7,4 à une valeur inférieure à 6,6.

Tous les alcaloïdes dont nous avons pu disposer diminuent nettement le pouvoir fluorescent de l'uranine comme le montrent les résultats contenus dans le tableau suivant donnant le pouvoir fluorescent de la solution d'uranine additionnée de ces alcaloïdes sous la concentration de 0,5 pour 100, le pouvoir fluorescent en l'absence d'alcaloïde étant pris égal à l'unité.

TABLEAU I

Alcaloïdes	Pouvoir fluorescent
Azotate de pilocarpine	0,79
Sulfate de quinine	0,83
Sulfate d'atropine	0,85
Chlorhydrate de morphine	0,85
Chlorhydrate d'éthylmorphine (dionine)	0,85
Chlorhydrate de cocaïne	0,87
Sulfate de strychnine	0,89
Azotate d'aconitine	0,89
Caféine	0,91
Chlorhydrate d'acétylmorphine (héroïne)	0,93
Bromhydrate d'homatropine	0,93
Théobromine	0,93

Ainsi, en ce qui concerne l'action sur les solutions fluorescentes, les alcaloïdes se comportent comme des antioxygènes.

2. En collaboration avec M. Tony Jacquinot, j'ai étudié l'action que les alcaloïdes exercent sur la réduction du bleu de méthylène par le tissu hépathique et par le lait. En présence de bicarbonate de soude, le bleu de méthylène est décoloré par un glycérat préparé en mettant à macérer après broyage le tissu hépathique dans la glycérine. Il est de même décoloré par le lait frais en présence de formol. Dans tous

ces cas, nous avons constaté que l'addition des substances antioxygènes les plus diverses : camphre, soufre, salicylate de méthyle, phénol, résorcine, hydro quinone, gaïacol, cyanure de mercure, salicylate de soude, tanin diminuent la vitesse de réduction du bleu de méthylène. Or tous les alcaloïdes que nous avons étudiés produisent un effet analogue comme le montrent les nombres du tableau suivant qui donne les durées de réduction d'un mélange comprenant 2 cm^3 d'un glycérat de tissu hépathique, 10 cm^3 de solution de bicarbonate de soude à 5 g. par litre et une goutte de bleu de méthylène à 1 pour 100 ; en l'absence d'alcaloïdes, la réduction se faisait en 55 minutes.

TABLEAU II

Alcaloïdes	Durée de réduction
Témoins	0 h. 55
Théobromine	1 h. 05
Pilocarpine (azotate)	1 h. 05
Strychnine (sulfate)	1 h. 10
Aconitine (azotate)	1 h. 13
Emétine (chlorhydrate)	1 h. 21
Spartéine (sulfate)	1 h. 21
Morphine (chlorhydrate)	1 h. 30
Cocaïne (chlorhydrate)	2 h.

Mon élève, M. Tony Jacquinot, a constaté que les alcaloïdes se comportent encore comme des antioxygènes vis-à-vis de la réduction du bleu de méthylène par le lait en présence de formol et qu'ils ralentissent cette réduction, l'ordre de classement des alcaloïdes vis-à-vis de la réduction du bleu de méthylène par le lait étant le même que vis-à-vis de la réduction du bleu de méthylène par le tissu hépathique.

3. Ainsi, qu'il s'agisse de l'action exercée sur la décoloration du bleu de méthylène par les tissus animaux ou par le lait, ou de l'action exercée sur le pouvoir fluorescent des solutions fluorescentes et notamment de l'uranine, tous les alcaloïdes que nous avons pu étudier se comportent comme des antioxygènes. C'est là une propriété très curieuse qui mérite peut-être de retenir l'attention des biologistes et des médecins.

L'intérêt que sont susceptibles de présenter les propriétés antioxygènes de certains médicaments a été signalé depuis longtemps par Charles Moureu et Charles Dufraisse à propos des antithermiques dont l'action pourrait tenir précisément d'après eux à ce qu'ils atténuent l'intensité des oxydations dans l'économie. D'une manière analogue, il semble permis de se demander si la propriété antioxygène que nous avons caractérisée sur la plupart des alcaloïdes par deux de ses manifestations les plus générales n'interviendrait pas dans l'action, d'ailleurs diverse et complexe, que ces substances exercent sur l'organisme.

M. CHAMBON

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Lyon

ET

J. BOUVIER

SUR LA NATURE DE LA SOLUBILITÉ DE LA CAFÉINE DANS LES SOLUTIONS DE BENZOATE DE SODIUM

(RÉSUMÉ)

La première observation de la solubilisation importante de la caféine dans les solutions de benzoate ou de salicylate alcalins est due à Ch. Tanret, qui l'attribua à la formation d'un sel double et trouva dans cette solution la forme thérapeutique la plus favorable. Peu de chercheurs s'attachèrent à définir exactement la nature de ce phénomène.

Les auteurs utilisent les méthodes physico-chimiques qui permettent de mettre en évidence une combinaison moléculaire, soit à l'état solide (Méthode des restes de Schreinemakers), soit en solution (Méthode des accroissements de solubilité). Ils arrivent aux conclusions suivantes :

A la température de 37°, il ne peut exister à l'état solide de combinaison moléculaire définie entre la caféine et le benzoate de soude, mais seulement des mélanges en proportions diverses. Mais en solution, l'accroissement de solubilité de la caféine dans le benzoate est due à la formation de deux combinaisons moléculaires en équilibre : l'une (1 Caféine+1 Benzoate) dominant aux solutions diluées, l'autre (1 Caféine+2 Benzoate) prédominant dans les solutions concentrées.

M. CHAMBON et G. BOUVET

1° SUR LA STABILITÉ, EN FONCTION DU TEMPS DE L'OXYDE DE CARBONE FIXÉ SUR LE SANG

(RÉSUMÉ)

MM. M. Chambon et G. Bouvet recherchent comment se comporte du sang oxycarboné abandonné en flacons bouchés, pleins ou seulement remplis au demi selon qu'ils sont gardés à la glacière ou simplement à la température du laboratoire. Dans le premier cas, il y a une perte d'oxyde de carbone assez minime ne dépassant pas 15 % pour les flacons au demi, même après deux mois. A 20°, la perte est plus accusée

surtout à partir du trentième jour et pour les flacons non remplis elle peut atteindre 25 %. Le rôle de la putréfaction n'est donc pas aussi considérable que l'on pourrait l'imaginer, mais il y a intérêt à pratiquer le dosage sans attendre.

2° CRITIQUE DE L'ACTION DE L'HYPOSULFITE DE SOUDE DANS L'INTOXICATION OXYCARBONIQUE.

(RÉSUMÉ)

MM. M. Chambon et G. Bouvet soumettent à l'expérimentation le traitement par l'hyposulfite de soude proposé par Artault de Vevey dans l'intoxication oxycarbonique. Ils opèrent sur le chien anesthésié au chloralose dont l'évolution de l'intoxication par l'oxyde de carbone est suivie par le dosage du gaz toxique fixé par le sang. Dans les conditions de leurs expériences, le traitement par l'hyposulfite possède à peu près la même valeur que la respiration à l'air libre. Il serait donc très imprudent de le substituer aux inhalations d'oxygène.

Paul GILLOT

Professeur à la Faculté de Pharmacie de Nancy

L'HUILE D'EUPHORBE EXIGU

L'Euphorbe exigu (*Euphorbia exigua* L.) est une plante de très petite taille, que l'on rencontre communément dans les moissons de toute la France.

C'est une plante annuelle de 5 à 20 centimètres de hauteur, glabre, parfois rougeâtre, possédant une racine grêle et pivotante, des rameaux dressés ou étalés, des feuilles éparses, sessiles, linéaires, entières, aiguës.

L'ombelle est petite, étalée, pourvue de 3 à 5 rayons dichotomes. Les bractées du verticille ombellaire sont lancéolées, élargies en cœur à la base. Les glandes de l'involucre sont jaunes, échancrées en croissant, munies de deux petites cornes sétacées.

Le fruit est une capsule globuleuse-trigone de 2 mm. de diamètre environ, tout à fait lisse, arrondie sur les angles. Les graines sont ovoïdes, presque tétragones, caronculées et alvéolées ; elles mesurent 1 mm. de longueur, et leur teinte varie du gris clair au gris foncé.

Analyse de l'huile

Les graines de l'Euphorbe exigu renferment 33 à 35 p. 100 d'huile, que l'on peut extraire soit par pression, soit à l'aide des dissolvants.

L'expression à froid fournit une huile de couleur jaune pâle, limpide, très fluide, sans odeur ni saveur caractéristiques. L'éther de pétrole permet d'obtenir une huile ayant les mêmes propriétés que celle de pression.

Des graines récoltées en septembre 1932, et soumises à la presse six mois plus tard, m'ont fourni une huile présentant les caractères analytiques suivants :

Caractères physiques

Couleur	Jaune pâle
Spectre (sous 5 ctm.)	Pas de bande d'absorption
Déviation polarimétrique (l=2)	+50'
Densité (15°/15°)	0,9368
Indice de réfraction à 15°	1,4858
Indice de réfraction à 22°	1,4832
Indice de Crismer (alcool d=0,7967)	+64°5
Point de congélation	—25°

Caractères chimiques

Acides gras libres en milligr. KOH pour 1 gr.	0,7
Acides gras libres en acide oléique pour 100 gr.	0,35
Acides gras solubles (Planchon) :	
En cm³ KOH N/10 pour 150 cm³	0,4
En acide butyrique pour 100 gr.	0,07
Acides gras insolubles + insaponifiable (Hehner)	95,79 %
Acides gras volatils (Reichert-Wolny) :	
Solubles (en cm³ KOH N/10)	0,3
Insolubles (en cm³ KOH N/10)	0,2
Indice de saponification	191,5
Indice d'iode (Wijs)	212,5
Indice d'acétyle (André)	7,0
Matières insaponifiables	0,94 %
Glycérides bromés insolubles dans l'éther (Hehner et Mitchell)	69,90 %
Degré d'oxydation (Bishop)	21,85 %

Réactions qualitatives

Essai de l'élaïdine	Négatif
— de Bellier à l'aldéhyde formique.....	—
— sulfocarbonique de Halphen	—
— de Villavecchia et Fabris	—
— de Blarez (acide arachidique)	—
— de Bellier (acide arachidique)	—
— bromé de Halphen	Précipité immédiat
— de Bellier à la résorcine	Huile violet foncé et acide jaune

Comme on peut s'en rendre compte par l'examen des résultats analytiques obtenus, l'huile extraite des graines de l'Euphorbe exigu possède un poids spécifique, un indice de réfraction et un indice d'iode nettement supérieurs à ceux de l'huile de lin. Elle l'emporte également sur cette dernière par la proportion des dérivés bromés qu'elle fournit et la valeur de son degré d'oxydation.

Par ses caractéristiques, qui se rapprochent beaucoup de celles de l'huile de Mercuriale annuelle (1), l'huile d'Euphorbe exigu se place parmi les plus siccatives.

René GUYOT

FERMENTATION VISQUEUSE DES POTIONS ET DES LIMONADES COMMERCIALES

Historique. — J'indiquai en 1910, Bulletin de la Société de Pharmacie de Bordeaux, une altération visqueuse des Potions. Elle était survenue au mois de septembre, dans une potion ayant comme principe actif l'iodure de potassium, comme édulcorant le sirop d'écorce d'orange amère ; comme véhicule, l'eau.

Cette potion préparée à 10 heures du matin était alors limpide, fluide, claire. Observée à 3 heures de l'après-midi, elle était devenue trouble, visqueuse, on pouvait retourner le flacon : une colonne gélatineuse, homogène, épaisse, sortait difficilement du flacon. Par ailleurs, on observait un dégagement de quelques bulles gazeuses d'anhydride carbonique ; une odeur de fermenté s'exhalait. La journée était très chaude, humide, orageuse. Toutes les potions faites dans la même journée prirent cet aspect ; seules résistèrent celles préalablement auto-

---

(1) P. Gillot, *Th. Doct. Sc. Nat.*, Paris, 1925, p. 43.

clavées à 110, 115° à condition de les laisser hermétiquement closes. Quelques-unes furent ouvertes après stérilisation dans le milieu contaminé. Elles prirent l'aspect filant et visqueux observé.

Dans le même temps, mon confrère, Coureau, me montrait une préparation à base de cacodylate de sodium, de sirop de salsepareille et d'eau, devenue visqueuse ; M. Loustaleau un sirop de sucre, et plusieurs fabricants de liqueurs, des sirops et des préparations visqueuses.

En août et septembre 1914, M. le Doyen Pitre me signalait à l'Ecole de Santé Navale, une altération semblable survenue dans plusieurs salles de malades ou de blessés : toutes les potions devenaient visqueuses en quelques heures, on eut raison de cette altération par la désinfection complète des salles atteintes, et une stérilisation des flacons.

Causes de l'altération. — L'odeur de fermenté, le dégagement gazeux, l'aspect trouble, nous incitaient à chercher une cause microbienne à l'altération. L'examen microscopique révéla, dans tous ces cas, une cause unique : quantité considérable de petites cellules arrondies, bourgeonnantes, que nous rapprochions des myco-levures étudiées par Hansen. Parmi ces dernières, on voyait des formes myceliennes rappelant les mucorinées, formes allongées, granuleuses, parfois même ramifiées. Nous pensions à une symbiose d'une levure et d'une mucorinée, l'une créant le milieu favorable au développement de l'autre. Cependant nous n'avons pu caractériser les sporanges des mucorinées ; d'autre part, la levure isolée donne dans certaines conditions de cultures, l'aspect mycelien des mucors. La levure portée sur milieu de Laurens intervertit le sucre, le consomme en produisant de l'alcool et de l'acide carbonique. La réaction est plus complexe, il y a production d'autres acides, parmi lesquels l'acide acétique.

Production d'acidité. — On peut suivre l'augmentation de l'acidité primitive à l'aide de phénol-phtaléine et de soude décinormale. L'acidité produite semble, en un certain point limiter la fermentation visqueuse.

Reversibilité. — Au delà d'une certaine acidité variable avec chaque potion, la matière gluante produite se fluidifie à nouveau ; on dirait que la levure défait ce qu'elle a produit.

Role de l'acidité. — La potion primitive ensemencée, et additionnée de 50 centigrammes pour 100 d'acide tartrique, ou d'acide citrique, présente une grande difficulté à prendre le filant et le gras : elle reste très longtemps limpide et non visqueuse. Si on neutralise cette acidité par du carbonate de calcium, on remarque l'effervescence due à l'anhydride carbonique et dans ce milieu neutralisé, la fermentation visqueuse ne tarde pas à apparaître. Cette acidité est cause de l'insuccès de l'ensemencement du lait. Si on neutralise l'acidité du lait par de la soude, ou par du carbonate de calcium, on constate que le

lait prend aussi le visqueux. Un milieu lactosé artificiel subit directement la fermentation visqueuse en même temps qu'une acidité liée à l'acide lactique se développe.

Dans le cas du lait ayant pris la consistance visqueuse, on observe une coagulation de caséine, due à l'acide lactique. La caséine nage au milieu d'une matière gluante et visqueuse.

Action de l'alcool. — L'alcool joue suivant sa proportion dans la potion, suivant son degré, un rôle de retardant, de paralysant de fermentation visqueuse. On peut empêcher dans les potions ensemencées la fermentation par addition d'alcool, 15 c^3 pour 120 environ.

A cette question d'alcool et d'acidité se rattache l'essai infructueux d'ensemencement sur des vins jeunes et acides, ou des vins fortement alcooliques. Il n'en est pas de même sur des vins plats, peu acides, peu alcooliques ; ces derniers subissent très facilement la fermentation visqueuse.

De l'action de quelques antiseptiques. — 1° *Acide cyanhydrique.* — Cet acide jouit de propriétés nettement antiseptiques signalées par Carles (Bulletin de la Société de Pharmacie de Bordeaux, année 1911, antiseptie des potions). Une dose de 10 grammes d'eau de Laurier-cerise pour une potion de 150 cc. suffit pour enrayer la fermentation visqueuse.

Fluorure de calcium. — En raison de son insolubilité à la dose de 5 centigrammes pour 150 c^3, le fluorure de calcium retarde simplement la fermentation, mais ne l'empêche pas ; il n'en est pas de même du fluorure de sodium qui est très actif, mais toxique.

L'acide salicylique à la dose de 0,50 centigrammes pour 150 nous a permis de conserver des potions sans altération.

L'iode qui joint à la fois des propriétés antiseptiques et anti-oxygènes se dissimule dans la potion du sirop d'écorce d'orange formant avec le tanin un complexe, la potion marque un simple retard dans l'apparition de la fermentation.

Le formol — antiseptique puissant, apparaît ici comme un antiseptique relativement faible, aux doses mêmes de deux ou trois gouttes d'une solution à 40 %. Il se dissimule aux réactifs et en cet état n'empêche nullement la fermentation. On dirait même qu'il semble la stimuler. Premier chaînon de la formation des sucres, n'était-il pas utilisé à la formation de la matière visqueuse ?

Nature de la matière visqueuse. — En ajoutant de l'alcool à 95° aux potions visqueuses, on précipite une matière blanche, qui, lavée, ne réduit pas le Fehling. Hydrolisée par l'eau aiguisée d'acide sulfurique, ce précipité donne naissance à un sucre réducteur dextrogyre ;

cette substance ne donne ni la réaction des gommes, ni celle des celluloses.

J'émettais dans cette première note l'idée d'un édifice moléçulaire plus complexe résultant de la soudure de plusieurs molécules d'hydrate de carbone, de glucose, avec perte d'eau. Elle correspondrait à une *dextrane* comme la gomme de sucrerie ou la viscose de Bechamp ; elle nous semblait rentrer dans le cadre des fermentations synthétiques de Duclaux dont le prototype est la fermentation étudiée et décrite par nos Maîtres Gayon et Dubourg.

Fermentation visqueuse des limonades commerciales. — En 1927 (Bulletin de la Société de pharmacie de Bordeaux), j'indiquai une altération visqueuse des limonades commerciales rappelant celle des potions. Toutes les limonades d'une même fabrication avaient pris du mois d'août la consistance visqueuse. Pour préparer ces limonades commerciales, on introduit dans des bouteilles un sirop d'acide tartrique aromatisé au citron et on les remplit avec de l'eau sursaturée d'anhydride carbonique (Blarez).

L'acidité initiale des limonades est relativement faible ; elle oscille entre un gramme et deux grammes d'acide tartrique par litre. L'altération, ainsi que je l'ai constaté provenait du sirop acide servant à la fabrication de ces limonades. Dans l'espèce, l'acidité initiale était de 0 gr. 40 par litre.

Causes. — La cause était également d'origine microbienne, c'est une levure semblable à celle décrite pour les potions visqueuses une torula ; par le fait de la fermentation l'acidité augmente jusqu'à une certaine limite ou la fermentation visqueuse s'arrête. On peut la faire repartir en nautralisant le milieu avec le carbonate de calcium.

Reversibilité. — Tout comme les potions visqueuses, les limonades redeviennent progressivement fluides, on dirait que la glaire sert d'aliment nouveau à la torula, qu'après l'avoir produite, elle la consomme.

Ensemencement. — Nous avons pu ensemencer avec cette torula différentes potions, sirops ou limonades et vérifier nos résultats précédemment acquis. Pour vivre et se développer, la torula a besoin de sucre.

Aliments. — Nous avons remarqué dans tous cas que les sucres étaient nécessaires à la production de la viscosité.

Influence des différents sucres. — Nous avons cherché à savoir si tous les sucres étaient aptes à produire cette fermentation, si les uns n'étaient pas actifs, et les autres inactifs, nous avons recherché si la fonction alcool primaire, ou secondaire, ou la fonction aldhéhyde jouait un rôle. Les sucres essayés furent le glucose, le lévulose, saccharose,

sucre interverti, lactose, lamannite, lévulosane, l'inuline, les amidons, les dextrines, les gommes.

L'UTILISATION de ces sucres varie suivant qu'on se trouve en milieu *aérobie* ou *anaérobie*. D'une façon générale, la torula s'accommode de l'un ou de l'autre de ces milieux. La viscosité se forme d'abord dans les parties inférieures du flacon pour gagner progressivement la surface, à l'inverse de ce qui se passe pour le Bactérium Xylinum qui forme à la surface de certains vins un voile épais au niveau du goulot de la bouteille, voile circulaire, qui gagne progressivement en profondeur, on obtient ainsi au bout d'un certain temps un véritable cylindre occupant l'axe de la bouteille.

SÉLECTION. — La torula fait vis-à-vis des divers sucres et en divers milieux un véritable choix.

EN MILIEU AÉROBIE, simple flacon bouché soit au coton, soit au liège, toutes choses égales d'ailleurs, elle préfère le lactose au glucose, le glucose au lévulose, le lévulose au saccharose, ce dernier au sucre interverti. La mannite, l'inuline prennent difficilement le visqueux ; il n'en est pas de même de l'amidon, la gomme, de la dextrine qui subissent la fermentation.

EN MILIEU ANAÉROBIE, mêmes solutions recouvertes d'une couche d'huile, ici c'est la lévulose qui commence, puis le lactose, le glucose. L'inuline et la mannite sont inactives. Remarquons que les limonades commerciales sursaturées d'anhydride carbonique, réalisent un bon milieu anaérobie. Nous nous sommes demandé avec M. le Professeur Aubel si la constitution stéréo-chimique des sucres ne jouait pas un rôle, si les fonctions alcool primaire ou secondaire n'intervenaient pas. Dans ce but, des solutions contenant des tartrates, des citrates de sodium, furent ensemencés. A peine constate-t-on, après plusieurs jours un aspect gras, au toucher. Les fonctions alcool primaires et secondaires des sucres ne semblent pas jouer un rôle important dans cette fermentation. Il n'en est pas de même de la fonction aldéhyde du glucose et du lévulose. Un fait important retint notre attention, une plus grande consommation de lévulose que de glucose dans la proportion de sucre interverti offerte à l'activité de la torula. Exemple : 7 gr. 50 de lévulose sont consommés contre 3 gr. 50 de glucose.

Il y a en fin de compte une augmentation sensible de glucose et cela plaide en faveur d'une formation de dextrane.

Fernback et Schœn ont isolé une bactérie produisant une fermentation visqueuse et formant du lévulose aux dépens du saccharose. Ces mêmes auteurs (C. R. Société biologique, tome XCII, p. 1419) ont isolé un leuconostoc textranicus par hydrolyse du dextrose. Dans les deux cas, il y a formation d'un produit synthétique, lévulosane, dextrane.

Une thèse récente de M. Cottin : « *Etude de trois ferments visqueux* » (Angers 1932), vient apporter une nouvelle contribution aux études de ces derniers. Après une revue complète et détaillée des travaux faits dans cette voie, cet auteur fait l'étude d'une torula qu'il a isolée lui aussi de limonades commerciales ; elle était associée à un bacille court, seule la levure intervient dans la fermentation, elle ne sporule pas, c'est une torula, c'est un premier point de contact avec notre étude antérieure.

Le sucre est nécessaire à la torula pour produire la viscosité ; la viscosité est fonction de la teneur en sucre. La cellule fait une sélection parmi les sucres qui lui sont offerts. La saccharose et le glucose sont des aliments de choix, puis viennent la lévulose, la mannose, la glycérine, la dextrine, la mannite et le maltose. En présence d'amidon, d'inuline, de galactose, la torula ne communique pas une viscosité très appréciable.

L'azote sous forme de carbonate, d'ammoniaque, d'asparagine, de choline, favorise la viscosité. Les formes acide cyanhydrique, nitrite, chlorure d'ammonium, eau de laurier cerise empêchaient la fermentation visqueuse.

M. Cottin remarque comme nous que l'alcool retarde ou empêche suivant les doses, la fermentation. Un vin titrant plus de 13 degrés ne prend pas le gras ; la torula isolée par M. Cottin s'accommode d'un milieu faiblement acide. L'acidité croît avec la fermentation jusqu'à une certaine limite, puis la glaire formée se dissout à nouveau, le liquide s'éclaircit, se fluidifie : c'est le phénomène de réversibilité que nous avons nous-même indiqué.

M. Cottin a ensemencé des milieux divers, des moûts de vin, du cidre, de la bière, après tyndalisation. Les agents extérieurs froid, chaleur, lumière, oxygène, les agents chimiques, les antiseptiques, chlore, acide sulfureux, acide salicylique, fluorure de sodium, tanin ont une action plus ou moins marquée sur la fermentation visqueuse, action retardante, empêchante ou accélérante.

L'oxygène est nécessaire au développement de la torula et à la fermentation. La torula isolée par nous avait une action plus accentuée en milieu anaérobie, quoique s'accommodant d'un milieu aérobie, il y a une température optima pour la fermentation, nous avions remarqué que la fermentation visqueuse des potions s'observait surtout l'été par des chaleurs orageuses, la température optima oscille entre 32 et 33°, la température mortelle vers 50°. Le froid paralyse le ferment et empêche la fermentation ; la torula reste en vie latente, reportée à une température convenable, son action est amoindrie, mais la fermentation repart.

ANTISEPTIQUES. — L'action des antiseptiques vérifie et confirme sur bien des points les résultats que nous avions obtenus.

M. Cottin montre la nécessité de la présence des sucres pour la fermentation visqueuse : le saccharose est interverti par le ferment, le glucose est pour la plus grande partie consommé et une petite quantité de levulose. Nous avions trouvé une plus grande consommation de lévulose et une accumulation de glucose, ce sont là des points différentiels.

Cet auteur a recherché les acides formés dans la fermentation : acide acétique et lactique ; nous n'étions pas rentrés dans cette voie qualitative, sauf en milieu lactosé. M. Cottin a recherché la composition de la substance glaireuse formée ; il arrive après une étude approfondie et très serrée de la question à la même conclusion que nous : production de dextrane.

Pour M. Cottin, la torula donne avec la saccharose d'une part du lévulose en légère partie consommée et du glucose ; ce dernier sert à l'édification de la membrane glaireuse qui ne prend pas les colorants dextrane. Il y a en même temps production de gaz carbonique et d'acides gras. La membrane glaireuse dextrane, s'hydrolisant redonne du glucose.

En résumé, dans cette note, nous rappelons nos études de 1910 et 1927 sur la fermentation visqueuse des potions et des limonades commerciales, et rapprochons nos résultats de ceux de M. Cottin, qui a étudié d'une façon très complète la question.

La fermentation visqueuse des limonades commerciales offre dans les deux cas la même cause, une torula, elle utilise les mêmes aliments, saccharose, glucose, lévulose, produit une acidité marquée, étudiée par nous qualitativement, acide carbonique, acétique, lactique. Tous deux nous constatons la réversibilité du phénomène au delà d'une certaine acidité, la glaire, la viscosité, formée disparaît progressivement, le liquide redevient fluide.

Enfin, nous arrivons à la même conclusion, la glaire, la viscose formée semble résulter d'une synthèse de deux glucoses avec perte d'eau, elle correspond à une production de dextrane.

Dr A. LÉONET

LES INDICATIONS THÉRAPEUTIQUES DE L'AUROTHIO-PROPANOL SULFONATE DE SODIUM

Il ne nous apparaît pas opportun de présenter ici l'historique des indications thérapeutiques des sels d'or, ni une revue générale de la chrysothérapie efficace depuis qu'elle a été réalisée par Moolgard. Nous nous contenterons de montrer à quelles préoccupations spécifiquement thérapeutiques a répondu la genèse de l'aurothiopropanol sulfonate de sodium.

L'idée directrice

Dès 1920, A. Lumière étudiait les thiodérivés métalliques. Le 12 octobre 1921, il présentait à la Société de Thérapeutique de Paris la série des thiopropanols sulfonates des métaux lourds.

Un sel hypo-toxique

Ces produits sont le résultat de recherches qui tendaient à réaliser des sels moins toxiques, dans lesquels le métal fut en quelque sorte « dissimulé », c'est-à-dire fixé au soufre d'une façon assez énergique pour éviter la formation de chlorures du métal lors de leur mise en contact avec les chlorures de l'organisme.

Autres réalisations

La communication du 12 octobre 1920 mentionne expressément les thiodérivés inorganiques de l'acide hyposulfureux. En 1924, Moolgard appliquait à la thérapeutique de la tuberculose le sel d'or répondant à cette définition. De 1924 date réellement la chrysothérapie efficace et pratique. Si dès 1920, Lumière n'a pas introduit dans la thérapeutique l'hyposulfite double d'or et de sodium, c'est qu'il espérait réaliser un sel d'or possédant des propriétés que la seule présence du métal n'aurait su lui conférer.

Le sel possesseur d'une double modalité d'action

Ce n'est qu'en 1927 que le succès des expériences pharmaco-dynamiques, et des essais cliniques nombreux, permettaient d'éditer, sous le nom d'allochrysine, le thiopropanol sulfonate double d'or et de sodium.

L'Or

Ce sel est un sel d'or et partage toutes les indications thérapeutiques de l'or.

Le Soufre

Mais ce sel est aussi *un sel soufré*, et Justin Bezançon, lors d'une séance de la Ligue Française contre le Rhumatisme, montrait que le terme de chrysothérapie doit être employé avec réserve, car l'or seul ne saurait agir ; il lui faut une alliance avec le soufre.

Le Soufre en combinaison oxydo-réductrice

Il existe en outre dans ce produit un groupement « thiol » qui permet de réaliser un système de transfert d'oxygène réversible, agent au premier chef des processus d'oxydo réduction qui ont été l'objet des premières recherches de Lumière.

Et nous ne saurions entrer dans le détail des multiples travaux qui, insistant sur la notion de terrain, font de la tuberculose une maladie de la nutrition, de *condition* bacillaire plus que de *nature* bacillaire.

Les indications majeures

L'ensemble de ces notions nous permet de saisir la logique des indications majeures de l'Allochrysine :

Tuberculose

et

Rhumatisme chronique infectieux,

qui l'une et l'autre sont des maladies où le germe est à combattre et le terrain doit être à modifier.

L'Allochrysine remplit ces deux indications.

Action sur la nutrition

Un « prétuberculeux » soumis à une imprégnation par l'Allochrysine, en règle quasi absolue, ne devient pas un « bacillaire » cliniquement parlant.

Le poids du « prétuberculeux » se relève avec une rapidité que ne saurait expliquer la seule action bactéricide.

Action bactéricide in vitro...

Cette action bactéricide est manifeste pourtant ; on l'observe in vitro entre les concentrations de 1/250.000 et 1/2.500, comme l'ont magistralement démontré MM. Courmont et Pichat.

...in vivo

Mais in vivo, plusieurs jours après une injection intra-musculaire d'Allochrysine, on peut constater que le sérum et les urines du sujet en expérience possèdent un pouvoir bactéricide élevé.

Ces faits éclairent d'un jour nouveau la question de la chrysothérapie.

Les tuberculoses

Qu'il s'agisse de tuberculoses jeunes,
de tuberculoses stabilisées,
de tuberculoses évoluées, et évolutives,
l'administration d'aurothiopropanol sulfonate de soude permet d'obtenir des régressions ou, au moins, des stabilisations de la maladie.

On traite avec ce sel toutes les tuberculoses, mise à part toutefois la tuberculose intestinale qui pose une contre-indication avec la rigueur d'un impératif catégorique.

Tuberculose pulmonaire au premier chef,

Tuberculose laryngée,

Tuberculose chirurgicale et cutanée (lupus et érythème induré de Bazin), et, j'y insiste,

Tuberculose rénale, à conditon, dans ce cas, de redoubler de prudence et de n'entreprendre un traitement qu'avec des doses minimes (1, 2 centgrs).

Un mot des doses

Sans entrer dans le détail des modalités d'emploi, nous tenons à signaler que la dose moyenne — efficace et bien tolérée — est celle qui réalise une imprégnation de 2 centigrs-jour (soit 10 centgrs chaque 5 jours) jusqu'à un total de 2 à 3 grs, voire beaucoup plus élevé (10 et 12 grs). Mais le doigté du thérapeute ne saurait être remplacé par ces règles omnibus.

Les associations thérapeutiques

Outre les associations médicamenteuses opportunes — antipyrèse, recalcification, stimulation hémopoïétique, actinothérapie — nous désirons signaler que Leuret et son école adjoignent systématiquement un hyposulfite à la cure par l'aurothiopropanol sulfonate de sodium, ce qui montre l'importance qu'ils attachent au rôle du soufre.

Les Rhumatismes chroniques

L'autre indication majeure de l'aurothiopropanol sulfonate de sodium, dont l'initiateur est J. Forestier, est le rhumatisme chronique infectieux.

L'Idée

Cette découverte rompt l'habituelle discipline *étiologiste* et résulte d'un mode de pensée *pathogéniste*. Forestier a envisagé, non plus la spécificité bactériologiste, mais la spécificité des expressions morbides — en l'occurrence fluxion et exsudation — communes à tuberculose et rhumatisme. *Contre la maladie de la nutrition qu'est le rhumatisme,*

il a dressé une thérapeutique efficace dans cette autre maladie de la nutrition qu'est la tuberculose.

Les résultats

L'aurothiopropanol sulfonate de sodium, timidement essayé au début, s'est révélé la grande thérapeutique dans le rhumatisme chronique, thérapeutique unanimement adoptée. Dans cette maladie, où quelques arrêts d'évolution seulement pouvaient être obtenus et où la médication n'était en général que palliative, on a vu des guérisons et qui sont devenues de plus en plus nombreuses. Les résultats favorables atteignent 70 à 80 %.

Les indications

Si elles sont larges chez le tuberculeux, elles doivent être minutieusement précisées chez le rhumatisant.

Il ne saurait être question de chrysothérapie que chez les rhumatisants chroniques et parmi ceux-ci, encore faut-il éliminer les malades atteints d'arthroses, d'adipo-arthrite des genoux, de rhumatismes d'Heberden, mais leur nombre est restreint.

On traitera donc avec l'aurothiopropanol sulfonate de sodium les arthrites inflammatoires dont le type est représenté par la grande polyarthrite symétrique progressive, les spondyloses ankylosantes, certaines polyarthrites infectieuses à germe déterminé (gonococcique par exemple), enfin, le rhumatisme tuberculeux.

Un paradoxe thérapeutique

Toutefois, ce dernier réagit parfois moins favorablement à la médication que le rhumatisme gonococcique par exemple, ce qui constitue à notre sens une splendide démonstration de la voie féconde ouverte par la notion de pathogénie, alors que le point de vue étiologiste eût à priori invité à prévoir un résultat inverse. C'est qu'en effet, nous ne savons pas, pour le moment du moins, tuer in vivo le gonocoque par la chrysothérapie, tandis que le pouvoir bactéricide, in vivo, de l'Allochrysine est au contraire démontré pour le bacille de Koch.

Deux grands principes

Des lois pharmacodynamiques

La découverte de l'aurothiopropanol sulfonate de sodium résulte de l'application d'un ensemble de lois dont la connaissance a fait, et doit faire progresser la science de la chimiothérapie.

Des règles de pathologie générale

Depuis le siècle dernier, un « pastorisme » outrancier avait obnubilé la remarquable fécondité de la pensée médicale pathogéniste. Il ne faut

pas oublier en effet les leçons du Pr. Besançon quand il recommandait de ne pas laisser polariser sa pensée par la spécificité bactériologique.

Indications mineures

Nous nous bornerons à citer celles qui sont de moindre importance :

Spirilloses

Nous devons au Pr. Levaditi, de l'Institut Pasteur, des recherches d'une extrême précision sur le rôle pérventif et curateur de l'aurothiopropanol sulfonate de sodium dans les spirilloses. Le tréponème pâle n'y saurait échapper.

Lèpre

La lèpre, comme la tuberculose, constitue une indication de cette thérapeutique.

Psoriasis

De beaux résultats ont été enregistrés dans le psoriasis.

Sclérose en plaques

Des expériences sont en cours sur la sclérose multioculaire.

A. LEULIER, H. TETE et L. PAYRE-FICOT

RECHERCHES SUR LES DÉRIVÉS MÉTALLIQUES DU THIOPROPANOSULFONATE DE SODIUM

Nous avons eu l'occasion d'étudier quelques dérivés métalliques du thiopropanol sulfonate de sodium préparés par MM. A. Lumière et Perrin. Nos recherches ont eu pour objet principal de préciser la vitesse et l'intensité de leur élimination comme aussi leur localisation dans les organes du cobaye.

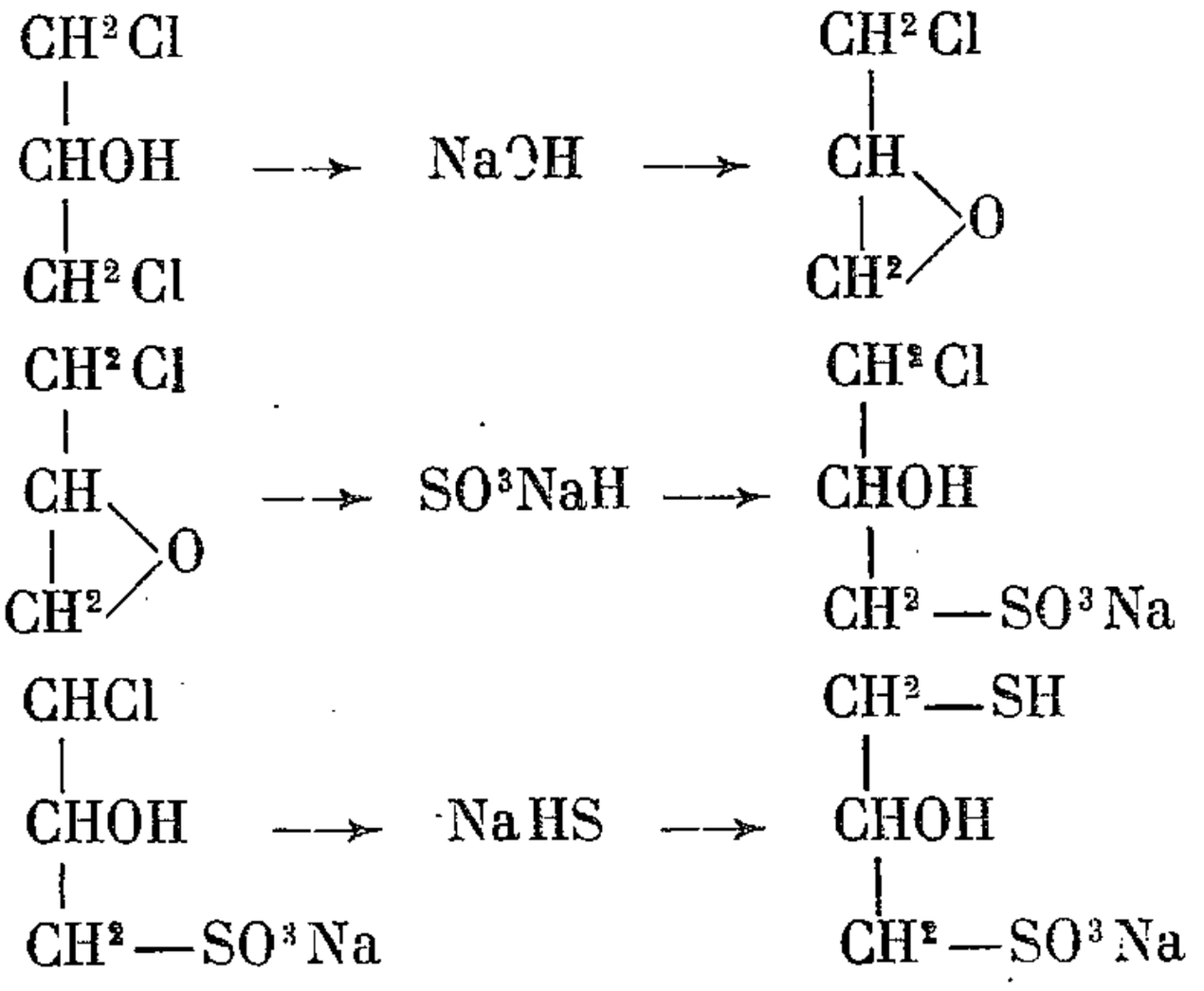
Nous avons utilisé les composés du bismuth, de l'antimoine, du mercure et de l'or.

Suivant le cas, ces corps répondent aux formules générales ci-après :

$$Me'' \begin{cases} S-CH^2-CHOH-CH^2-SO^3Na \\ S-CH^2-CHOH-CH^2-SO^3Na \end{cases}$$

$$Me''' \begin{cases} S-CH^2-CHOH-CH^2-SO^3Na \\ S-CH^2-CHOH-CH^2-SO^3Na \\ S-CH^2-CHOH-CH^2-SO^3Na \end{cases}$$

Leur préparation peut se schématiser comme il suit : On part de la dichlorhydrine symétrique de la glycérine, qui, traitée par la soude, donne l'épichlorhydrine. Cette dernière, sous l'action du bisulfite de sodium, se transforme en dérivé sulfoné. L'action ultérieure du monosulfure de sodium conduit à un mercaptan sulfoné, qui, mis en contact avec un oxyde hydraté, donne le dérivé cherché. Voici la suite des réactions :



Traité par l'oxyde hydraté du métal voulu, le mercaptan donne des corps dont la formule varie avec la valence du métal.

Ces complexes présentent tous des propriétés analogues : le métal ne réagit pas avec tous les réactifs, mais il reste cependant sensible à l'action de certains d'entre eux. Ils sont solubles dans l'eau puisqu'ils sont sulfonés et, par suite, très facilement diffusibles dans l'organisme.

*
* *

Nous donnons ci-joint les résultats obtenus avec les composés de l'or.

Dérivé de l'Or (1)

Nous n'avons pas étudié la composition chimique de ce dérivé, mais avons utilisé soit des solutions aqueuses, soit des suspensions huileuses renfermant 30 mgr. d'or par cc. ou 15 mgr. d'or par cc. Cependant, d'après Mlle Julliard (2), ce corps répond à la formule suivante :

(1) Nom déposé *Allochrysine*. (Nous remercions ici M. Jean Chevrottier qui a bien voulu nous procurer les matières premières.)

(2) G. JULLIARD. Thèse Doct.-Pharmacien, Lyon, 1931.

C'est un corps blanc, amorphe, insoluble dans les solvants organiques, mais très soluble dans l'eau. Si l'or y est décelable par l'hydrogène sulfuré et le sulfhydrate d'ammoniaque, le sulfate ferreux et l'acide oxalique sont incapables de le précipiter. Le chlorure stanneux donne, après 24 heures, une coloration brun mauve.

Méthode de dosage employée

Tout naturellement, la recherche de l'or, qu'il s'agisse d'urine, de fécès ou d'organe, implique la nécessité d'une minéralisation. Nous avions d'abord pensé à utiliser la méthode azoto-sulfurique, mais elle nous a donné des résultats trop faibles, avec la méthode de détection utilisée. Nous avons donc eu recours à la calcination simple après dessication, puis les cendres ont été traitées par l'eau régale, de façon à faire passer tout l'or sous la forme de chlorure aurique (1). Il ne faut pas calciner en capsule de platine, non seulement parce que la reprise par l'eau régale ne peut pas être faite dans cette capsule, mais surtout parce qu'une partie de l'or se fixe sur le métal de la capsule et ne peut être enlevée par lavage à l'eau chlorhydrique. Toutes les opérations doivent être poursuivies dans une capsule ou un creuset de quartz.

La détection du métal a été effectuée d'après une réaction donnée par Deniges, Chelle et Labat dans le Tome II de leur Précis de Chimie analytique. Voici textuellement ce qu'ils disent : « Le liquide (contenant l'or sous forme ionisable et aurique) mis dans un verre à expérience, est acidulé avec de l'acide formique et additionné de quelques gouttes d'une solution de phénylhydrazine. S'il y a de l'or, même à l'état de traces, le liquide se colore immédiatement en bleu violet par transmission. On peut effectuer des dosages colorimétriques du métal par comparaison avec des solutions étalons. » Nous avons conduit nos opérations dans des tubes à essai de même calibre et, pour éviter la floculation de l'or colloïdal, nous avons additionné tous nos essais d'une trace de gélatine. Nos solutions étalons ont été faites à partir de l'or pur. Nous avons pu ainsi retrouver 0 mgr. 8 d'or sur 1 mgr. mélangé à 9 gr. 10 de muscle, et 0 mgr. 5 intégralement dans 4 gr. 40 de muscle. La sensibilité de la méthode est telle que l'on peut arriver à caractériser 5 gr. d'or dans une tonne de matière étrangère.

Le tableau ci-après rend compte de l'élimination et des localisations qu'il s'agisse de solution aqueuse ou de suspension huileuse.

---

(1) Les détails expérimentaux paraîtront dans la thèse de M. PAYRE-FICOT.

Suspension huileuse à 5 %

Au=30 mgr. par injection et par animal. Durée de l'expérience 24 heures

		1	2	3	4	5
Poids des cobayes		440	625	610	460	500
Foie.	Poids	26,30	28,00	21,10	15,70	23,20
	Au mgr	5,06	5,8	2,4	2,05	5,37
	Au % en mgr.	19	20,7	11,3	16,1	23,1
Reins.	Poids	4	4,20	7	3,75	4,20
	Au mgr	2,6	2,5	1,09	1,6	1,75
	Au % en mgr.	65	59,5	15,5	42,6	41,6
Poumons.	Poids	3,65	4	4,35	3,85	4,95
	Au mgr	0,45	0,18	traces	0,10	0,20
	Au % en mgr.	12,3	4,5	—	2,5	4,04
Intestins.	Poids	—	—	75	75	55,5
	Au mgr	—	—	4,3	4,09	9,5
	Au % en mgr.	—	—	5,7	5,4	17,1
Muscles (1).	Poids	2,15	1,95	2,70	3,05	4,75
	Au mgr	0,10	0,07	0	0,7	0,35
	Au % en mgr.	4,7	3,6	0	22,9	7,3
Urines.	CC	2,8	0	37	9	1,5
	Au mgr	2,6	0	11,5	0,9	2,10
	Au % en mgr.	92,8	0	31,08	10	140
Fèces.	Poids	—	—	2,50	4,15	5,60
	Au mgr	—	—	0,46	6,06	4,20
	Au % en mgr.	—	—	18,4	146,00	75,00
Sang.	CC	—	—	—	10,20	8,90
	Au mgr	—	—	—	0,86	0,20
	Au % en mgr.	—	—	—	8,4	2,2

(1) Le muscle a toujours été prélevé au point d'injection.

Injection de *Solution aqueuse à* 10 %
Au = 30 mgr. par injection et par animal. Durée de l'expérience 24 heures

		1	2	3	4	5
Poids des cobayes		440	460	550	560	680
Foie.	Poids	22,80	22,70	17,80	18,85	24,15
	Au mgr.	2,9	0,75	2,70	2,06	4,70
	Au % en mgr.	13	3,3	15,1	10,9	19,4
Reins.	Poids	3,70	4,80	5,40	4,50	4,20
	Au mgr.	1,5	1,6	1,25	2,05	2,5
	Au % en mgr.	40	33,3	23,1	45,5	59,5
Poumons.	Poids	3,15	3,60	4,20	2,80	4,05
	Au mgr.	0,40	0,06	0,15	0,07	0,16
	Au % en mgr.	12,6	1,6	3,5	2,5	3,9
Intestins.	Poids	—	—	50	70	70
	Au mgr.	—	—	7,50	4,62	3,07
	Au % en mgr.	—	—	15	6,6	4,3
Muscles	Poids	2	1,85	2,70	3,55	4,10
	Au mgr.	0,06	0	traces	0,10	traces
	Au % en mgr.	3	0	—	2,8	—
Urines.	CC.	1,8	1	37	22	17
	Au mgr.	2	1	10,95	12,10	3,48
	Au % en mgr.	111	100	29,5	55	10,4
Fèces.	Poids	—	—	11	8,55	5,60
	Au mgr.	—	—	2,25	1,06	0,60
	Au % en mgr.	—	—	20,4	12,3	10,7
Sang.	Poids	—	—	13,50	8,80	13,25
	Au mgr.	—	—	0,34	0,25	0,83
	Au % en mgr.	—	—	2,4	2,8	6,2

D'après ces chiffres, on voit qu'il y a peu de différence entre le comportement de la suspension huileuse et de la solution aqueuse. L'élimination est aussi intense dans les deux cas et les localisations sont pratiquement identiques. A noter cependant que le muscle peut en retenir de faibles quantités, mais supérieures cependant dans le cas de la suspension huileuse aux quantités trouvées après injection aqueuse. L'organe qui fixe le plus d'or en pourcentage d'organe frais est le rein. L'élimination de l'or est très rapide et après 24 heures, on en retrouve 30 % environ dans les urines lorsque la diurèse est normale. Les fécès peuvent en contenir des quantités élevées surtout dans les cas d'oligurie. Dans tous les cas où nous l'avons recherché, l'or se retrouve dans le sang après 24 heures.

A. LEULIER et Mlle CINQUALBRE

SUR L'ACTION HYPOGLYCÉMIANTE DU SALICYLATE DE SODIUM ET DE L'ASPIRINE

Au cours d'une étude sur l'action de certains antipyrétiques sur la composition du sang, nous avons été amenés à rechercher l'influence du salicylate de soude et de l'aspirine sur le taux des glucides sanguins. Comme les auteurs qui nous ont précédé, en particulier Raphaël Lépine, nous avons obtenu des résultats paradoxaux avec de l'antipirine qui augmente parfois la glycémie dans des proportions considérables, provoque de la glycosurie et fut cependant utilisée en clinique comme antidiabétique.

Nos constatations sont plus régulières et plus rationnelles en ce qui concerne l'acide salicylique. Raphaël Lépine (1) en effet, a signalé cet acide comme antagoniste de l'hyperglycémie adrénalinique, et l'on pouvait escompter une baisse de la glycémie normale avec des doses appropriées. L'animal utilisé dans nos recherches a été le cobaye adulte et nous avons injecté sous la peau une solution aqueuse à 1/10 du sel sodique de l'acide ou de son éther acétique.

Le dosage des glucides a été effectué par la première méthode de Fontès et Thivolle.

Voici les chiffres que nous avons trouvés chez le cobaye normal à jeun depuis 12 heures, ils expriment en grammes la teneur en glucose de 1.000 cc. de sang.

Poids des animaux	Glucose par litre
320	1,40
380	1,10
330	1,19
410	1,15
370	1,20
500	1,20
430	1,35
570	1,25
310	1,28
505	1,25

Après injection de doses de salicylate de sodium oscillant autour de 0 gr. 20 par kg. d'animal, nous avons noté, dans les mêmes conditions, les teneurs suivantes par litre de sang :

(1) Le sucre du sang, page 186. Félix Alcan, éditeurs. Paris, 1921.

Poids des animaux	Glucose par litre	Dose de salicylate par Kg d'animal
520.....	0,85	0,19
500.....	0,70	0,20
460.....	0,95	0,21
470.....	1	0,21
460.....	1	0,21
430.....	0,85	0,23
420.....	0,85	0,23
425.....	0,92	0,23
380.....	0,65	0,26
340.....	1,08	0,30
320.....	0,90	0,31
320.....	1,10	0,31

On peut voir d'après ces chiffres que, règle générale, le taux de la glycémie du cobaye salicylé est nettement inférieur à celui du cobaye normal. Chez celui-ci, en effet, la moyenne des glucides sanguins par litre, est de 1,23, alors que chez le second elle est de 0,90.

Des faits analogues se retrouvent chez les malades rhumatisants soumis à de fortes doses de salicylate (12 à 18 grammes par jour) dont la glycémie s'est révélée égale aux chiffres suivants : 0,97 ; 1 ; 1,17 ; 1 ; 1,35 ; 0,85 ; 0,80 ; 0,85 ; 1,06 ; 0,85 ; 0,80 ; 0,78 ; 0,90 ; 0,79 ; 0,74 ; 0,58.

Il apparaît là encore que l'influence du salicylate de sodium se traduit par le maintien du taux du sucre sanguin à un niveau peu élevé et parfois même très bas.

*
* *

Il était tout naturel de rechercher l'influence possible de l'étherification de la fonction phénol de l'acide salicylique sur les propriétés hypoglycémiantes. Et c'est pourquoi nous avons, chez le même animal que précédemment, injecté par voie sous-cutanée des solutions aqueuses d'aspirine dissoute avec la quantité suffisante de bicarbonate de soude. Nous avons observé les résultats ci-après :

Poids des animaux	Glucose par litre	Dose d'aspirine par Kg d'animal
545.....	1,15	0,18
500.....	0,95	0,20
450.....	0,74	0,22
445.....	0,98	0,22
425.....	0.90	0,23
420.....	1	0,23
410.....	1,05	0,24
365.....	0,85	0,25

La moyenne de la glycémie se révèle comme étant de 0,95, chiffre notablement inférieur à celui de la glycémie du cobaye normal. L'acétylation apparaît donc comme n'exerçant pas d'influence sur les propriétés hypoglycémiantes de l'acide salycilique. Nous avons essayé d'autres corps à fonction phénol, comme les isomères de l'alice salicylique : la coumarine, la pyrocatéchire, l'hydroquinone, sans observer de modifications appréciables du taux des glucides sanguins.

A. LEULIER, G. VANHEMS et R. CHARMILLON

VARIATION DU POTASSIUM DANS LES DIFFÉRENTES PARTIES DE LA GRAINE AU COURS DE LA MATURATION ET DE LA GERMINATION

La graine comme tout organe de réserve est riche en potassium.

Au cours de la germination, la plantule, comme les travaux d'André qui datent d'une trentaine d'années l'ont montré, emprunte aux cotylédons le potassium qui lui est nécessaire jusqu'au moment où elle est capable de le trouver dans le sol.

Nous avons tenté d'étudier quelles étaient, dans les différents membres de la graine, les fluctuations subies par le potassium au cours de la maturation et de la germination dans les conditions de vie normale.

Deux graines ont été étudiées : celles d'Aesculus Hippocastanum ou Maronnier d'Inde qui est exalbuminée et dans laquelle nous avons séparé la plantule, les cotylédons et les téguments et celle de Zéa Maïs qui est en réalité un fruit particulier, un caryopse, où nous avons séparé l'embryon, comprenant la plantule et son cotylédon, et le reste du caryopse comprenant l'albumen, les téguments de la graine et les restes de l'ovaire.

La méthode de dosage utilisée dans nos recherches a été celle de Leulier, Velluz et Griffon.

Tous nos résultats exposés dans le tableau ci-contre sont des moyennes d'au moins trois dosages concordants.

Nous allons, dans un premier tableau, indiquer les stades de végétation étudiés. Un second tableau donnera les résultats de nos dosages de potassium. Les courbes suivantes représentent les résultats.

Différents stades de végétation étudiés

MARRON D'INDE	STADES	MAÏS
Graines à téguments encore verts	Stade I	Albumen non encore corné.
Graines mûres.	Stade II	Graines mûres.
Graines après 15 jours de conservation.	Stade III	
Graines après un mois de conservation.	Stade IV	Graines après six mois de conservation.
Graines germées. Tigelles 0,5 cm.	Stade V	Graines germées. Tigelles de 0.5 cm.
Graines germées.	Stade VI	Graines germées.
Tigelles de 3 cm.		Tigelles de 1 cm.
Graines germées.		Graines germées.
Tigelles de 5 cm.	Stade VII	Tigelles de 2,5 cm.
Début de l'ass. chloroph.		Début de l'ass. chloroph.
Graines germées. Deux feuilles à limbe non développé	Stade VIII	Graines germées, feuilles non encore développées.
Graines germées. Deux feuilles à limbe bien développé	Stade IX	Graines germées, feuilles bien développées.

Variation du potassium

POTASSIUM EXPRIMÉ EN MMG. POUR :							
UN MARRON				STADES	UN GRAIN DE MAÏS		
1 embryon	2 cotylédons	Téguments	1 graine entière		1 embryon	1 caryopse moins l'embryon	1 caryopse entier
0,61	112,12	11,62	124,35	I	0,282	0,491	0,773
0,77	165,84	14,52	181,13	II	0,425	0,577	1,002
0,79	165,78	14,38	180,95	III			
0,77	165,34	14,51	180,62	IV	0,415	0,570	0,985
0,63	171,12	13,34	185,09	V	0,270	0,681	0,951
1,33	183,47	12,90	197,70	VI	0,365	0,650	1,015
7,24	189,11	12,80	209,15	VII	0,591	0,492	1,083
11,78	199,25	12,54	223,57	VIII	1,002	0,358	1,360
16,15	196,01	11,08	223,84	IX	1,603	0,215	1,818

Variation du potassium

Les chiffres concernant le maïs ont été multipliés par 10. Ceux concernant les cotylédons et la graine entière du marron ont été divisés par 10.

Commentaires

Le marron augmente son contenu pendant la maturation, le maintient ensuite et s'enrichit de façon progressive. Mais la courbe devient presque horizontale dans les derniers stades éludiés. Il est vraisemblable qu'il s'agit d'une dessiccation progressive qui se stabilise en fin de compte.

Le maïs suit, jusqu'au début de la germination, une courbe analogue. Mais le début de renouveau d'activité est marqué non pas par une augmentation du contenu potassique, mais par une diminution. Il se passe ici un phénomène analogue à celui que nous avons noté pour le phosphore total : une partie du potassium disparaît de la graine.

Puis, après un léger palier, une brusque ascension de la courbe indique que pendant les stades VII et IX l'absorption du potassium est active.

Aussi, pour ce qui est des graines entières, la courbe du potassium, quoique de même sens, présente des modalités différentes selon qu'il s'agit du maïs ou du marron.

Considérons maintenant les parties séparées. Pour le marron, les cotylédons ont une courbe calquée sur celles de la graine entière. C'est dire que, s'ils perdent leur potassium comme le signalait André, ils ne le perdent que lentement et que, seulement dans les derniers stades étudiés, cette perte n'est plus compensée par l'apport de l'absorption.

L'embryon du marron demeure longtemps stationnaire comme teneur en potassium. Puis, brusquement la courbe s'élève et sa teneur passe de un à seize, entre le stade VI et le stade IX.

L'embryon du maïs suit une courbe identique quant à la brusque ascension de la fin, mais qui est différente par une chute au début de la germination.

Quant à l'albumen, son comportement est bien différent de celui des cotylédons du marron. L'albumen, lui, semble bien céder à l'embryon son potassium.

L'albumen, plus que les cotylédons, jouerait un rôle dans la nutrition potassique de la jeune plantule : c'est là une conclusion qui ne s'accorde guère avec les données classiques.

Nous avons d'autre part étudié l'action de la lumière sur le métabolisme du K au cours de la germination.

Le tableau ci-contre montre les résultats obtenus dans des germina-

tions à la lumière et à l'obscurité. Le potassium est d'ailleurs peu influencé par ce facteur.

POTASSIUM EXPRIMÉ EN MMG. POUR :						
UN GRAIN DE MAÏS GERMANT A LA LUMIÈRE			STADES	UN GRAIN DE MAÏS GERMANT A L'OBSCURITÉ		
1 embryon	1 caryopse moins l'embryon	1 caryopse entier		1 embryon	1 caryopse moins l'embryon	1 caryopse entier
0,415	0,570	0,985	IV	0,415	0,570	0,985
0,270	0,681	0,951	V	0,281	0,659	0,940
0,365	0,650	1,015	VI	0,353	0,610	0,963
0,591	0,492	1,083	VII	0,561	0,509	1,070
1,002	0,358	1,360	VIII	1,010	0,367	1,407
1,603	0,215	1,818	IX	1,573	0,231	1,804

La répartition du potassium et son absorption sont sensiblement identiques, soit que l'on se place dans le cas de la germination à la lumière, soit dans celui de la germination à l'obscurité.

P. E. MANCEAU, P. MANCEAU et R. CUCHE

1° CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU POUVOIR ROTATOIRE ET AUX RÉACTIONS DES CHOLESTÉROLS CHEZ QUELQUES ESSENCES DÉTERPENÉES.

Etude de quelques caractères d'identification des essences volatiles

Essences étudiées :

Essence déterpènée de Lavande
— Géranium d'Algérie
— Géranium Bourbon
— Petit-Grain du Paraguay
— Bergamote de Calabre
— Citron (seulement partiellement déterpènée).

Nous avons déterminé quelques constantes physiques qui nous ont paru le plus aptes à identifier ces essences.

1° La densité à 15° ;

2° Le nombre de gouttes au gramme ;

3° L'indice de réfraction pour la lumière jaune du Na ;

4° Le pouvoir rotatoire pour diverses longueurs d'onde.

Nous appellerons :

αd La rotation pour la lumière jaune du Na
αj — jaune du HG
αve — verte du Hg
αvi — violette du Hg

α est la rotation que fait subir à la lumière monochromatique polarisée une colonne de 10 cm. du liquide étudié à la température de 20°.

5° La dispersion rotatoire, c'est-à-dire le rapport des rotations pour deux longueurs d'ondes différentes.

6° Action des rayons U. V.

TABLEAU N° I

	D 15°	Nombre de gouttes au gramme	Indice de réfraction pour lum. jaune du Na
Essence de Lavande	0,898	LVII	1,46139
— Géranium (Algérie)	0,885	LVII	1,46930
— Géranium (Bourbon)	0,887	LIV	1,46740
— Petit-Grain	0,889	LVIII	1,46340
— Bergamote	0,885	LXI	1,45844
— Citron	0,889	LIV	1,47915

TABLEAU N° II

Pouvoir rotaloire pour diverses longueurs d'onde

	α d	α j	α ve	α vi
Essence de Lavande	— 7°38	— 7°85	— 9°09	— 15°58
— Géranium d'Algérie	— 6,56	— 7,16	— 8,41	— 17,52
— Géranium Bourbon	— 6,76	— 7,17	— 8,48	— 18
— Petit-Grain	— 2,93	— 3,05	— 3,48	— 5,80
— Bergamote	— 0,43	— 0,45	— 0,55	— 0,92
— Citron	— 1,66	— 1,81	— 2,10	— 3,40

TABLEAU N° III

Dispersion rotatoire

	$\frac{\alpha j}{\alpha d}$	$\frac{\alpha ve}{\alpha j}$	$\frac{\alpha vi}{\alpha ve}$
Essence de Lavande.....	1,06	1,15	1,71
— Géranium d'Algérie.....	1,09	1,18	2,05
— Géranium Bourbon	1,06	1,18	2,12
— Petit-Grain	1,04	1,14	1,66
— Bergamote.....	1,04	1,22	1,67
— Citron distillée entre 220—230°.	1,09	1,16	1,61

Action des Rayons Ultra-Violets

Nous avons également soumis ces mêmes essences déterpènées à la lumière de Wood, et pour toutes nous avons observé par réflexion une fluorescence violette plus ou moins laiteuse suivant l'essence.

Enfin nous avons pris les spectres de ces essences pour les rayons ultra-violets.

Pour la majorité des essences, toutes les longueurs d'onde courtes sont absorbées.

Après irradiation de 5 minutes, nous n'avons observé en général aucune modification du spectre. Cela ne prouve pas cependant d'une façon absolue que les rayons ultra-violets n'ont aucune action sur les propriétés chimiques et antiseptiques de ces essences. Actuellement, nous faisons quelques essais physiologiques pour tâcher de mettre en évidence in vivo leur pouvoir antiseptique vis-à-vis du Bacille de Koch.

CONCLUSION

1° Les densités de ces essences déterpènées sont très voisines les unes des autres et sont comprises entre 0,885 et 0,898.

2° Le nombre de gouttes au gramme est aussi sensiblement le même, de LIV à LXI.

3° L'indice de réfraction pour la lumière jaune du Na varie entre 1,45844 et 1,47915.

4° Les pouvoirs rotatoires pour diverses longueurs d'onde sont beaucoup plus spécifiques de l'essence.

5° Par contre, la dispersion rotatoire, c'est-à-dire le rapport des rotations observées pour deux longueurs d'onde différentes, est un chiffre constant pour deux longueurs d'onde bien définies.

6° La lumière de Wood n'est pas un caractère distinctif de ces essences, mais seulement un caractère général.

Les spectres montrent des différences du pouvoir absorbant des essences, mais il semble que pour avoir un bon caractère de pureté des essences, il faille avoir recours au Spectrogramme; ce que nous nous proposons de faire par la suite.

(Travail du Laboratoire de Matière Médicale de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Lyon et de l'Ecole du Service de Santé.)

2° QUELQUES RÉACTIONS DES STÉROLS APPLIQUÉS AUX ESSENCES VOLATILES

Essences étudiées :

Essence déterpènée de Lavande
— Géranium d'Algérie
— Géranium Bourbon
— Petit-Grain du Paraguay
— Bergamote de Calabre
— Citron (seulement partiellement déterpène).

On a voulu voir une relation entre les stérols et les corps terpèniques parce que certains donnent des colorations diverses avec quelques réactifs (R. Salkowski, R. Liebermann, etc.).

Nous avons pensé à faire réagir ces réactifs sur nos essences déterpènées afin de voir si l'apparition ou la non apparition d'une coloration ne pourrait pas servir à la diagnose d'une essence et offrir en même temps un critérium de pureté.

Pour les réactions de Salkowski, Liebermann, Whitby, Deniges, nous avons employé une solution chloroformique à une goutte d'essence par centimètre cube de chloroforme.

Pour la réaction de Coquelet, la solution alcoolique est à 11 gouttes par centimètre cube de chloroforme.

Voici les résultats que nous avons obtenus :

	Essence de lavande	Essence de géranium d'Algérie	Essence de géranium bourbon	Essence petit-grain	Essence bergamote	Essence de citron
R. SALKOWSKI						
Couche supérieure.....	Chaudron	Jaune canari	Jaune canari	Orangé	Jaune or	Orangé
Couche inférieure.....	Rouge	Rouge	orange	Rouge grenat	Rouge écarlate	Rouge cerise
R. LIEBERMANN... ..	Marron	Bleu verdâtre	Noir (très rapidement)	Marron	Jaune très clair	Marron rose
R, WHITBY						
Couche supérieure.....	Chaudron	Aurore Jaune or Chaudron	Aurore Jaune or Chaudron	Abricot Bordeaux	Ecaille	Rouge
Couche inférieure	Grenat	Grenat	Grenat	Grenat	Grenat	Grenat
R. COQUELET	Pour toutes coloration rouge très fugace puis vert bleu foncé					
R. DENIGES						
Couche supérieure. ...	Gris acier Vieux rose Tête nègre	Gris Noir	Violet Bleu gris Lie de vin	Yert terne Noisette	Mauve Vieux rose Ocre	Marron
Couche inférieure	Jaune	Jaune canari	Verdâtre	Jaune or	Jaune canari	Jaune
Anneau.....		Grenat	Grenat	Grenat	Grenat	Grenat

Conclusions

Toutes ces essences ont des réactions colorées très variées et différentes d'ailleurs de celles des stérols.

Etudiées comparativement, elles peuvent être un test pour leur identification.

Remarquons cependant que les moyens physiques sont actuellement plus rapides et tout aussi précis.

(Travail du Laboratoire de Matière Médicale de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Lyon et de l'Ecole du Service de Santé militaire.)

P. MANCEAU, L. REVOL et R. CHARMILLON

VARIATIONS DU PHOSPHORE LIPIDIQUE DES DIFFÉRENTES PARTIES DE LA GRAINE AU COURS DE LA GERMINATION : INFLUENCE DE LA LUMIÈRE ET DE L'OBSCURITÉ

P. MOUNIER

Chef de laboratoire biologique, à Grenoble

DOSAGE SIMPLE ET RAPIDE DE L'URÉE SANGUINE SUR DE FAIBLES PRISES D'ESSAI, PAR OXYDATION PERMANGANIQUE DE LA XANTHYLURÉE

Le chimiste ne dispose pas toujours des 20 ou 30 cc. de sang nécessaires pour un dosage classique d'urée, par la méthode gazométrique ou par le xanthrydrol. Il doit avoir recours, en pareil cas, à l'un des procédés de micro ou semi-microdosage, publiés dans ces dernières années (1), dont le moins qu'on puisse dire est qu'ils sont longs, minutieux et parfois hérissés de difficultés (2).

Ces inconvénients sont considérablement réduits dans le procédé de titrage au permanganate de K, que nous avons mis au point et que nous décrivons brièvement ci-après.

a) *Principe.* — La xanthylurée, résultant de la précipitation de l'urée

---

(1) Citons notamment : les procédés de Bang, le procédé de Boivin par kjeldahlisation de la xanthylurée, le procédé de Cuny et Robert, par oxydation sulfoiodique et le procédé de Allen et Lucke par oxydation sulfochromique de la xanthylurée ; les procédés où l'on dose le carbone de la xanthylurée, etc., etc...

(2) Il convient d'excepter le procédé à l'uréase qui est également sûr, simple et rapide.

par le xanthydrol, dans une faible prise de sérum déféqué, est, après lavage et dessiccation, dissoute dans de l'eau acidulée par l'acide sulfurique et titrée au permanganate de K à froid, dans des conditions bien définies. De la quantité de permanganate absorbée par la xanthylurée on déduit le poids d'urée de la prise d'essai.

La correspondance entre les quantités d'urée et celles de permanganate absorbées a été établie empiriquement en effectuant des titrages, dans des conditions adoptées, soit sur des quantités progressives de xanthylurée pure préparée spécialement (3), soit sur des prises diverses de solutions d'urée précipitées par le xanthydrol.

b) *Conditions optima du titrage au permanganate de K.* — Nous avons contrôlé que le résultat du titrage varie assez sensiblement avec la quantité totale du liquide, la proportion d'acide sulfurique, la quantité de xanthylurée mise en œuvre (qui doit être entièrement dissoute) et le temps d'action du permanganate. L'excès de ce dernier ne paraît pas avoir d'influence. De multiples essais nous ont permis de préciser les conditions optima suivantes : prise d'essai de xanthylurée correspondant au plus à 0 mgr. 6 ou 0 mgr. 7 d'urée (4) ; solution de cette prise d'essai dans 100 cc. d'eau distillée acidifiée par 2 cc. 5 d'acide sulfurique (la solution obtenue devant être limpide) ; action, pendant cinq minutes, d'un petit excès de solution décinormale de permanganate de K, cette action étant alors interrompue par l'addition d'une quantité équivalente de solution de sulfate ferreux ammoniacal décinormale (1) et l'excès de cette dernière solution étant finalement titrée au permanganate.

Dans ces conditions d'expérience, 1 cc. de solution décinormale de $Mn\ O^4K$ correspond à 1 mgr. 4 de xanthylurée, soit 0 mgr. 2 d'urée.

c) *Défécation du sérum.* — Mêler dans un tube de centrifugeuse :

Sérum sanguin	1 cc. 5
Réactif de Fosse récent (3)	1 cc. 5
Acide acétique	4 cc. 5

Agiter et, après 5 minutes de contact, centrifuger fortement. Le liquide clair représente du sérum dilué au 1/5.

d) *Précipitation de la xanthylurée.* — Introduire dans un tube de centrifugeuse, 5 cc. du défécat ci-dessus (correspondant à 1 cc. de sérum pur). Y ajouter en 2 ou 3 fois, à une minute d'intervalle, une

---

(1) Par précipitation de l'urée pure par le xanthydrol, soigneux lavage du précipité, qui est ensuite desséché à 100°, jusqu'à poids constant.

(2) Soit 4 à 5 milligr. de xanhylurée environ.

(3) Cette solution, préparée au dissolvant 4 % de sulfate ferreux ammoniacal dans de l'eau acidulée par 2 % d'acide sulfurique, est titrée vis-à-vis de $Mn\ O^4K$ N/10, puis rectifiée convenablement.

(4) Le mieux est de mêler, au moment du besoin, à 4 vol. d'acide acétique pur, 1 vol. de la solution concentrée suivante : $HgCl^2$, 13 g. 55 — KI, 36 g. — Eau, Q.S. pour 100 cc. (P. Mounier).

solution, préparée extemporanément, d'environ 0 g. 05 de xanthydrol dans 1 cc. à 1 cc. 5 d'acide acétique, en s'aidant, si nécessaire, d'une légère chaleur.

Placer le tube dans un lieu frais et l'abandonner 2 heures au repos, temps pratiquement suffisant pour la précipitation intégrale de l'urée.

e) *Lavage et dissolution du précipité de xanthylurée.* — Centrifuger fortement quelques minutes, ce qui fixe au fond du tube le culot de xanthylurée. Rejeter le liquide surnageant, qu'on remplace par 5 ou 6 cc. d'alcool éthylique (ou méthylique), de préférence saturé de xanthylurée, dans lequel on délaie soigneusement le précipité par agitation. Centrifuger de nouveau et rejeter le liquide ; faire un deuxième lavage semblable mais avec de l'éther saturé de xanthylurée. Egoutter le culot le plus complètement possible. Plonger enfin quelques minutes le tube dans un B. M. à 90-100°, pour évaporer les dernières traces d'éther qui fausseraient le titrage au permanganate.

Verser alors, dans le tube encore chaud, 5 cc. de $SO^4\ H^2$ au demi qui, à l'aide d'une agitation modérée à la baguette de verre dissout rapidement le précipité en donnant une solution jaune.

f) *Détermination de la prise d'essai pour le titrage.* — Il faut, comme on l'a vu plus haut, soumettre à l'action de $Mn\ O^4K$ une quantité de xanthylurée correspondant au plus à 0 mgr. 6 ou 0 mgr. 7 d'urée, ce qui n'est réalisé, dans les conditions ci-dessus, que si l'azotémie s'écarte peu de la normale. Pour évaluer grossièrement la richesse en urée de la solution sulfurique ci-dessus, on compare sa coloration à celle d'une solution étalon de xanthylurée pure renfermant 1 mgr. d'urée (ou 7 mgr. de xanthylurée) par 5 cc. de $SO^4\ H^2$ au 1/2 (1). La comparaison peut se faire au colorimètre ou plus simplement, dans deux petits tubes à fond plat et de faible diamètre. On introduit, dans un de ces tubes, une hauteur ho (environ 2 cc.) de solution étalon et, dans l'autre tube, Q/S de la solution d'uréide sanguine, pour avoir des colorations semblables, les deux liquides étant examinés selon l'axe des tubes placés côte à côte, et sur fond blanc.

Si la hauteur du liquide sanguin, soit h, atteint au moins une fois et demie celle de la solution étalon, le titrage pourra porter sur la totalité de ce liquide qui ne renferme alors pas plus de 0 mgr. 6 à 0 mgr. 7 d'urée.

Si cette hauteur h est inférieure à 1,5 ho, on ne prendra, pour le titrage, qu'une partie aliquote de la solution uréique sanguine au plus égale à : $5\ cc \times \frac{1,5\ ho}{h}$. Noter le pourcentage de la solution ainsi adopté comme prise d'essai finale.

(1) A défaut, on pourra utiliser, comme étalon, une solution de bichromate de K à 1 gr. 20 par litre, qui, sous une épaisseur voisine de 2 cm., offre la même coloration que l'étalon-xanthylurée.

g) *Titrage de la xanthylurée.* — La prise d'essai, portée s'il y a lieu à 5 cc. avec Q/S de $SO^4 H^2$ au 1/2, est versée dans un verre renfermant 100 cc. d'eau. Mêler avec une baguette de verre : le mélange doit être limpide si l'on s'est conformé aux indications ci-dessus.

Ajouter très exactement 5 cc. de Mn O^4K N/10 et agiter. Noter l'heure et laisser en contact 5 minutes, en agitant 2 ou 3 fois pendant ce temps. Verser alors 5 cc. de solution ferreuse N/10 et titrer, par retour l'excès de cette solution, à l'aide de Mn O^4K N/10 (ou mieux N/20), jusqu'à coloration rose très légère, persistant une minute (sans s'inquiéter des décolorations tardives qui se produisent par la suite).

Le volume de Mn O^4K N/10 ou le demi-volume de Mn O^4K N/20) employé dans ce titrage, correspond à la xanthylurée oxydée.

Calcul. — Soit n cc de Mn O^4K N/10 ainsi utilisés. On calcule :

Urée de la prise d'essai soumise au titrage $= 0{,}0002 \times n$. Et, si l'on a pris seulement t % des 5 cc. de solution uréique :

Urée dans les 5 cc. de solution (ou 1 cc. de sérum)

$$= 0{,}0002\ n \times \frac{100}{t} = \frac{0{,}02\ n}{t}$$

D'où l'on déduit :

$$\text{Urée par litre de sérum} = \frac{0{,}02\ n}{t} \times 1000 = \frac{20\ n}{t}$$

N.-B. — Si l'on veut, pour assurer des conditions de technique parfaites, tenir compte strictement du coefficient personnel, on pourra préférablement effectuer, simultanément et dans des conditions identiques, un essai témoin sur une solution d'urée pure à 0 gr. 50 par litre, qu'on traitera exactement comme on l'a fait pour le sérum (y compris le traitement au réactif de Fosse).

Le titrage témoin au permanganate portera sur la xanthylurée issue de 1 cc. de cette solution d'urée (soit : 0 gr. 0005 d'urée). Noter le volume no de solution permanganique nécessaire.

On calculera :

$$\text{Urée de la prise d'essai de liquide sanguin} = 0{,}0005 \times \frac{n_o}{n}.$$

d'où :

Urée par litre de sérum sanguin

$$= 0{,}0005 \times \frac{n}{n_o} \times \frac{100}{t} \times 1000 = \frac{50\ n}{n_o \times t}$$

Conclusion. — Le procédé décrit ci-dessus permet un dosage rapide et exact de l'urée-xanthydrol sur une prise d'essai de 1 cc. de sérum (quantité brute de sérum nécessaire = 1 cc. 5). Il n'offre aucune difficulté pour un technicien d'expérience courante. Les résultats sont toujours satisfaisants si l'on a soin d'assurer une bonne précipitation de la xanthylurée (basse température, défécation avec réactif de Fosse

récent, non surcoloré) et en opérant en outre le titrage final exactement dans les conditions précisées.

N.-B. — Le chiffre d'urée xanthydrol ainsi obtenu est, dans les cas voisins de la normale, inférieur d'environ 20 % au chiffre d'urée obtenu par la gazométrie (indice hyppobromique).

PAGET
Pharmacien

EMPOISONNEMENT COLLECTIF PAR LA RACINE DE BELLADONNE

Le 18 juin 1925, le docteur F..., de Pont-de-Beauvoisin, était appelé a donner ses soins à trois ouvrières d'une usine de soierie ; Mme F... de Saint-Bueil, Mlle Lent... de Saint-Beron, Mlle Ver... de la Chapelle-de-Merlas. Il les trouva en proie à une véritable crise de délire et une rapide enquête lui apprit que toutes trois avaient bu une tisane faite avec une racine dont il m'apporta quelques fragments.

Tant par l'examen de cet échantillon (rhizome et racines, fragments de tiges, traces d'insertion des tiges sur le rhizome) que par les signes cliniques (excitation, délire, dilatation des pupilles), nous fûmes amenés à conclure à un empoisonnement par une racine de solanée, et, très probablement, par la racine de belladonne.

Cet empoisonnement n'eut pas de suites graves. Néanmoins j'adressai une partie des racines recueillies à M. le Pr. Bretin qui confirma ces conclusions.

« L'examen des coupes faites dans un fragment de racine, adhérant « à un bout de rhizome, montre : structure de racine secondaire avec, « comme particularités, les cellules à sable et des îlots de liber interne, « enclavés dans la région du bois secondaire, au voisinage de paquets « de vaisseaux. Ce sont bien les caractères de l'Atropa Belladona, ra- « cine. »

Entre temps, nous avions appris que toute une série d'empoisonnements du même genre s'était manifestée dans une commune voisine, Saint-Beron. Et même un nommé Cr...Hu... était mort.

Comment avait-on pu confondre gentiane et belladonne ?

En 1924, un nommé Gu... se disant herboriste vient passer l'hiver à Saint-Beron. En relations avec le nommé Cr..., il conseille à celui-ci, qui se plaint d'un « échauffement général », de boire une macération de gentiane. L'herboriste fournit la racine. Le traitement dure 3 mois... sans incident. Il est repris l'année suivante et immédiatement c'est l'empoisonnement.

C'est que, quelques jours auparavant, Cr... est allé au domicile de l'herboriste et s'est servi lui-même. Il a tout raflé : racines de gentiane et racines de belladonne. Puis généreusement il en a distribué à tous ceux qui l'approchent : à sa sœur H. La..., à sa voisine Mme Ce..., à Mme Fo...

Date et lieu de la récolte

La responsabilité de l'herboriste fut vite dégagée. Il n'a pas été inquiété et il nous a été impossible de retrouver sa trace pour avoir des précisions à ce sujet.

Quantités approximatives ingérées

Tous les intoxiqués ont préparé leur produit de la même manière : 4 racines de la grosseur du petit doigt dans 2 litres d'eau : macération de 24 heures.

De cette macération, HU..CR.. et sa femme semblent avoir usé très largement, mais Mme HU...CR... ne peut donner à ce sujet des indications très précises.

Mme La... en a bu un litre.

Mme CE... un verre, son gendre et sa belle-fille un demi-verre.

Mme FO... fait mieux. Elle met 5 racines dans un demi-verre d'eau, boit 1 verre 1/2 du liquide et en fait boire 1/4 à Mlles Le... et Ve...

Symptômes

Pour Mme HU... CR..., étouffements, puis syncope de quelques instants, puis coma pendant 4 heures. Comme autres symptômes, on peut noter paralysie de la langue, tremblements, agitation (à tel point que 4 personnes sont nécessaires pour la tenir au lit.)

Son mari semble atteint de folie furieuse et commet mille excentricités. Il se remet cependant jusqu'à ce que le lendemain il reprenne de sa fameuse tisane. Parti pour les travaux de la fenaison, il fait mille folies, puis s'endort. A un moment, il lève la tête, retombe la face contre terre. Il est mort. Il a, disent les voisins « la face toute bleue et la bouche pleine de sang ».

Mme LA... a eu « la tête brûlante, a ressenti des secousses nerveuses, a vomi 3 fois. »

Mme CE... est tombée dans le coma 3 heures après l'ingestion.

M. GU... a eu « des douleurs de tête, des vapeurs, la bouche sèche, de l'insomnie, des besoins fréquents d'uriner. »

CE... Eug... a eu simplement des « troubles de la vue pendant une heure environ. »

FO... L. a absorbé la tisane vers 13 h. Vers 15 h. : maux de tête, étourdissements, puis coma jusque vers 4 heures le lendemain.

LE... J. étourdissements, une heure après l'ingestion, puis 5 heures de coma.

VE...., mêmes symptômes.

Examen des racines. — Le laboratoire du professeur Florence en a reçu 2221 grammes. Elles ont été examinées, comme celles que je lui avais adressées, par le prof. Bretin. Nous avons vu plus haut les conclusions qu'il a tirées de cet examen.

D'autre part, 500 grammes de ces racines, traitées par un peu d'eau et 20 grammes de carbonate de soude, sont épuisées par 300 cc. d'un mélange de chloroforme et d'éther ; 3 épuisements successifs. Les liqueurs d'épuisement sont acidifiées, décolorées au noir animal et distillées dans le vide. Le résidu est alcalinisé par l'ammoniaque et épuisé par le chloroforme. Le résidu est recristallisé dans l'alcool.

Il donne une réaction de Vitali positive et très nette.

Il donne une odeur d'amandes amères si on en chauffe une parcelle, après avoir arrosé d'acide sulfurique et additionné de bichromate à 1/10.

Il provoque (en solution chlorhydrique) de la dilatation de la pupille sur un œil énuclée de grenouille.

Recherche du poison dans les viscères

On traite, en suivant la méthode de Dragendorff : 300 grammes de foie, 228 grammes d'intestin grêle et tout le sang recueilli. Le liquide provenant du traitement des matières suspectes est épuisé par la benzine, après alcalinisation par l'ammoniaque. La solution benzénique est évaporée dans le vide et à froid. Le résidu ne peut être transformé en un produit cristallisé.

Il ne donne quand on procède avec lui à la réaction de Vitali qu'une coloration violette très fugace.

En solution benzénique, il donne très nettement de la mydriase.

A. et R. SARTORY et J. MEYER

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE L'INFLUENCE DES SELS PHOSPHATÉS MONOMÉTALLIQUES SUR LE MÉTABOLISME ACIDO-BASIQUE (*)

Lors de nos recherches sur l'équilibre acido-basique dans les dermatoses, nous avons pu constater que dans les cas d'alcaloses, l'effet le plus rapide, l'amélioration la plus accusée a été obtenue au moyen d'un acidifiant énergique. Il serait dans cet ordre d'idées de la logique la plus élémentaire d'administrer de l'acide chlorhydrique.

Mais les inconvénients d'un tel traitement sont trop grands : en effet,

(*) Nous tenons à remercier MM. les docteurs Huschmitt et J. Weill de leur précieuse collaboration en nous fournissant les sangs et les observations cliniques nécessaires à l'édification de ce travail.

nous savons que cet acide fort, d'après les recherches de SALKOWSKY et SCHMIEDEBERG-WALTHERS (1) est éliminé en combinaison avec l'ammoniaque, probablement aux dépens de l'urée. Il exerce une action irritante sur la muqueuse du tube digestif et se trouve à la longue mal toléré. Une petite partie des sels auxquels il aboutit dans l'organisme, engendre dans les reins des acides libres qui communiquent à l'urine une réaction acide ; par un usage prolongé de ce produit, on aboutit à des phénomènes de néphrite et de gastrite.

Pour toutes ces raisons, nous nous sommes adressés au cours de nos expériences thérapeutiques des dermatoses à un acidifiant énergique autre : un sel neutre composé d'un acide fort et d'une base faible, le *chlorure d'ammonium*. Dans un travail antérieur (2), nous avons exposé en détail notre théorie qui explique le mécanisme chimique de l'action énergique de ce médicament dans les *dermatoses alcalosiques* et surtout dans les *eczémas aigus œdémateux.*

Rappelons uniquement la réaction chimique :

1) $2\ NH4Cl + CO^3NaH = NaCl + HCl + (NH4^2)\ CO3.$

2) $(NH4)\ 2CO3 = CO\ (NH2)2 + 2H20.$

Il y a donc ici formation d'un sel acidifiant le NaCl et régénération du HCl, donc action double pour le même but.

Nous fondant sur ces résultats encourageants dans les eczémas aigus, nous avons alors en collaboration avec J. WEILL examiné l'effet du même médicament sur des cas de *rhumatisme chronique, de myocardite* et d'*arthrite*, dans lesquels le trouble humoral avait été constaté dans le sens de l'*alcalose.*

Cette médication chlorurée n'aboutissait cependant à aucun résultat malgré le renversement momentané pendant la durée de la thérapie acidifiante du déséquilibre acido-basique. Au contraire, l'administration de l'acide phosphorique ou des sels acides phosphatés dérivés des ions PO4 ou P207, tout en étant des acidifiants faibles, nous donnait des résultats plus tangibles.

Pour cette raison, nous croyons important d'attirer l'attention sur le fait qu'il n'est pas indifférent suivant le terrain pathogénique d'administrer sans choix un acidifiant ou un alcalinisant quelconque; mais que l'*action spécifique pharmacodynamique* d'un médicament doit intervenir simultanément et que par conséquent dans la thérapie du déséquilibre humoral, l'action du médicament sera dirigée suivant deux voies : l'*une typiquement pharmacodynamique*, l'*autre agissant comme un redresseur du déséquilibre acido-basique.*

Nous donnons dans le tableau (*) suivant les résultats obtenus dans différentes maladie en déséquilibre alcalosique au moyen d'un traitement acidifiant de sels acides phosphatés dérivés des ions PO4 ou P207 ;

(*) « avant » et « après » signifient réaction humorale : avant le traitement et après le traitement (3 à 4 semaines).

CAS N°	AFFECTION	pH	CO^2	CO^3 NaH	CALCIUM	PHOSPHORE	TRAITEMENT	RÉSULTATS
1	Eczéma	7,36	3,77	58,2	10,6	—	PO 3H3	Guérison ; interprétation douteuse
2	Eczéma	7,42	3,03	56,7	10,6	—	PO 4H3	Guérison ; puis rechute.
3	Eczéma	7,40	3,95	61,4	9,3	50	Phosoforme	Amélioration passagère.
4	Eczéma	7,44	3,59	77,7	8,3	54	PO 3H3	Insuccès.
5	Prurit	7,69	2,96	—	9,8	90	Phosoforme	Mal toléré.
							NH 4C1	Guérison.
6	Prurit	6,40	3,81	—	12,6	62	Phosoforme	Mal toléré.
							NH 4C1	Guérison.
7	Prurit	7,67	3,95	—	—	68	PO 4H3	Amélioraiion lente.
8	Prurigo	7,41	4,83	—	8,6	48	PO 4H3	Amélioration passagère.
							NH 4C1	Guérison.
9	Prurit	7,43	2,33	51,9	10,6	62	PO 4H3	Amélioration légère.
							NH 4C1	Guérison.
10	Prurit	7,47	2,97	54,8	11	53	PO 4H3	Amélioration lente.
							NH 4C1	Guérison.
11	Eczéma	7,43	—	59,5	9,3	44	Phosoforme	Réaction lente.
							NH 4C1	Guérison.
12	Eczéma	7,46	—	51,9	10,6	44	Phosoforme	Mal toléré.
							NH 4C1	Guérison.
13	Myocardite	7,44	avant	65,3	—	—	P207H4	Amélioration très
	chronique	7,32	après	63,3	—	—		prononcée.
14	Polyarthrite	7,41	avant	54,8	—	—	NH4C1	Mal toléré.
	ankylosante	7,35	après	52,8			P207H4	Amélioration nette.
15	Rhumatisme	7,44	avant	68,1	7,4	—	NH4C1	Mal toléré.
	chronique	7,32	après	66,2	10,0		P207H4	Mobilisation facile.
16	Polyarthrite	7,45	avant	57,6	9,5	—	NH4C1	Pas de réaction.
	symétrique	7,36	après	57,6	9,0		P207H4	Amélioration persistante.
17	Atrophie	7,38	avant	54,8	—	—	NH4C1	Mal toléré.
	musculaire	7,35	après	52,8			P207H4	Guérison partielle.
18	Atrophie	7,34	avant	55,7	—	—	NH4C1	Sans résultat.
	musculaire	7,31	après	51,9			P207H4	Guérison presque complète.
19	Débilité	7,39	avant	59,5				
	du squelette	7,32	après	57,6	—	—	NH4C1	Mal toléré.
							P207H4	Amélioration sensible.
20	Incontinence	7,45	avant	69,1			NH4C1	Effet paradoxal.
	urinaire	7,25	après	67,2	—	—	P207H4	Guérison actuelle.
21	Polyarthrite,	7,44	avant	61,4	—	—	NH4C1	Sans résultat.
	athrophie	7,34	après	59,5			P207H4	Amélioration notable.
22	Myocardite	7,35	avant	61,4	—	—	NH4C1	Effet paradoxal.
	chronique	7,28	après	61,4			P207H4	Amélioration nette.

En dépouillant le tableau précédent, où nous avons consigné au hasard 12 cas de *dermatoses* parmi plus de 200 et 10 cas d'affections à ca-

ractère *arthritique*, parmi une trentaine, on se rend compte de la différence de l'effet thérapeutique de la médication redresseuse du *métabolisme acido-basique* suivant la nature de l'affection. Ainsi dans toutes les maladies musculaires et osseuses, nous avions essayé, soit au début, soit au cours d'une période intercalaire un traitement acidifiant au moyen du *chlorure d'ammonium* sans jamais pouvoir constater un effet analogue à celui obtenu de la médication aux sels phosphatés acides.

Nous nous expliquons ces faits par l'action spécifique pharmacodynamique du médicament en question : ainsi dans la médication au moyen du chlorure d'ammonium, le cathion NH4 doit aussi intervenir. En effet. l'action pharmacodynamique de ce sel se traduit d'après *Zuns* (3) de la façon suivante : la respiration est accélérée et plus profonde même après section du pneumogastrique ; ce fait démontre qu'il s'agit d'une stimulation du centre respiratoire, d'autre part, les ions NH4 ont une action déprimante sur les muscles striés et ils diminuent les mouvements automatiques des muscles lisses. Ils excitent la secrétion sudorale par action centrale, car si l'on sectionne préalablement le nerf sciatique, la sudation se trouve supprimée dans l'organe qu'il innerve. Il en est de même pour la secrétion urinaire. Tous ces phénomènes pharmacologiques des ions NH4 contribuent pour une part qui n'est pas négligeable à l'effet thérapeutique de la médication des eczémas, car l'influence sur la respiration ne reste sûrement pas sans effet sur la valeur de la réserve alcaline, et c'est surtout ce dernier facteur qui se trouve modifié.

Quant à l'action des sels *phosphatés acides*, *Zuns* fait remarquer que si l'on ajoute 2 % d'acide hexose-di-phosphorique à la nourriture des jeunes souris, leur croissance se produit rapidement et leur poids augmente davantage que celui des témoins. Les os subissent des modifications analogues à celles qui sont provoquées par de faibles doses de phosphore ; l'ossification est plus précoce et plus complète. D'après les travaux d'EMBDEN et de ses collaborateurs (4), l'augmentation de l'activité musculaire consécutive à l'ingestion des phosphates monométalliques est attribuée à la plus faible formation de lactacidogène, combinaison d'hexoses et d'acide phosphorique, qui joue un rôle considérable dans le travail musculaire et aussi dans le métabolisme des glucides à travers l'organisme.

Ainsi ce doit être en se combinant à des hexoses pour engendrer du lactacidogène que les ions PO4 accroissent la résistance du myocarde et facilitent son travail. Ces faits ont été expérimentalement établis au moyen d'injections préalables de digitaline, d'adrénaline, etc...

Nous fondant sur ces données de l'effet pharmacodynamique des ions PO4, nous avons d'abord employé l'acide ortho-phosphorique seul pour réaliser le double but que nous nous étions donné : agir sur l'alcalose

sanguine et faciliter le travail musculaire et le métabolisme du calcium. Mais l'acide phosphorique libre administré à de longues échéances et par petites doses (0 gr. 05) produit des accès de battement de cœur et une accélération du pouls. Ceci a été déjà constaté par SCHULTZ et son école (5). L'effet sur le redressement de l'équilibre acido-basique est d'ailleurs dans ces conditions incontrôlable pour une période de trois mois. Si on absorbe par contre de fortes doses journalières, d'acide phosphorique, on assiste à des signes d'intolérance et une déminéralisation marquée qui rendent le maniement de ce produit difficile dans la pratique courante.

Dans un travail récent, Raoul LECOQ et Fernand VILLIERS (6) relatent leur expérimentation avec des médicaments antirachitiques, des différents phosphates calciques et montrent que ces sels sont d'autant plus actifs qu'ils renferment plus d'acides libres dans leurs molécules. Ainsi le phosphate monocalcique agit beaucoup plus intensément que le phosphate bicalcique et celui-ci, à son tour plus que le tricalcique.

Ces constatations sont en plein accord avec notre conception et prouvent l'importance d'une thérapeutique qui cherche à atteindre par le même médicament ces deux buts : *redresser l'équilibre acido-basique d'une part et permettre l'action pharmacodynamique spécifique de l'autre*. Nous avons déjà relaté l'influence favorable sur l'activité musculaire des phosphates monosodiques, d'après les théories d'EMBDEN et de son école ; ces corps ont la faculté de se combiner facilement avec des éléments organiques basiques ou neutres, les sucres en particulier.

Le pouvoir acidifiant de ces sels s'explique donc par les deux faits suivants : production d'*acide lactique* et d'*acide phosphorique* au niveau des muscles et, d'autre part, transformation du *bicarbonate de sodium*, régulateur de la réserve alcaline du sang, en phosphate alcalin suivant la formule :

$$CO3Na2 + PO4H3 = PO4Na2H + CO3H2$$

avec mise en liberté de l'anhydride carbonique ; donc acidification très légère. Pour arriver à un résultat plus tangible, nous nous sommes alors adressés à l'acide pyrophosphorique pur et à ses sels monobasiques.

D'après les travaux de SCHULTZ, de SAUTERSON et de MELMGREEN (7), la stabilité, lors du passage à travers l'estomac de cet acide est garantie. L'assertion de STARKENSTEIN, d'après laquelle l'acide pyrophosphorique se transformerait par l'action de l'acide chlorhydrique de l'estomac en acide orthophosphorique ne correspond pas à la réalité et l'élimination par l'urine de l'acide pyrophosphorique a été rigoureusement prouvée. Aucun effet toxique par l'absorption buccale n'a jamais pu être mis en évidence, car le seuil de saturation du sang nécessaire pour une intoxication ne peut pas être atteint par suite de l'effet tampon du métabolisme *Phosphore-Calcium*.

Afin d'examiner l'effet de ce médicament sur des sujets normaux, nous avons effectué des expériences sur quelques cas cliniquement sans particularités ; nous donnons ci-dessous deux cas :

N° 1 { Avant traitement pH=7,32. Réserve alcaline : 61,4
Après 5 jours de traitement : pH=7,18. Réserve alcaline : 60,5

N° 2 { Avant traitement : pH=7,35. Réserve alcaline : 59,5
Après 10 jours de traitement : pH=7,22. Réserve alcaline : 61,4

Cet effet favorable a été pleinement prouvé par les traitements que nous avons effectué sur les malades atteints d'affections musculaires et osseuses, tel que notre tableau l'exprime.

Attirons aussi l'attention sur le fait important que contrairement à l'effet acidifiant par les *chlorures d'ammonium* et de *calcium*, les ions *phosphatés* n'ont jamais agi dans notre expérimentation sur la réserve alcaline ; d'autre part, sauf dans les cas de *myocardite*, la diurèse, après l'administration des sels des pyrophosphates acides n'a pas augmenté, contrairement à ce qui s'observe après l'ingestion des chlorures alcalins.

En résumé : 1° Nous voyons donc que l'acide pyrophosphorique et ses sels monobasiques constituent des médicaments dépourvus des inconvénients présentés par la médication à l'acide phosphorique officinal et que ce corps se range du point de vue de son action pharmacodynamique, du côté des orthophosphates monobasiques et encore bien plus du côté des phosphates organiques à base d'acide hexose-diphosphorique avec l'avantage d'avoir un pouvoir acidifiant marqué.

2° Nous croyons avoir pu démontrer qu'il est indispensable, dans l'emploi d'un médicament redresseur du déséquilibre acido-basique humoral, de fixer toute son attention sur l'effet spécifique pharmacodynamique de ce produit. Ainsi dans les cas d'*eczéma aigu œdémateux*, le médicament acidifiant de choix sera le chlorure d'ammonium ; dans les cas de polyarthrite, de myocardite, il faudra faire appel à l'acide pyrophosphorique ou aux sels phosphatés acidifiants.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) SALKOWSKY et SCHMIEDEBERG-WALTHERS. Voir POULSON, *Lehrbuch der Pharmakologie*. Fischer, 1924, p. 363.

(2) A. et R. SARTORY et J. MEYER. L'étude du pH du plasma sanguin et la thérapeutique dans certaines dermatoses. *Bull. Sc. Pharm.*, n° 5, mai 1932.

(3) ZUNS. Eléments de pharmacodynamie. Doin, 1932.

(4) EMBDEN, DENTICKE et KRAFT. Processus intermédiaire dans la glycolyse du tissu musculaire. *Klin. Woch.*, t. XII, n° 6, 11 février 1933.

EMBDEN et ZIMMERMANN. *Zeitrsch. f. physiol. Chem.* 1924, t. 141, p. 225; 1927, t. 167, p. 114.

(5) SCHULTZ. Zur Pharmakodynamik der Phosphorsäure. *Med. Monatshefte*, Berlin, 1891, V, 5, 126.

(6) Raoul LECOCQ et Fernand VILLIERS. Phosphore et rachitisme. *Journ. de Pharm. et de Chim.*, 16 avril 1932.

(7) SAUTERSON et MELMGREEN. Uber die Wirkung des Phosphorsesquisulfides. Versuche mit Pyro- und Meta-phosphorsäure. *Skandin. Arch. f. physiol.* 1904, t. 15, p. 321.

16e section

PSYCHOLOGIE EXPÉRIMENTALE

. . . . . M. WALLON, Professeur à la Faculté des Lettres de Paris.

21e section

PÉDAGOGIE ET ENSEIGNEMENT

. . . . . M. A. LAYÉ, Inspecteur d'Académie de la Savoie.

ınt la durée du Congrès, les deux sections fusionnées ont tenu ances en commun.

Jean BAUCOMONT
Inspecteur primaire (Albertville)

') LE ROLE DU FOLKLORE DANS L'ÉDUCATION

ıncée par les importantes études effectuées en psychologie sur alité enfantine, la pédagogie moderne, telle que la pratiquent es dites *nouvelles* ou *actives*, s'efforce de multiplier les contacts ant avec la vie. Eprise de « réalisme », elle tient à fonder les sances de l'enfant sur les *faits*, plutôt que sur les *mots*, et à favo- assurer son auto-instruction, par des enquêtes, des expériences, aux et des jugements directs sur les choses et les êtres plutôt que mémorisation livresque.

information personnelle de la réalité immédiate par l'élève peut ctuée par l'étude complète et méthodique du milieu le plus pro- l'enfant, dans son aspect actuel et dans son passé. Ce qui est llement l'objet de la science des traditions populaires, du *fol-* our employer le terme consacré.

Il ne s'agit pas d'initier les enfants au folklore consid une annexe de l'ethnographie et de la sociologie, bien que ment de cette dernière discipline dans les Ecoles Normales, illustré et fécondé par des exemples empruntés à des coutu cérémonies locales persistantes, susceptibles d'expliquer ce ries générales. Mais le folklore, « science active et agréabl Gennep), a sa place dans le travail scolaire individuel ou l'école primaire, des E. P. S. et des lycées et collèges, si l'o l'attention des élèves sur l'ensemble des coutumes, des usa bitudes de vie qui font qu'un lieu, qu'un pays est ce qu'il physionomie et son caractère irressemblables.

L'étude des traditions populaires suppose la connaissanc *régional* qui baigne l'école. En s'inspirant de l'ouvrage de ker : *l'utilisation du milieu géographique* (Flammarion, éd ves eux-mêmes peuvent établir dans chaque école une *géographique* comprenant la géographie physique, humai mique de la commune.

Parallèlement, sera dressée une *monographie historique* faits et événements notables du passé, aux changements su la vie, les travaux, la civilisation de la localité, aux perso ressants qui y sont nés ou y ont vécu, aux monuments, bâti bles, outils, etc., se rapportant aux événements, aux perso civilisation.

Quand tous ces documents auront été rassemblés, critiq collectivement par les enfants, on pourra poursuivre avec quêtes plus spéciales. Pour plus de commodité, nous indi chaque matière du programme l'apport possible du folklore.

Education morale. — Recherche des *proverbes* locaux sent en formules concises la sagesse populaire. Comparais et discussions sur les tendances spirituelles qu'ils traduis che des pratiques magiques, superstitions, observances ri sages, encore en usage dans la région.

Education civique. — Etude descriptive des *œuvres anon* tecturales : monuments, contes, ruines, etc., et des cér fêtes publiques montrant l'existence d'une solidarité vita hommes d'un temps et d'un lieu. Essais de rénovation de gentillesse, de travail et d'amitié : fêtes de carnaval, d des moissons, des vendanges, etc.

Langue française. — Recherche et étude des formes dia mots patois, des tournures et expressions locales. Etablisse enfants d'un petit *glossaire régional.* Recherche et tradu tive de contes régionaux, légendes, chants, formulettes e de toutes reliques de la littérature orale.

Histoire et géographie. — Recueillir les témoignages oraux des vieilles gens sur les événements historiques de la localité, ou sur la répercussion des événements nationaux ; noter les changements survenus depuis 50 ans dans les vêtements, les habitations, les nourritures, les transports, l'éclairage, etc.

Relever et comparer les noms de famille, les prénoms ; effectuer le relevé des noms de lieux-dits, avec les explications ou légendes qui s'y rapportent.

Dresser la carte de la commune à quelques époques différentes, en s'aidant de pièces d'archives, afin de marquer les modifications des cultures, bois, herbages, constructions diverses, etc...

Enseignement scientifique. — Relever et comparer les anciennes mesures locales, notamment celles qui sont encore en usage.

Rassembler tous les témoignages qu'on pourra recueillir concernant la médecine populaire, les pratiques de rebouteux et de guérisseurs, celles des sourciers et des sorciers ; les dictons météorologiques et agricoles, les formulettes de guérison ou de maléfice, tout ce qui jalonne la lente ascension de l'homme vers la connaissance rationnelle des lois physiques de l'univers et leurs applications. Noter la date de l'introduction dans la commune des inventions récentes : électricité, T. S. F., phonographe, etc.

Education physique. — Rechercher les divertissements collectifs en usage autrefois et choisir, parmi les jeux anciens, ceux auxquels on pourrait redonner un regain de vie : jeux de paume, danses de caractère, etc.

Education esthétique. — Faire rechercher d'anciens meubles, d'anciens outils ou objets usuels, étoffes, pierres et bois ouvragés. En faire relever le dessin pour essayer de retrouver les techniques populaires et aider à la résurrection d'un art robuste et sain reflétant les charmes de chaque terroir, et pour maintenir les qualités de probité artisane comme antidote contre les objets de série. Remettre en honneur, dans chaque art mineur, les grâces de l'ancienne France, c'est peut-être redonner aux villages français une âme collective et provoquer la création d'une musique, d'une poésie, de cérémonies et de spectacles capables de l'exprimer.

Ainsi, les enfants, — l'avenir, — exercés à connaître le passé, auront reçu aliment pour leurs curiosités et leurs activités spontanées, et seront entraînés à maintenir ce qui mérite de durer, et à effectuer dans les mœurs et les institutions les réformes raisonnables et les évolutions nécessaires.

2°) LES FORMULETTES ENFANTINES

Arthur CAENNEPENNE
(Bruxelles)

L'ENSEIGNEMENT DE L'ALLEMAND TECHNIQUE AUX CANDIDATS INGÉNIEURS

Léon GADRAS
Directeur de l'Ecole des Métiers de la Maçonnerie, Paris

L'ENFANCE ANORMALE OU DÉFICIENTE QUE FAIT-ON POUR ELLE? QUE POURRAIT-ON FAIRE ?

G. PERSIGOUT

L'ACTIVITÉ SOLAIRE ET LES RÉACTIONS PSYCHO-MOTRICES DES ÉCOLIERS

Sous ce titre, un Mémoire originel enquis de suggérer aux météorologistes, aux biologistes et aux pédologues l'intérêt de la question ouverte, analyse en ce sens le triple aspect *astro-météorologique*, *bio-pathologique* et *psycho-pédagogique* qu'elle présente à nos yeux. Seul ici le troisième aspect en sera résumé, sous bénéfice toutefois des conclusions déduites des deux autres et qui peuvent s'énoncer ainsi :

1° Comme l'ont montré les docteurs Faure (1) et Sardou (de Nice) dans l'ordre pathologique, il y a corrélation et parallélisme entre les phénomènes astro-météorologiques et les troubles organiques en général ;

2° En particulier chez les jeunes enfants, les basses températures, les condensations atmosphériques et les gros séismes, annoncés par les taches et facules solaires — formation, disparition, passage au méridien s'accompagnent d'une extrême surexcitation dont les signes morbides s'individualisent à mesure de la progression intensive du météore ;

3° Les réactions psycho-motrices devancent les perturbations astro-météorologiques en des temps proportionnels aux distances de l'épi-

---

(1) Sous l'égide du premier existe à Nice depuis 1932 un *Institut international d'études des Radiations solaires, terrestres et cosmiques et de leurs effets biologiques et pathologiques*, organisation qui compte actuellement 500 membres.

centre tellurique des secondes : spontanées ou presque (20' à 60') dans les condensations ou ionisations locales, elles peuvent être prolongées (un à 2 jours) mais croissantes dans les formations cycloniques ou sismiques.

*
* *

Circonscrites à l'aspect pédagogique du phénomène, les réactions de l'organisme infantile comportent, dans mon Mémoire originel, une triple répartition *mentale, éthico-sociale* et *scolaire.*

1. Dans la série des » réactions mentales » se situe nécessairement le problème de l'inattention. A cet égard, sous l'épithète de « classe en l'air », j'ai noté que tout se passe comme si, chez l'enfant, les fonctions du cortex étaient alors brusquement stupéfiées. Attribuables ou non soit aux courants telluriques, soit aux différents degrés d'ionisation, tant du milieu météorique qu'organique, le fait est que, dans l'ordre de la motricité, éclate une surexcitation générale qui progresse en raison directe de l'état électro-magnétique local. A la limite, les organismes déficients sont plongés dans la somnolence tandis que les autres manifestent les degrés les plus variés d'une extrême agitation. Dans les deux cas l'attention fuit, s'échappe, se dilue chez l'enfant qui demeure alors *physiquement sourd* aux plus pressantes objurgations et agrémente, par surcroît, son travail écrit des plus fantasques arabesques ; — signes de « complexes » mentaux susceptibles, semble-t-il, de retenir l'attention des freudistes.

Quant aux pédagogues, ne pourraient-ils tirer de ces états une classification positive des différentes espèces d'inattention ? Et d'abord l'enfant ne saurait suivre un maître qui plane au-dessus des réalités concrètes ; dans une deuxième catégorie viendrait la fatigue mentale, effet d'une intoxication neurique, d'autant plus rapide et marquée que les sujets débiles sont placés dans de mauvaises conditions hygiéniques. Enfin les facteurs astro-météoriques entrant en ligne de compte, on pourrait établir toute une gamme multiple et variée d'inattentions.

2. Dans les « réactions éthico-sociales », sous l'effet combiné des fonctions endocriniennes et de l'énergie intra-atomique de la vie neurale, j'inscris d'abord des réflexes naissants bien qu'indifférenciés de la « libido ». Outre l'influence du milieu domestique et social, je crois pouvoir affirmer qu'aux phases d'orages printaniers ou automnaux surtout, sans en pouvoir énumérer ici les indices et les variantes, les organismes infantiles, prédisposés ou non, subissent une sorte d'hyperesthésie sexuelle diffuse.

Une autre manifestation typique — corrélative au surplus de la précédente (paradoxisme sexuel ?) — est l'impulsion agressive : Les « jeux stupides » — et je qualifie ainsi le manque d'entrain aux récréations, supplanté par le désir d'ennuyer autrui — s'exaspèrent brusquement en

instincts compéliteurs et provocateurs chez la plupart. Dans l'ensemble, dépression des asthéniques, excitation des spontanés, déchainement des impulsifs.

3. Enfin, dans les « réactions scolaires », j'ai noté ces courants contraires et chaotiques, perturbateurs de la vie de la classe dans la mesure où, trop ignorants que sont les uns des autres élèves et maîtres, les facteurs astro-météorologiques influencent, par surcroit, les deux. C'est ainsi qu'en dehors de toute cause extra-scolaire (congés, fêtes, etc.), en phase de perturbation météorique, un éducateur, dépossédé de sa maîtrise habituelle, déchaîne à son insu, dans l'hyperesthésie ambiante de ses élèves, de véritables orages psychiques ; à moins que, le réduisant à l'état d'une forteresse démantelée, sa propre dépression ouvre la place aux assiégeants...

*
* *

Pour conclure ces indications trop brèves, une connaissance bio-psycho-sociale s'impose de la croissance organique et du développement mental de l'enfant, comme étant la seule base positive de la pédagogie normale ou *Pédologie* et d'une pédologie morbide ou *Pédiâtrie*. A l'établissement de ces deux disciplines, le facteur astro-météorologique apportera une contribution notable, qui en fera les bases expérimentales de l'Education nouvelle.

E. RAVELLE

PROPOSITION D'UNE NOUVELLE MÉTHODE POUR L'ENSEIGEMENT DE LA PHILOSOPHIE

ROGERIE

Professeur à l'Ecole Pratique de Niort

1°) TECHNIQUE PÉDAGOGIQUE PAR ÉVOLUTION

Cette technique a pour but de conduire, dans les meilleures conditions, les élèves des diverses documentations matérielles aux idées scientifiques générales et abstraites les représentant.

Ces diverses documentations matérielles leur sont fournies par des expériences personnelles, des expériences « vécues », portant sur des séries d'événements réels : série graduées et suivant la succession des « intérêts » des enfants.

La technique pédagogique par Evolution, qui comporte la « redécouverte et la réinvention », présente les caractéristiques suivantes :

a) Elle ne laisse aucun déchet ; chaque élève par cette technique est « automatiquement » muni des formes de la connaissance en rapport avec son niveau intellectuel.

b) Ces formes de la connaissance évoluent spontanément « vers le moindre concret et ne risquent ni d'être facilement oubliées, ni d'aboutir à un formalisme desséchant, car à tous les stades d'évolution des formes de sa connaissance, l'élève peut toujours parcourir le cycle « réel — connaissance — réel ».

c) Les travaux scolaires, dans cette technique, sont des « tests » permettant d'évaluer avec précision l'état de développement et les aptitudes des élèves.

d) Elle est applicable à toutes les sciences, à tous les âges, à toutes les aptitudes et fournit une méthode pédagogique à la fois progressive et concentrique valable au premier, au second et au troisième degré.

2°) LA TECHNIQUE PÉDAGOGIQUE PAR ÉVOLUTION APPLIQUÉE A L'ENSEIGNEMENT DE LA GÉOMÉTRIE, DU CALCUL ARITHMÉTIQUE, ALGÉBRIQUE, GRAPHIQUE ET DE LA PHYSIQUE EN GÉNÉRAL

Dans sa deuxième communication, M. Rogerie, après avoir résumé brièvement la première, montre d'abord l'application de sa technique dans le domaine des faits géométriques : déplacements méthodiques de solides invariables dans un plan et dans l'espace.

Il a insisté sur la phase de l'éclosion des idées géométriques par expérimentation en dehors de toute « axiomatique ».

Cette phase expérimentale comporte la réalisation par les élèves d'un ensemble méthodique :

a) De pliages et d'assemblages de corps géométriques ;

b) De montages indéformables en rapport avec les assemblages qui précèdent ; les uns et les autres étant formés des mêmes éléments géométriques.

c) De mécanismes géométriques résultant de ces montages auxquels on a donné un ou plusieurs « degrés de liberté » ;

d) De figures géométriques qui sont les représentations graphiques de ces pliages, de ces assemblages, de ces montages et des diverses positions de ces mécanismes, par décalquage d'abord, par tracés à la règle, à l'équerre et au compas ensuite.

M. Rogerie a continué en montrant que le prolongement des travaux

géométriques ainsi conçus pouvait amener les élèves suffisamment évolués, et par la voie de la « redécouverte dirigés », aux conceptions les plus modernes de la géométrie.

Il a terminé en présentant :

a) Une arithmétique pour enfants de 5 à 8 ans ;

b) Une méthode d'initiation à la résolution des équations du premier et du second degré pour élèves de 11 à 13 ans ;

c) Un canevas d'expériences méthodiques pour amener les élèves à « redécouvrir » les propriétés des leviers et à « réinventer » les diverses balances simples basées sur ces propriétés ;

d) Une méthode d'initiation au calcul des infiniments petits, basée sur une série d'exercices progressifs et concentriques pour élèves de 8 à 16 ans.

17e section

BIOGÉOGRAPHIE

Président. . . . . M. LAVAUDEN, Conservateur des Eaux et Forêts à Digne.

René ABRARD

Sous-Directeur du Laboratoire de Géologie du Muséum

LA DISPARITION DES ORTHOPHRAGMINA ET LES MIGRATIONS DE FAUNES A L'OLIGOCÈNE

La disparition brusque des *Orthophragmina* à la fin du Mésonummulitique est attribuée aux conditions paléogéographiques nouvelles qui se sont établies. Dès le début de l'Oligocène, en effet, une mer relativement large et profonde s'est étendue à travers l'Europe, du Sud de l'Angleterre à la Russie méridionale. C'est à un refroidissement résultant de cette communication avec les mers boréales que serait dû le fait de la diminution de taille et de la raréfaction des Nummulites et la disparition des *Orthophragmina*.

En ce qui concerne les Nummulites, cette manière de voir ne semble pas correspondre à la réalité. Les Nummulites oligocènes sont soit des espèces ayant apparu au Bartonien, telles que *N. incrassatus* et *N. Bouillei*, soit des formes dérivant directement d'espèces bartoniennes comme *N. intermedius* qui descend de *N. Fabiani*, soit enfin des formes latérales comme *N. vascus* qui dérive vraisemblablement de *N. incrassatus*.

L'évolution de ces Foraminifères, en régression depuis le début du Bartonien, se poursuit donc normalement lorsque l'on passe du Méso au Néonummulitique. Il n'y a pas diminution du nombre des espèces du Bartonien au Lattorfien, et encore bien moins du nombre des individus ; bien au contraire, à Biarritz par exemple, ceux-ci sont beaucoup plus abondants dans l'Oligocène inférieur que dans l'Eocène. On ne peut pas admettre qu'il y ait eu en ce point un abaissement de la température des eaux de la mer et la présence d'Echinides tels que *Scutella subtetragona* et *Euspatagus ornatus* fortifie ce point de vue. Cependant les *Orthophragmina* si abondants dans l'Eocène, disparaissent brusquement. Ce phénomène est fort probablement la conséquence d'un mouvement de la mer très étendu, qui se traduit par un changement de faciès, et qui est indiqué par la présence bien connue de galets de silex

arrachés au Crétacé dans les couches de base du Lattorfien qui reposent en concordance sur l'Eocène supérieur. D'ailleurs, le bassin aquitanien se trouvait bien loin de la Russie méridionale et il serait bien difficile d'admettre que le fait de la communication de cette région avec les mers boréales, à travers l'Allemagne, ait pu produire un refroidissement brusque, tel qu'il ait pu entraîner dès le début de l'Oligocène la disparition totale des *Orthophragmina*.

Je pense qu'il faut également attacher beaucoup moins d'importance qu'on ne l'a fait jusqu'à présent à ce facteur dans l'extinction du genre dans la région alpine et le Vicentin.

On est ainsi amené à examiner sous un autre angle la question des influences boréales à l'Oligocène, notion qui se retrouve dans tous les traités classiques. Tout au plus admet-on, en la discutant d'ailleurs, la présence de formes méditerranéennes telles que *Venus Aglaurae* et *Cerithium Charpentieri*, dans les sables de Pierrefitte. Il y a là une exagération manifeste. Les genres nordiques *Astarte* et *Cyprina* se rencontrent dans l'Oligocène de Belgique et d'Allemagne, mais ils n'ont pas pénétré dans le bassin parisien ; ils n'ont pas atteint les régions mésogéennes.

Ainsi que J. Boussac l'a indiqué (1), la faune oligocène du bassin parisien est une faune d'invasion dont les espèces ne résultent pas de l'évolution sur place de formes éocènes ; mais cette faune n'a pas le caractère boréal prononcé que l'on se plaît parfois à lui attribuer. A côté d'espèces telles que *Dentalium Kickxi* et peut-être *Pectunculus obovatus* et *P. angusticostatus* qui paraissent nettement septentrionales, il y a une imposante proportion de formes méditerranéennes.

Tout d'abord, *Nummulites Bezançoni* de Jeurre et de Morigny est de plus grande taille que *N. variolarius* à laquelle elle succède dans le bassin de Paris ; J. Boussac (2) l'a fait tomber en synonymie avec *N. vascus* dont elle est probablement une race ou une variété locale. En Allemagne et en Belgique, à un niveau inférieur, nous trouvons *N. germanicus*, forme plus petite, à rapporter également, suivant toute vraisemblance, à *N. vascus ;* ce ne sont pas ces petites formes qui au Stampien ont envahi le bassin de Paris ; *N. Bezançoni* a immigré des régions méditerranéennes, venant du bassin aquitanien, en faisant le tour du Massif armoricain, et a atteint Paris lorsque dès le début du Stampien la communication du bassin parisien avec la Manche s'est à nouveau établie, alors qu'elle n'existait pas au Lattorfien (=Sannoisien). C'est par contre par l'Allemagne et la Belgique que sont arrivées des formes telles que *Potamides plicatus* qui dès le début de la période se trouvent

(1) J. Boussac. Sur la faune marine de l'étage Ludien. *Feuille des Jeunes Nat.*, (4), XXXVII, p. 158-159, 1907.

(2) J. Boussac. Etudes paléontologiques sur le Nummulitique alpin. *Mém. Serv. Carte Géol. France*, 1911.

aussi bien dans les formations saumâtres d'Angleterre, de France et de Hongrie, que dans les dépôts marins. Mais, là encore, il ne s'agit pas d'une influence boréale, et il ne faut pas oublier que dès le Bartonien, il existe dans la Mésogée une prémutation (prémut. *alpinum*) de cette espèce, et que certains individus sont déjà presque identiques à la forme oligocène. *N. plicatus* est donc une espèce d'origine méridionale qui a rejoint l'Europe du Nord à travers la Hongrie et l'Allemagne.

La présence d'espèces oligocènes parmi les plus représentatives dès la base du Priabonien alpin a été signalée par J. Boussac (1) ; ce sont : *Ostrea cyathuda, Chama monstrosa, Trochus sexangularis, Bayania semidecussata, Cerithium trochlere* prémut. *Diaboli*, etc. Le même fait a été indiqué par P. Oppenheim (2) dans le Vicentin. C'est dans la région méditerranéenne que s'est élaborée une partie de la faune qui plus tard, à l'Oligocène moyen (Stampien), a envahi le bassin de Paris. Dans cette faune, *Natica crassatina* est un élément mésogéen des plus nets ; elle est répandue dans le bassin aquitanien (Gaas), dans la région alpine, le Vicentin, l'Albanie, l'Inde. On ne la rencontre pas en Allemagne. C'est, ainsi qu'il a été dit à propos de *Nummulites Bezançoni*, par la trouée de la Manche que ces formes méditerranéennes ont pénétré dans le bassin de Paris, et à cet égard, le Stampien inférieur (même Sannoisien pour certains auteurs) de la Chaussairie près de Rennes, avec *Natica crassatina* et *Bayania semidecussata*, est un témoin très intéressant, jalonnant d'avancée vers le Nord des éléments mésogéens.

Les migrations de faunes à l'Oligocène en Europe peuvent donc être envisagées de la manière suivante :

1° Une migration au Lattorfien d'espèces boréales de l'Europe septentrionale vers l'Europe sud-orientale, qui ne paraît pas s'être étendue très loin et qui porte notamment sur le genre *Astarte, Cyprina, Pectunculus* et peut-être *Cytherea* (*C. incrassata* se trouve mélangée à des espèces éocènes dans des couches-limites en Angleterre).

2° Une migration, également au début du Lattorfien, d'espèces méridionales, par le Sud de l'Europe orientale et l'Allemagne, vers l'Europe septentrionale, amenant en particulier *Nummulites germanicus, Trochus sexangularis, Potamides plicatus, P. trochleare.*

3° Au Stampien, une grande migration de formes méditerranéennes par la trouée de la Manche, avec *Nummulites Bezanconni, Bayania semidecussata, Natica crassatina*, etc., les influences équatoriales se faisant sentir jusque dans les sables de Pierrefitte, par l'aport de *Venus Aglaurae* et de *Cerithium Charpentieri.*

---

(1) J. Boussac. Révision du Nummulitique alpin (Feuilles d'Avignon, Nice et Antibes au 320.000e). *Bull. Serv. Carte Géol. France*, t. XIX, p. 131-156, 1908-1909.

(2) P. Oppenheim. Bie Priabonaschichten und ihre Fauna im Zuzammenhange mit gleichalteringen und analogen Ablagerungen vergleichend bearbeitet. *Palæontagr.*, LXVII, 1900-1901.

Roger DUCAMP
Conservateur des Eaux et Forêts, en retraite
Ancien Directeur des Services forestiers de l'Indochine

1° ACTION DES VENTS SUR LA VÉGÉTATION EN MONTAGNE

Le Professeur Volny de Munich insiste sur ce fait que la croissance des plantes est d'autant plus active que l'air est plus saturé d'eau.

En montagne, sans aller au Hoggar ou au Sinaï, la sécheresse de l'air est parfois extrême, tandis qu'à la côte il y a parfois saturation d'autant plus pénible à supporter qu'il fait plus chaud même ici chez nous, sinon sous l'équateur. A côté de la température et du degré d'humidité de l'air, il y a sa manière d'être dans le mouvement : son pouvoir dynamique.

Plus encore que les vrais sommets, les peleplaines qui précèdent les calottes — la chose s'explique aisément — sont dans certaines saisons balayées par des déplacements d'air que rien ne contrarie et qui atteignent des vitesses formidables depuis 15 mètres et jusque bien au delà ; j'en ai connu de terribles au cours de ma carrière. Il faut aussi distinguer entre l'action mécanique du vent pur et de celui qui se charge des matières en suspension. Il y a là de toutes les manières, sous forme de composante, dans laquelle peuvent également entrer en jeu les effluves électriques, une puissante masse agissante qui permet d'expliquer comment et pourquoi la vie des végétaux supérieurs reste impossible au delà d'une certaine altitude pour une même latitude en *Pays Découvert.* L'aviateur Thoret a remarqué qu'à l'inverse des vents ascendants qui escaladent l'obstacle (soit une pente de haute montagne) selon une inflexion régulière, les courants aériens descendants, qui cherchent à retrouver, en leur course, leur direction exacte dans le plan vertical vers leur centre d'appel, sont « *effroyablement tourbillonnaires* » et cela en partie parce qu'en légère dépression. Ainsi, le vent ascendant nord, presque horizontal sur croupes et plateaux du Lozère, vient butter au sommet sur le « déflecteur » que constitue la montagne. Celle-ci le relève et le projette en hauteur au delà de la crête. Ce qui ne vaut rien ici pour un avion est de bien moindre effet quant aux arbres et à la masse sylvestre. C'est que ceux-ci redoutent bien plus les actions violentes continues, de même direction, des vents secs et froids à la montée.

Ainsi, il y a non seulement folie, mais erreur professionnelle, à vouloir — dans l'état actuel des choses — installer, en certains domaines montagnards, sur les versants nord, la culture de l'arbre, alors que les larges espaces que je vise disent clairement ce qu'ils consentent actuellement à porter naturellement, et mieux encore, si on les y aide : *Le Pâturage.*

2° DE L'EMPLOI DU MOT "ÉTAGE"

Je désire m'entretenir simplement aujourd'hui de l'emploi du mot « *Etage* », associé à un nom d'arbre. C'est que j'ai constaté que ceux qui rencontrent cette expression ainsi utilisée, n'obtiennent pas tous, de suite, la notion qui devrait en résulter pour eux.

Considérons en cette affaire que nous n'écrivons pas seulement pour ceux qui sont fortement initiés.

Ceci exposé, je prendrai pour appuyer ma manière de voir l'exemple du Chêne Yeuse (Quercus Ilex). Le voilà dans nos Cévennes méridionales à l'Aigoual, à 1.130 mètres d'altitude. Or il est à 100 kil. de là, dans le sud au bord de la mer.

Ainsi, sur le pourtour de la mer bleue, cette essence impériale, se rencontre entre ces deux extrêmes, *à tous les étages altitudinaux*. Est-il dès lors précis de vouloir un étage du Chêne vert ?

Voyons également cette autre essence qui pour être « atlantique » et nordique, n'en est pas moins encore, à cette heure, méridionale. Le Hêtre (Fagus Sylvaticus) est en haut sur les Cévennes à 1.500 et 1.530 mètres. On le voit descendre, *malicieusement*, dans son emprise de l'Aigoual, à 570 m. au nord du Causse de Campestre. Il est là dans son habitat montagnard. Puis cette essence couvrante et précieuse se retrouve, comme à contre-sens pour certains, *bien plus bas au bord du Rhône* dans l'aire culturale de l'olivier.

Ayant marié le mot Etage au nom d'une essence, on s'est parfois trouvé, au surplus, assez embarrassé et alors il a fallu, pour s'en tirer, parler « *d'inversion* ».

Ainsi, je reste sur ma manière de voir : pas Etage du chêne vert ou du hêtre. Dans leur aire botanique, ces essences forestières occupent des emprises situées ici à tel étage altitudinal, là à tel autre. Ces emprises sont restreintes, vastes, continues ou discontinues, en chapelets ininterrompus ou disjoints.

3° IL FAUT RECONSTITUER DES MASSES SYLVESTRES CLIMATIQUES SUR LE POURTOUR DE LA MÉDITERRANÉE

Pour des causes diverses, effectives, efficientes parce que suffisantes, le Hêtre et l'If, mêlés à d'autres essences indiscutablement aborigènes (en particulier les chênes), sont encore, de nos jours, partie intégrante du Bois domanial (1.400 h.) de la Chartreuse de Valbonne (1). Ce bois, de stade encore nettement régressif se situe par 44° de latitude nord,

non loin du Rhône, en pleine aire culturale de l'olivier et, fait digne d'attention, à très basse altitude.

Par un heureux hasard, dirai-je, et pour aussi faussée que soit à cette heure encore « l'ambiance au sol » à la Chartreuse de Valbonne, la pérennité du Hêtre et de l'If (pour ne parler que de ces deux essences) reste assurée *par la semence* tant bien que mal.

Dans le midi, l'enseignement, tel le donnent La Valbonne et la Sainte Baume n'est pas une exception.

Il est en effet possible de désigner, de retrouver et encore de découvrir d'autres stations méditerranéennes en assez grand nombre, lesquelles ont plus ou moins gardé le souvenir direct du Fayard, du Tilleul, de l'If... ou encore, en envisageant la chose sous un angle plus large, l'espoir d'un simple mieux être.

Hors des terres classiques de reboisement propre (bassins de réception des torrents), voilà bien les stations à incorporer sans délai au domaine privé de l'Etat. « *L'extension des forêts domaniales*, a écrit J. Salvador en 1905, *voilà le but à poursuivre dans la région du Feu.* » Allons plus loin : faisons-en des Parcs réservés confiés au « forestier ».

Au surplus, la constitution de réserves, d'îlots de verdure auxquels je fais allusion, aurait, entre tant d'autres avantages, celui de mettre aux mains des gens du métier, des hommes d'études, matière à d'utiles observations telles seule peut et pourra, dans tous les domaines, les autoriser : l'Expérimentation.

4° LA COMPOSITION DES FORMATIONS VÉGÉTALES FORESTIÈRES A LA MERCI DE L'HOMME

L'homme en abusant, à travers les âges, du manteau végétal sylvestre — cas particulier que je vise — a chassé la Sylve de maints domaines qui se réclament d'elle et uniquement d'elle. Par là, de toutes manières, en contrevenant, par libre arbitre, aux lois de la nature, il a rompu certains équilibres utiles.

Ceci rappelé, j'insiste avec intention sur un fait bien connu. La manière d'être de la Sylve primitive ou encore pseudo-sauvage (formations secondaires) est fort différente de celle des forêts domestiquées ou encore, en zone tempérée et froide, de celle des boisements imprégnés de tous les stigmates consécutifs à l'action humaine — peuplements équiennes.

Dans le premier cas, le nombre des espèces est le plus souvent très grand, tandis que dans le second, le peuplement n'est formé que d'un petit nombre d'essences.

Dans le type forêt vierge ou même « demi-vierge », la disparition, pour une raison ou une autre, d'essences rares par nature — sporadisme — ne modifie que très peu sinon même pas du tout (relativité) le milieu. Celui-ci conserve sa complexité et se montre indifférent à cette légère, imperceptible modification de composition et d'aspect.

*
* *

Ailleurs, dans les peuplements composés au principal de deux ou trois essences de fond — Sapin, Hêtre, Epicéa — Chêne, Hêtre, Charme — ...il en va tout autrement. La disparition de l'un des éléments constitutifs modifie, bien plus que certains semblent le croire, la manière de se comporter, dans le temps (santé générale) et de se maintenir du reliquat. C'est que le mécanisme de « l'entr'aide » (encore mystérieux) entre espèces, et aussi celui de l'assolement qui voisine, *ne jouent plus.*

Dans les deux situations ainsi envisagées, le milieu peut avoir été profondément faussé sous la persistance des causes destructives ; mais il peut aussi ne *pas avoir été totalement déséquilibré.* Ainsi « l'ambiance au sol » a pu, dans certaines enceintes, conserver malgré que très réduites, les qualités suffisantes qui permettent à une régénération réduite, conditionnelle... de fortune, de se produire lorsque les semences réapparaissent par un hasard naturel ou du fait de réintroduction artificielle. Sous l'égide d'une protection sévère et d'opérations de rééducation appropriées, la sylve reprendra vie sur place.

5° LES ESSENCES FORESTIÈRES PROPREMENT DITES NE RECHERCHENT PAS L'OMBRE

Après étude du mémoire présenté par MM. Harlé et François, Officiers des Eaux et Forêts, sur « *la question de l'assolement en matière forestière* », j'estime qu'il convient de se ranger à l'avis des A. A. lorsqu'ils avancent que la *classification en essences d'ombre et de lumière,* s'est révélée, suivant le mot de Fricke : « un dogme non fondé scientifiquement ». En fait, les essences forestières — les Arbres des forêts — on toutes, un essentiel besoin de lumière pour vivre. Sans doute, en cours de route, surtout dans le jeune âge, certaines espèces marquent-elles la faculté de subsister, plus ou moins longtemps, *au* ralenti, au sein de massifs très fermés.

C'est ainsi que le système qui consiste à répartir les arbres de la forêt en classes... groupes... d'après ce que serait leurs besoins d'ombre ou de lumière, n'a rien d'exact ni d'utile.

« L'Arbre puise, a-t-on écrit, la vie dans la lumière » (2). Nous l'avons vu, certaines essences supportent pour un temps avec... stoïcisme, une certaine ombre, en vérité de la lumière raréfiée ; mais, pour ma part, je ne discerne pas celles dont on puisse dire qu'elles recherchent et veulement vraiment l'ombre tout au long de leur carrière.

Il appartient donc au sylviculteur de dispenser la lumière au sein du massif : selon la manière d'être du milieu, selon l'âge, selon les essences dont le tempérament est en vérité doué de grande plasticité.

6° LA FORÊT EST ŒUVRE D'ELLE-MÊME

M. le Professeur Léon Dumas de Huy (Belgique) écrit : « La Fo-
« rêt est l'œuvre de son pied : l'éponge forestière exige l'accumulation
« de tous ses débris. Le soutrage des produits aériens est aussi né-
« faste que celui du terreau et des strates inférieures. *La Forêt est une*
« *entité géographique* à respecter dans ses harmonies. Ses propres dé-
« chets sont fécondants avec l'aide de ceux de la faune.

« La pratique des coupes trop souvent répétées agit sur le sol fores-
« tier dont la couverture et son influence protectrices disparaissent. »
Ainsi s'expliquait M. Germain Chalaud devant le Congrès de Lyon en 1926.

Aux Maures et à l'Estérel comme en Corse, la destruction du chêne, du châtaignier, du hêtre, appelle... le Maritime et ses compagnons qui signifient tous ensemble : feu dans la régression.

Dans son très beau travail sur la flore phanérogamique du Ventoux et du Vaucluse, Rouis — Insp. Ad. des Forêts, a écrit, il y a près de 40 années (1893) : En Provence, c'est la forme chêne qui est le principal élément de la végétation arborescente indigène. Et ailleurs « le déboisement et les dévastations ont amené la *diminution de l'énergie végétative* et le retrait des végétaux supérieurs tels que le chêne en laissant le champ libre aux formes frutescentes ».

Pour laisser comprendre comment, tout en restant attachés à nos visées de base, mes camarades de Nîmes et moi nous nous montrons indépendants dans l'étude des problèmes de la forêt, je partage pour ma part en certaine manière l'opinion de Rouis — à propos de l'Yeuse. « Le chêne vert est dominé et évincé par le blanc. » Dans le temps, en bien des endroits (je ne dis pas partout), dès que, sous la protection humaine, le milieu se refait, selon la loi naturelle du moindre effort, l'Yeuse ayant joué son rôle, tout son rôle couvrant, cédera, en grande partie, la place, dans le stade progressif, ainsi instau-

ré, aux autres chênes à feuilles caduques qui, eux, réclament une table mieux servie.

Mais seule, l'Expérimentation scientifique permettra de départager.

C'est ainsi que je suis amené à demander, une fois encore, que sur toute la « ceinture de la Méditerranée », les Services forestiers soient appelés, là où leur intervention se dicte, à « récupérer l'ambiance perdue » selon la très heureuse expression de M. le Professeur Kuhnholtz-Lordat.

7° IL N'Y A PLUS DE VÉRITABLE SYLVE SUR LE POURTOUR DE LA MER MÉDITERRANÉE

Nos organisations sylvestres modernes comportent, par rapport à la tenue des formes forestières de la préhistoire, des tares dangereuses. Or, que voyons-nous lorsque nous prenons le soin d'aller étudier les formes de la sylve climatique primitive, là où il en reste encore ? Ces formations sont *peu sensibles au feu, elles brûlent mal.* Le fond même de la sylve sauvage ne *brûle pas* et ne brûlerait jamais, si l'homme n'apparaissait pas à ses lisières pour y porter la hache à contresens. C'est là une constatation exacte des faits qu'il importe de largement divulguer.

Les exemples de forêts domestiquées, à climat organisé, tenues au plus près des formes naturelles, ne sont pas rares. Ces boisements brûlent peu, brûlent mal, ne brûlent jamais alors qu'à côté d'eux, les massifs livrés à tous les abus (à ceux des exploitations cycliques à courtes révolutions, à des récoltes mal organisées) sont voués au feu, parce que dégradés et en mauvais état ; c'est encore qu'ils portent les stigmates de la dégénérescence par dénatalité. Cela jamais on ne le surprend dans la forêt vierge.

La « Forêt-forêt » est, à la manière de toutes les collectivités, un complex d'éléments divers, appartenant dans l'espace et dans le temps à tous les âges. A la base, une strate de surface — « ambiance au sol » (Boudy) — berceau des semis, puis d'autres strates plus ou moins basses et continues, en mouvement incessant, sous la dépendance du principal, composé d'écrans intermédiaires et supérieurs de végétation.

*
* *

Si à cette heure, il est plus que difficile de découvrir sur le pourtour de la Méditerranée autre chose que de misérables lambeaux de sylve, il n'en est pas moins vrai que cette sylve se rencontre en puissance latente en Provence, en Italie. On a dit que les boisements méditerranéens étaient des malades. *Créons des Sanatoria.* Ecartons pour aussi long-

temps qu'il le faudra « le sylviculteur » et que « *le forestier* » *soit chargé d'organiser des « Parcs centres d'études biologiques » aussi vastes* que possible, j'ai dit ailleurs pourquoi. Dans ces enceintes, l'Expérimentation scientifique, critérium de vérité, sera seule, avec les témoins qu'elle comportera par définition, maîtresse de l'heure.

E. FISCHER-PIETTE

Sous-Directeur du Laboratoire Maritime de Saint-Servan

1° SUR LA RÉPARTITION DU CIRRIPÈDE *BALANUS BALANOIDES* LE LONG DES COTES FRANÇAISES ET ANGLAISES DE LA MANCHE

Continuant l'exploration méthodique de nos côtes et des côtes anglaises en vue de connaître la répartition générale des principales espèces animales et végétales fixées dans la zone des marées, je donne ici l'état de mes recherches concernant l'une des plus communes de ces espèces, le Crustacé Cirripède *Balanus balanoides* qui avec le *Chthamalus stellatus* forme le fond de la population animale.

Dans les régions où elle est bien représentée, cette espèce garnit les roches d'un revêtement presque continu, depuis les niveaux bas jusqu'aux environs du niveau moyen des pleines mers de morte-eau, à raison de 1.000 à 2.500 individus par décimètre carré.

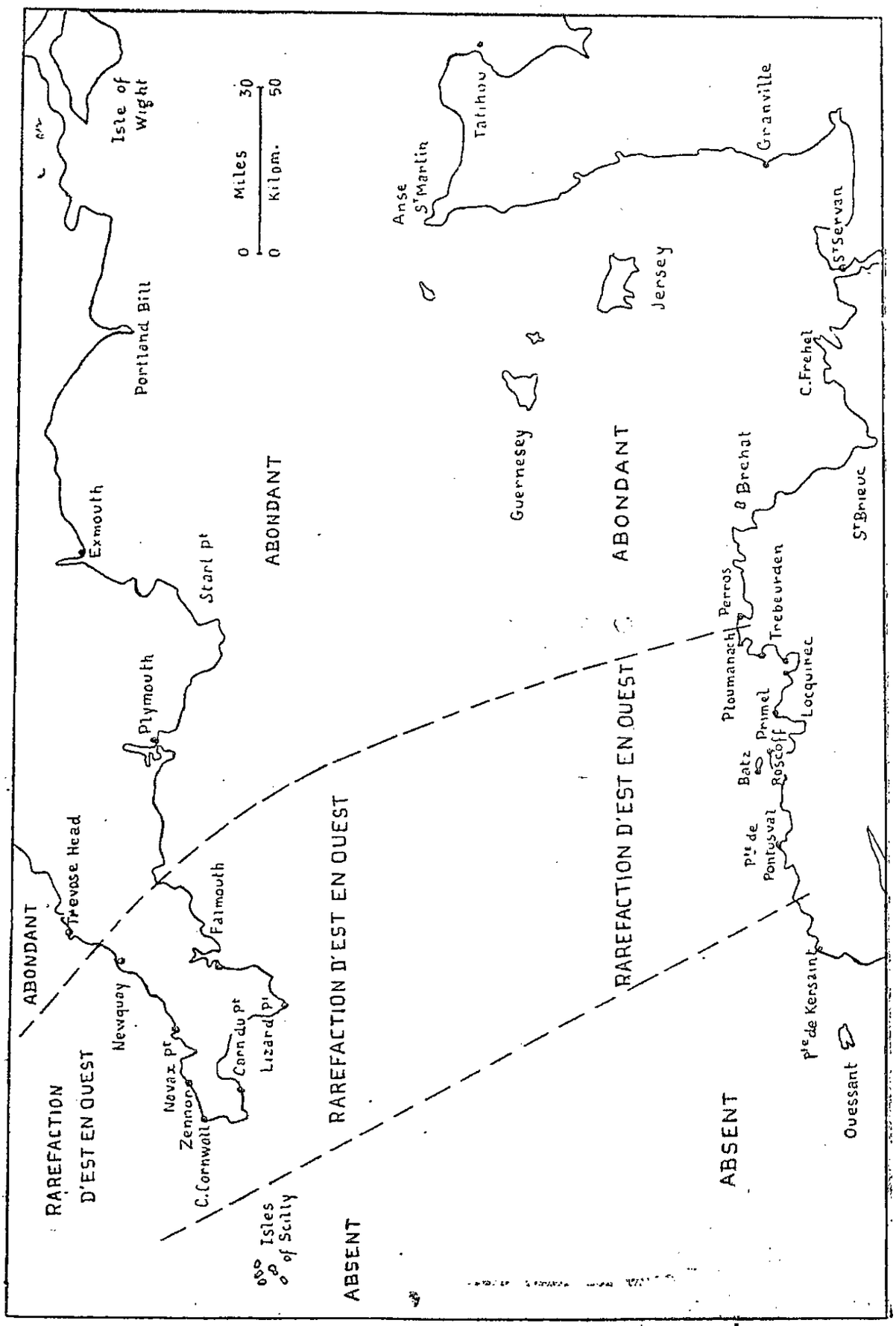
Mais cet organisme n'est pas uniformément réparti le long de nos côtes. PRENANT et TEISSIER ont montré (1) que cette espèce, très abondante et très largement répandue dans la Manche orientale (Wimereux, Luc-sur-Mer, Anse Saint-Martin), ne manifeste dans la région de Roscoff qu'une abondance infiniment moindre : on ne l'y trouve qu'en des stations assez localisées ; les individus sont de petite taille et se tiennent à des niveaux relativement bas. « Il est possible que nous ayant affaire dans cette région aux derniers vestiges de *B. balanoides*, si abondants plus à l'est, refoulés ici et remplacés par les *Chthamalus*. Dans ce cas, il serait probablement intéressant de rechercher, le long des côtes bretonnes, comment se fait la transition. »

J'eus l'occasion de faire cette recherche (2). En allant d'Est en Ouest depuis Fécamp, on voit l'abondance rester grande jusqu'à Perros-Guirec. La raréfaction s'observe à partir de Ploumanach, elle est très rapide et atteint d'abord les points battus, l'espèce conservant une cer-

(1) Travaux Stat. biolg. Roscoff, II, 1924.
(2) *Annales Inst. océanogr.*, XII, 4, 1932.

taine abondance aux points abrités. J'avais arrêté cette recherche à Trébeurden, aux confins de la région de Roscoff.

Voici les faits qui s'observent plus à l'Ouest. L'abondance décroît très régulièrement à Loquirec, où l'espèce se trouve néanmoins encore



à peu près partout ; à Primel, où elle est nettement localisée et ne présente qu'une densité de 1 à 2 individus par décimètre carré ; à l'île de Batz (pointe ouest), où on ne le trouve qu'en quelques points, à raison de 5 à 10 individus par *mètre* carré ; à Brignogan où je la trouvai en deux points seulement, avec une densité de 1 à 2 individus par mètre carré. A Kersaint-Portsal je la recherchai vainement. A l'île d'Ouessant, je passai 3 jours à explorer les points battus et les points abrités, sans trouver un seul B. balanoides.

La raréfaction progressive observée de Perros à Roscoff aboutirait donc à une absence totale de l'espèce à l'extrémité du Finistère ; sur la côte sud de Bretagne le *B. balanoides* reparaît, ainsi qu'il a été montré notamment par H. HATTON (1).

L'exploration des côtes anglaises permet de mettre en évidence des faits qui offrent avec ceux-ci un étroit parallélisme. En effet, j'ai pu constater que le *B. balanoides*, fort abondant sur les côtes anglaises de la Manche orientale et centrale jusqu'à la région de Plymouth comprise (2), subit en Cornouailles une raréfaction qui s'accentue régulièrement d'Est en Ouest. Ici comme en France, cette raréfaction atteint les points battus avant de se faire sentir sur les rochers abrités. Voici les densités observées sur les points battus : à Falmouth (Pennance Point), 100 par décimètre carré ; au cap Lizard, 10 à 30 par décimètre carré ; à l'ouest de Penzance (Carn Du Point), 1 à 2 par *mètre* carré.

Si nous faisons le tour de la pointe de Cornouailles, nous voyons inversement la densité augmenter très régulièrement d'une station à la suivante, d'Ouest en Est (Cap Cornwall ; Zennor près St. Yves ; Fisherman's cove près Navax Point ; Newquay), et ce processus aboutit à l'abondance normale qui s'observe dès Trevose Head près Padstow.

Il y a donc sur la côte anglaise comme sur la côte française une raréfaction, qui atteint son maximum vers l'extrémité de la Cornouaille, sans toutefois aboutir sur la côte à une disparition totale. Mais cette disparition totale s'observe aux îles Scilly, qui prolongent la Cornouaille comme Ouessant prolonge le Finistère ; j'ai recherché le *B. balanoides* dans trois des cinq îles Scilly (St. Mary's, Tresco, St. Agnès) et cette recherche fut absolument vaine.

La carte ci-jointe résume l'essentiel de ces grands faits de répartition, et montre le parallélisme qui existe à ce point de vue entre les côtes françaises et anglaises.

Au point de vue de la taille des individus, qui en France se réduit d'Est en Ouest, on observe en Angleterre le même phénomène, d'ail-

(1) *Bull. Labor. Saint-Servan*, VIII, 1932.

(2) Au moins dans les neuf stations, réparties de Newhaven à Plymouth, que j'ai étudiées.

leurs beaucoup plus accentué et plus régulier qu'en France. Au point de la côte où les *B. balanoides* ont leur minimum d'abondance (Carn Du Point), ils ont aussi leur minimum de taille : 3 mm. 5 en mars 1933. Au moment de la reproduction, on constatait que, par suite de cette réduction de la taille, le pourcentage des individus porteurs de larves décroissait régulièrement d'Est en Ouest (les larves n'existaient que chez les individus de plus de 5 mm.), et, à l'extrémité de Cornouailles, Cap Cornwall et Carn Du Point, il n'y avait aucun individu porteur de larves. Y aurait-il donc un arrêt de la croissance aboutissant à une impossibilité de reproduction ? Pour le savoir, j'ai appris à reconnaître l'âge des individus, ce qui est très facile d'après l'état de corrosion du test, blanc et lisse chez les individus de moins d'un an, bruni et corrodé au moins en partie chez les individus ayant entre 1 et 2 ans, et corrodé à l'extrême chez ceux qui ont plus de deux ans (1). Sur ces données, on peut constater, en Cornouailles anglaises, que le ralentissement de la croissance est un fait certain, mais qu'on ne doit pas tout lui attribuer : j'ai pu constater que l'âge moyen des individus diminuait d'Ouest en Est, et qu'à l'extrémité de la Cornouaille il n'y avait (mars 1931) que des individus fixés depuis moins d'un an. Ce fait ne peut être attribué à une mortalité précoce (absence de squelettes) ; je l'interprète en supposant que, au cours de ces dernières années, *la limite géographique de l'espèce s'est déplacée d'Est en Ouest.* Ce serait un cas un peu analogue à celui des Moules, dont, on le sait, la limite de répartition est susceptible, au cours des années, d'osciller autour d'un état moyen.

Peut-être l'étude attentive de ces oscillations, menée de front avec celle des variations du Milieu, nous mettrait-elle sur la voie de l'explication de ces faits de répartition. Je crois d'ailleurs qu'il serait toujours utile, dans la recherche de l'explication des faits de répartition régionale et générale des diverses espèces littorales, de se placer dans les régions de transition et d'y poursuivre les observations avec continuité.

2° POUR LA CONNAISSANCE BIONOMIQUE DES FONDS MARINS

En attendant la mise en pratique courante de procédés permettant la vision des fonds sous-marins, nécessaire pour bien connaître l'habitat et la répartition des espèces, on peut déjà prendre note de l'abondance

---

(1) Cette certitude a été facile à acquérir grâce aux chantiers d'étude que nous avons établis dans la région de Saint-Servan avec H. HATTON, et sur lesquels nous suivons depuis quatre ans la croissance d'individus repérés.

(2) E. FISCHER-PIETTE. *Ann. Ins. Océanogr.*, 1932.

relative des espèces remontées par la drague, du moins pour celles des espèces communes qui sont fixées sur les pierres et les coquilles. Le recensement opéré doit être rapporté à la surface examinée. Pour simplifier cette opération, je propose de procéder comme suit : se munir d'une cuvette à fond plat de surface connue ; recouvrir ce fond d'un lit de pierrailles et coquilles (prélevé au hasard) disposé en une couche à la manière d'un pavage irrégulier ; recenser les organismes visibles sur ce pavage ; rapporter le résultat à la surface du fond du récipient. Ce procédé est très grossier et comporte des erreurs. Mais, étant donnée la constance relative des résultats des dragages effectués sur un fond donné (à condition que les coups de drague soient suffisamment nombreux), on peut espérer faire progresser ainsi notre connaissance de l'abondance relative des espèces.

H. GAUSSEN

LA NOMENCLATURE DES ÉTAGES DE VÉGÉTATION

Une certaine confusion règne au sujet de la nomenclature des étages de végétation. La lecture des divers travaux phytogéographiques en est rendue malaisée et le lecteur superficiel est amené à commettre des erreurs d'interprétation.

J'ai eu l'occasion d'insister sur la nécessité de conserver le mot étage pour distinguer les types successifs de végétation finale, ou climatique, le long des montagnes. Il faut restreindre aux divers types altitudinaux le terme *étage* et utiliser pour les types en plaine le terme *zone*.

Il sera donc question ici de l'étagement de la végétation en montagne.

Chaque région florale a ses types altitudinaux particuliers. Il y a des étages partout, il ne peut y avoir les *mêmes* étages qu'à l'intérieur d'une même région florale.

I. — Région florale holarctique

Plaçons-nous à l'intérieur de la région florale holarctique et limitons la question à l'Europe occidentale.

Il n'est pas interdit de partir d'un cas simple pour voir clairement les points fondamentaux. La chaîne des Pyrénées, assez pauvre en arbres forestiers, à climat suffisamment connu, peut fournir ce type schématique.

Les étages aux Pyrénées

Les étages proviennent des réactions réciproques du climat et de la flore. Le climat détermine la présence d'étages, la flore détermine le type de végétation de chacun d'eux.

L'étagement des climats doit donc être étudié tout d'abord.

Etagement des climats

En partant des bords de l'Atlantique pour monter à un haut sommet de 3.000 m. d'altitude, par exemple, on traverse des plaines et des coteaux à climat doux et où l'hiver est peu rigoureux, parlons d'un « *étage inférieur* ». Au contact des première montagnes, l'air se refroidit et un étage nébuleux et pluvieux s'élève jusqu'aux environs de 1.700 à 1.800 m., appelons-le « *étage montagnard* ». A sa limite supérieure se produit une très importante modification du climat. La couche nuageuse s'arrête souvent à ce niveau. L'état hygrométrique se modifie nettement, la lumière et l'insolation sont très différentes. Dans cette altitude de 1.800 m. environ est une limite très importante dans le climat de ces montagnes. Au-dessus, les conditions deviennent progressivement rigoureuses et vers 2.400 ou 2.500 m. la neige persiste à peu près la moitié de l'année. Il y a donc lieu, au-dessus de l'étage montagnard, de distinguer deux étages : beaucoup d'auteurs les nomment : « *étage subalpin* » pour l'inférieur, « *étage alpin* » pour le supérieur. Enfin, au-dessus de 3.000 m. environ, les neiges sont persistantes en général et on peut parler d' « *étage nival* ».

En résumé, le climat impose une division en étages : 1 inférieur, 2 montagnard, 3 subalpin, 4 alpin, 5 nival avec un fort hiatus entre 2 et 3.

Etagement de la végétation

Voyons maintenant comment se dispose la végétation en tenant compte uniquement des formes finales (climax) qui sont ici des forêts :

1 comporte des forêts de Chênes. On peut l'appeler : étage des Chênes à feuilles caduques.

2 comporte des forêts de Hêtres et Sapins, arbres amis de la brume et de l'humidité atmosphérique.

3 comporte des pâturages et parfois des forêts de Pins à crochets, arbres amis de la lumière active de l'étage subalpin. Mais plus on s'élève, plus les conditions deviennent hostiles à nos arbres et quand on arrive dans l'étage alpin 4, les arbres disparaissent. Les plantes de pâturages, d'éboulis, de rochers montent jusqu'à l'étage 5 ou nival pour faire place à la végétation microscopique des neiges et glaces.

Nomenclature des étages

En associant un terme climatique et une indication botanique, on aura la liste suivante :

1° Etage tempéré des Chênes à feuilles caduques ;
2° Etage montagnard du Hêtre-Sapin ;
3° Etage subalpin des pâturages et du Pin à crochets ;
4° Etage alpin des pâturages rocheux sans possibilité d'arbres ;
5° Etage nival sans possibilité de phanérogames.

La division paraît très nette et absolument imposée par les faits. Malgré cette simplicité, certains auteurs trompés par l'étude des Alpes où les conditions sont plus complexes, mettent le Sapin dans l'étage subalpin et font intervenir un étage alpin inférieur et un étage alpin supérieur. Qualifier de subalpins à la fois le Sapin et le Pin à crochets dont les tempéraments sont très différents (sans entrer dans le détail), séparer en deux étages différents le Hêtre et le Sapin dont les tempéraments sont très voisins me paraît un non sens. Le hiatus climatique très net entre 2 et 3 implique que le Sapin est montagnard comme le Hêtre et non subilpin comme le Pin à crochets.

Pour les Pyrénées, la question me paraît évidente. Au versant Sud de cette chaîne, la région méditerranéenne monte haut dans les vallées. L'étage 1 qui lui succède en altitude est souvent étroit, mais toujours représenté. L'étage 2 présente des conditions de nébulosité et d'humidité plus faibles qu'au versant Nord et s'il y a souvent Hêtre et Sapin, il arrive qu'ils se mélangent, au Pin sylvestre ou que celui-ci soit seul. On peut nommer l'étage 2 : étage montagnard du Pin sylvestre. Avec une limite moins tranchée qu'au versant Nord, on passe à l'étage 3 subalpin, où le Pin à crochets forme d'importantes forêts, puis à l'étage 4 ou alpin dépourvu d'arbres.

La même division se retrouve donc, au moins au point de vue climatique.

Pour terminer cette étude des Pyrénées, signalons que, aux chaînes périphériques nébuleuses du versant Nord, la forêt montagnarde s'arrête souvent vers 1.400 m. par exemple. Les croupes qui lui succèdent sont dépourvues d'arbres comme le serait un pâturage alpin, mais la flore n'est pas du tout une flore alpine. Flahault a très heureusement dénommé ces pâturages : *pelouses pseudoalpines*.

MASSIF CENTRAL

La flore du Massif Central n'est pas plus riche que celle des Pyrénées. On y trouve les mêmes essences. D'autre part, l'altitude plus faible supprime étage nival et étage alpin.

On y trouve :

1° Etage tempéré des Chênes à feuilles caduques ;
2° Etage montagnard à Hêtre, Sapin et souvent Pin sylvestre ;

3° Etagè subalpin à pâturages. Les arbres y sont quelques Bouleaux ou Sorbiers, le Pin à crochets est une rareté.

Très souvent les montagnes sont trop basses pour permettre un étage subalpin, la forêt montagnarde se termine à une altitude faible et ce sont des pâturages pseudo-alpins qui couvrent les croupes.

Alpes

Nous venons de voir les deux types les plus simples. Aux Alpes, la question se complique un peu au point de vue climatique à cause de l'épaisseur de la chaîne et se complique au point de vue botanique à cause d'une richesse plus grande des élément forestiers : Epicea, Mélèze, Arve sont les trois principaux arbres nouveaux.

Etagement des climats

Dans les massifs périphériques, dans les Alpes du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse, les conditions me paraissent assez semblables à celles des Pyrénées. Tout au plus pourrait-on dire que la séparation est moins tranchée entre 2 et 3 car l'étage subalpin est plus nébuleux qu'aux Pyrénées.

Dans les massifs plus centraux et dans les Alpes sèches, on trouve, comme aux Pyrénées espagnoles, une diminution du caractère humide de l'étage montagnard et donc, ici aussi, une diminution du hiatus entre 2 et 3.

Donc, malgré des raisons différentes, suivant les points, on peut dire qu'il y a la même succession climatique qu'aux Pyrénées, mais le hiatus entre l'étage montagnard et l'étage subalpin est moins accentué.

Etagement de la végétation

Pour les raisons énoncées plus haut, il me semble qu'il faut ici aussi maintenir un étage du Hêtre-Sapin et considérer le Sapin comme un arbre de l'étage 2 montagnard et non de l'étage 3 subalpin. L'étage subalpin comporte du Pin à crochet, le Pin Cembrot et le Mélèze. Le Mélèze accepte de descendre un peu dans l'étage montagnard dans les régions centrales des Alpes où le climat montagnard est relativement lumineux et sec. Quant à l'Epicéa, on peut le considérer comme le principal coupable de la confusion qui règne chez les auteurs. Vis-à-vis du Sapin, il se comporte comme une essence de lumière et vis-à-vis du Mélèze comme une essence d'ombre. Il se trouve à cheval sur la partie supérieure de l'étage montagnard dont il accepte la nébulosité et sur la partie inférieure de l'étage subalpin dont il ne redoute pas trop la lumière, d'ailleurs moins forte que dans les Pyrénées. On peut donc dire que l'Epicéa est surtout montagnard et un peu subalpin parce que le hiatus entre les deux étages n'est pas aussi net qu'aux

Pyrénées et parce que cet arbre est souple, mais la flore montagnarde n'est pas la flore subalpine et la division doit rester la même.

1° Etage tempéré des Chênes à feuilles caduques ;

2° Etage montagnard du Hêtre-Sapin avec une partie supérieure à Sapin-Epicéa, et un peu de Melèze aux parties sèches ;

3° Etage subalpin des alpages à Arves, Pins, Melèzes avec un peu d'Epicéa dans l'horizon inférieur ;

4° Etage alpin des pâturages rocheux sans possibilité d'arbres ;

5° Etage nival sans possibilité de phanérogames.

En considérant donc l'Epicéa comme surtout montagnard et le Melèze comme surtout subalpin, on trouve une division parfaitement comparable à celle des Pyrénées et on comprend comment ces dernières montagnes doivent servir de type par le caractère plus schématique de l'étagement des végétaux.

Les Alpes doivent une plus grande complication à l'ampleur du massif qui crée des conditions internes plus sèches et des chaînes périphériques où se produit souvent la disposition du pâturage pseudo-alpin.

Montagnes de l'Europe Centrale

La même nomenclature peut être employée :

1° Etage tempéré des Chênes à feuilles caduques ;

2° Etage montagnard où on trouve : Hêtre, Sapin, Epicéa, Pin sylvestre, et qui commence souvent dès la plaine ;

3° Etage subalpin, en général dépourvu d'arbres par suite de la faible hauteur des montagnes, cela crée le caractère pseudo-alpin se mélangeant souvent aux plantes subalpines.

Plus on va vers le Nord, plus le climat subalpin perd de son individualité. Le caractère ensoleillé qui est essentiel dans sa définition aux Pyrénées disparaît peu à peu et seule sa plus grande rigueur peut être conservée. Quand il n'y a pas d'arbres, on pourrait superposer à l'étage montagnard l'étage pseudo-alpin. Au contraire, quand le Bouleau ou les Sorbiers forment la limite de la végétation forestière, on peut admettre qu'ils représentent bien l'existence d'un étage subalpin.

Passage aux conditions méditerranéennes

Les montagnes méditerranéennes n'ont pas le même étagement de climats que celles dont nous venons de parler. Nous avons vu au versant Sud des Pyrénées, la tendance à la disparition de l'étage montagnard à atmosphère humide. Le Ventoux fournit un exemple analogue : aux endroits assez nébuleux du versant Sud, le Hêtre existe et montre l'étage montagnard intercalé entre l'étage des Chênes et l'étage subalpin à Pin à crochets. Mais dans les parties plus sèches, cet étage montagnard a une tendance à disparaître et le contact s'établit presque

entre le Chêne et le Pin à crochets. Au versant N. de la montagne, au contraire, l'étagement est très net suivant le type pyrénéen, les conditions méditerranéennes s'y manifestent à peine.

II. — Région florale méditerranéenne

Je ne crois pas qu'il soit encore possible de s'entendre au sujet des étages méditerranéens, car on ne connaît pas encore d'une façon suffisante les conditions climatiques *en montagne* dans ces pays. Emberger a fait une intéressante mise au point de ce que l'on sait pour les pays méditerranéens, mais on ne connaît pas encore une seule montagne étudiée de sa base à son sommet au point de vue du climat.

On peut évidemment faire une série : Pin d'Alep, Chêne vert, Chêne à feuilles caduques, Cèdre ou Sapin et steppes supérieures, mais tout cela ne sera au point que lorsqu'on connaîtra le climat des montagnes.

Je trouve, pour ma part, cette étude plus urgente et plus utile que celle qui consiste à dresser la liste des plantes trouvées seulement 4 fois dans 32 relevés phytosociologiques et à les séparer soigneusement de celles qu'on rencontre 3 fois seulement.

L'étude des étages en montagne est nécessaire pour comprendre la végétation du globe, il serait temps que les botanistes et météorologistes viennent au secours des géographes qui leur demandent des lumières.

Et. HUBAULT

Professeur à l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts

LE pH DANS LES LACS DES VOSGES

Sans être d'un intérêt aussi primordial pour la vie dans les eaux douces que la température ou l'oxygène dissous, l'acidité ou la basicité sont néanmoins des facteurs biologiques dignes de remarque. Si leur influence sur la répartition des poissons n'est pas prépondérante, elle est certaine sur divers microorganismes du plancton des lacs. On sait maintenant que l'aire d'extension du Cladocère *Holopedium gibberum* Zadd. dépend partiellement du pH des eaux. C'est un organisme d'acidité moyenne plus encore que d'eau froide (1).

Des recherches suivies dans les lacs des Vosges m'ont permis quelques considérations d'ordre général qui corroborent les études anté-

(1) NAUMANN (E.). Grundzüge der regionalen Limnologie. *Die Binnengewässer*, XI, Stuttgart, 1932.

rieures relatives à des sujets analogues. Les mesures furent faites sur place par la méthode colorimétrique, concurremment avec deux échelles d'indicateurs colorés, l'une au bromocrésol pourpre (de 5,2 à 6,8) et l'autre au bromothymol bleu (de 6 à 7,6). Voici les résultats.

I. — GERARDMER. — Altitude : 660 mètres

Profondeur	28 Février 1929	3 Juillet 1929	19 Novembre 1929	9 Mai 1930
Surface	6,5	6,7	6,5	6,6
5 mètres	6,6	6,6	6,4	6,6
10 mètres	6,6	6,3	6,4	6,6
15 mètres	6,6	6,3	6,4	6,6
20 mètres	6,6	6,2	6,3	6,5
25 mètres	6,6	6,2	5,9	6,4
30 mètres	6,5	6,2	5,9	6,4
Fond (35,10).....	6,4	6,2	5,6	6,3

II. — LONGEMER. — Altitude : 736 mètres

Profondeur	26 Février 1929	23 Avril 1929	1er Juillet 1929	13 Novembre 1929
Surface	6,7	6,9	7,1	6,6
5 mètres	6,6	6,9	7	6,6
10 mètres	6,6	7	6,6	6,6
15 mètres	6,6	6,9	6,4	6,6
20 mètres	6,6	6,7	6,2	6,05
25 mètres	6,4	6,6	6,2	6
Fond (28,50).....	6	6,7	6,1	6

III. — RETOURNEMER. — Altitude : 778 mètres

Profondeur	15 Mars 1929	24 Avril 1929	2 Juillet 1929	11 Novembre 1929	28 Décembre 1931
Surface	6,3	6,8	6,7	6,5	6,7
5 mètres	6,1	6,7	6,5	6,4	6,5
10 mètres	6	6,7	6,5	6,5	—
Fonds (11 m.) ..	6	6,85	6,5	6,5	6,2

IV. — Lispach. — Altitude : 912 mètres

Profondeur	30 Mai 1931	7 Juillet 1931	7 Octobre 1931	30 Décembre 1931
Surface	6,5	6	5,8	6,2
5 mètres	5,7	5,4	5,4	5,3
Fond (10 m.)	5,5	5,8	5,6	5,4

Ce sont des nappes d'eau acide, plus ou moins dystrophes.

Holopedium gibberum est abondant dans les trois premiers. On ne le rencontre pas à Lispach, lac de tourbière plus acide que les autres.

Le pH des eaux de surface comporte au cours de l'année des oscillations d'une certaine régularité. Il s'abaisse en automne et en hiver, se relève au printemps et en été.

Les fortes acidités des saisons froides sont conditionnées par des abaissements de températures, une plus grande richesse en oxygène et *surtout en CO^2 dissous*. De plus hautes températures, moins d'oxygène *et de CO^2* accompagnent les acidités plus faibles (1).

Dans les deux lacs les plus élevés, Retournemer et Lispach, le maximum est au printemps ; le minimum en automne. Si le décalage du maximum de l'été au printemps est difficilement explicable, il faut chercher, je crois, l'interprétation de la plus grande acidité automnale dans l'abondance des pluiés qui lavent un sol superficiel presque complètement couvert de forêts résineuses, et par conséquent riche en acides humiques.

Albert HUGUES
Saint-Geniès-de-Malgoirès (Gard)

SUR LA RÉPARTITION ET LA RÉGRESSION DE *BUTHUS EUROPAEUS* (L.)

(RÉSUMÉ)

Il faut préciser ici qu'il s'agit bien, dans les Garrigues nîmoises, du *Buthus europaeus*, ou Scorpion blanc, et non de l'*Euscorpius flavicaudis* (de Geer), ou Scorpion brun, qui ne s'éloigne guère des habitations humaines, et vit presque en commensal de l'homme.

---

(1) Skadowsky (S. N.). Uber die aktuelle Reaktion der Süsswasserbecken und ihre biologische Bedeutung. *Verhandl. d. intern. Vereinig. f. theor. u. angew. Limnol.*, III, p. 109, 1926.

Lönnerblad (G.). Zur Kenntnis der Chemie einiger Humusseen. *Arch. f. Hydrob.*, XXII, p. 355, 1930.

L'habitat du Scorpion languedocien a été décrit, en 1891, par Lombard-Dumas, d'une manière très exacte : « Il habite les pentes inclinées au midi, dans les clairières, dans les parties dénudées de nos bois de chênes verts, et s'établit sur les pierres plates, mais assez solidement assises, évitant ainsi de se laisser écraser par sa propre demeure, si quelque choc fortuit, comme le passage d'un troupeau, venait à l'ébranler.

Il a des habitudes nocturnes, et se rencontre volontiers sur les versants exposés à l'ouest, à l'abri des vents du nord. Les grands froids hivernaux tuent quelques individus insuffisamment abrités sous des pierres trop minces, mais l'espèce subsiste.

Ce Scorpion était fort répandu jadis. Il était connu sous le nom de Scorpion de Souvignargues, du nom du village où on le récoltait au XVI^e^ siècle, pour fournir les apothicaires du voisinage, car la pharmacopée de l'époque utilisait abondamment l'*huile de scorpions* simple ou composée.

Le Scorpion figure dans les armoiries de Souvignargues, qui porte : de sinople, à la tour naturelle supportée par deux scorpions de gueules.

La régression de l'espèce, pressentie par les auteurs récents, est indéniable. Le Scorpion blanc a disparu de la montagne de Cette, où il était cité au début du XIX^e^ siècle.

Nous pensons pouvoir attribuer la disparition progressive de l'espèce à l'extension du Chêne Kermès et du Chêne vert, qu'on arrache moins qu'autrefois (Chauffage au charbon substitué au chauffage au bois). L'arrachage des touffes de ces Chênes produisait en abondance les *lauzes*, formant les toits des Scorpions.

L. JOLEAUD

ÉTUDES DE GÉOGRAPHIE ZOOLOGIQUE SUR LA BERBÉRIE

Les Ruminants

VI. — *Les Ovins et les Caprins*

La classification la plus récente des Cavicornes divise cette famille en deux grands groupes, les Egodontes et les Boodontes : les premiers sont représentés en Berbérie par les genres *Gazella*, *Ovis*, *Ammotragus* et *Capra*. Les Gazelles et les Mouflons ont été étudiés par moi, au point de vue biogéographique, les premiers, en 1929, dans le Bulletin de la Société Zoologique de France, les seconds, en 1927, dans les

Comptes rendus de la Société de Biogéographie. Les Ovins et les Caprins seront brièvement examinés à leur tour ci-après.

Les Ovins. — Des restes de Moutons fossiles se rencontrent en de nombreux gisements quaternaires nord-africains, dont le plus ancien est celui du Paléolithique ancien (Chelléen) de Palikao, près de Mascara en Oranie : ces os ont été comparés par A. Pomel à *Oris aries africana* Sanson, sous-espèce qui forme le fond des troupeaux actuels du Maroc et de l'Algérie (Mouton berbère). Ce type d'Ovidé était largement répandu en Berbérie au Paléolithique récent et au Mésolithique (Capsien, Ibéromaurusien), depuis le Maroc atlantique (Aïn Rahman, près de Casablança), jusqu'au Sud tunisien (Redeyef, dans la région de Gafsa). Tous les auteurs s'accordent sur la détermination de ces ossements, depuis A. Pomel jusqu'à M. Solignac, A. S. Romer, C. Arambourg. Enfin, au Néolithique, la présence du Mouton est indiscutable en de nombreuses stations de la Berbérie, particulièrement aux environs d'Oran, d'Alger, de Bougie et de Constantine.

S'il est logique de penser que les Moutons néolithiques d'Algérie étaient des animaux domestiques, il est inadmissible, par contre, d'envisager les Ovins paléolithiques comme des bêtes privées. Ainsi donc, au Chelléen, au Moustérien et au Capsien, la Berbérie était habitée par un *Ovis aries* sauvage, proche parent sans doute du Mouflon, qui subsiste encore à l'époque actuelle en Corse, en Sardaigne, mais qui sans doute jadis peuplait les Baléares, l'Ibérie, l'Italie et les Balkans.

Les Béliers des gravures rupestres néolithiques de l'Atlas présaharien orano-marocain révèlent un autre type de Mouton, intermédiaire entre les Ovins et les Caprins, par conséquent très archaïque, répandu aujourd'hui du Sud du Maroc (Mogador) et du Fezzan, au Sénégal, au Niger, à la Guinée et au Togo. Cet *Ovis aries longipes* Fitzinger (=*O. a. sodonica* Sanson), qui présentait au temps des gravures rupestres les mêmes variations de race qu'aujourd'hui sur les bords du Niger, rappelle le Mouton de Mendès *Ovis aries longipes palaeoegyptius* Gaillard, dont il diffère par ses cornes très brèves. Maintenant encore d'ailleurs se voient, persistant côte à côte sur les rives du Niger, des Moutons à cornes très courtes, infléchies en avant et en bas, et des Moutons à cornes très longues, enroulées en spirale à axe horizontal, les uns et les autres présentant en commun nombre de caractères caprins, tels que pendeloques, etc.

Le Mouton de Mendès ou de l'Egypte memphitique vivait d'ailleurs déjà dans la vallée du Nil à l'époque de l'Enéolithique protohistorique, d'où nous le connaissons par ses ossements du kjökkenmödding de Toukh (Haute Egypte), puis par son image sur la plaque de schiste du Musée de Gizeh et sur un vase d'Abydos conservé au British Museum. Les monuments rupestres nous font voir ce même Mouton : 1° à In Ezzan (peintures d'une grotte située au Sud-Est du Tassili des

Azdjer, envisagées par P. Durand et L. Lavauden comme représentant un Mouflon à manchettes, mais attribuées déjà par H. Breuil au Mouton de l'ancienne Egypte, qui n'est pas un descendant d'*Ammotragus lervia*) ; 2° au kef Tassenga (près d'El Aria, aux environs de Constantine), selon la remarque de M. Solignac.

Ainsi les Moutons d'Afrique sont certainement anciens, puisque, au Néolithique et à l'Enéolithique, ils correspondent déjà à la spécialisation de plusieurs sous-races. Ils se présentent d'ailleurs comme fort archaïques par leur morphologie, intermédiaire, dans une certaine mesure, entre celle des Ovins et celle des Caprins. Au point de vue paléontologique, nous constatons, d'après les données fournies par les fossiles d'Europe, qu'à la fin du Quaternaire ancien, au Cromerien, les genres Moutons et Chèvres venaient à peine de s'individualiser, ainsi que l'indique la physionomie générale de *Caprovis Savini* Newton du Forest bed de Norfork.

Une forme géante remontant à ce stade, où *Ovis* et *Capra* n'étaient pas encore franchement séparés, vient d'ailleurs d'être décrite d'Afrique. *Pelorovis oldowayensis* Reck, du Quaternaire ancien d'Oldoway (Tanganyika) avait la taille d'un Buffle, un os frontal très pneumatique, des cornes à noyau osseux de 1 m. 12 de long, recourbées en arrière extérieurement, puis en bas vers d'avant. Comme *Ovis longipes* ou *Ammotragus, lervia, Pelovoris oldowayensis* est un Ovicapridé africain plus voisin des Moutons que des Chèvres.

Tout cet ensemble de données nous révèle que, si les traits spéciaux des Ovins et des Caprins se sont bien disjoints les uns des autres au Quaternaire ancien, le groupe à cachet synthétique Caprovin était déjà alors très évolué, au moins en Afrique, puisqu'il y comptait une forme géante. Ainsi l'examen du *Pelorovis* de l'Afrique orientale, comme celui du Mouton saharo-soudanais ou celui du Mouflon à manchettes nord-africain, concordent pour nous inciter à voir dans le continent noir la patrie d'origine des Ovicapridés.

Les Caprins. — Des restes de Chèvres figurent aussi parmi les ossements fossiles des stations lithiques d'Algérie, notamment du Paléolithique récent ou du Mésolithique de la grotte du Grand Rocher et de l'abri du boulevard Bru à Alger : A. Pomel en a fait le type de sa *Capra promaza*, qui ne diffère pas réellement de *Capra hircus*. Les os de Chèvres abondent enfin dans les stations néolithiques nord-africaines.

A l'époque actuelle, il n'y a pas de Chèvres sauvages en Berbérie. Il y en a eu dans l'île de la Galite, jusque vers 1905 : le troupeau, détruit lors de la construction du phare du Galiton, représentait, selon L. Lavauden, une forme spéciale du genre, forme très voisine de *Capra aegagrus dorcas* Reichenow des îles Ioniennes. Je ne connais guère de renseignements précis sur ces Chèvres de la Galite, en dehors de ceux

donnés par le lieutenant de Galbert ; un exemplaire captif, vu par cet officier, avait une taille plus petite, des attaches plus fines et des cornes plus rejetées en arrière que les sujets domestiques : sa toison était fauve, sans aucune tache.

Cl. Gaillard s'est depuis longtemps élevé contre la conception de l'origine asiatique de certains animaux domestiques, conception de naturalistes hypnotisés par le mirage oriental, notamment en ce qui concerne la Chèvre domestique de la vieille Egypte. En effet, les annales pharaoniques nous apprennent, par exemple, selon un récit de voyage aux pays des Ouaoua-it et des Arit-it, dans la vallée du Nil, entre la première et la deuxième cataractes, que les Egyptiens ramenèrent alors de ces contrées un troupeau de Chèvres (*Capra hircus mambrinus* L.) nommées *Ouanoudou*. Les ossements de cette forme de Caprin figurent d'ailleurs parmi les restes trouvés dans le kjökkenmödding énéolithique de Toukh (Haute Egypte). Aussi notre confrère de Lyon conclue-t-il de ses recherches que l'origine nord-africaine de la Chèvre mambrine de l'Ancien Empire égyptien est indiscutable.

S'il n'y a plus d'Ovin sauvage en Afrique, il y a par contre deux Caprins, le Beden (*Ibex nubiana* F. Cuv. et l'Ouali (*I. Wali* Ruppel), ce dernier propre à l'Abyssinie ; le premier répandu en Haute Egypte et en Nubie, compte, outre le type, deux sous-espèces, *I. n. sinaitica* du Sinaï et sans doute de la Palestine, puis *I. n. Megesi* de l'Arabie méridionale. La limite ouest de l'aire de dispersion du Beden n'a pas été définie avec précision à ma connaissance : toutefois elle ne semble pas atteindre le territoire de l'Afrique équatoriale française. C'est donc à tort que ce Bouquetin est indiqué par R. Lydekker du Maroc et de la Sénégambie. Son image n'est pas rare sur les gravures rupestres d'Assouan (Haute Egypte), de Zolat Hammad et de Gelti Oum Tasaouir, à la limite du Kordofan et du Dongola (Soudan égyptien) ; peut-être existe-t-elle aussi au djebel Ouenat (Libye égyptienne) : mais je ne pense pas qu'elle figure réellement sur des rochers situés plus à l'Ouest dans le Sahara.

La Chèvre de Nubie (*C. h. mambrinus*), qui se retrouve à l'état pur dans les oasis du Sud constantinois (Tougourt, Souf), est morphologiquement tout à fait voisine du Mouton saharien (*O. a. longipes*) : ces deux races, qui forment un ensemble de transition indiscutable des Caprins aux Ovins, témoignent donc, avec *Ammotragus lervia* et *Pelorovis oldowayensis*, de la localisation en Afrique, des contrées où se sont différenciés les principaux types d'Ovicapridés.

D'une façon plus générale même, le grand groupe des Egodontes semble d'origine africaine. Parmi ses cinq familles, celle des Néotragidés, remarquable par son facies archaïque, est exclusivement africaine (genres *Neotragus*, *Oreotragus*, *Raphiceras*, *Modoqua*, *Ourebia*) ; la famille des Gazellidés offre, comme genre le plus archaïque par ses

caractère, *Lithocranius*, qui est également africain. Enfin la famille des Ovicapridés elle-même débute paléontologiquement avec le genre *Oioceros* Gaillard du Pontien de Grèce et de Perse, milieu fossile dont la faune possède une physionomie africaine bien connue.

M. JOUBERT

Inspecteur principal des Eaux et Forêts, à Nîmes (Gard)

L'ACTION DES CIVILISATIONS PRIMITIVES SUR LA COMPOSITION DES FORMATIONS FORESTIÈRES

Les peuplements humains des zones tropicales et sub-tropicales humides ont été en général à la fois moins denses et beaucoup moins évolués que ceux des zones tempérées chaudes à climat sec. La forêt n'y a pas été aux prises avec les actions formidables anthropo-zooïques qui ont amené sa déchéance ou sa disparition dans ces dernières contrées. Elle y a au contraire subsisté en grande partie dans son emprise primitive total, mais sa consistance et surtout sa composition se sont modifiées sur de vastes étendues (1).

La raison en est que ces civilisations, encore frustes, ou même très frustes, ont, pour subsister, exploité *systématiquement l'ambiance* constituée par la forêt d'origine ; en particulier elles ont exploité et détruit progressivement le sol évolué ; profond, meuble, riche en protéines et sels assimilables. Cette exploitation est réalisée par un *nomadisme agricole* qui est partout typiquement le même. Ces peuplements humains ont ainsi, et assez rapidement, sur de vastes surfaces transformé à la fois le sol et sa couverture vivante. Ces deux éléments sont l'un et l'autre *entièrement* différents de ce qu'ils étaient dans le passé.

Sans doute aujourd'hui de telles conditions de vie ont disparu, disparaissent ou vont disparaître sous l'effet de la civilisation. Elles n'en ont pas moins fixé la biogéographie végétale et animale d'une surface importante du globe, et il n'est pas inutile, à l'heure actuelle et pendant qu'il en est temps, d'étudier le *mécanisme* et le *résultat* de ces transformations.

*
* *

Dans la chaîne annamitique : les Moïs, au Laos ; au Tonkin, les Muons, les Mans, les Thos, sont constitués de tout ancienneté en clans qui cultivent le maïs et le riz de montagne, le tabac et autres plantes

---

(1) La forêt équatoriale, celle de Bornéo, des Congos, des Amazones (la Regenwal des Allemands) est dans une situation différente.

(2) Urwald des Allemands.

vivrières dans les enclaves établies, soit au cœur de la forêt primitive, ou de la forêt secondaire déjà reconstituée, soit sur les bordures de celles-ci.

Là ils abattent tout ce qui leur est possible d'abattre avec leurs instruments primitifs et une fois sec, incinèrent. Restent debout nombre de fûts. Dans la clairière ainsi ouverte le clan s'installe, soit dans des demeures à terre, soit le plus souvent dans des huttes sur pilotis ; il y établit ses cultures annuelles et se déplace ensuite pour recommencer ailleurs.

Les Moïs n'ont pas de bétail, sont chasseurs et occupent l'intérieur de la forêt. Les Muons, les Mans, les Thos élèvent du bétail et attaquent surtout les lisières. Le feu par le découvert qu'il constitue garantit le bétail contre les attaques des fauves. Si le feu ne parcourt pas la forêt primitive, il n'en grignote pas moins les lisières et ici gagne souvent et largement dans ces formations secondaires qui ont déjà succédé à la forêt primitive. A l'arrière, la forêt secondaire ne se reconstitue plus, c'est l'emprise des hautes graminées qui gagne (souvent le bambou ou la savane à *Imperata cylindrica* : hautes graminées remplacées elles-mêmes après d'autres incinérations par des graminées plus basses). Si un repos est accordé, on voit apparaître, au Tonkin au moins, une sorte de framboisier, stade de reconstitution déjà moins inflammable et qui permettrait éventuellement la réinstallation de la forêt secondaire.

Cette méthode, le Rays en Indochine, se retrouve dans les mêmes conditions au Siam et dans les Colonies anglaises voisines, sous le nom de Rab en Birmanie, sous d'autres noms suivant les régions. C'est le Chena à Ceylan, le Shum au Bengale.

Dans toute l'Insulinde, aux Philippines, il ne paraît pas en être allé différemment. Telle y est l'origine des vastes savanes à *Imperata Kœnigii* dans les îles de la Sonde à *Imperata arundinacea* en Alang ; des savanes « cogonales » aux Philippines.

*
* *

A Madagascar, même méthode. Ici l'abatis suivi du feu se nomme le Tavy. Comme en Indochine, si la forêt primitive, sur pied, ne brûle pas, l'abatis, au bout de deux mois de saison sèche, brûle à merveille. Ici encore les populations laissent sur pied les gros arbres qui ne sont pas abattus, mais qui sont ceinturés et meurent sur pied.

Les cultures intercalaires sont encore le riz, qui est la culture essentielle du Malgache, originaire de la Mélanésie et qui a émigré à travers l'Océan Indien. Il cultive aussi des haricots et le tabac. Perrier de la Bathie fixe la durée de telles cultures à une année seulement. Lavauden a pu constater que la richesse du sol permettait en certains points deux récoltes annuelles, trois quelquefois.

La périodicité n'existe pas ici, à vue humaine au moins ; la culture indigène ne se réinstalle jamais au même lieu. Le Tavy a toujours lieu en forêt primitive. On voit ainsi quelles surfaces importantes en sont affectées. En 1921, Perrier de la Bathie estimait qu'en 20 ans, les Sakovas avaient par cette méthode détruit quatre millions d'hectares de forêts primitives, soit 200.000 hectares par an. Il semble qu'actuellement ces chiffres doivent être réduits de moitié.

Comme pour les Moïs, de ce nomadisme agricole en forêt primitive est exclu tout bétail. Le bétail se retrouve sous forme de bovidés dans l'Ouest et le Sud-Ouest de la Grande-Ile : bétail d'origine africaine, sans doute ; il est élevé sur des prairies-steppes très maigres, en des régions où la forêt a disparu depuis longtemps.

Sous le régime combiné du feu et du Tavy, la forêt primitive malgache si riche, composée d'une flore si intéressante et qui abrite une faune si originale, est en voie d'évanouissement rapide.

En Afrique Occidentale, pour en être moins caractéristique, le phénomène reste le même. La séparation est moins nette entre les groupes humains, à modes de vie différents. Ils sont fréquemment établis dans les formations déjà mixtes, forêt et savane et y vivent de la culture déplacée périodiquement et aidée de l'élevage. La mise à feu y est la règle. Mais se retrouvent aussi les groupes qui exploitent exclusivement l'humus de la forêt dense par transport constant de cultures temporaires. Le même principe du déplacement des cultures utilisant rapidement le sol humifère de la forêt défrichée se constate régulièrement ; c'est le « Bantou » en Guinée et en Côte d'Ivoire par exemple.

*
* *

Pour être complète, cette étude doit envisager aussi les zones tropicales du Nouveau Monde. La règle s'y retrouve et particulièrement nette.

La conquête espagnole en ces zones (en fait l'isthme de Panama, l'Amérique Centrale et le Sud du Mexique) ne rencontra que des vestiges de civilisations déjà très rétrogradées. Elle s'empressa d'ailleurs d'en détruire le peu qui en subsistait. Mais les travaux récents des archéologues ont établi que cette région fut le foyer de peuplements humains denses et très évolués, les groupes Mayas-Quichés, groupes qui par irradiation le long des côtes du Pacifique ont sans doute commandé au développement des civilisations andines pré-colombiennes.

Les Mayas-Quichés ont évolué et se sont développés ainsi dans ce milieu forestier exhubérant de l'Amérique Centrale, *et ont vécu de son exploitation*. Ils ne connaissaient pas l'élevage de l'herbivore et les caractéristiques essentielles de leur existence tiennent à deux traits.

a) La culture du maïs par l'exploitation collective du sol ;

b) Le déplacement périodique des espèces cultivées dans la forêt primitive, après destruction par le feu de celle-ci.

Les Mayas habitaient dans des villes permanentes, et à la suite de leurs déplacements, les cultures finissaient par se trouver loin des centres, quelquefois à 80 km.; cet éloignement obligeait à la longue au déplacement même des centres et marquait ainsi le nomadisme agricole de populations à organisation sociale très complète et qui ont laissé des vestiges importants. Dans le Sud du Mexique, au Yucatan, cette méthode de culture était le « Milpa ». A l'heure actuelle, au Guatemala, les dernières tribus des Indiens Kekchi pratiquent encore ce nomadisme agricole. Des traces de méthodes analogues se retrouvent dans les grandes îles du Golfe du Mexique, sous le nom de « conuco », par exemple aux Antilles.

Il semble aussi que les tribus autochtones de l'Australie des Moussons, incinéraient et déplaçaient fréquemment leurs camps.

*
* *

Deux conséquences ont marqué très largement et très profondément la géographie de telles contrées : la première sur le sol ; la deuxième sur les formations végétales et animales. Ces conséquences réagissent mutuellement d'ailleurs l'une sur l'autre.

Pour le sol, c'est la tendance à la *latérisation*. Chacun connaît l'étendue de ces sols relativement stériles qui couvrent de vastes espaces en Indochine, à Madagascar. Ils apparaissent en d'autres pays en formations importantes. En Chaouia marocaine par exemple. Le sol de la forêt primitive était un sol très évolué, mais les climats à haute température et à humidité suffisante activent rapidement la destruction de l'humus. Or celui-ci fournit les *colloïdes qui retiennent les sels solubles*.

Les sols *évolués*, humifères ne *peuvent se maintenir* avec leur caractère propre que sous un couvert épais. Hors ce couvert, en de tels climats, ils se transforment, ils régressent. En plaine, la surface perd avec son humus et ses colloïdes les sels de chaux, de potasse, de magnésie et laisse finalement une croûte à hydrates d'aluminium peu hygroscopique, pauvre, dense, peu perméable, de coloration rouge ou brune, qui est la latérite. Ce nouveau sol a perdu sa vocation forestière et est devenu de *vocation steppique*. Il n'y a pas de croûte latéritique dans la forêt primitive tropicale. Mais cette croûte se constitue rapidement dès que cette forêt disparaît. En montagne, sur les pentes, il y a lessivage, décapage et entraînement de matériaux. Le sol tend à devenir *squelettique*.

*
* *

Les formations forestières évoluent sous les actions étudiées vers une constitution de plus en plus lâche en densité, en direction de formes

mixtes à savanc. Elles évoluent aussi en composition. Celle-ci, très différente de la composition primitive, très simplifiée, est constituée par des éléments arborescents que nous avons proposé d'appeler *essences de stades régressifs*. Leur biologie est très différente de celle des essences de la forêt primitive.

C'est ainsi qu'en Annam, au Tonkin, se sont installés les pins : *Pinus Khasya, Pinus Massoniana.* Plus bas, au Cambodge, s'installe un autre pin, entre le Mékong et les lacs : *P. Merkusii,* celui-ci se trouve abondant jusqu'à Sumatra, et pour les mêmes causes aux Philippines où il se double de *P. insularis.*

Il semble également que les chênes sont favorisés. Il s'agit de chênes sclérophylles. Les espèces en sont nombreuses et avons-nous montré ailleurs, probablement constituées par des types biologiques différents.

Plus bas, à mesure que le pin cesse d'être climatiquement possible, un autre groupe d'essences vient remplir le rôle nécessaire. Ici en Extrême Orient, en Insulinde, aux Philippines et en correspondance *biologique* très curieuse avec les pins, ce sont les *Dipterocarpées* (1). En Insulinde viennent les doubler, semble-t-il, dans ce rôle, les *Casuarinées.* Et ainsi se fixe pour nous cette nécessité d'en appeler pour de telles études à la notion de *parenté biologique*, indépendante de la parenté botanique, notion dont nous avons réclamé la prise en considération.

A Madagascar, il n'y a pas de pins, pas de chênes, pas de Diptorocarpées. Les correspondants biologiques existent cependant. Avant la steppe à Pteris Aquilina ou le maquis à Philippia ou encore avant la prairie à Aristida (2) prennent place une série d'arbres appartenant aux genres *Ravenala, Haronga, Pslada, Macaranga* et *Dombeya* (3). Mais encore ici « la flore reste relativement pauvre » (4) et contrairement à la forêt primitive, ces formations forestières sont extrêmement sensibles au feu (5). Le Ravenala (arbre du voyageur) paraît résister aisément au passage du feu et a acquis une adaptation spéciale.

Même phénomène également en Afrique Occidentale, mais nous n'avons pas le relevé des éléments sociologiques constitutifs. Il semble également ici que certaines essences de formations forestières très ouvertes se sont relativement adaptées au feu, tout comme est adapté au feu aussi le chêne-liège en Afrique Mineure.

Il en est exactement de même en Amérique Centrale. Tous les sols ruinés par les civilisations Mayas-Quichés ont vu disparaître la forêt primitive pour laisser place à des formations claires, broussailleuses

(1) DUCAMP.
(2) LAVAUDEN.
(3) LAVAUDEN.
(4) LAVAUDEN.
(5) LAVAUDEN.

entrecoupées de vides et peuplées, soit de pins, soit de chênes à feuilles persistantes. Pour ces derniers dont certains restent de grande taille, il s'agit peut-être surtout de *Pasania*, forme biologique spéciale. En ce qui concerne les pins, *Pinus occidentalis* descend ainsi jusqu'à Panama pendant que *P. Cubensis* occupe les îles du Golfe du Mexique.

Il se pourrait que les Eucalyptus en Australie aient été favorisés par de telles raisons.

Nous signalons, sans insister, que ces diverses cultures sont précisément constituées par des plantes à grand rendement, mais épuisantes qui demandent un sol très riche, meuble, azoté.

La faune est aussi très largement modifiée ; elle se transforme en s'appauvrissant, tout comme la flore, en genres et en espèces.

*
* *

Ainsi, à travers tout le grand cercle, la loi reste immuable. A une exploitation du sol évolué primitif succède un sol de moins en moins riche, perdant sa vocation forestière et passant à une vocation steppique. Les formations forestières nouvelles de stade régressif y sont claires et très sensibles au feu. Elles sont constituées par des groupes d'essences relativement pauvres en individus, mais très plastiques, à dissémination très aisée, se rattachant à des groupes botaniques quelconques mais étroitement apparentés biologiquement. Nous les avons appelées *essences de stade régressif*. Et dans les domaines floraux qui leur appartiennent, *les pins en forment toujours la base principale.*

A la lumière de telles observations s'affirme nettement l'existence de lois générales et permanentes dont l'étude doit former l'objet de la *Science forestière* (1), science qu'il est nécessaire de dégager des simples et insuffisantes techniques sylvicoles.

Cette science nous apprend déjà ainsi que les sylviculteurs font peut-être quelquefois fausse route en voulant installer, propager, maintenir ou consolider, sous prétexte de production maximum en bois, des formations forestières *biologiquement* destinées au feu.

Et dans ces recherches apparaît aussi pour le « forestier » la nécessité de s'étayer fortement sur une collaboration étroite avec le biogéographe.

(1) Voir notre étude « Science forestière et sylviculture ». *Revue des Eaux et Forêts*, mars 1931.

R. de LITARDIÈRE
Professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble

CONTRIBUTIONS A L'ÉTUDE BIOGÉOGRAPHIQUE DE QUELQUES GRAMINÉES DE L'ÉLÉMENT ORIENTAL DANS LES ALPES DE SAVOIE ET DU DAUPHINÉ

(RÉSUMÉ)

Des colonies importantes de plantes sarmatiques existent dans plusieurs régions à climat très sec des Alpes de Savoie et du Dauphiné. L'auteur étudie la distribution géographique de l'écologie de quelques Graminées possédant leur limite W. dans nos Alpes ou n'offrant plus qu'un petit nombre de postes avancés égrainés dans le domaine atlantique et dans la région méditerranéenne occidentale (*Poa concinna*, *Festuca ovina*, var. *valeriaca* et var. *Yarachenksi*). Il signale en particulier la présence encore inédite du *Festuca ovina* var. *valeriaca* dans la vallée de la Romanche, aux environs du Frenez d'Oisans.

Dr Jacques PELLEGRIN
Sous-Directeur du Laboratoire d'Ichtyologie, au Muséum national d'histoire naturelle de Paris

UN POISSON RARE POUR LA FAUNE FRANÇAISE LE CUBICEPS GRÊLE

Le Cubiceps grêle (*Cubiceps gracillis* Lowe), de la famille des Nomeidés est un Poisson pélagique fort rare, décrit d'abord de Madère, en 1843, par Lowe. Il a été retrouvé depuis aux Açores et en Méditerranée à Messine, à Nice et à Cette. Collett mentionne aussi 2 individus retirés de l'estomac d'un Germon, pris au large du Cap Finisterre, au nord-ouest de l'Espagne.

En ce qui concerne nos côtes, l'espèce n'avait pas encore été signalée, à ma connaissance, sur le littoral atlantique.

M. Paul Arné, délégué de l'Office des Pêches, a remis au Muséum de Paris un spécimen rejeté encore vivant sur la plage de Guéthary (Basses-Pyrénées), le 15 janvier 1933. Il s'agit d'un sujet d'assez petite taille, mesurant $135+30=165$ millimètres de longueur totale. Il n'y a pas trace chez celui-ci des barbillons indiqués par Doumet et qu'E. Moreau mentionne également. La pectorale fait 1 fois 1/3 la longueur de la tête, la ventrale les 2/5. Les nombres sont les suivants :

Dorsales : X—I 23 ; Anale : III 20 ; Pectorale : 22 ; Ventrale : I 5. On compte 60 écailles en ligne longitudinale. $\frac{4\ 1/2}{15\ 1/2}$ en ligne transversale.

Il est intéressant d'apeler l'attention sur la capture au fond du golfe de Gascogne de cette espèce peu commune, distincte d'après Regan et Barnard du *Cubiceps capensis* Smith, forme du sud de l'Atlantique, connue par un unique exemplaire, mesurant un peu plus d'un mètre de longueur.

J. PELOSSE

Chargé de cours à la Faculté des Sciences de Lyon

SUR LES *COPÉPODES HARPACTICIDES* DE LA RÉGION DU BOURGET ET DE CHAMBÉRY

La région comprenant la plaine qui s'étend du Lac du Bourget à Chambéry, et la partie montagneuse qui encercle de plus ou moins près cette dernière ville, — en particulier les contreforts N du massif de la Chartreuse et le S du massif des Bauges, — offrent une faune de Copépodes, en particulier d'Harpactides, assez variée, et intéressante par les affinités faunistiques qu'elle présente. La variété de cette faune provient d'une part de ce que les conditions de vie rencontrées sont assez diverses, et, d'autre part aussi de ce que la région qui nous occupe, étant en bordure des Alpes, présente avec ces dernières des espèces communes, qui descendent alors à des altitudes remarquablement basses.

Je n'insisterai pas sur la présence dans toute la région d'espèces plus ou moins ubiquistes. que l'on rencontre ici un peu partout :

Canthocamptus staphylinus Jurine.

Bryocamptus minutus Claus, particulièrement abondant en certains points des marais du Bourget (230 m.).

» *Zchokkei*, s. str. Schmeil, dans la région montagneuse.

» *pygmœus* Sars, un peu partout.

Attheyella crassa Sars, dans les marais du Bourget, dans les Bauges.

Moraria brevipes Sars (*Ophiocamptus* ou *Moraria Sarsi*), que j'ai signalé pour la première fois en France, commune dans la plupart des marais de la plaine et en montagne.

Plus intéressantes sont les espèces suivantes, qui sont ou relativement rares, ou dont la répartition géographique peut donner lieu à des remarques spéciales :

Paracamptus Schmeili Mrazek (*Canth. Schmeili* Mrazek var. *hamata* Schmeil), assez fréquent dans la région des Alpes,

commun au lac du Bourget comme espèce de fond, se rencontre ici dans les marais du Bourget (230 m.), en certains points assez localisés des Bauges (Saint-Jean d'Arvay (500 m.), les Déserts (1.000-1.100 m.), et, en bas de la Cascade de Coux (350 m.).

Bryocamptus Wejdo/skyi Mrazek, espèce de marais, localisée dans la région aux marais du Bourget, et aux marais tourbeux entourant les lacs de Saint-Jean-le-Chevelu (350 m. environ).

Les *Arcticocamptus* sont représentés ici par deux espèces, dont la première au moins se trouve ici d'une façon assez inattendue :

Arlicocamptus cuspidatus var. *Ekmani Kessler*, espèce assez commune dans les Alpes de Tarentaise et de Maurienne, à des altitudes rarement inférieures à 2.000 m., se retrouve dans 2 sources à Saint-Jean-d'Arvay (Bauges, 500 m.), où il paraît être, jusqu'à preuve du contraire, dans des stations tout à fait isolées. Jusqu'à cette rencontre, cette espèce arctico-alpine paraissait devoir être considérée comme confinée, du moins en Savoie, aux hautes altitudes.

Arlicocamptus rhœticus Schmeil, très alpin aussi comme le précédent, en ce sens qu'il est très commun dans les Alpes de Savoie, où il atteint de hautes altitudes (près de 2.800 m.), descend cependant normalement plus bas. Dans la région de Chambéry, il se trouve en des points d'altitude particulièrement basse : lac du Bourget, où il est très rare, littoral ; dans les Bauges, sur le flanc du mont Margériaz (vers 1.600 m.), rare aussi ; en bas de la cascade de Coux.

Echinocamptus (*Limnocamptus*) *luenensis* Schmeil (*Canth. echinatus luenensis*) est beaucoup plus fréquent que Paracamptus Schmeili en haute montagne, et comme lui se rencontre communément sur le fond du lac du Bourget. Se rencontre aussi en plusieurs points des Bauges (région du col de Plimpalais (1100 m.) et du Revard (vers 1300 m.), et en quelques points des marais du Bourget.

Moraria Schmeili van Douwe, espèce plutôt rare, arctico-alpine, que j'ai d'abord rencontrée dans les marais entourant les lacs de Saint-Jean-le-Chevelu, se retrouve assez abondamment dans les marais du Bourget.

Brehimiella northumbrica Brady var. *trisetosa* Chappuis, se rencontre dans les marais du Bourget en petite quantité. Il est

intéressant de rencontrer ici cette var. relativement méridionale d'une espèce plutôt du nord (Angleterre).

Comme nous le voyons, il semble que la région de Chambéry soit au point de vue des Harpacticides, un lieu de contact entre les représentants de 2 faunes : une faune arctico-alpine, représentée par *Arctico-camptus cuspidatus Ekmani*, *A. rhœticus*, *Ech. luenensis*, *Moraria Schmeili*, — et une faune relativement méridionale, représentée par *Br. northumbrica trisetosa* et les autres espèces, comme *Br. pygmœus* qui vont loin vers le sud.

A remarquer aussi que certaines espèces alpines rencontrées ici se retrouvent aussi dans la Forêt Noire (telles sont : *Arct. cuspidatus Ekmani*, *rhœticus*, *Ech. luenensis*), dont la faune semble plus alpine que l'altitude pourrait le laisser prévoir.

E. SOLLAUD

Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon

LA « PLANAIRE ALPINE », *CRENOBIA ALPINA* (DANA), DANS LE MASSIF DU PILAT

La répartition de la « Planaise alpine », *Crenobia alpina* (Dana), qui est nettement une forme sténotherme d'eau froide, à reproduction sexuée hivernale, montre des particularités qui préoccupent depuis longtemps les biogéographes. On sait que cette espèce, souvent qualifiée d' « *arctico-alpine* », et considérée comme une des « *reliques glaciaires* » les mieux caractérisées, a cependant été rencontrée à maintes reprises dans des stations éloignées à la fois des régions arctiques et des massifs montagneux, notamment en Allemagne et dans le N. et le N.-E. de la France.

Il est de toute évidence, pourtant, que l'on ne devra pas s'attendre à trouver la Planaire alpine en pays de plaines ou de basses montagnes dans toute l'étendue de son immense domaine, qui s'étend de Vladivostok à l'Atlas, et que c'est seulement à des altitudes suffisamment élevées qu'on aura chance de l'observer dans la partie la plus méridionale de son habitat. C'est ainsi qu'en France, elle n'a jamais été signalée à de basses altitudes dans le Bassin rhodanien ou dans le Bassin d'Aquitaine, ni même dans des régions plus septentrionales, mais à hivers doux, comme la Bretagne et la Normandie, soumises à l'influence océanique. Il est important de noter d'autre part qu'en Lorraine (environs de Nancy, de Bar-le-Duc), en Champagne (Nogent-sur-Seine), aux environs de Paris (Forêt de Marly), elle a été signalée seu-

lement dans des *sources froides à température constante*, correspondant aux points d'émergence de ruisseaux qui ont circulé souterrainement dans des masses calcaires fissurées, ou aux points d'affleurement de *nappes phréatiques*.

Ces dernières conditions sont rarement réalisées dans des régions montagneuses de roches cristallines imperméables, où, pour des latitudes semblables, ou peu différentes, la Planaire alpine ne pourra trouver qu'à des altitudes relativement élevées des eaux à température convenable. C'est ainsi que HUBAULT (1927) a fait remarquer que l'espèce, relativement abondante aux environs de Nancy (en pays calcaire), fait à peu près complètement défaut dans les Basses-Vosges gréseuses, pour réapparaître plus haut, dans les Hautes-Vosges granitiques. De même, tandis qu'on la trouve encore à des altitudes relativement basses dans la bordure jurassique sud-orientale du Bassin de Paris (Plateau de Langres, Côte-d'Or), elle semble disparaître lorsqu'on aborde le Massif Central, à l'intérieur duquel elle ne réapparaîtra qu'à de hautes altitudes.

Divers zoologistes ont été frappés, en effet, de l'extrême rareté de la Planaire alpine dans le *Massif Central* français, où on la considérait jusqu'à présent comme localisée dans quelques sources d'une région limitée des Monts Dore, près des plus hauts sommets de l'Auvergne, au-dessus de 1.600 m. Mon collègue, M. AVEL, qui l'a recherchée spécialement, avec la collaboration de Mme Avel, en des points variés du Massif Central, et à des altitudes très diverses, n'en a pas trouvé un seul exemplaire (*Bull. Soc. Zool.*, LVII, 1932). Parmi les régions énumérées, et signalées par lui comme ayant fourni des résultats purement négatifs, figure notamment le *Massif du Mont Pilat*, près de Saint-Etienne ; il est vrai que ses investigations n'avaient porté là qu'à des altitudes comprises entre 700 et 850 m., alors que le point culminant (crête de la Perdrix) atteint 1435 m.

Ayant été amené à faire quelques observations sur la faune des cours d'eau des environs de Saint-Etienne, j'ai noté l'absence complète de la Planaire alpine dans toutes les sources et tous les ruisseaux que j'ai eu l'occasion d'explorer, en particulier dans les hautes vallées du Furens et de ses affluents, entre 700 et 1050 m. Mais, *au-dessus de* 1150 *m. environ*, j'ai trouvé *Crenobia alpina*, tant sur le versant septentrional que sur le versant méridional du massif granitique du Pilat, *dans presque toutes les sources* et dans un grand nombre des ruisselets où je l'ai cherchée, en particulier dans les sources du Gier (vers 1300 m.) et de ses affluents, dans les sources (1.150 à 1.200 m.) de plusieurs ruisseaux de la région des « Grands-Bois » (prolongement S.-W. du Pilat) qui s'écoulent vers la vallée de la Déôme, etc. Les températures de ces sources, au début de l'été de 1933, étaient comprises entre 5°7 et 6°5 environ. Dans les *sapinières*, qui atténuent considéra-

blement les variations de la température au niveau du sol, *Crenobia alpina* a plusieurs fois été rencontrée non seulement à la source même, mais à quelques centaines de mètres en aval, dans des eaux d'une température de 9° à 10°. Dans certaines sources, l'espèce est relativement abondante, des amas de plusieurs dizaines d'individus pouvant s'observer sous un même caillou.

Je crois pouvoir conclure de ces observations que *Crenobia alpina* est probablement moins rare en Auvergne qu'on ne l'admettait jusqu'à présent, et qu'on aura toutes chances de la retrouver en d'autres stations si on la cherche de préférence dans des montagnes boisées, où a persisté, comme dans la région du Pilat, un revêtement dense et étendu de forêts de sapins. Il n'en reste pas moins que cette Planaire ne semble pas exister, dans notre Massif Central cristallin, à des altitudes inférieures à un millier de mètres.

Il y a là un contraste assez frappant avec une région que je connais particulièrement, le Jura méridional, où je vois la Planaire alpine pulluler dans toutes les sources dès 700 m. environ, et où il n'est pas rare de la voir, en populations très denses, à des altitudes notablement inférieures, vers 500 m. par exemple, aux points d'émergence d'eaux froides qui ont eu un long parcours souterrain.

Dans les deux régions, *Crenobia alpina* se trouve en compagnie d'une autre Planaire d'eau froide, *Polycelis felina* Dalyell, qui est moins sténotherme et descend assez bas dans les cours d'eau. Mais au Pilat, partout *Polycelis felina* prédomine de beaucoup, même à la source, tandis que dans le Jura, au-dessus d'un niveau où les deux espèces coexistent, *Crenobia alpina* se rencontre ordinairement seule dans la partie supérieure du cours et dans la source même. Elle paraît trouver là ses conditions optimales d'existence, la plupart des individus, fortement pigmentés en noir, pouvant mesurer de 15 à 20 mm. Dans les sources de la région du Pilat, je n'ai vu, au début de l'été, que des individus ne dépassant pas 10 mm. ; ils sont moins fortement pigmentés, d'un gris souvent assez clair (ce qui permet généralement de les distinguer à première vue des individus de l'autre espèce, qui sont noirs ou brunâtres) ; quelques-uns même sont presque complètement albinos, et les fragments en voie de régénération m'ont paru plus fréquents. Il semble donc que la Planaire alpine trouve là des conditions de vie moins favorables qu'en pays calcaire, et il ne me paraît pas impossible que le fait soit explicable, en partie au moins, par des différences dans la composition des eaux.

18e section

AGRONOMIE

Président. . . . . M. Bardet, Directeur des Services agricoles de la Savoie.

H. ASTRUC

Directeur de la Station œnologique du Gard

ET

A. CASTEL

Préparateur à la Station œnologique du Gard

IMPORTANCE DE L'EAU COMME FACTEUR CONDITIONNANT DES RÉCOLTES SOIT DANS LE MIDI EN GÉNÉRAL SOIT DANS LES ANNÉES DE SÉCHERESSE GÉNÉRALE

Nos observations portent sur les années 1929, 1930, 1931 et 1932. Elles ont été faites sur deux carrés de terrain rigoureusement comparables, l'un en cases lysimétriques, l'autre en pleine terre.

Des dosages d'humidité ont été faits sur des prélèvements de terre faits à des profondeurs variables (10 cm., 30 cm. et 50 cm.), aussi régulièrement que possible mais toujours après que la terre s'était ressuyée de la dernière pluie.

Rappelons qu'à Nîmes :

1929 fut une année sèche ;

1930 fut une année plutôt humide (mildiou, vins de faible qualité) ;

Tableau I. — *Pluie tombée à Nîmes*

Mois	Moyenne décennale de 1915 à 1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932
	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m
Janvier	40	26	19	55	55	166,9	30,5	184,3
Février	53	37	26	1	11	108,8	12,7	2
Mars	54	48	115	163,5	5,5	45,4	89,5	90
Avril	54	23	16	119,5	49,5	95,1	22,2	44
Mai	76	90	34	84	57	138	129,6	56
Juin	59	20	14	54,5	9,5	28,8	0,6	90,8
Juillet	36	5	61,5	0,5	8	49,6	4,2	91,6
Août	30	5	45	47,5	36	66,8	61,2	7,7
Septembre	38	112,5	50	23,5	89	122,9	304,2	219,8
Octobre	114	127	49,7	99	164,8	85,3	148,9	18,5
Novembre	71,5	247	88	87	39	34,3	99,5	65,7
Décembre	58	11	17	54,5	73,1	51,1	26,6	190
Totaux	703,5	753	725	787,5	597,1	1003	932,7	1061,4

1929

HUMIDITÉ DU SOL %

DATES DES PRISES	A 10 CM. hors cases	A 10 CM. en cases	A 30 CM. hors cases	A 30 CM. en cases	A 50 CM. hors cases	A 50 CM. en cases
9/4	10,5	10	11	10,5	16	15
26/4	12	11	12,5	12	17	16,1
4/5	11	10	12	11	16	15
17/5	12	11	12,5	12	17	16,2
21/5	13	12	13	12,5	16,2	15,5
8/6	13	11,8	13,3	13	15	14,9
24/6	11,5	11,3	13	13	17,1	16,3
19/7	11,5	10	11,5	11	15	14,1
3/8	11	10,5	11,5	11,2	16	15
28/8	13	12	14,5	14	18	17,8
23/9	14,5	13,3	15	14,6	20	19,5
16/10	14	13,5	15	14,7	18,5	18,5
4/12	33,4	28,9	26,9	26,4	20,9	22,9
(1)						

1930

HUMIDITÉ DU SOL %

DATES DES PRISES	Nombre de jours écoulés depuis la dernière pluie notable	A L'AIR LIBRE à 10 cm.	A L'AIR LIBRE à 30 cm.	A L'AIR LIBRE à 50 cm.	SOUS PAPIER à 10 cm.	SOUS PAPIER à 30 cm.	SOUS PAPIER à 50 cm.
8/3	5	17,8	19,2	21,5	—	—	—
20/3	3	17,5	19,1	21,2	—	—	—
31/3	7	16,5	18,9	23,2	—	—	—
11/4	5	18,5	20,3	21,9	—	—	—
18/4	5	18,1	20	22,3	—	—	—
6/5	6	17	19,1	21	18,5	20,8	22,3
14/5	7	16,2	19,5	21,3	16	19	22
16/5	9	15	18,2	20,3	—	—	—
21/5	1	17,8	20	22	18	22	23,1
4/6	6	19,5	19	19,9	17	22	24,2
12/6	4	17,2	19,2	19,7	—	—	—
15/6	7	19,9	18,8	19,1	20,5	21,9	23,2
30/6	6	18	20,1	22,5	19,5	20,7	22,3
15/7	9	14	15,7	17,7	16	17,8	20
27/7	4	18,3	18,2	18,9	17,4	19	19,2
2/8	10	14,4	14,7	14,9	13,7	14,9	16,8
18/8	8	13,3	13,9	14,9	14,2	14,8	14,9
15/9	5	14,1	15,8	16,7	papier complètement disparu		

1931

HUMIDITÉ DU SOL %

DATES DES PRISES	Nombre de jours écoulés depuis la dernière pluie notable	A 10 CM.	A 30CM.	A 50 CM.
1/4	10	16,5	16,7	18
20/4	17	15	16,2	18,2
13/5	7	14,3	17	17,7
20/5	11	14,3	16,3	16,1
22/6	5	11,8	13,6	15,5
10/7	9	14,8	14,3	13,8
15/7	14	9,8	11,4	13,1
1/8	24	10	12,5	14,1
21/8	12	11,5	13	15
17/9	6	15,7	17	19,1

(1) Prise faite trop tôt après la pluie, terre mal ressuyée où l'eau descendait encore.

1931 eut une pluviosité analogue à 1930 (mais grâce aux vents du nord, vins de meilleure qualité) ;

1932 année encore pluvieuse, désastreuse pour la viticulture.

Ces résultats montrent à quels extrêmes de sécheresse et d'humidité sont soumises les plantes sous le climat méditerranéen. Le lecteur doit se rappeler que, l'humidité du sol diminuant constamment, la vie de la plupart des végétaux ne serait pas possible si cette humidité n'était pas entretenue par les pluies, brouillards, rosées, etc...

En 1929, sécheresse intense, anormalement répartie, les drains des cases ne coulèrent pas du tout.

En 1930, les chiffres obtenus confirment les résultats de l'année précédente. Les drains des lysimètres coulèrent abondamment.

TABLEAU III.

	m/m	QUANTITÉ D'EAU CORRESPONDANTE PAR grandes cases	petites cases
		en hectolitres	en hectolitres
Avril 29	52,8	2,104	1,182
Mai 7	41	1,64	0,9225
— 22	42,3	1,692	0,952
— 27-28	43	1,72	0,9675
Juin 9	24,7	0,988	0,557
— 16	27,3	1,092	0,615
Août 2	46,2	1,848	1,04
— 12	36,7	1,468	0,827

En 1931, pluviosité presque égale à celle de 1930, mais répartie différemment, et la récolte vinicole fut meilleure.

Le mois de septembre est le plus pluvieux des 7 années du premier tableau, mais si la récolte vinicole n'en souffrit pas trop, c'est que le vent du nord qui a soufflé après chaque pluie a supprimé l'excès d'humidité de 1931.

TABLEAU IV.

DATES	HAUTEUR D'EAU TOMBÉE A NIMES EN QUELQUES HEURES	QUANTITÉ D'EAU CORRESPONDANTE REÇUE PAR grandes cases	petites cases
	m/m	en hectolitres	en hectolitres
2 Mai	47,5	1,90	1,19
19 —	56,05	2,26	1,26
3 Septembre	56,75	2,27	1,275
10 —	141,65	5,66	3,175
1er Octobre	74,3	2,97	1,675
6 Novembre	46,2	1,85	1,04

De la comparaison des chiffres obtenus durant ces 3 années découlent les conclusions suivantes :

3 à 5 jours après une pluie, dans les 30 premiers centimètres du sol l'humidité se répartit assez également, et on a un excès d'humidité dans les 20 cm. suivants en profondeur.

Dans cet alluvion calcaire, après une longue période de sécheresse, on trouve encore *un minimum* de 10 % de son poids d'humidité, qu'il faut augmenter de 1 à 5 % entre 30 et 50 cm.

En 1932, les résultats déjà obtenus furent confirmés.

Il nous a paru qu'il y avait dans ces observations de l'humidité du sol, suivies pendant toute la période végétative, des suggestions fort intéressantes lorsqu'on les interprète à la lumière des observations météorologiques concernant l'importance et la répartition des chutes d'eau pendant les mêmes années dans la même région.

A. GUILLAUME

Professeur à la Faculté de Pharmacie de Strasbourg

ET

H. ERHARDT

Directeur de l'Institut de pédologie du Bas-Rhin

VARIATIONS DE TENEUR EN PHOSPHORE, CALCIUM, MAGNÉSIUM DANS QUELQUES SOLS TYPES D'ALSACE

1. Les sols étudiés proviennent d'une même région climatique, située à l'ouest de Strasbourg, et sont d'origine géologique différente.

Les échantillons n^{os} 1 et 5 sont des sols provenant de loess. Les dépôts de loess couvrent, d'un manteau plus ou moins épais, la haute et la moyenne terrasse du Rhin ainsi que la région des collines sous-vosgiennes. Certains sols enterrés (paléo-sols) datent d'une époque plus ou moins éloignée du quaternaire ; mis à découvert par l'érosion récente, ils affleurent dans le paysage du loess à côté de sols jeunes. Or, le n° 1 correspond à un de ces vieux sols de loess · brun, décalcifié par l'ancienne végétation forestière qu'il supportait ; son épaisseur est d'environ 1 m. Le 1^{a}est son sous-sol ou, plus exactement, son horizon illuvial qui a reçu les éléments partis des couches supérieures. Le n° 5 est un jeune sol de loess qui est calcaire et ne montre pas de phénomène de dégradation forestière ; son sous-sol 5^{a} constitue le terrain-mère aux dépens duquel le sol s'est formé.

Le n° 2 est un sol provenant des marnes du Muschelkalk supérieur et, en particulier, d'une assise déterminée, comprise dans ce qu'on appelle « les couches à Terébratules », couches constituées par des alternances de marnes et de bancs calcaires. 2^{a} est son soul-sol.

Le n° 3 est un sol formé aux dépens des marnes du Linémurien (Jurassique inf.). C'est un terrain compact argilo-calcaire, bien caractérisé par la présence de nombreux fossiles de *Gryphea arcuata.*

Le n° 4 est un sol provenant de marnes dolimitiques rouges du Kemper sup. Au point de vue stratigraphique, ce terrain se trouve dans la région étudiée immédiatement au-dessous des marnes sénémuriennes. 4ª est son sous-sol.

2. *Méthodes employées.* — Nous nous sommes servi de la technique indiquée par E. Dufilho pour l'analyse des terres (1), que nous avons modifiée pour permettre, sur la même prise d'essai, de doser 3 éléments : P, Mg, Ca.

α) *Obtention de la dissolution acide.* — Après échantillonnage convenable, la terre est traitée au B. M. bouillant pendant 3 minutes par de l'acide azotique à 60 %, puis épuisée à quatre reprises par de l'eau bouillante. La liqueur acide (50 cc. correspondant à 10 gr. de terre) est divisée en 3 parts pour les dosages : 20 pour Ca, 20 pour Mg, 10 pour P.

β) *Dosage des* 3 *éléments.* — 1. *Phosphore acido-soluble :* a) *extraction :* la liqueur, évaporée à sec au B. M., est calcinée légèrement dans un creuset de porcelaine ; le résidu est épuisé par 20 cc. SO^4H^2 à 1/10 ;

b) *Dosage :* en employant le procédé rapide de dosage de l'acide phosphorique donné par Copaux en 1921, avec ampoule de Copaux au 1/100 de cc. Tableau 1.

TABLEAU I.

Phosphore acide soluble en P^2O^5 par Kg.

TROUVÉ			CALCULÉ Pour prise d'essai : 10 gr.			P^2O^5 PAR KG.
N° de terres	Nombre de δ de l'ampoule à 1/100	Vol. correspondant	Vol.	Ph.	P^2O^5	
	δ	cm³	cm³	mgr.	mgr.	gr.
1	8	1	5	4.366	10.008	1.001
2	10	1.25	6.25	5.46	12.5	1.25
3	11.5	1.4	7	6.112	13.9	1.39
4	9.5	1.2	6	5.239	11.9	1.19
5	9	1.125	5.6	4.889	11.196	1.119
1ª	11.5	1.44	7.2	6.286	14.39	1.439
2ª	7	0.875	4.4	3.842	8.798	0.88
4ª	7	0.875	4.4	3.842	8.798	0 88
5ª	7	0.875	4.4	3.842	8.798	0.88

(1) E. DUFILHO : Dosage du Mg dans les terres, *Bull. Soc. Pharm.*., Bordeaux, t. II, 1931, p. 83-90.

c) *Vérification*, pour la terre, de la méthode de dosage de P^2O^5 : en utilisant la terre échantillon 4, nous avons ajouté à 3 prises de 2 gr. des doses progressivement croissantes de phosphate disodique (0 gr. 20, 0 gr. 50, 1 gr.). Le tableau II nous montre que, par la méthode de Copaux (ampoule au 1/10 de cc.), nous avons retrouvé sensiblement les doses de P^2O^5 ajoutées à la terre sous forme de phosphate de soude. Tableau II.

TABLEAU II.

Vérification de la méthode de dosage de P^2O^5 dans la terre : Echantillon N° 4.

AJOUTÉ	TROUVÉ		CALCULÉ :	
Qté de Ph. de Na.	Nombre de divisions de l'ampoule au $^1/_{10}$	Quantité de P correspondant	Quantité de P ajouté (2)	de Ph. Na. ajouté (3)
		mgr.	mgr.	gr.
1. Témoin 0....	1 D	0.8732		
2. + 0 gr. 20..	20 D	17.464	16.591	0.192
3. + 0 gr. 50..	50 D (1)	43.66	42.787	0.494
4. + 1 gr. 00..	100 D (1)	87.32	85.574	0.688

(1) Pour 3 et 4, nous avons opéré sur des volumes plus faibles de solutions représentés : pour 3 par le $^1/_4$, pour 4 : le $^1/_8$, et nous avons trouvé pour 3 et 4 : 12 D. 5.

(2) Les quantités correspondant aux chiffres trouvés réellement déduits de la quantité de P. correspondant au témoin, soit 0 mgr. 8732.

(3) Pour le calcul il suffit de multiplier les chiffres trouvés pour le P par le coefficient = 11.55.

2. Mg : a) *défécation de la liqueur d'attaque :* à l'aide d'une solution ammoniacale composée (formule de Tambon) indiquée par E. Dufilho (1) pour séparer, en une seule opération, le Mg des métaux étrangers : Fe, Al, Ca.

b) *Précipitation du Magnésium*, à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien : en solution neutralisée, à l'aide d'une solution saturée de phosphate disodique et d'NH^3 à chaud.

c) *Dosage du Mg à l'état de pyrophosphate de Mg :* par calcination dans un creuset de porcelaine au bec Bunsen jusqu'à cendres blanches. Tableau III.

Remarque. — Nous avons essayé de doser le Mg par la méthode de

(1) *Loc. cit.*, p. 88.

Tableau III.

2) *Mg en MgO par Kg.*

TROUVÉ		CALCULÉ EN MgO.	
N° de terres	En Mg	Pour prise 1 gr.	Par Kg.
	gr.	gr.	gr.
1	0.014	0.00504	5
2	0.038	0.01368	13.68
3	0.015	0.00540	5.40
4	0.009	0.00324	3.24
5	0.039	0.01404	14.04
1a	0.0065	0.00234	2.34
2a	0.010	0.0036	3.60
4a	0.008	0.00288	2.88
5a	0.017	0.00612	6.12

semi-microdosage donnée par Javillier et Djélatidès (1) et utilisée à divers milieux physiologiques, méthode qui n'est autre que celle de Copaux pour le phosphore, appliquée au Mgr. Mais après contrôle avec une solution titrée de sel de Mg ajoutée à la terre, les résultats que nous avons obtenus ne correspondaient pas suffisamment à ceux que donnait la méthode au pyrophosphate de Mg, et nous avons dû, bien que la méthode Javillier-Djélatidès soit plus rapide que la méthode par calcination, abandonner la première pour n'utiliser que la seconde, qui est le procédé classique de dosage du Mg dans les terres après élimination de la chaux.

3. *Ca* : la solution HCl de Fe, Al, Mg, Ca (phosphates) est précipitée par NH^3 : Ca et Mg sont redissous par l'acide acétique et le Ca est précipité à l'état d'oxalate de Ca pur. Le précipité lavé, dissout dans SO^4H^2 est titré avec $NnO^4KN/_{10}$. Tableau IV.

3. *Résultats* : tableaux I, II, III, IV.

4. *Interprétation des résultats.* 1. Les doses d'acide phosphorique, exprimées en P^2O^5 par Kgs de terre, sont au voisinage de 1 gr. et varient de 0 gr. 88 à 1 gr. 44. — 2. *Rapport* $\frac{CaO}{MgO}$: Lœw de Tokio, Bernardini de Portici (Italie) ont montré que le développement normal des végétaux est sous la dépendance du rapport $\frac{CaO}{MgO}$ existant dans le sol ou dans les milieux de culture, et que ce rapport doit toujours être supérieur à 1 et même, pour la culture des légumineuses, > 3.

(1)M. Javiller et D. Djelatidès. Sur une méthode de semi-microdosage du Mg. *Annales des Falsifications*, n° 267-68, 1931, p. 133-138.

TABLEAU IV.

3) *Calcium en CaO par Kg.*

TROUVÉ POUR PRISE			CALCULÉ PAR KG.		RAPPORT $\frac{CaO}{MgO}$
N° de terres	MnO K N/10	Ca correspond.	Ca	CaO	
	cm³	gr.	gr.	gr.	
1	4.25	0.0119	3.966	5.55	1.11
2	31.5	0.087	29.0	40.60	2.96
3	69	0.1932	64.4	90.2	16.7
4	87.36	0.245	81.66	114.3	38
5	180	0.504	168	235.2	16
1a	135	0.38	126.6	177.2	88
2a	106.1	0.297	99.0	138.6	46
4	128.3	0.365	121.6	170.2	80
5	226	0.633	211	295.4	49

Or tous nos sols ont un rapport fortement supérieur à 1, sauf les 2 premiers qui sont décalcifiés, en particulier le n° 1 dont $\frac{CaO}{MgO} = 1,11$; le n° 2 $\frac{CaO}{MgO} = 2,96$ conviendrait à peine pour la culture des légumineuses. Il résulte de cela que l'apport d'amendements calcaires conviendrait dans les 2 premiers sols avant toute autre addition d'engrais et en particulier d'engrais magnésiens.

3. *Magnésie assimilable.* D'autre part, nous savons que les doses de magnésie totale trouvées dans les 9 sols analysés ne sont pas immédiatement à la disposition des plantes et qu'il n'y a qu'une partie plus faible, que Ch. Brioux appelle *magnésie déplaçable*, que l'on désigne couramment sous le nom de *magnésie assimilable*, que la plante peut absorber facilement. C'est l'étude (qui n'est pas encore terminée) de cette magnésie dans les sols types d'Alsace analysés, que nous nous proposons de présenter l'an prochain.

A. GUILLAUME
Professeur à la Faculté de Pharmacie de Strasbourg

VARIATIONS DE TENEUR EN MAGNÉSIE ASSIMILABLE DANS UN SOL TYPE D'ALSACE, SUIVANT LES DIFFÉRENTES MÉTHODES D'ÉPUISEMENT

1. Dans l'étude des sols types d'Alsace au point de vue teneur en P, Mg, Ca, que nous avons entreprise avec M. Ehrart, nous avons dosé la magnésie totale en utilisant pour l'extraction : NO^3H à 60 % au B. M. bouillant ; mais nous savons qu'une partie seulement de cette magnésie est à la disposition des plantes sous forme de magnésie assimilable, soluble dans les acides dilués.

C'est pourquoi nous avons cherché cette année, en opérant seulement sur un échantillon de terre dont la dose en MgO total est bien connue : échantillon n° 4, titre 3 gr. 24 au Kgr., quelles étaient les doses assimilables mises à la disposition des plantes directement si l'on fait l'épuisement à froid à l'aide de différents solvants.

Le dosage de la magnésie a été fait par la même méthode pondérale que celle employée pour la magnésie totale (c'est-à-dire après transformation en pyrophosphate de Mg).

Les liquides d'épuisement employés ont été les suivants : NO^3H à 2 %, acide citrique à 2 %, HCl à 2 0/00, eau saturée de CO^2, eau potable. L'épuisement a été fait lentement à froid sur 100 gr. de terre tassée légèrement dans des allonges à déplacement dont le tube d'écoulement portait un tube en caoutchouc muni d'une pince et un tube en verre.

Pour certains (avec eau potable par exemple), l'épuisement a duré 8 jours.

2. *Résultats trouvés* : nous les donnons dans le tableau suivant ; ils portent sur 2 dosages (avec 100 gr. de terre comme prise) pour chaque solvant employé ; nous avons pris la moyenne des 2 résultats très voisins obtenus.

LIQUIDE D'ÉPUISEMENT	TROUVÉ EN MG		MgO	
	pour prise	1 k.	pour prise	1 kg.
	mgr.	gr.	mgr.	gr.
NO^3H à 2 %	0,79	0,0171	0,0285	0,285
Ac. citrique à 2 %	1,96	0,0424	0,0707	0,707
HCl à 2 ‰	0,34	0,0075	0,0125	0,125
Eau saturée de CO^2	0,525	0,0113	0,0189	0,189
Eau potable	0,22	0,0047	0,008	0,080

3. *Interprélation des résultats.* Nous constatons :

1° Qu'avec l'acide citrique, la proportion de magnésie trouvée est plus forte qu'avec chacun des autres liquides d'épuisement ;

2° Que l'eau saturée de CO^2 dissout davantage de MgO que HCl à 2/00 ;

3° Que c'est avec l'eau potable, et ceci est loin de nous surprendre, que la proportion est la plus faible ;

4° Que la proportion de magnésie assimilable par rapport à la magnésie totale est inférieure au 1/10 de la dose (sauf pour l'acide citrique où elle dépasse le 1/4).

Conclusion. — Parmi ces différents liquides d'épuisement des terres, celui qui est employé couramment par Ch. Brioux pour l'étude de la magnésie déplaçable dans les terres de la Seine-Inférieure (pays de Caux, pays de Bray), c'est HCl au voisinage de 2 0/00. Le savant agronome opère en lessivant très lentement le sol à froid avec HCl à 0 cc. 05 N renfermant 1 gr. 825 HCl par litre, c'est à dire une dose très voisine de 2 0/00.

C'est cet acide dilué que nous employons pour la détermination de la magnésie assimilable dans les sols et sous-sols types d'Alsace dont nous avons entrepris l'étude avec M. Erhart.

Em. MIÈGE

Chef du Service de l'Agriculture au Maroc

1° VARIATIONS DES DIMENSIONS ET DES ORNEMENTS DES PÉDICELLES D'ORGES

Les études que nous poursuivons, depuis douze ans, sur les espèces élémentaires d'orges, nous ont permis de constater — en dehors d'une instabilité sur laquelle nous reviendrons prochainement :

1° Des variations relativement fréquentes dans les ornements des pédicelles, en particulier : la transformation des poils courts et cotonneux en types plus ou moins intermédiaires : *a*) longs et crochus sur toute la longueur du rachilla ; *b*) longs et rigides à la base, puis courts et crochus au sommet ; *c*) longs et rigides à la base, puis courts et droits au sommet ou, d'une façon générale, l'allongement plus ou moins accusé des poils et une tendance au passage progressif de lignées γ et δ en α ou β.

2° Des modifications, également fréquentes et parfois très larges,

dans les dimensions des pédicelles, mesurées soit au micromètre (microscope binoculaire), soit au compas à pointe sèche.

C'est ainsi, et à titre d'exemple que, dans la lignée n° 6, la longueur moyenne des rachilla a été de 2 mm. 08 en 1926, et de 5 mm. en 1928.

L'examen annuel de nombreuses sortes pures d'*Hordeum tetrastichum* Kcke, var. *pallidum* et var. *coerulescens*, et d'*Hordeum distichum* L. *nutans* Sch., nous a montré que l'ornement des pédicelles révélait une stabilité différente selon les variétés et que, sous l'influence vraisemblable des conditions climatériques, elle s'était le plus souvent modifiée dans le sens de l'allongement des poils. Toutefois, si plusieurs lignées (0, 125, 32, 34, 135), appartenant aux espèces élémentaires γ et δ, se sont effectivement modifiées, pendant plusieurs années, vers les types α et β, elles ont recouvré, en 1929 et 1930, leurs caractères originels. Contrairement à ce que des observations provisoires auraient pu laisser croire, il n'y a donc pas eu évolution, progressive ou non, des espèces élémentaires, mais bien une variation désordonnée des dimensions des pédicelles et de leurs ornements.

Ces variations affectent davantage certaines variétés, alors que d'autres restent relativement stables — qu'elles soient à pédicelles longs (lignées 0103, 0121, 0125) ou courts (n^{os} 135, 097) — et sont plus ou moins fortes selon les années.

Par ailleurs, nous avons constaté que, dans une même variété et pour une même récolte, il existe une certaine corrélation entre la longueur des rachillas, le poids de l'épi et, surtout, celui des grains ; mais ce rapport disparaît lorsqu'on compare, entre elles, des variétés différentes. Par contre, il n'y a aucune relation apparente entre la durée de la végétation, les facteurs météorologiques et la longueur des pédicelles qui paraît, toutefois, favorisée par des pluies tardives survenant après l'épiaison.

Il n'existe pas davantage de rapport entre les dimensions des rachillas et la nature des poils qui les couvrent, ni entre les variations respectives de ces deux caractères, qui se sont révélés nettement indépendants. Tous deux — et, notamment, la longueur des pédicelles — sont des attributs variétaux, mais surtout individuels, très fluctuants et, de ce fait, incapables d'être utilisés dans la systématique des variétés d'orge.

Enfin, l'apparition intermittente de rachillas anormaux (en massue, bifides, nains, etc...) paraît également sans lien avec les modifications précédentes et n'être aucunement héréditaire.

2° LES ORGES A GLUMES ANORMALES UNE FORME NOUVELLE D'*HORDEUM HETEROLEPIS*

L'anomalie — et, surtout, l'hypertrophie — des glumes est assez fréquente chez les orges, pour lesquelles elle constitue un caractère de réelle valeur taxonomique (Kornicke, Atterberg, Beaven.), qui a été observé dans la plupart des espèces : *hexastichum*, *tetrastichum*, *muticum* Atterb., *disticum*, *deficiens*, en particulier par Seringe, Braun, Voss et, plus récemment, par Regel, Vavilov, Orlov, Miège (1).

Elle est rare, toutefois, dans le type *Zeocriton* vrai où, seul, Atterberg en a signalé deux spécimens : H. *heterolepis rostratum zeocrithum* et *H. heter. nudum zeocrithum* — celui indiqué par Beaven comme *Zeocriton* appartenant, en fait, à H. *distichum erectum*.

Nous l'avons trouvée à Rabat, dans la descendance de graines reçues, en 1924, du Muséum d'Histoire Naturelle (de Paris) sous le nom de *Hord. Zeocriton* L., et qui, depuis cette date, présente constamment une proportion plus ou moins grande d'épis, dont les épillets latéraux sont pourvus d'une glume interne normale et d'une glume externe exagérément développée, qui enveloppe les glumelles et est terminée par une barbe fine et épineuse pouvant atteindre jusqu'à 6 cm. de longueur.

La constance et l'hérédité de cette particularité nous semblent justifier l'érection de cette forme nouvelle au rang de variété H. *Zeocrithum L. heterolepis* E. M., qui serait, dans les orges vêtues, l'homologue de l'H. *heter nudum Zeocrith.* d'Atterberg.

Outre l'hypertrophie de la glume externe des épillets latéraux, ce type montre, parfois aussi, celle de ces épillets eux-mêmes, qui deviennent en même temps fertiles comme dans la variété *H. heterol. rostratum Zeocrith.* d'Atterberg, dont il se différencie, toutefois, par ses glumelles latérales mutiques.

La présence simultanée de ces deux caractères semble montrer qu'il existe, entre la fertilité des épillets et la dimension des glumes, une corrélation positive et fréquente, dont on retrouve d'ailleurs les présomptions dans le fait que l'hypertrophie totale des glumes ne se rencontre que dans les orges polystiques et intermédiaires, alors que celle des glumes des *seules* fleurs centrales ne s'observe que dans les orges distiques.

Le caractère « *heterolepis* » de ces dernières n'est, du reste, pas inconciliable avec cette conception, car plusieurs d'entre elles portent

---

(1) Em. MIÈGE. Note sur une variété spéciale d'orge marocaine. Bull. Soc. d. Sc. Nat. Maroc, t. VIII, n° 4-6, p. 114, 1928.
Em. MIÈGE. Modific. variétale chez une orge distique. Bull. Soc. botaniq. de France, t. 97, p. 42, 1930.

des grains latéraux (signe évident de fertilité exceptionnelle) et la plupart doivent — comme le pense Atterberg — avoir une origine hybride, qui est confirmée par le lien qui, selon Engledow, existe — chez les hybrides — entre la forte densité de l'épi et le développement excessif de la glume externe des épillets latéraux — dont on n'a pas encore constaté la présence dans les orges à inflorescences lâches.

Laurent RIGOTARD
Ingénieur Agronome

LE MAINTIEN ET LE DÉVELOPPEMENT DE L'AGRICULTURE EN MONTAGNE CONDITIONNÉS PAR L'AMÉLIORATION DES SOLS

(RÉSUMÉ)

Il y a une grande importance nationale à maintenir une agriculture alpine développée, qui permette à la population des montagnes de subsister. A l'heure actuelle, il y a effectivement un renouveau de vie alpine grâce au développement des moyens de communication et de transport, grâce aussi au développement des industries de la houille blanche, et enfin du tourisme. Mais les dures conditions économiques actuelles ne permettent de cultiver avec profit que les sols donnant des rendements assez élevés et un bénéfice appréciable. Pour profiter donc d'excellentes commodités issues de la vie moderne, les populations agricoles des montagnes qui veulent continuer à les cultiver avantageusement, devront s'efforcer d'augmenter les rendements de leurs cultures et de leurs pâturages. C'est cette amélioration des sols qui va retenir notre attention.

L'agronomie alpine étudiant les sols de montagne nous apprend qu'ils sont de constitution très variée, certains sont assez riches en humus. D'autre part, comme ils contiennent à l'état de désagrégation continue, les minéraux des roches qui leur ont donné naissance. ils ont une certaine fertilité native. Mais dans la pratique, la constitution chimique de ces roches désagrégées est telle que les éléments fertilisants sont contenus sous une forme très peu assimilable. L'action de la végétation naturelle sur ces sols est assez efficace pour accroître leur fertilité, mais elle est très lente. En somme, on se trouve en présence de sols souvent riches en humus, le plus souvent très perméables, presque sans argile, n'ayant pas beaucoup de cohésion.

Les prairies portées par ces sols sont souvent assez peu productives d'un foin, il est vrai, de qualité supérieure.

Pour le problème qui nous préoccupe d'obtenir des rendements assez élevés pour que le cultivateur de la montagne ne soit pas tenté d'abandonner ses terres, il y a lieu de prévoir des améliorations.

Les plus importantes sont assurément l'adoption de variétés de plantes sélectionnées, adaptées à la région, et l'amélioration du sol.

Lorsque c'est possible on peut envisager l'amélioration physique sur les petites surfaces par l'apport de terre humifère du voisinage pour améliorer les sols trop sableux, mais il est prouvé que l'humus des sols de montagne ne se décompose que très lentement et cet humus ne pourra pas tenir lieu d'engrais.

Il est nécessaire d'ajouter des engrais pour permettre aux plantes de donner des rendements élevés.

Certains sols de montagnes, notamment de plateaux ou de vallons humides, sont assez riches en azote : ce sont même quelquefois des sols tourbeux ne portant pas une végétation utilisable pour la nourriture des animaux domestiques. Un apport de chaux peut permettre de tirer parti de ces sols tourbeux en améliorant leur flore. L'emploi d'engrais à base d'acide phosphorique et de potasse contribuera aussi à leur donner une grande fertilité, à accroître dans une forte proportion la qualité et la quantité de fourrage qu'ils produisent.

Dans les essais entrepris jusqu'à présent, notamment en Suisse, en Savoie et dans le Dauphiné, les apports d'engrais au sol ont permis d'obtenir de fortes augmentations de rendements. D'autre part il est plus facile de transporter à dos de mulet les engrais concentrés que le fumier qui exige de nombreuses et pénibles allées et venues entre la ferme et les champs éloignés.

Enfin il faut noter que les essais déjà faits ont été assurés avec les engrais ordinaires : scories à 18 % d'acide phosphorique, sel de potasse à 18 ou à 30 %, etc..., tandis qu'actuellement l'industrie livre l'acide phosphorique sous forme de phosphate bicalcique à 40 %, la potasse en chlorure de potassium à 49 %, ce qui représente encore un progrès sous le rapport de la quantité d'engrais à transporter sur le champ. Il paraît donc très logique de développer leur emploi en vue de rendre plus productive et plus lucrative sonme toute l'agriculture alpine. Ainsi on peut espérer voir cultiver encore longtemps des sols qui sans amélioration risquent d'être abandonnés.

P. VAYSSIÈRE

Sous-Directeur de la Station entomologique de Paris

1° LUTTE CONTRE LES INSECTES, PARASITES DES ARBRES FRUITIERS

(RÉSUMÉ)

L'importance des traitements insecticides n'est plus à souligner au moment où la présence du Pou de San José (*Aspidiotus perniciosus*) est constatée sur les fruits importés d'Espagne ou du Portugal et où nos producteurs doivent mettre sur le marché des fruits exempts de vers (*Carpocapsa, Laspeyresia*) pour lutter contre les beaux fruits exotiques. Nous avons actuellement un certain nombre de bouillies susceptibles de donner des résultats très satisfaisants ; par exemple contre les cochenilles et pucerons les bouillies simples ou mixtes à base d'huiles minérales (PAILLOT, POUTIERS), ou d'huiles végétales (BALACHOWSKY) ; contre les vers des pommes et poires et les chenilles fileuses (Hyponomentes), les bouillies à action interne à base d'arséniate de plomb ou de chaux.

Pour défendre nos vergers, il faut donc effectuer chaque année un certain nombre de traitements qui paraissent absolument indispensables, mais qui nécessitent une mise de fonds (appareils, produits) relativement importante. Un groupement des intéressés en syndicat de défense est recommandé et la suggestion de confier les traitements à un entrepreneur est présentée.

2° LE STOCKAGE DES GRAINS ET L'ENSILAGE HERMÉTIQUE

(RÉSUMÉ)

En vue d'empêcher les insectes (charançons) de commettre des déprédations dans les stocks de grains, on a coutume de préconiser le pelletage, le criblage, etc., toutes mesures très imparfaites comme résultat, qui nécessitent une dépense de matériel et surtout de main-d'œuvre souvent très importante.

Il est étonnant, incompréhensible même, que l'ensilage hermétique, déjà préconisé en 1854, par Doyère, n'ait pas pris chez nous la place prépondérante qui est due au seul procédé de conservation vraiment parfait à tous points de vue. Ses nombreux avantages ont été exposés

ailleurs et sont soulignés à nouveau. Qu'il suffise d'ajouter que les Japonais l'ont utilisé pour la conservation du riz et ont constaté que les résultats étaient tout aussi convaincants que pour le blé : du riz, enfermé dans des récipients hermétiques pendant 26 ans, est resté non seulement inattaqué par les insectes, mais a également conservé toutes ses qualités en vue de la consommation.

19e section

GÉOGRAPHIE

Président. . . . . M. Paul GIRARDIN, Professeur de Géographie, Recteur de l'Université de Fribourg (Suisse).

André ALLIX

Professeur de Géographie à l'Université de Lyon

NEIGES ET GLACIERS AU MOYEN AGE

On a souvent émis l'hypothèse que la fin du Moyen Age avait vu les climats de l'hémisphère Nord se refroidir sensiblement. On en a notamment cité comme preuve l'extinction, au XVe siècle, des colonies scandinaves du Groenland. Certains auteurs, renchérissant sur cette idée, ont même affirmé qu' « au Moyen Age le Mont Blanc était noir ». Nous ne pouvons donner ici la bibliographie de cette question si controversée, ni rappeler les discussions parfois ardentes auxquelles elle a fourni matière. Nous nous bornerons à rappeler certains textes d'où l'on peut, semble-t-il, tirer une conclusion toute différente.

En février 1188, un religieux anglais, le frère John de Bremble, a traversé le Saint-Bernard et rendu compte des incidents de son voyage au prieur de son couvent de Christchurch (1). Sa lettre décrit avec précisions les « lieux... où la roche à nu est accablée par les masses dures de glacier » (*loca... ubi terram saxeam glacierum marmora consternunt*). Il est bien évident que ce bon frère n'a pas eu de sa personne à passer sur les glaciers ; mais il les a vus le long de son itinéraire. On peut, à la vérité, soutenir que, passant en hiver, il a été surtout frappé par la neige qui encombrait les chemins ; il a mentionné le froid qui durcissait son haleine sur sa barbe (*et glacie riget horrida barba*) ; mais pour parler de la neige seule, il n'aurait certes pas employé les termes de *glacierum marmora*. Telle semble bien être l'interprétation du premier auteur qui ait fait état de ce curieux document, bien qu'il ait été plus timide que nous dans ses conclusions (2).

Dans sa compilation trop peu connue sur Josias Simler (3), W. A. B.

(1) W. STUBBS. Chronicles and Memorials of the reign of Richard the First, t. II, Epistolae Cantuarienses, lettre n° 197.

(2) G. ALLIX, Une traversée des Alpes en hiver au XIIe siècle, *Annuaire de la Société des Touristes du Dauphiné*, XXVIII, 1902, p. 267-269.

(3) W. A. B. COOLIDGE, Josias Simler et les origines de l'alpinisme jusqu'en 1600, Grenoble, 1904, p. CXXVII à CXXX.

Coolidge cite plusieurs textes relatifs à l'existence des glaciers alpins. Le Mont Blanc est bien appelé *Rupes Alba*, la Montagne Blanche, en 1091. Les glaciers de Grindelwald, supérieur et inférieur, sont nommés en toutes lettres dans plusieurs documents des XII^e^ et XIII^e^ siècles. Et plus tard, au XIV^e^ siècle, Sébastien Munster, qui décrit à son tour les glaciers avec une certaine abondance, les appelle « les glaces durcies, qu'on nomme vulgairement glaciers » (*de glaciebus induratis, quas vulgo Gletscheren vocant*). Quant à Josias Simler, il en parle fort clairement. Enfin, Coolidge cite une longue et intéressante description, en français, des glaciers de Savoie en 1585-87. Du XIII^e^ au XIV^e^ siècle, il semble bien y avoir continuité ; les documents qui suivent l'attesteront.

Mlle Sclafert mentionne très convenablement les neiges du Haut Dauphiné (1), mais elle ajoute cette mention surprenante à propos de l'Oisans (p. 505) : « Les populations ne font jamais allusion aux neiges éternelles ou aux glaciers. » C'est sans doute faute d'avoir lu certains travaux que pourtant elle mentionne par acquit de conscience (2), et d'autres qu'elle ne mentionne pas. Dans l'un de ceux-ci (3), nous avons pu citer sept mentions de glaciers, dont quatre inédites, et datées respectivement de 1318, 1345 (deux), 1413, 1497 et fin du XV^e^ siècle (?) (deux). Deux d'entre elles concernent les glaciers de l'Enchatra et du Pierroux, sur la commune de Saint-Christophe-en-Oisans (l'un est appelé « *glacies* » et l'autre « *glacierum* ») ; une concerne le Glacier des Rousses (« *glacerum* ») ; une, le glacier de la Meije (« *grassicium Grave* ») ; une, le glacier de la Pilatte ; une, le glacier de la Pilatte ou celui du Chardon. Un seul de ces textes appelle les glaciers autrement que par leur nom ; c'est le plus ancien, relatif au glacier du Mont-de-Lans ; mais nous avons pu démontrer que c'est pourtant le plus précis de tous, puisqu'il donne un véritable repérage frontal, et fixe la limite inférieure de cet appareil glaciaire, pour le début du XIV^e^ siècle, à une position très analogue à celle que nous avons nous-même repérée plusieurs années de suite au début du XX^e^ (4). Aussi avons-nous pu tracer, par une extrapolation légitime, une carte des glaciers de l'Oisans vers l'époque de la Guerre de Cent Ans ; elle est très voisine de leur carte d'aujourd'hui. Nous n'insisterons pas sur les développements que cela

---

(1) Th. SCLAFERT. Le Haut Dauphiné au Moyen Age, Paris, 1926.

(2) E. CLOUZOT. A propos de la haute vallée du Vénéon à la fin du XIV^e^ siècle. *Rec. Trav. Inst. Géo. Alpine*, Grenoble, 1918.

(3) André ALLIX. Documents inédits sur la géographie de l'Oisans au Moyen Age. Grenoble, *Bull. Académie* delphinale, 1923 ; *id.*, L'Oisans au Moyen Age. Paris, Champion, 1929. Dans cette deuxième édition, on trouvera textes et références aux pp. 25-28. La carte, hors texte, *in fine*.

(4) André ALLIX, *loc. cit.*, p. 26 ; *id.*, Observations glaciologiques faites en Dauphiné jusqu'en 1924, *Etudes glaciologiques* (*Paris*), t. VI, 1927.

permet au sujet des variations des appareils glaciaires depuis six cents ans (1).

Cela étant, il n'est pas surprenant de constater, par d'autres textes, qu'au XVe siècle les dates moyennes d'apparition et de disparition des neiges hivernales étaient sensiblement les mêmes qu'aujourd'hui ; de même que la durée du manteau de neige et la longueur de l'hivernage, de même aussi que toutes les traditions agricoles ou pastorales liées aux exigences du climat (2). Il est tout à fait naturel également de trouver mainte mention des avalanches de neige ou de glacier, et de les voir aussi pernicieuses qu'aujourd'hui, aux mêmes endroits (3).

Tels sont les documents, bien dispersés mais démonstratifs, que nous a fournis une étude limitée à une petite région. Ils suffisent à montrer l'intérêt de recherches plus poussées, dans tout le massif alpin pour commencer. Souhaitons que ce voyage de découverte à travers les faits d'autrefois attire quelque historien géographe.

Charles A. BURKY

L'ÉVOLUTION DE LA GÉOGRAPHIE HUMAINE

C'est le mérite des Congrès pour l'avancement des sciences de placer au centre de leurs préoccupations la classification des disciplines, la recherche des transformations de celles-ci et le problème des relations entre sciences.

La géographie ne peut que bénéficier d'un tel souci. Mais la science entière a un intérêt égal à suivre l'évolution de chacune de ses branches, surtout, et c'est le cas pour la géographie, lorsque cette évolution est, à la fois, profonde et rapide.

Il faut qu'on se persuade déjà que la géographie n'est plus une littérature, ayant ramené la description à ses justes proportions, et que, pratiquant, au delà de l'exposé des faits, la recherche des causes et des conséquences, elle est devenue une science. Qu'on sache, ensuite, qu'elle a précisé ses objectifs en simplifiant sa subdivision : géographie physique, dont l'homme est exclu, et qui relève des sciences naturelles, et géographie humaine, où l'homme est introduit, et qui se rattache aux sciences morales.

---

(1) André Allix. L'Oisans, étude géographique. Paris, Colin, 1929, p. 176-182.

(2) André Allix. L'Oisans au Moyen Age, *loc. cit.*, p. 39-42.

(3) Id., p. 42-44; A. Allix, Les premiers textes dauphinois relatifs aux avalanches, *La Montagne*, février 1925, p. 44-49 ; *id.*, Avalanches, *Geographical Review* (New-York), octobre 1924 ; *id.*, Les Avalanches, *Rev. de Géo. Alpine*, 1925 (p. 364. note 2).

C'est l'incompréhension de la mission et des procédés de la géographie qui la fait sousestimer en général, qui explique l'incohérence des programmes officiels, et qui veut qu'on se contente d'une insuffisante préparation du corps chargé de l'enseigner.

Une meilleure intelligence de la géographie est d'autant plus nécessaire qũe celle-ci est moins saisissable qu'autrefois, usant, selon des règles à observer, de l'analyse et de la synthèse. Que, par ailleurs, sa partie humaine s'est à ce point développée qu'elle est à peine reconnaissable par ceux-là mêmes qui, hier encore, étaient ses familiers.

Pour beaucoup, la géographie humaine est restée cette intuition des anciens, relevée par Vidal de la Blache : l'idée de contrée inséparable de celle de ses habitants. Il est d'un stade supérieur ce sentiment de l'interdépendance du monde physique et des sociétés humaines, sentiment renforcé par les découvertes et l'afflux des témoignages qui allait en résulter. Pour faire de l'interpértation de la nature le principal, il fallait un nouveau pas. Ritter, dans son *Erdkunde*, l'a franchi. Mais, l'énonciation des lois générales fixant les relations de l'homme et de la terre dans l'*Antropogeographie* de Ratzel devait attendre le moment où la connaissance du globe en établirait l'unité.

La référence à la nature devient ainsi le mode géographique. L'ignore encore qui en fait abstraction, et nombreux sont ceux qui pèchent journellement à cet égard. Elle fournit la solution du problème des relations de la géographie humaine avec les sciences sociales. Elle justifie l'enseignement géohumain, si l'on permet ce néologisme et cette abréviation.

Ce milieu, à peine moins absolu pour l'homme que pour la plante ou l'animal, mais qui accepte, toutefois, de celui-là une adaptation active, civilisatrice, la technique ou les jaloux ne la supprimeront pas, en dépit de toutes les conquêtes et de toutes les affirmations. Le déterminisme qu'il suppose se laisse inscrire sous d'autres formes, on le retrouve toujours et partout. La réaction, croissante sans doute, de l'homme conduit à une artificialité, progressive elle aussi, de la vie. Elle ne fait apparaître qu'avec plus de rudesse les retours offensifs de la nature. Mais, quand bien même le monde irait au nivellement du globe et à la péréquation des conditions d'existence, il n'aurait encore fait que substituer un milieu général, donc un déterminisme global, aux milieux et aux déterminismes particuliers.

Une géographie qui ne veut induire en erreur ni ses usagers, ni ses observateurs nécessite une définition. Celle que Rosier lui donna au Congrès international de géographie, à Genève, en 1908, ne lui suffit plus. La géographie humaine ne se subdivise plus en géographie historique, économique et politique. Et, même, elle se subdivise mal. Elle devrait être, dorénavant, cette discipline qui, partant du milieu, y introduit la population, en étudie les influences réciproques, l'écono-

mie, terme qu'il convient de prendre dans un sens très général, et conclut par l'examen politique, celui des relations entre économies, parties, chacune, de milieux et de populations différents.

Cette définition délimite la science. Discipline de carrefour, la géographie se voit, cependant, contester l'emploi des données fournies par les sciences naturelles et sociales, données qu'elle rend, pourtant, dans une construction qui lui est propre. Ces branches apparentées ne pourraient-elles se rendre à cette évidence que, s'il le faut, l'examen commun d'un même objet, à des points de vue différents, est avantageux, et toutes, géographie comprise, ne devraient-elles pas se féliciter même qu'il y ait de ces sortes de territoires neutres qui puissent être soumis à une enquête multiple ?

Au préalable — et pour éloigner une faiblesse dont on abuse —, les géographes devraient se mettre d'accord quant au classement de leurs objectifs et de leurs procédés. Cette unité, possible s'ils avaient été persuadés des mérites de l'école allemande, dont ils étaient tous, ou peu s'en faut, il est malaisé de la créer aujourd'hui. Les routes ont divergé. La guerre et les intérêts aidant, les uns — l'école française, en particulier — sont restés plus fidèles à la science pure, d'autres l'ont voulue, parfois, appliquée, dans des buts que traduit assez le terme de Geopolitik. Et l'opposition doctrinale s'est doublée, vous le savez, de l'opposition politique, certains groupes nationaux s'étant refusés à s'agréger à l'Union géographique internationale.

Il conviendrait de rétablir l'union entre géographes, non pas un compromis, ni par l'imposition d'un enseignement moyen, mais en mettant de l'ordre dans la science. La clarté seule permettra de demander des profanes une intelligence supérieure de ce qu'est la géographie.

Mais comment y parvenir ?

Nous pensons que ce serait servir les intérêts de la science qui nous est chère si les géographes acceptaient de se communiquer leurs systèmes d'enseignement, les bases sur lesquelles ils travaillent, les principes qui les guident, le cycle de leurs études. Chacun, le meilleur même, tirerait parti de la comparaison. La science y gagnerait en cohérence et perspectives.

A Genève, et pour ouvrir la voie à de telles confessions, nous voyons dans la géographie humaine tout d'abord la science pure. L'examen aborde, successivement, les quatre parties essentielles signalées tout à l'heure : milieu, population, économie, relations. Cette compréhension de la géographie ne cadre peut-être pas avec l'acception courante, celle de Wagner, entre autres, pour qui culture et élevage relèvent de la géographie biologique.

L'enseignement qui fait suite s'inspire de préoccupations morales et, par là même, quitte le domaine de la théorie pour passer à l'applica-

tion. La géographie s'y découvre des qualités qui n'en font plus seulement une science de culture générale, toute indiquée à une époque de spécialisation à outrance, mais bien un facteur de paix. Russell Smith l'entrevit qui croyait à la géographie agent de compréhension mondial, puis de respect, enfin de sympathie. Devant les grands problèmes nationaux et internationaux, une science qui porte l'épithète humaine aurait-elle le droit de rester enfermée dans sa tour d'ivoire ? Il n'est pas question pour elle de pratiquer un internationalisme aggressif, mais d'apporter une contribution désintéressée à l'établissement de bonnes relations entre les hommes.

Elle le peut aisément.

L'étude attentive des bases géographiques des problèmes contemporains, où la géographie économique apparaît pénétrée de géographie politique, n'affirme-t-elle pas la variété des aptitudes naturelles propres à favoriser des rencontres que suggère déjà l'inexistence de compartiments physiques étanches, la valeur du capital humain, contredite vainement par la réglementation actuelle en matière de migration, la faiblesse croissante du concept race, sur lequel les peuples ont misé si souvent, devant les progrès d'une parenté quasi universelle, le succès de chaque économie nationale, des améliorations n'étant réalisables que dans l'ordre international.

Pourquoi faut-il qu'à ces leçons renouvelées, prêchant le bénéfice des ententes, la politique réponde : concurrence, antagonisme, conflit !

La géographie ne doit se laisser arrêter ni par des constatations aussi décevantes, ni par la complexité d'une telle enquête. Cette complexité ressort déjà de la combinaison possible des quatre termes de l'examen géographique, mais, également, des modifications incessantes que la vie, ce dynamisme perpétuel, apporte à la statique inévitable de toute situation donnée. Un cours spécial, dit d'évolution, suit ces transformations. Il en montre l'incidence sur les problèmes et leurs solutions.

Ces dernières, subjectives, nationales et internationales, sont confrontées avec celles toutes objectives que suggère la nature. La marge qui sépare les unes des autres, mètre, peut-être, la distance de la réalité à l'idéal. Elle permet de fixer dans la pratique un point de direction pour le cheminement nouveau.

Mais la géographie ira-t-elle jusque-là ?

Nous l'avons pensé, à Genève, où un Centre d'études de l'Europe centrale, rattaché au Séminaire de géographie, agit, depuis trois ans, sur les éléments, particulièrement nombreux à l'Université, d'une région en pleine effervescence.

Cette compréhension des tâches nouvelles de la géographie humaine fut communiquée en un triple vœu au Congrès international de géo-

graphie, à Paris, en 1931. La section de didactique et de méthodologie l'adopta à l'unanimité moins une voix. Il ne fut pas retenu par le Conseil de l'Union géographique parce qu'un tel objet n'était point inscrit à l'ordre du jour du Congrès.

Les géographes, d'accord sur leur programme et les extensions qu'il peut plaire à certains d'entre eux d'envisager, leur discipline pourrait être, un jour, la synthèse supérieure, à base inébranlable parce que naturelle, à la construction de laquelle participeraient toutes les sciences morales et physiques. Elle serait à l'Université le lien, hors-Facultés, des Facultés, dont toutes, Sciences, Lettres, Sciences économiques et sociales, Droit, mais, si l'on veut, Médecine et Théologie, collaborent, à leur manière, à sa documentation et en reçoivent, en retour, une contribution capitale. On y songe à Genève, qui veut mettre sur pied, et dans ces conditions, une licence en géographie. Mais elle pourrarit aussi intervenir efficacement dans la société, le monde des affaires, la Croix-Rouge, les institutions internationales, pour lesquelles les géographes de Genève ont créé les « Matériaux pour l'étude des calamités », par le sérieux et la précision de ses recherches, l'impartialité et l'apaisement de son message.

Cette géographie humaine intégrale, qui n'a pas désavoué ses sources, ni renoncé à la science tout court dont elle émane, est en face d'une humanité désorientée, à la recherche d'un salut. Elle peut lui venir en aide. Elle le doit. Ne calculons pas la reconnaissance ou la considération qui lui en reviendraient.

Ne serait-il point désirable que l'adhésion à ce programme élargi de la géographie humaine parte des cercles savants qui travaillent, comme vous, à l'avancement des sciences ?

André CHAIX
Docteur ès Sciences

LES « COULÉES DE BLOCS »

Chacun connaît les éboulis, pentes raides, formées par l'empilement de pierres anguleuses et dominées par quelque paroi rocheuse. Ils sont dus au gel qui effrite le rocher et fait tomber les pierres une à une.

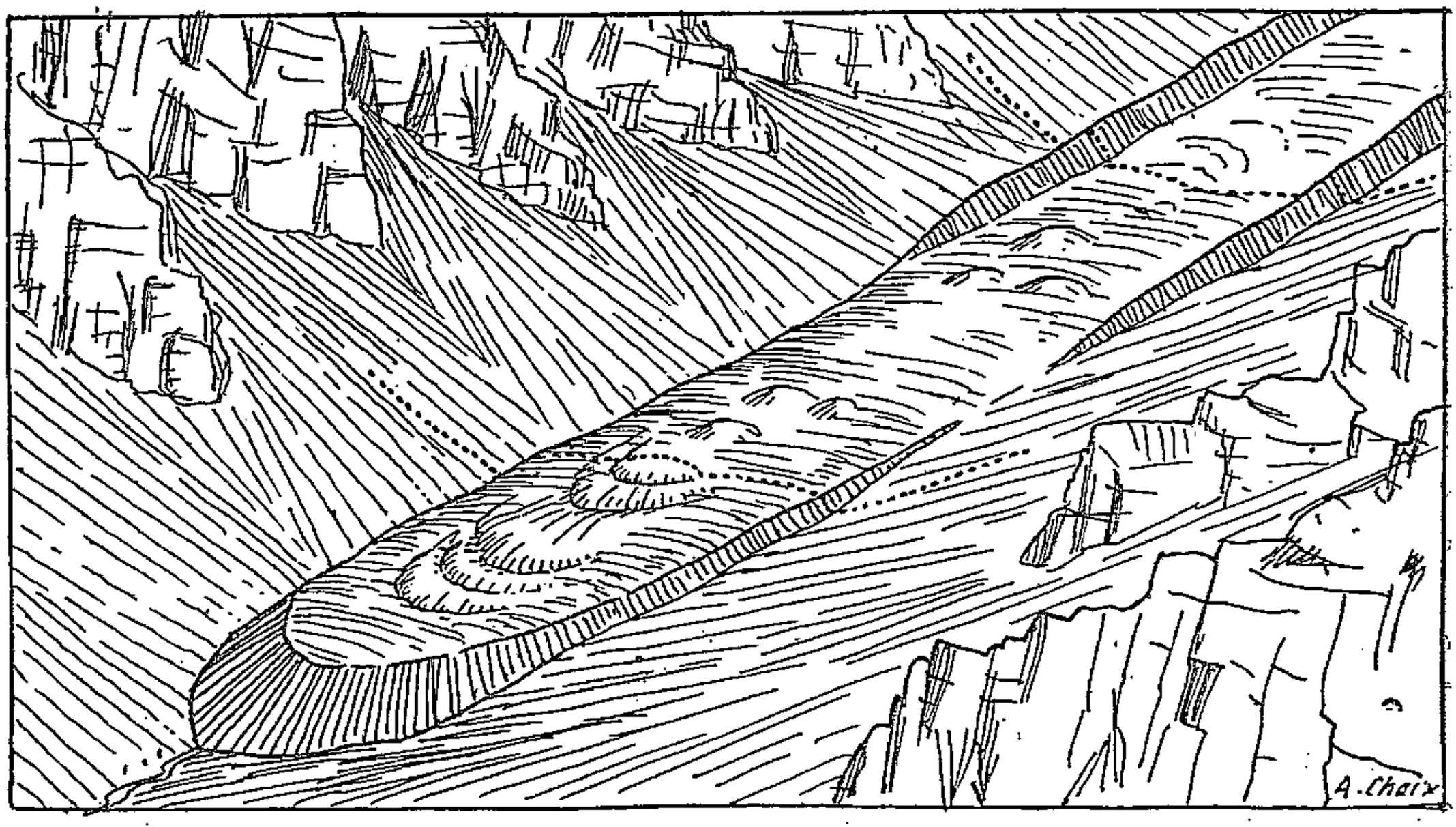
Il est un autre dépôt pierreux, rare et peu connu, qui présente certaine parenté avec les éboulis. C'est ce que nous avons appelé les « coulées de blocs » et ce que les géologues américains ont nommé « glaciers de roches » (rock glaciers). Nous en avons vu quatre exemplaires dans la partie orientale des Alpes suisses (« Parc national suisse », can-

lon des Grisons) et nous avons dressé la carte de deux d'entre eux. Cette région des Alpes est formée d'une roche très fissurée (calcaire dolomitique) qui s'effrite en éboulis immenses, et ses vallées ont 2.000 m. d'altitude. La partie supérieure de certaines d'entre elles présente simplement deux pentes de pierrailles entre lesquelles coule le torrent.

Là où les « coulées de blocs » se rencontrent, elles s'allongent sur le fond de vallée. Elles ont la forme d'une langue en relief et, vues de loin, elles font penser à une coulée de boue énorme ou à un glacier complètement recouvert de cailloux. Elles mesurent 100, 300, 400 m. de longueur ; 50 à 80 m. de largeur ; leur épaisseur maximum, c'est-à-dire celle du front, est de 30 m. Leur surface supérieure est bosselée et présente des bourrelets arqués, concentriques, convexes vers l'aval, faisant penser aux replis d'une pâte en mouvement. La coulée est limitée de côté et en avant par des talus très nets et raides, qui descendent vers l'extérieur comme un bord de terrasse ; sur le devant, cette forme, particulièrement accentuée, ressemble tout à fait au talus frontal d'une coulée de lave volcanique. Le matériel qui constitue tout cet ensemble est identique à la pierraille d'un éboulis et, en creusant jusqu'à 1 m. 50, nous n'avons rien trouvé de plus qu'un peu de boue entre les cailloux.

Présumant, d'après les bourrelets de la surface et la fraîcheur du talus frontal, que la masse était en mouvement, nous avons placé des repères sur deux de ces coulées et nous avons pu constater que le centre progresse de 1 m. par an et les côtés beaucoup plus lentement.

Et maintenant comment ce phénomène a-t-il commencé ? C'est la question à laquelle nous ne pouvons répondre que par une vague hypothèse. Les « coulées de blocs » doivent être la suite d'un phénomène glaciaire. Lors de la crue de glaciers qui eut lieu dans les Alpes vers



1820, les petits glaciers de ces hautes vallées ont dû pousser sous eux une masse d'éboulis. Depuis lors, ces glaciers auraient été réduits à l'état de névés, mais leur dépôt pierreux, rampant lentement, serait sorti des anciennes moraines, que l'on retrouve plus haut, et constituerait la langue en relief que nous appelons « coulée de blocs ».

Paul CORBIN et Nicolas OULIANOFF

LEVER STÉRÉOTOPOGRAPHIQUE DE LA PARTIE FRANÇAISE DU MASSIF DU MONT-BLANC

Nous avons exposé devant la section de Géologie du Congrès qu'ayant entrepris le lever et la publication d'une carte géologique du massif du Mont-Blanc (partie française), à grande échelle (1 : 20.000) et aussi exacte que possible, nous avions avant tout dû renoncer à utiliser comme base topographique la vieille carte dite de l'Etat-Major au 1 : 80.000 en raison de son échelle beaucoup trop petite et surtout de son manque d'exactitude.

Il nous fallait une carte de tout ce massif non seulement levée au 1 : 20.000, mais présentant le maximum de précision et d'exactitude compatibles avec cette échelle. En outre il était, à nos yeux, indispensable que le modelé du terrain fût réalisé à l'aide de courbes de niveau *continues et précises, et cela même dans les falaises et les abrupts les plus inaccessibles*, au lieu du fameux « *dessin du rocher* » qui caractérise toutes les cartes topographiques, même à grande échelle, publiées jusqu'à ces toutes dernières années, et qui n'est en somme qu'un dessin plus ou moins artistique, imposé par l'impuissance de tous les procédés topographiques anciens à donner une « définition géométrique » sérieuse de ces régions escarpées.

Il est en effet absolument impossible sur ces cartes de construire une coupe ayant quelque valeur géométrique, quelque précision en un mot, à travers des surfaces rocheuses figurées par ce « dessin de rochers » et passant par un point arbitraire quelconque, comme il devrait pouvoir se faire. Tout au plus, dans les cas les plus favorables, peut-on considérer comme exact le sommet (coté) de la coupe et sa base (sommet des pentes plus faibles représentées par des courbes) et quelquefois, mais bien rarement, un ou deux points *cotés* intermédiaires : tout le reste n'est que fantaisie. Nous nous sommes donc imposé, comme condition essentielle, l'exécution possible de profils exacts *en tous points* du terrain d'une carte géologique qui seule permet d'étudier, d'établir puis surtout de contrôler sérieusement la stratigraphie

et surtout la tectonique figurées sur ce document, et c'est pour cette raison que nous avons cru devoir écarter à priori tout procédé topographique ne nous fournissant pas ce criterium indispensable. Nous ferons d'ailleurs observer en passant qu'il n'y a pas que les études géologiques à souffrir de ce vice capital de toutes les cartes à « dessin de rocher » ; il en est de même pour toutes les études de travaux publics dans ces régions difficiles : tunnels, canaux, et spécialement conduites forcées, etc.

A ce point de vue, nous ne pourrions même utiliser le procédé *photogrammétrique simple*, imaginé et réalisé par le colonel Laussedat entre dier, d'établir, puis surtout de contrôler sérieusement la stratigraphie 1860 et 1870, qui s'est répandu depuis cette époque, et a permis en particulier l'exécution et la publication de quelques feuilles d'une carte au 1:20.000 du massif du Mont-Blanc par MM. Vallot, commencée depuis une trentaine d'années.

En effet, ce procédé fondé sur l'utilisation de photographies prises des deux extrémités d'une base, bien qu'offrant en haute montagne de grands avantages sur les anciennes méthodes, présentait encore pour nous des défauts essentiels. Il exige tout d'abord des constructions géométriques délicates et compliquées au bureau, qui ne peuvent trop souvent être réalisées que par l'auteur même des levés sur le terrain, par suite de la difficulté extrême de l'opération essentielle : *l'identification des points* à construire, sur les épreuves de deux photographies prises de stations forcément assez éloignées l'une de l'autre pour donner des intersections convenables, et encore une troisième station est-elle généralement nécessaire pour éviter toute erreur. Il en résulte qu'une paire d'épreuves ne peut fournir qu'un nombre limité de points précis et cotés. L'exécution de la carte est donc en fait fort longue, en tous cas finalement pas plus rapide que par l'ancien procédé à la planchette.

En outre et surtout les courbes de niveau ne peuvent être obtenues que par *interpolation entre les quelques points cotés* précis qu'ont fournis les constructions préalables sur les épreuves. Non seulement elles ne sont absolument pas continues, mais surtout elles sont essentiellement approximatives, leur degré de conformité au terrain réel dépendant avant tout du nombre de points *cotés* que ces constructions ont permis de tirer des épreuves photographiques, et donc, en dernière analyse, de la facilité plus ou moins grande d' « identification des points » que celles-ci ont offerte au dessinateur.

C'est dire que ce procédé est incapable, tout comme les précédents, de fournir des courbes sur les parois rocheuses, dans les arêtes escarpées de la haute montagne, comme par exemple, dans le cas de notre carte, dans les parois formidables des Aiguilles du massif du Mont-Blanc, ou les à pics vertigineux de la Falaise des Fiz.

En résumé, la photogrammétrie simple présentait pour nous les mêmes vices rhédibitoires que les anciens procédés : extrême lenteur, courbes de niveau plus ou moins arbitraires en « terrain courant », donc modelé inexact ; enfin obligation du « dessin de rochers » dans les parties rocheuses, donc coupes sans valeur géométrique, c'est-à-dire scientifique.

Il existait heureusement ,comme on le sait, depuis quelques années, une nouvelle méthode dite stéréophotogrammétrique, dérivée de la méthode photogrammétrique simple de Laussedat, imaginée et créée il y a une trentaine d'années par l'ingénieur Pulfrich d'Iéna, puis amenée à son maximum de perfection et de souplesse par un Autrichien, le capitaine von Orel, et adoptée depuis 1910 environ par le Service Géographique militaire de Vienne.

Ici, deux clichés du même terrain sont pris des extrémités d'une courbe base mesurée optiquement (quelques centaines de mètres) à l'aide d'un appareil très perfectionné, le stéréophototothéodolite et montés ensuite au bureau sur un appareil stéréoscopique à fort grossissement, combiné avec un dispositif mécanique extrêmement complexe et de très haute précision qui, à l'aide de trois vis micrométriques manœuvrées par l'observateur au microscope, lui permet, en promenant une « mire idéale » sur la surface du sol, de faire dessiner automatiquement par un crayon et à sa volonté la position de *tous* les points du « paysage stéréoscopique » qu'il aperçoit dans le champ des oculaires du microscopique. (Le crayon se déplace à plus de 1 m. 50 de l'opérateur qui ne le voit même pas et la précision du tracé des points est de l'ordre du dixième de millimètre.) Donc, premier avantage : *suppression totale* de « l'identification des points » : tout point vu dans le paysage stéréoscopique peut être tracé immédiatement et sans constructions sur la carte. D'où une extrême rapidité en même temps qu'une analyse du terrain et de ses détails aussi poussée qu'on le désire ; ajoutons que le dessinateur au bureau n'a aucun besoin, comme précédemment, de connaître le terrain du lever, puisqu'il l'a sous les yeux *en relief* dans son stéréoscope.

En outre, un dispositif ingénieux permet à l'opérateur d'obliger la « mire idéale » qu'il aperçoit dans le paysage stéréoscopique, à se mouvoir seulement dans un plan horizontal d'altitude donnée et par conséquent à *toucher* le terrain suivant l'intersection de la surface topographique avec ce plan horizontal, c'est-à-dire précisément la courbe de niveau de cette altitude : le crayon, dans ces conditions, trace donc cette courbe de niveau d'une *façon absolument continue* et en suivant les moindres ondulations du sol. Il suffit ensuite de changer l'altitude du plan horizontal pour obtenir une autre courbe de niveau. Il résulte de cette propriété que le tracé des courbes de niveau est absolument indépendant de la nature du terrain et qu'il est donc aussi facile

de tracer ces courbes le long d'une falaise inabordable que sur les pentes les plus faciles.

Donc deuxième et capital avantage : les courbes de niveau sont absolument continues, aucune partie n'en est arbitraire, d'où modelé du terrain aussi fin et délicat qu'exact. Et enfin elles sont obtenues aussi facilement sur les arêtes rocheuses, d'où suppression absolue du « dessin de rocher ».

Les appareils qui réalisent ces progrès essentiels sont connus sous le nom de *stéréautographes* (construits par Zeiss à Iéna, puis par Wild en Suisse) et l'opération qui permet de dessiner ainsi automatiquement sur le papier le plan du terrain vu dans le paysage stéréoscopique, en est la « restitution ».

Après cette opération fondamentale au bureau, il ne reste en principe comme travail sur le terrain que l'étude de la viabilité des voies de communication et celle de la toponymie.

Nous avons cru devoir insister quelque peu sur la méthode employée pour établir la base topographique de notre carte, parce qu'il y a souvent confusion entre la photogrammétrie simple, celle de Laussedat, et la stéréophotogrammétrie fondée avant tout sur les propriétés géométriques trop peu connues de la vision stéréoscopique. C'est même pour cette raison que beaucoup de techniciens mettent en doute la précision de cette méthode qui est encore au fond une méthode d'intersection. Seulement ici l'intersection est celle des rayons lumineux dirigés par chaque œil sur le point observé. Or l'œil et le cerveau humains sont ainsi faits que nous avons à l'œil nu la « *sensation de relief* » jusqu'à près de 450 mètres (pour des yeux normaux et exercés écartés de 65 mm.). Il en résulte que notre sensibilité au relief se traduit par la perception de différences angulaires de l'ordre de 10 secondes, ce qu'on exprime en disant que le « *parallaxe stéréoscoque* » est de 10 secondes.

C'est donc là la précision des intersections stéréoscopiques réalisées dans le champ du microscope du stéréautographe *par les yeux de l'opérateur*. Nous sommes ici bien loin des intersections de 15 ou 20° exigées, à juste titre, dans les intersections de la topographie ancienne, aussi bien d'ailleurs que de la photogrammétrie simple.

On remarquera que c'est l'écartement des stations de prises de vue qui permet de porter le relief stéréoscopique aussi loin qu'on le désire, et de réaliser en même temps la précision voulue : la sensation du relief que donne ainsi une paire de clichés à grande base, d'*hyperstéréoscopes*, suivant l'expression actuelle, est celle qu'aurait un géant possédant un écartement d'yeux égal à cette base.

La précision est si grande que si l'on fait succéder deux opérateurs exercés devant les oculaires du stéréoautographe, le second retrace exactement à la même position tous les points dessinés par son prédé-

cesseur ; en particulier le deuxième tracé d'une courbe de niveau quelconque recouvre le précédent à moins de l'épaisseur du trait de crayon près. (Bien entendu, l'opérateur au microscope ne peut voir le crayon qui se déplace à plus de 1 m. 50 de lui et lui est d'ailleurs caché par les oculaires.)

La méthode stéréophotogrammétrique est appliquée en France par la « Société française de Stéréophotographie » fondée en 1919 par l'un d'entre nous, qui d'ailleurs, l'avait fait connaître en 1914 en France par un long article publié dans la *Revue Générale des Sciences* (30 mars 1914). C'est grâce à la connaissance approfondie que nous en avions, que nous avons immédiatement décidé de l'employer pour réaliser la base topographique rêvée de notre carte géologique.

Cette Société a donc entrepris depuis 1925 environ, sur notre commande et sous notre contrôle constant, le lever de cette carte qui est, comme on peut le penser, une œuvre de très longue haleine, malgré la rapidité extraordinaire caractéristique de cette méthode. La base géodésique de précision, indispensable dans cette méthode comme dans toutes les autres, a été fournie par la magnifique triangulation Vallot, d'une part, par celle non moins remarquable d'Hellbronner d'autre part, et pour beaucoup de points de vallée par la triangulation graphique du cadastre de la Haute-Savoie, à la fois très récente et très soignée.

La carte totale comprendra 26 feuilles (dont plusieurs demi ou quarts de feuilles), couvrant chacune 10 minutes de longitude et 5 minutes de latitude (c'est la surface occupée par les feuilles des « Plans directeurs » français). Jusqu'à présent 7 feuilles ont paru : en 1927, Servoz-les Houches (feuille double), puis Chamonix, les Tines, Valorcine, le Tour, l'Argentière ; deux autres paraîtront au printemps 1934 : le Talèfre et le Dolent, puis le Tacul, le Mont-Blanc en 1935 ; trois autres sont également presque terminées : Les Bossons, Saint-Gervais et Passy : soit 14 en 1936 au plus tard. Le plus difficile sera alors fait.

La carte une fois terminée, embrassera tout le terrain limité par les frontières italienne et suisse au sud et au nord-est, les Hautes-Alpes calcaires au nord-ouest et la région du Col de la Seigne et du Col du Bonhomme au sud.

Les feuilles de cette base topographique ont d'abord été tirées en une seule couleur, le bistre, mais la lecture de la topographie ayant été reconnue assez difficile sous les couleurs géologiques, nous avons adopté à partir de la feuille de Vallorcine incluse, un tirage en quatre couleurs, beaucoup plus vivant et qui rend surtout la lecture de la topographie extrêmement facile. Peut-être même publierons-nous plus tard une édition purement topographique, où nous comptons soigner tout particulièrement le modelé du terrain pour le rendre aussi par-

lant à l'œil que possible. En particulier l'équidistance des courbes sera de 10 m. au lieu de 20 m. sur notre carte géologique, équidistance qui nous a été imposée par la nécessité constatée de ne pas fausser les teintes géologiques par un fond de courbes de niveau trop serré et donc trop foncé. C'est encore un gros avantage de la méthode stéréophotogrammétrique de permettre sans difficulté de tirer successivement des mêmes clichés des plans à équidistances différentes.

Notre lever ayant présenté des difficultés très particulières, en raison de la nature presque partout très escarpée du terrain et de sa très grande altitude moyenne, nous croyons devoir insister quelque peu à ce sujet.

D'une façon générale, il subsiste comme de juste dans la restitution, de *très petits* blancs, correspondant à des parties non vues des stations de base. Quand une autre station ne les « voit » pas, le blanc est rempli à la planchette par un topographe très exercé.

Mais dans les parties les plus hautes du massif du Mont-Blanc, les stations normalement abordables au photothéodolite ont laissé subsister fréquemment des « blancs » trop étendus pour être exécutés à la planchette et qui auraient exigé, pour être restitués, l'occupation très onéreuse d'arêtes trop dangereuses, et dans quelques cas même inabordables.

Plusieurs de ces « blancs » ont toutefois pu encore être remplis quand le stéréautographe Wild a permis de travailler avec l'axe optique de la chambre photographique très incliné sur l'horizon, tandis que le stéréautographe Zeiss, un peu plus ancien, exige l'horizontalité de cet axe, et offre donc un champ photographiable très sensiblement moins étendu au-dessous et au-dessus de l'horizon.

Finalement il est resté quelques grands « blancs » très haut situés et qui ont failli mettre la méthode en échec, si nous ne nous étions pas décidés à utiliser l'avion pour prendre les clichés nécessaires.

L'un de nous a donc profité de la création récente au Fayet-Saint-Gervais de l'aérodrome Potez pour effectuer avec, comme pilote, d'abord le célèbre aviateur Thoret, puis son successeur Serge, un certain nombre d'itinéraires de prises de vues à l'aide de la nouvelle chambre photographique d'aviation de Wild ; celle-ci, munie d'un approvisionnement de magasins de 10 plaques chacun, nous a permis de prendre en moyenne, sous des angles très inclinés, 120 vues en deux heures de vol. Toute la surface de notre carte est actuellement à peu près couverte et la campagne de cette année permettra, nous l'espérons, de terminer.

Mais si le travail sur le terrain est ainsi extraordinairement accéléré, celui du bureau est en général extrêmement long par suite du temps considérable qu'exigent les tâtonnements successifs nécessaires pour « régler » sur le stéréautographe Wild une paire de clichés « aériens »,

c'est-à-dire pour les amener exactement, sur cette carte et par rapport aux points géodésiques dits « de contrôle », à la position relative, inconnue à priori qu'ils occupaient dans l'espace lors des deux prises de vues successives, après quoi la « restitution » marche aussi vite que dans le cas des clichés terrestres.

Quoi qu'il en soit, tous les « blancs » résiduels ont pu ainsi être remplis avec la même précision que le restant de la carte, quelle que fût leur étendue, démontrant ainsi la généralité, absolue désormais, de la méthode stéréophotogrammétrique.

En outre le perfectionnement de la technique de restitution que le « travail » de ces nombreux clichés « aériens » a conduit à étudier puis à réaliser, a montré que, dans certains cas, ces clichés sont supérieurs aux clichés terrestres et qu'il devient non seulement possible, mais très avantageux et *pratique* de les utiliser aussi pour la restitution fondamentale et non plus seulement pour le seul remplissage des blancs.

On voit que l'exécution de notre Carte Géologique du massif du Mont Blanc aura ainsi permis de faire faire un nouveau progrès à la stéréophotogrammétrie dont on commence à reconnaître la haute valeur pour les études de géographie physique et spécialement de morphologie, en raison de la richesse extraordinaire du modelé que donnent ses courbes épousant les moindres sinuosités du sol. Nous recommandons à ce sujet l'examen des deltas torrentiels lacustres ou, sur notre carte, celui des surfaces glaciaires avec leurs séracs toujours et forcément si mal rendus dans les cartes non obtenues par la stéréophotogrammétrie.

J. COULOUMA
Docteur en pharmacie

LES INONDATIONS DE 1932 DANS LE BAS-LANGUEDOC ET LE ROUSSILLON

Causes lointaines

Des inondations répétées se produisirent, en décembre 1932, dans notre région du Bas-Languedoc et celle du Roussillon. Elles furent la conséquence naturelle des vents d'est qui prédominèrent d'une façon très marquée durant les derniers mois de l'année.

Ce vent accumule sur notre pays d'épaisses masses de nuages bas qui, bientôt arrêtées par les Cévennes, les Corbières, les Pyrénées, se condensent et les couvrent de pluie. Or, il souffla 12 jours durant le

mois de novembre, 14 jours durant le mois de décembre, à Montpellier.

La quantité de pluie tombée en novembre dans cette dernière ville ne fut pas très importante (47 mm. 9 seulement) ; mais le sol, saturé d'humidité à la suite des orages de mai, juillet et septembre, était demeuré littéralement imprégné d'eau, ainsi que les végétaux, à cause de l'état hygrométrique de l'atmosphère.

Causes immédiates

Dès le 1er décembre, des averses plus abondantes s'abattirent sur nos montagnes. Le poste de l'Aigoual nota 112 mm. ce jour-là ; 30 mm. le 2 décembre ; 18 mm. le 4.

Cette journée de pluie suffit à provoquer une première crue de nos rivières, pourtant assez légère, la chute d'eau ayant été moins considérable dans la plaine. Montpellier signale, en effet : 43 mm. 5 — 8 mm. 4 — 20 mm. 2 — et 5 mm. 3 les quatre premiers jours du mois.

Le 8 décembre, le vent du sud-est se met à souffler avec violence. Le 12, il atteindra la vitesse de 40 à l'Aigoual. La pluie tombe à nouveau. Elle touche ce dernier sommet le 8, avance toujours, arrive à Béziers le 9, à Perpignan le 13 et ne cessera point jusqu'au 21 décembre, avec néanmoins quelques accalmies vers le littoral.

Le poste de l'Aigoual enregistre : 11 mm. 3 le 8 décembre ; 30 mm. 6 le 9 ; 120 mm. le 10. Les chiffres sont moins élevés pour les jours correspondants dans la zone des plaines : 39 mm. 9 — 25 mm. 3 — 34 mm. 8 à Montpellier ; 50 mm. — 30 mm. — 12 mm. à Béziers. La pluie cesse le 10 décembre.

Crue de l'Hérault

La rivière l'Hérault n'avait pas été influencée par les deux premiers jours de pluie. On mesurait 1 m. 50 à 18 h., le 11 décembre, au pont d'Agde. Dans la nuit, le cours d'eau monta rapidement et atteignit 2 m. 60 le lendemain à 6 heures, pour descendre le soir même à 2 m.

Une nouvelle pluie abondante s'abat sur les Cévennes, le 12. L'Aigoual consigne 129 mm. 3 ce jour-là ; 92 mm. 5 le 13 ; 70 mm. 8 le 14 ; 91 mm. 8 le 15 ; soit : 384 mm. 4 en quatre jours. Il pleut surtout vers Béziers, à l'ouest, très peu à l'est. Tous les affluents principaux de l'Hérault venant de la rive droite, il semble qu'on va observer le maximum de crue. Le 15, la mairie de Ganges télégraphie la cote 3 m. 60 relevée à 7 h. du matin.

A Agde, à la même heure. la rivière est déjà étale ; elle restera au niveau de 2 m. 60 pendant 24 heures, grâce au flot arrivé de Ganges, après 15 heures de parcours, tandis que les affluents précités sont déjà en décrue, la pluie ayant cessé de tomber le 16.

Une nouvelle série de jours pluvieux commence le 18, pour se terminer le 22. L'Aigoual observe : 22 mm. 7 — 63 mm. — 77 mm. 5 — 60 mm. ; au total : 223 mm. 2, chiffre bien moins important que celui de la période précédente. A Agde, la rivière était descendue à 1 m., le 19, à 18 heures.

Cette fois Ganges communique 4 m. le 21, à 4 heures du soir.

La hausse se poursuit lentement jusqu'au 21, où l'on marque 1 m. 90 à 6 heures du matin. Ce jour-là la pluie arrosait abondamment le Biterrois : Béziers signale 51 mm. Les crues de l'Hérault et de la Vis vont rencontrer les flots de la Lergue, de la Peyne et de la Tongue, rivières des Avant-Monts. Alors notre fleuve côtier monte à vue d'œil, à la cadence de 30 cm. par heure, pour atteindre 3 m. 23 à 16 h. 30 et 3 m. 25 à minuit (maximum inférieur de 25 cm. seulement à celui de la crue de 1930).

Durant la crue, ce petit fleuve monta brusquement à 13 heures, de 55 centimètres dans douze minutes. Jamais on n'avait observé une progression aussi rapide.

Les eaux baissèrent enfin. Il fallut 24 heures pour que le niveau repassât à la cote de 2 m. 60.

L'Hérault resta au-dessus de 1 m. pendant plus de 12 jours. Cette dernière crue avait fait beaucoup de mal, ayant atteint toute la plaine inondable sans que les mesures de protection pussent être prises.

La route fut coupée entre Pézenas et Montagnac. Cette dernière localité et Saint-Thibéry devinrent de petites Venises.

La Grand'rue, d'Agde, fut à nouveau envahie, comme en 1930. La surface submergée, depuis Pézenas jusqu'au rivage méditerranéen, représentait plusieurs milliers d'hectares. Vers l'embouchure, les eaux s'étendaient jusqu'à Vias.

Le Libron

Ce torrent eut, comme l'Hérault, trois crues importantes.

Ses eaux atteignirent 1 m. 90 le vendredi 9 décembre, à 6 h.; 2 m. 10 le 14, à 12 heures, et 2 m. le 21, à midi, au barrage du Canal des Deux-Mers.

Ces maximums précédèrent ceux de l'Hérault, en raison de la faible capacité du bassin.

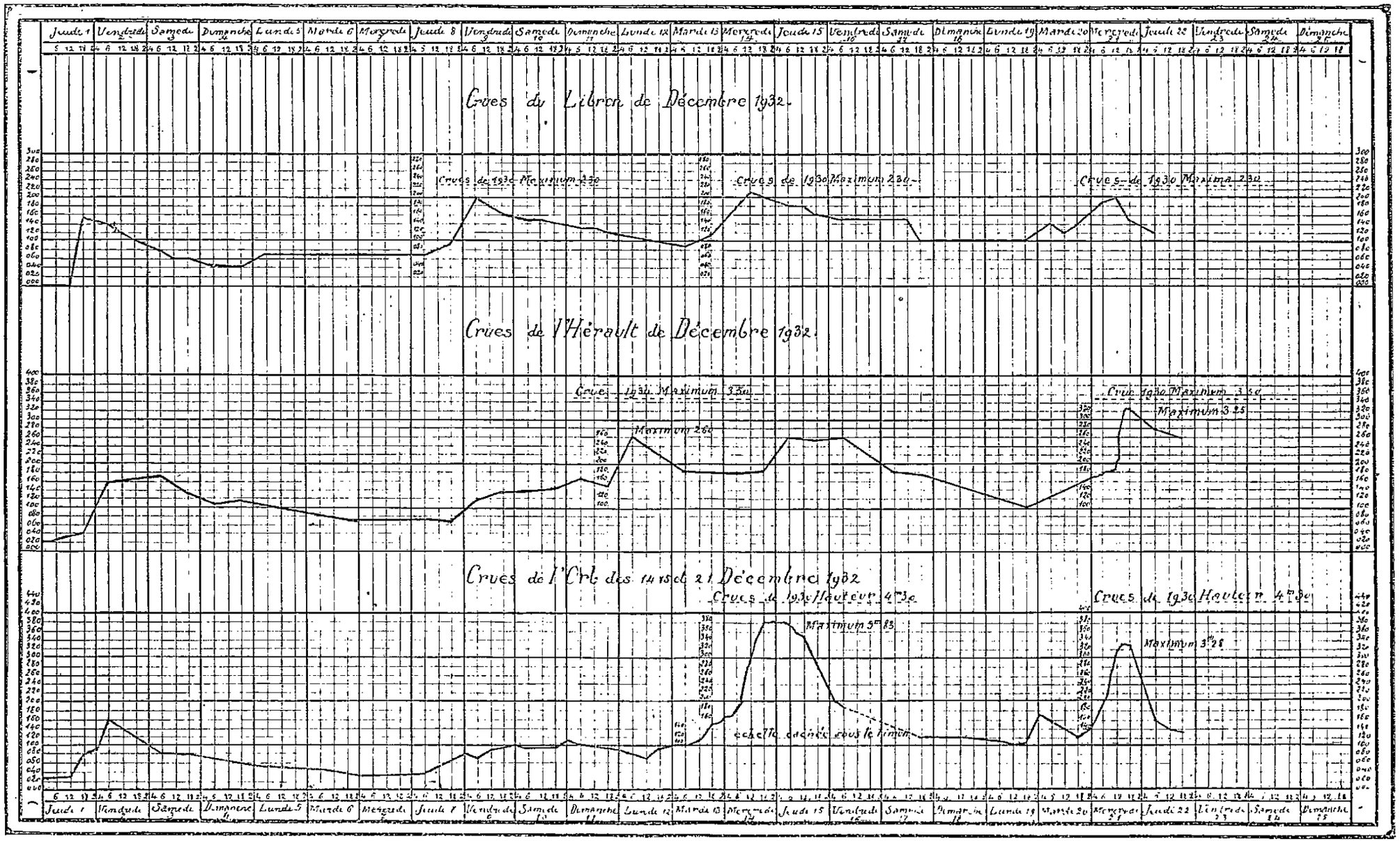
La progression maxima des eaux fut, pour ce cours d'eau, de 35 cm. par heure.

L'Orb

La rivière du Biterrois, l'Orb, n'eut, de son côté, que deux crues considérables, le 14 et le 21 décembre.

Contrairement à ce qui se passa pour l'Hérault, le maximum eut lieu lors de la première crue.

Le poste de La Littorale, qui avait mesuré 51 mm. d'eau, tombée


Crues du Libron de Décembre 1932.
Crues de 1930 Maximum 2m30
Crues de 1930 Maximum 2m30
Crues de 1930 Maxima 2m30
Crues de l'Hérault de Décembre 1932.
Crue 1930 Maximum 3m50
Maximum 2m60
Crue 1930 Maximum 3m50
Maximum 3m25
Crues de l'Orb des 14 et 21 Décembre 1932
Crues de 1930 Hauteur 4m30
Maximum 5m85
cette crue cachée sous le maximum
Crues de 1930 Hauteur 4m30
Maximum 3m28

du 13 au 14 décembre, et 94 mm. du 14 au 15, donnait 53 mm. seulement le 20 et le 21. La cote télégraphiée de Bédarieux le 14 décembre est de 2 m. 30 à 10 h. et de 2 m. 70 à 13 h. Le 13, à 16 heures, à Béziers, l'Orb est à 1 m. au-dessus de l'étiage ; le lendemain 14, il le dépasse de 2 m., à 7 h. A partir de ce moment, la progression des eaux devient rapide. Elle se fait à raison de 20 centimètres par heure, le maximum observé à 16 h. étant de 3 m. 83.

La rivière reste étale jusqu'au lendemain 4 h., début de la décrue.

Une légère hausse se produit dans la nuit du 19 au 20. La pluie tombe dru sur les montagnes, comme en témoigne le chiffre de 77 mm. enregistré par le poste de l'Aigoual, situé, il est vrai, plus à l'est. A Bédarieux, l'Orb enfle si rapidement que, le 21, à 8 heures, on mentionne 3 m. 20 et 3 m. 70, à 9 h. 30. La décrue commence à 10 heures ; à 11 h. 15 les eaux atteignent à peine 3 m. 50.

Soixante kilomètres en aval, à Béziers, on relève 1 m. 40 le 20, à minuit ; 2 m. le 21, à 6 h. ; 3 m. 10, à midi, et 3 m. 25 à 18 h. Pendant que les eaux des affluents du cours inférieur s'écoulent à Béziers, l'Orb atteint son maximum à Bédarieux. L'arrivée des flots du cours supérieur dans la plaine se produit quand la pluie a cessé, alors que le Jaur, le Vernazobres et le Lirou sont fortement en décroissance.

Le maximum observé pour l'Orb à Béziers est inférieur de 45 cm. à celui de 1930 et de 15 cm. à celui de 1931. Malgré cette différence de niveau, quelques rues de Bédarieux, le faubourg de Béziers et les villages en aval de cette ville ont été inondés ; la circulation par route a été interrompue pendant quelques heures. Remarquons que la crue du 14 a été plus forte en aval qu'en amont tandis que le phénomène inverse se produit le 21 décembre.

Aude

L'Aude, le plus important des fleuves côtiers languedociens, est aussi celui qui est le plus redoutable par la surface qu'il peut inonder.

Les pluies torrentielles qui s'abattirent sur la Montagne Noire et sur les Corbières durant trois jours provoquèrent une crue énorme, moins forte qu'en 1930, mais cependant la septième en importance depuis 1820.

A Carcassonne, les eaux commencèrent leur ascension le 14 décembre. Au matin du 15, elles s'élevèrent à 2 m. 20 ; à 8 h. à 3 m. 10 ; à 11 h. à 3 m. 50. Une légère décrue se manifesta de 14 à 20 heures, où l'Aude était à la cote de 3 m. 30. Une nouvelle hausse eut lieu dans la nuit du 15 au 16 ; de 3 h. à 6 h., la rivière resta étale, à son maximum de 3 m. 80, pour se mettre à diminuer à 7 h.

Quarante kilomètres en aval, au barrage de Moussoulens, après l'apport de l'Orbeil et de la Cesse sur la rive gauche et de l'Orbieu sur

la rive droite, l'Aude atteignait la cote impressionnante de 6 m. 60, le 15, à midi. L'accroissement des eaux fut extrêmement rapide. Le 14, à midi, le fleuve était à 1 m. ; le lendemain, à 6 h., il roulait 6 m. 50 d'eau au-dessus du barrage, soit une augmentation de hauteur de 30 cm. à l'heure.

La crue débuta à 14 heures ; elle s'accentua jusqu'à la nuit.

Les flots, arrivés de Carcassonne, maintinrent le fleuve à 5 m. 50 pendant 12 h., le 16 ; les eaux baissèrent ensuite peu à peu.

Ces observations démontrent une fois de plus les effets de certains affluents secondaires à pente rapide sur le régime d'un fleuve : l'Orbieu et la Cesse avaient causé le débordement de l'Aude.

En aval de Moussoulens, les digues furent rompues au matin du 15, sur les deux rives ; par suite, les eaux diminuèrent au-dessus et surtout au-dessous du barrage. Malheureusement, plusieurs dizaines de kilomètres carrés furent envahis par les eaux ; l'Aude emplit l'ancien étang de Capestang à plus de 10 km. de ses rives et le territoire au sud de Narbonne jusqu'à la Clape.

A Coursan, 60 km. en aval de Carcassonne, le maximum fut inscrit, dans la nuit du 14 au 15, à 2 h., à la cote de 5 m. 30. La rupture des barrages en amont y occasionna, à 8 h., une décrue de 25 cm. L'Aude demeura toute la journée à 4 m. 90. Ce niveau suffit à interrompre toutes communications avec Béziers et Salles-d'Aude durant 48 heures.

Des chutes de neige et des pluies abondantes dans les Pyrénées provoquèrent, le 19 novembre, une nouvelle crue de l'Aude à Carcassonne. A 6 h., on enregistrait 2 m. 70 ; trois heures et demie après, les eaux atteignaient presque le maximum du 16 décembre, soit 3 m. 40. La décrue fut rapide. Les affluents du cours moyen n'étaient pas heureusement en crue, si bien que les éclusiers de Moussoulens notaient seulement 2 m. à 10 heures. Le passage du flot de Carcassonne se produisit à 22 h. 30 ; l'Aude à ce moment roulait 5 m. 73 d'eau. La décrue commença à minuit avec la même célérité que la crue et les terres, recouvertes par les eaux depuis le 15, furent enfin libérées.

Têt et Agly

Les cours d'eau catalans eurent aussi des crues importantes à la suite des mêmes pluies torrentielles.

A Perpignan, le pluviomètre releva 184 mm. le 14 ; 40 mm. le 15 ; 36 mm. le 16 ; 22 mm. le 17 et 69 mm. le 18.

La Têt atteignit 2 m. 90 le 15, à minuit, et 3 m. 20 dans les premières heures du 16. Le même jour, à 9 h., les eaux n'étaient plus qu'à 2 m. 50. Le 17, à la suite de chutes de neige sur les Pyrénées, une nouvelle hausse les portait à 2 m. 70. Mais les décrues de cette rivière s'effectuent en peu de temps à cause de la déclivité de son lit

et de la faible longueur de son cours, du Pic de Prigue à la Méditerranée.

La Têt, en aval de Perpignan, et après Rivesaltes, son voisin l'Agly, descendu des Corbières, rompirent les barrages et inondèrent le vaste territoire de la Salanque où ils confondirent leurs eaux au voisinage de la mer. Des routes et des voies ferrées s'affaissèrent sans causer d'accident mortel. A Rivesaltes, l'Agly resta au niveau de 4 m. 50 pendant 24 heures.

En dehors du bassin méditerranéen, le Tarn eut également une crue très marquée, provoquée par les affluents de son cours moyen : la Dourbie, le Dourdou, le Rance.

Il atteignit 4 m. 20 à Saint-Rome, le 14 décembre, et 5 m. à Montauban le 15, sans déborder cependant et occasionner les catastrophes de 1930.

Caractères particuliers de ces crues

De toutes ces constatations, il résulte que les inondations de décembre 1932 ont été caractérisées par une très longue durée.

Bien que les niveaux d'eau soient demeurés inférieurs à ceux de 1930, on en observe rarement d'aussi élevés pendant onze jours dans nos rivières.

Contrairement aux précédentes, les crues ne se sont pas produites en même temps. L'Orb a eu son maximum le 14 ; l'Aude, le 15 ; la Têt, le 16 ; l'Hérault, le 24. Celui-ci a subi trois crues importantes ; les deux autres, deux seulement.

Elles ont prouvé à nouveau que la vitesse d'arrivée des flots est surtout la particularité des petits cours d'eau, et que les modestes fleuves côtiers de notre Bas-Languedoc et du Roussillon peuvent avoir la même rapidité impétueuse que les torrents les plus dangereux.

De l'origine et de la marche de ces inondations, il ressort enfin que les affluents venus de nos basses montagnes sont parfois plus redoutables que les tributaires des hauts sommets par suite du déboisement des pentes, de la nature imperméable de leur bassin et de la proximité de la mer.

Dr ALFONSO GANDOLFI HORNYOLD

L'ALTITUDE MAXIMUM POUR L'ANGUILLE DANS LES LACS DE MONTAGNE

L'anguille se rencontre dans toute l'Europe depuis la Norvège et les côtes de la mer Baltique jusqu'aux côtes de la Méditerranée. On la rencontre aussi sur les côtes de l'Afrique du Nord depuis le Maroc jusqu'en Syrie. On croyait jadis que l'anguille faisait défaut dans la région de la mer Noire ainsi que dans le Danube, mais des recherches plus récentes y ont fait constater sa présence ainsi que dans la mer d'Azow et dans la Volga. L'anguille se rencontre dans les lagunes, les estuaires, les embouchures des cours d'eau, les fleuves, les ruisseaux, lacs et étangs. Il y a beaucoup d'anguilles dans certains ports de mer. A Rome, elles vivent dans les cloaques et à Séville on les pêche dans le Guadalquivir, devant les égouts. On rencontre l'anguille dans des fleuves de grandes distances de la mer comme par exemple en Espagne dans le Tage et dans l'Ebre à plus de 6 et 700 kilomètres ainsi que dans le Rhin sur la frontière Suisse-Badoise à plus de 800 km., dans l'Aare et d'autres fleuves de la Suisse ainsi que dans les grands lacs Suisses et Italiens.

Il est vrai que les barrages industriels forment des obstacles toujours croissants pour l'anguille, bien qu'elle utilise des échelles à poisson peu favorables à certains autres poissons.

Comme altitude maximum pour l'anguille, on indique le lac Noir dans le canton de Fribourg à 1.048 m. d'altitude. J'ai étudié en Espagne l'anguille du lac de San Martin de Castaneda, dit aussi lac de Sanabria dans la province de Zamore à 1.030 m. On m'a assuré que l'on pouvait trouver des anguilles dans de petits lacs à environ 200 m. au-dessus de ce lac. On rencontre aussi l'anguille dans le lac de Poschiavo dans les Grisons à 963 m.

Que l'anguille puisse vivre longtemps dans un lac de montagne c'est le cas du lac de Cauma dans le même canton. Le petit lac est situé à 1.000 m. et n'a ni affluents ni émissaires. Il se trouve à 400 m. au-dessus du Rhin et à une distance à vol d'oiseau de 1.750 m. Une remonte de l'anguille dans le Haut-Rhin est douteuse car on n'en a jamais pêchée. On avait mis des civelles dans le lac en 1882, 1886 et 1887. L'année passée il y avait encore de nombreuses anguilles dans le lac qui donnaient une impression très nette de dégénération et il n'y a pas de doute que ces anguilles y ont vécu de 45 à 50 ans. En hiver le lac est gelé et en été l'eau atteint une température assez élevée.

Ceci démontre que l'anguille peut vivre dans des lacs de montagne situés à plus de 1.000 mètres d'altitude.

R. PERS
Professeur agrégé de l'Université de Grenoble

L'ÉTUDE DES PRÉCIPITATIONS EN HAUTE-MONTAGNE

Une communication faite l'an dernier au Congrès de Bruxelles (pages 186 à 191) tentait de définir exactement la grandeur précipitation. L'inclinaison certaine et *importante* de cette précipitation sur la verticale entraînait comme conséquences :

1° Que cette précipitation devait être mesurée *dans l'espace*, c'est-à-dire en grandeur et *direction ;*

2° Que la quantité d'eau reçue par un bassin de haute montagne ne pouvait, sans erreur importante, être calculée par l'ancienne méthode ;

3° Qu'une nouvelle méthode, la « stérépluviométrie » s'offrait pour cette mesure;

4° Qu'une triple question préalable se posait, avant d'aborder l'étude des variations des précipitations avec l'altitude :

a) Cette étude n'a aucun sens si l'on ne définit pas exactement la grandeur dont on envisage les variations ;

b) Cette étude n'a aucun intérêt si l'on envisage les variations de la composante verticale, seule mesurée jusqu'à présent ;

c) Cette étude est, logiquement et mathématiquement, presque impossible à entreprendre ; l'altitude est, en effet, loin d'être l'unique facteur dont dépend la précipitation. On ne peut faire varier l'altitude seule, sans agir simultanément sur d'autres facteurs, tout aussi importants, et très mal connus.

Si l'on veut étudier rationnellement les précipitations en haute montagne, il vaut mieux :

1° Renoncer à la recherche d'une variation, qui constitue un problème mal défini, sans intérêt et insoluble ;

2° Etudier seulement, par les méthodes parfaitement applicables de la stéréopluviométrie, ce que nous avons appelé la « précipitation efficace ». Cette grandeur est la hauteur d'eau qui multipliée par la projection horizontale du bassin donnerait la quantité totale recueillie par ce bassin. Elle ne peut nullement être donnée par les anciennes méthodes, même en utilisant les paravents tronconiques.

Les expériences entreprises dans le massif des Grandes-Rousses ont indiqué un procédé parfaitement réalisable pour cette détermination.

Rien n'empêche d'appliquer cette méthode à d'autres massifs.

On étudiera ainsi, non pas les variations des précipitations avec l'altitude, mais les variations *locales* des *précipitations efficaces*.

R. RALLIER du BATY
Capitaine au long cours

MONTAGNES ET VALLÉES SOUS-MARINES DU GOLF DE GASCOGNE

René ROUX
Secrétaire d'Ambassade. Copenhague

LES ALPES DE SAVOIE ET LA GÉOGRAPHIE ALEXANDRINE

Les Alpes sont entrées de bonne heure dans l'horizon géographique des Grecs. Déjà, à une haute époque, dès les XI^e^ et X^e^ siècles avant notre ère, deux peuples de la mer, venus d'Asie Mineure, avaient préparé leurs voies d'accès. Les Sardânes, dont le nom est resté à la Sardaigne et peut-être à la Cerdagne, avaient donné le nom de mer de Sardô au golfe du Lion et indiqué ainsi la route du Rhône où d'autres Asiatiques, les Phocéens, devaient fonder Marseille. Les Vénètes, dont les Hittiles nous ont livré le nom exact sous la forme Ainètes, avaient créé une colonie dans le pays appelé aujourd'hui Vénétie. De ce côté la vieille ville grecque correspondant à Massalia fut Adria, clef de la route du Pô.

Les Alpes étaient le commun aboutissement des deux chemins, dont les fleuves portaient les noms parents : Eridanus, Rhodanus. La racine danus évoque une Dana, vieille déesse européenne des eaux (Danube, Dniestr, peuple des Danaens et Danaé). Le sens des préfixes est inconnu. La proximité des sources de la Dranse, du Valais et de la Doire Baltéée du Val d'Aoste faisait croire à une continuité réelle entre le Pô et le Rhône. Les affinités entre les deux grands fleuves étaient encore confirmées par les cols voisins du Petit-Saint-Bernard et du Mont Cenis qui joignaient l'Isère à la Doire Ripaire et à la Doire Baltée. Les trois grands voyageurs des légendes grecques, elles-mêmes issues de traditions antérieures, Jason, Hercule et Persée, avaient leur nom lié à l'un de ces trois passages : Jason avait suivi le Grand-Saint-Bernard ; Hercule avait passé par le Cenis, dédié à son père Zeus (Cf. Pline, III, 123) ; Persée s'était attaqué, semble-t-il, au passage du Petit-Saint-Bernard, le plus effrayant, celui qui était gardé par les génies mêmes des Alpes, les Gréés.

Ces légendes alpines ont été très étudiées par les Alexandrins des trois siècles antérieurs à l'ère chrétienne. Liées à des informations com-

merciales, elles constituent un fonds documentaire encore mal exploré, mais très précieux sur la géographie archaïque de la Savoie. Il faut songer en outre aux répercussions de l'érudition et de la poésie alexandrines sur les événements politiques eux-mêmes : l'heureux présage d'Héraclès a certainement encouragé le passage des Alpes par Hannibal, entouré de savants alexandrins — Sosihios, Silenos, qui se trouvent être les premiers voyageurs de la Savoie. Et César avoue lui-même (B. G. VI, 24) combien sa conquête des Gaules doit aux géographes grecs.

Le grand mérite des Alexandrins est d'avoir sauvé les vieux noms sacrés des Alpes : Pennines et Grées, les premières orientées vers le Valais, les seconds vers la Savoie. Les mêmes peuples, sans doute ligures, ont dû nommer les Apennins et les Pennines, d'un terme indiquant l'élévation et la gloire (penne dans le sens de tête, pennon, etc.). Chez Hésiode, Persée aborde les Grées, déesses de l'Occident et de la Nuit. Graia est le nom redoutable de la déesse Terre. Les Grées veillent sur les chemins du couchant, n'ayant qu'un œil à elles deux ou trois — deux chez Hésiode. Ce sont les cols, cités plus haut, convergeant vers la même route, Rhône d'une part, Pô de l'autre. Toute cette légende des Grées, liée à Hercule et à Persée, est à étudier de près au point de vue des traditions alpines. Les Latins appelaient le Mont Genèvre Mons Matronae, le Mont de la Dame. Le mot matrona peut recouvrir un ancien Graia et explique l'idée de vénérable fée. Les noms hésiodiques des Grées, Enyô et Pephrédô, cachent peut-être les plus anciens noms des pics alpins de Savoie.

Quant au plus ancien nom des Alpes, il apparaît chez Lycophron (1361) sous la force *Salpies* qui indique une forte aspiration de l'A. Le nom est cité à propos de la conquête de l'Italie du Nord par les Etrusques et pourrait être une forme étrusque. Une tradition prétendait que le nom des Alpes venait d'une conquête, donc du dehors (Scolie de Lycophron). On peut en effet penser aux Etrusques, dont les Gaulois n'enlevèrent qu'au v^e^ siècle les provinces cisalpines, et le vocabulaire étrusque serait d'un vieux fonds méditerranéen.

Les Grecs ont connu les Alpes et la Cisalpine avant l'arrivée des Celtes. Ces pays était du monde « ligure ». Pline, somme de toute la science alexandrine, a bien soin de signaler l'origine « ligure » de Turin par opposition au caractère gaulois de Milan. La dynastie de Cottius, qui avait donné son nom aux Alpes Cottiennes, rappelle la dynastie thrace des Cotys. C'était le vestige d'un empire qui s'était étendu très loin vers l'Ouest. Les Grecs nous ont gardé de précieux souvenirs des noms transformés par les Gaulois. En voici quelques-uns, tirés de sources alexandrines.

Les Gaulois avaient changé en *Atar* le nom antérieur de la Saône (*Brigoulos*) (Pseuso Plutarque, les Fleuves). Le nom primitif du Léman était *Accio*, nom qu'il faut rattacher à un vieux nom de divinité des

Eaux : Acciona, Axios, fleuve de Thrase, Axima, déesse et cité de la Tarentaise (aujourd'hui Aime). Le Valais était le pays des *Daliterni*, à rapprocher du suédois *Dalarne* (les Vallées, nom de la Dalicarlie).

Les hautes vallées de Savoie, en étroit contact avec les cités ligures du val de Suse et des deux Doires, furent occupées par deux tribus gauloises, les Medulli en Maurienne, apparentés aux Medulli du Médoc, et les Centrones en Tarentaise, apparentés aux Centrones de Belgique. Les premiers signifient sans doute « Buveurs d'hydromel » et les seconds « Habitants de précipices » (racine Keuth). Mais les noms des pays pourraient bien être des vestiges d'anciens occupants : Maurienne, de Mauriani (il y avait sur le versant piémontais des Marici ligures) et Tarentaise — Tarentasia — de vocables méditerranéens comme Tarantinon, le pays de Tarente. Strabon observe l'importance politique des Medulli de Maurienne, puissants sur la haute Isère comme sur la haute Doire. Il résume déjà le rôle du futur comté de Maurienne.

A plusieurs reprises, dans sa récente et très nouvelle histoire des Celtes (Bibliothèque de Synthèse Historique, t. 21), M. Hubert s'appuie sur les données grecques pour la distinction des Alpins entre Ligures et Gaulois. La Savoie éphémère de 1814, répartie entre un Occident français (rive gauche du Rhône) et un Orient piémontais (hautes vallées), reproduit assez bien l'impression qu'elle donnait aux Alexandrins, avec les Allobroges, purs Gaulois, étendus de Vienne à Genève et au Bugey, et les montagnards des hautes vallées, Celtes-Ligures, et, comme dit Tite-Live, « semi-Galli ». Appollonios de Rhodes évoque les Argonautes débouchant du lac de Genève dans la vallée du Rhône, au milieu d'un enchevêtrement de tribus celtes et ligures. Et le livre des Météores, attribué à Aristote, mais d'époque alexandrine, met chez les Ligures la région de Bellegarde et la perte du Rhône (Météoriques, I, 13).

Les Romains ont respecté les régionalismes existants : la province de Viennoise correspond à l'Etat gaulois des Allobroges ; la province des Alpes Cottiennes à l'Etat ligure de Piémont ; la province des Alpes Grées et Pennines à la population mixte dont la cité de Tarentaise était le centre. C'est sans doute par cette formation mêlée que des noms ligures ont survécu : le Chablais peut perpétuer le nom des Chahilci, riverains du Rhône, ligures, mentionnés par Avienus. Et le nom de Savoie lui-même — Sabaudia — peut se resssentir de la même origine.

Sabadia-Savadia est un nom thrace ; il se retrouve en Asie avec un peuple de Sabadii. Il aurait été transporté de l'Orient méditerranéen à l'Occident alpin. Nous ignorons tout des circonstances de ce transfert de nom, mais nous pouvons le comprendre à la lumière des faits singuliers qui ont imposé à une une région alpine le nom de Dau-

phiné qui est celui de Delphes, et s'inspire de la tradition grecque du dauphin méditerranéen. En plein IVe siècle, un empereur imposait à une ville alpine, Cularo, un nom à forme grecque, calqué sur Constantinople : Gratianapolis. La Sabaudia apparaît précisément au IVe siècle pour désigner la marche septentrionale de la province de Vienne. La racine Sab ou Seb, dans des noms de peuples, a une aire immense d'extension. La Méditerranée a les Sabini, l'Orient les Sabadii, le Nord les Sabalingi, signalés par Ptolémée dans le Jutland actuel — pays de Salling. Les Alexandrins, puis les Romains, ont multiplié les noms de villes en Sébaste dans le sens de lieu vénérable et dédié à Auguste. De même que les noms sacrés d'Alpes Grées et Pennines sont restés à une province de la Gaule, de même n'est-il pas impossible que le nom de Sabaudia (faut-il en rapprocher celui des Sabageni, cité par Ciceron, P. Qat. 25) l'ait emporté comme nom de bon augure, évocateur de dieux très anciens (1).

F. NUSSBAUM
Zollikofin, Berne

1° SUR L'ORIGINE DES LACS DES PYRÉNÉES

Bien souvent, dans les conférences de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, il a été question des lacs des Pyrénées. C'est surtout E. Belloc qui a traité ce sujet à fond, en exposant les recherches et explorations lacustres qu'il avait poursuivies pendant toute une série d'années (voir les bulletins de l'Association 1892-1896). Depuis ce temps, de nouvelles observations ont été faites par A. Delebecque, l'abbé L. Gaurier, par D. Faucher et d'autres. En consultant les cartes qui — du reste — varient beaucoup dans leurs échelles et dans la manière de la représentation du terrain, on arrive à un nombre total de lacs pyrénéens de 1.070 ; plus de la motié, c'est-à-dire 604, se trouvent sur le versant français, 466 sur le versant espagnol des Pyrénées. En ce qui concerne la répartition orographique, on distingue : *a*) des lacs de vallées, *b*) des lacs de hautes terrasses, *c*) des lacs de cols et *d*) des lacs de cirques glaciaires ; les derniers en comptent 942 ; dans les vallées de montagne il y en a 88, tandis que dans les vallées basses on ne compte que 11. Donc, il y a dans les Pyrénées parmi les 1.070 lacs un nombre de 1.059 lacs de montagne. D'après les recherches de E. Belloc, A. Delebecque et d'autres, la plupart de

---

(1) Ainsi Sabazios, dieu thrace ; Sabus, dieu sabin (Racine Sab, Seb, *Vénérable*).

ces lacs se trouvent dans des bassins rocheux, dont les seuils portent toujours les traces indubitables de frottement des glaciers quaternaires ; ce fait ne nous laisse aucun doute que la formation de ces lacs est fortement liée au phénomène de la glaciation quaternaire.

Ce qui est étonnant, c'est la grande profondeur de beaucoup de ces petits bassins rocheux, dont les plus grands, comme le Lac Lanoux, le Lac de Rios, le Lac Tort, ont une longueur d'environ 2 à 3 km.; beaucoup d'autres ont une profondeur de 50 à 120 m., par exemple le Lac d'Oo qui a 67 m., le Lac Miguelou avec 58 m. de profondeur ; le Lac de Naguille a 72 m., le Lac d'Artouste 58 m. et le Lac Caillaous 101 m.; le Lac Bleu même a une profondeur de 120 m.

Or, tous ces lacs se trouvent dans des cirques glaciaires ou dans les vallées glaciaires, au pied de hauts gradins de vallée. Nous sommes donc portés à croire que l'approfondissement de ces bassins est dû exclusivement à l'érosion glaciaire. Mais il est évident que l'effet de l'érosion glaciaire est inégal et, comme il a déjà été montré par Ed. de Martonne, que ce changement est en rapport avec les inégalités de la pente du thalweg des glaciers diluviens et de leur épaisseur. Ce sont surtout les endroits au pied des pentes raides des gradins où l'effet de l'érosion est le plus grand, et c'est probablement par le poids de leur chute et de l'augmentation de leur épaisseur que les glaciers ont travaillé le plus le sous-sol jusqu'à y créer des bassins relativement profonds dans la roche en place.

2° SUR LES NOMS D'UN CERTAIN NOMBRE DE VILLAGES DE SAVOIE

En Savoie, les noms d'un certain nombre de villages ont tous la terminaison en -inge, p. ex. Lucinges, Fillinges, Pressinge, Corsinge, Morlinges. D'après le professeur E. Muret, de l'Université de Genève, ces villages doivent leur provenance d'authentiques colonies romaines, et leur désinence est regardée comme le produit régulier d'une dérivation en -icus de cognomina en -ianus.

Or, sur ce point, plusieurs savants de l'Allemagne et de la Suisse allemande sont d'un autre avis. D'après Gröber, Zimmerli et E. Lüthi la désinence -inge n'est que le suffixe germanique -ing ou -ingen qui se trouve particulièrement dans les régions habitées par les Alemans, et les dits savants ont l'idée que les peuples alémaniques ont occupé, au courant du v^{e} siècle, non seulement la Suisse orientale et centrale, mais aussi la Suisse occidentale jusqu'au Lac Léman, même les régions au Sud de ce lac. Tandis que dans la Suisse occidentale, sous l'influence

des Burgondes, le suffixe -ingen s'est changé en -ens, en Savoie il n'aurait pas subi de changement.

L'idée de l'occupation de la Suisse occidentale par les Alemans semble être soutenue aussi par l'histoire, vu le fait que les Burgondes ont été forcés par Aëtius, en 443, de s'établir entre Genève et Grenoble, tandis que les Alemans ont déjà traversé le Rhin entre 351 et 406. Trouvant le pays helvétique dépourvu de troupes romaines, les Alemans n'ont pas tardé de s'établir dans toute la région du plateau, entre le Lac de Constance et le Lac Léman. E. Lüthi, dans ses recherches sur l'occupation de la Suisse occidentale par les Alemans (Le Pionier, 1902-1921, Berne) a cité l'historien romain Servius Honoratus qui, en 375, écrivit que les Alemans s'étaient établis autour du Lac Léman.

Il y a encore un fait linguistique qui ne doit pas être négligé et qui semble aussi parler en faveur de la théorie des savants allemands, c'est la ressemblance non seulement des suffixes -inge et -ingen, mais aussi celle de noms entiers. Voici une petite liste de noms de lieux en Savoie (à gauche) comparée à une liste de noms de villages dans l'Allemagne (A.) et dans la Suisse allemande (S.) :

Bésinge, Boisinges	Bösingen (S.)
Pollinge	Bollingen (S.)
Publinge	Böblingen (A.)
Fillinges	Villigen (S. A.)
Commelinge	Gümlingen (S.)
Merlinge	Merlingen (S.)
Bissinge	Bissingen (A.)
Zuzinge	Susingen (S.)

Ce qui, finalement, est du plus grand intérêt, c'est qu'un des meilleurs savants suisses en étymologie, le professeur *J. U. Hubschmied*, à Zurich, vient de m'écrire que les noms dont il est question sont des témoins que des Alemans s'étaient établis en Savoie, le suffixe -inge étant de provenance germanique et non pas romain, selon Murot.

Fr. GYGAX

Herzogenbuchsee

CONTRIBUTIONS A LA MORPHOLOGIE DE LA VALLÉE DE VERZASCA

Cette vallée, profondément taillée dans le massif gneissique des Alpes tessinoises, est une vallée latérale du Tessin en aboutissant dans la grande plaine d'alluvions de cette rivière en amont du Lac Majeur. Or, dans la vallée principale du Tessin, le géographe allemand H. Lautensach a constaté, il y a vingt ans, la présence de trois systèmes de

terrasses qui, d'après cet auteur, représentent trois différents niveaux d'érosion préglaciaires et interglaciaires du Tessin. Le plus ancien système de terrasses, le Pettanetto, se trouvant à une altitude très considérable au-dessus de la vallée actuelle, doit être considéré comme niveau d'érosion du temps pliocène, et ce sont les hauts fonds des cirques glaciaires qui correspondent avec ce système. Le second système est appelé Bedretto, suivant les belles terrasses dans la vallée supérieure du Tessin et, d'après M. Lautensach, il s'est formé immédiatement avant le temps glaciaire, tandis que le troisième système, nommé le Sobrio, a eu sa formation par les rivières interglaciaires.

D'après mes recherches récentes, ces trois systèmes de terrasses existent aussi dans la vallée de Verzasca. C'est surtout le système Bedretto qui y est le mieux développé ; c'est ce système de hautes terrasses de vallée dans lequel est encaissé la belle vallée glaciaire en auge qui se trouve dans la partie supérieure de la région, tandis que vers l'aval, la vallée se resserre sensiblement pour terminer, près de l'embouchure avec le profil en V bien élargi, au fond duquel la rivière a creusé une gorge profonde et étroite pour équilibrer son talweg dans le gradin de confluence qui existe entre la vallée suspendue de la Verzasca et la vallée du Tessin. Les terrasses du système de Sobrio se trouvent environ 350 m. au-dessous du système de Bedretto et elles se terminent vers l'amont sur un gradin de vallée, de la manière que dans les parties supérieures des vallées ces terrasses se confondent avec les pentes des vallées en auge. Les vallées latérales se réunissent avec la vallée principale formant des gradins de confluence au-dessus du système de Sobrio, ce qui prouve que ce système est d'âge interglaciaire, probablement de l'âge pré-rissien.

Aujourd'hui, la vallée de la Verzasca, avec ses différentes vallées latérales, nous montre un certain nombre d'inégalités du talweg dans le profil longitudinal, ainsi que dans les coupes transversales. On distingue surtout très nettement quelques gradins du talweg, au pied desquels le glacier a approfondi et élargi la vallée en forme de bassins, aujourd'hui remplis d'alluvions et de débris d'éboulement ; ces derniers nous témoignent un surcreusement de vallée considérable. Le glacier a donc en première ligne élargi la vallée préglaciaire et interglaciaire ; puis, il a aussi, par places, donné des preuves d'un surcreusement et d'un rabotement des pentes raides des vallées. Le surcreusement total de la vallée de la Verzasca peut être évalué sur 120 m.

20e section

ÉCONOMIE POLITIQUE ET STATISTIQUE

Président. . . . . M. ARMINJON, Professeur honoraire à la Faculté de droit de Genève.

Raymond MAGE

Directeur de l'Organisation Internationale de lutte contre le chômage (Genève)

LES TRAVAUX D'HYGIÈNE PUBLIQUE DEVANT LA S.D.N.

L'exécution des travaux publics est depuis longtemps considérée, par la plupart des économistes, comme l'une des armes les plus efficaces dont disposent les pouvoirs publics pour combattre le chômage.

Aussi, Albert Thomas, dès qu'il se rendit compte de l'extension qu'allait prendre la crise, ne manqua-t-il pas, en janvier 1931, de prier le Conseil d'administration du Bureau International du Travail d'attirer l'attention sur « la possibilité pour les gouvernements de s'entendre, par l'intermédiaire des organisations compétentes de la Société des Nations, en vue de l'exécution en commun de grands travaux publics d'ordre international ».

L'action internationale en matière de travaux publics avait été tout d'abord envisagée, surtout sous la forme d'un programme général de grands travaux publics de caractère international à établir par l'ensemble des pays intéressés.

C'est, croyons-nous, la Commission d'Etude pour l'Union Européenne qui, par une résolution adoptée en juin 1931, a étendu la portée de l'enquête aux travaux que les gouvernements jugeraient utile d'entreprendre dans leurs pays respectifs et pour lesquels ils seraient disposés à faire appel à des crédits internationaux.

Il nous semble intéressant de signaler que moins de quatre semaines après l'adoption de cette résolution, 26 Etats européens avaient répondu à l'appel qui leur avait été adressé. L'ensemble des propositions de travaux représentait un total de 550 millions de journées d'emploi et nécessitait, dans un délai de 10 à 15 ans, un crédit de 5 milliards de francs or.

Ces projets sont des caractères les plus variés : construction de routes, de chemins de fer et de ponts, aménagement de ports, de voies navigables, travaux hydrauliques, installation de réseaux de câbles télé-

phoniques, et aussi de distribution d'eau potable, d'assainissement, d'électrification, etc...

C'est un organisme spécial, le Comité d'Etude des Questions de Travaux publics et d'Outillage national, qui fut chargé de procéder à l'examen de ces projets.

Ce Comité a tenu compte, au cours de son examen, non seulement de l'aspect technique des projets, mais de leur valeur économique. En effet, en dehors de la lutte contre le chômage qui a été à la base de l'action entreprise par le Bureau International du Travail, le Comité a posé comme condition essentielle que les projets soumis devraient présenter certaines garanties et notamment une productivité donnée.

Le Comité a considéré qu'il n'y avait pas lieu d'envisager les projets ayant pour effet d'augmenter l'équipement industriel ou économique des pays où celui qui existe déjà ne trouve pas sa pleine utilisation ou un rendement convenable.

Il a donc décidé de retenir les projets susceptibles de permettre une meilleure distribution des produits fabriqués ou des denrées de consommation, l'abaissement de leur prix de revient ou du coût de leur transport, dans le but de créer de nouveaux débouchés, des acheteurs nouveaux, et d'améliorer ainsi les conditions d'existence et le bien-être des pays où le chômage constitue un problème angoissant ou dont l'outillage national est peu ou insuffisamment développé, comme c'est le cas de certains pays de l'Europe Centrale et Orientale, et d'Amérique latine.

Ainsi que nous l'avons exposé au début de cette communication, les réunions internationales, Conseil et Assemblée de la Société des Nations, Conférence internationale du Travail, Conférence de Stresa, avaient envisagé l'action internationale sous la forme d'un programme général de grands travaux publics de caractère international. Le Comité des travaux publics a pour sa part estimé, ainsi qu'il ressort d'un rapport qu'il a récemment publié, que « dans l'état actuel de l'économie, il était préférable, au moins pour une première étape, de se borner à l'examen des travaux faisant l'objet de projets précis soumis par des gouvernements, soit que ces projets aient été élaborés par ces gouvernements, soit qu'ils leur aient été présentés par des collectivités publiques ou privées ».

Ainsi, le Comité a surtout pris en considération les travaux correspondant aux vrais besoins du pays. Ces divers projets pris dans leur ensemble constituent déjà, le Comité l'a fait très justement remarquer, une action internationale.

Nous tenons à signaler que l'idée d'un programme de travaux publics internationaux n'est pas abandonnée, elle figure toujours au programme des organismes de Genève.

Si le Comité des travaux publics a étudié les projets qui lui ont été

soumis au point de vue technique et économique, il n'a pas estimé de sa compétence d'examiner la question des possibilités et des modalités de financement de ces travaux (garanties fournies par les Etats, leur participation aux dépenses, etc...).

La question du financement international a été traitée par d'autres Comités ou Conférences, et force nous est de reconnaître que, de ce côté, on en est encore à la période des propositions.

Pour en sortir, nous avons préconisé la création d'un Comité consultatif permanent des travaux publics dépendant soit de la Société des Nations, soit du Bureau International du Travail, soit même des deux, qui serait chargé :

a) De recueillir et de coordonner la documentation relative aux programmes de travaux publics internationaux ;

b) De les étudier *au point de vue financier et économique* et d'émettre à leur sujet un avis purement consultatif.

Par ailleurs, les groupements d'intérêts (sociétés financières, entreprises, sociétés industrielles) trouveraient, auprès de ce Comité, une sorte de bureau de renseignements, qui leur permettrait d'étudier les projets présentés par les Etats, et de découvrir des possibilités de débouchés commerciaux nouveaux.

Ainsi, au moins dans une certaine mesure, des circuits d'échanges (capitaux, fournitures industrielles, main-d'œuvre) pourraient être établis et contribuer à l'amélioration de la situation économique présente.

Ces suggestions ont reçu l'accueil le plus encourageant des milieux internationaux compétents.

Au cours de la dernière session de la Conférence internationale du travail, M. Jurkiewitz, délégué de la Pologne, et M. de Castro, délégué de l'Uruguay, ont, l'un et l'autre, indiqué la nécessité d'une organisation nouvelle dont le programme serait, à quelques variantes près, celui que nous venons d'exposer.

A la Conférence de Londres, M. OErsted, du groupe patronal de l'Organisation Internationale du Travail, a suggéré de constituer une commission permanente internationale, sous les auspices de la Société des Nations, avec la participation de tous les organes techniques compétents et comprenant en outre des délégués gouvernementaux, des représentants du B. I. T. et de la Banque des Règlements internationaux.

Il s'agirait pour cette Commission, a déclaré en substance M. OErsted, de « convaincre le public qu'il y aura là un bon placement d'argent et qu'il n'est pas question de lui réserver des déceptions comme il en a trop souvent éprouvé. Cette Commission permanente serait un organe de garantie et de contrôle qui mériterait la confiance du public ».

Il est à espérer que l'Assemblée de la Société des Nations, aussi bien

que le Conseil d'Administration du Bureau International du Travail, donneront une suite pratique à ces suggestions et qu'ils créeront ce comité spécial qui, comme l'a si bien dit Sir George Baldwin, aurait pour principal objet des projets reconnus économiquement fondés.

Nous tenons à ce propos à attirer l'attention du Congrès de l'Association pour l'Avancement des Sciences sur le fait important que, parmi les projets reçus par la Société des Nations qui ont été reconnus économiquement fondés par le Comité d'Etude des Travaux Publics, et qu'il a classés dans la catégorie des projets présentant un caractère de rentabilité directe, se trouvent tous les projets de travaux d'hygiène publique : alimentation en eau potable, assainissement, électrification, etc., etc...

Il est incontestable que les travaux d'hygiène publique et notamment les adductions d'eau potable, les ouvrages d'assainissement, d'électrification, remplissent d'une façon aussi satisfaisante que possible les conditions imposées par le Comité des Travaux publics de la Société des Nations : ils nécessitent pour leur exécution une main-d'œuvre abondante utilisée sur place, dans une proportion souvent égale à deux tiers ; ils sollicitent par ailleurs la contribution des industries les plus diverses ; ils sont susceptibles de prendre place dans des programmes de vaste envergure, soit internationaux, soit nationaux, et s'inscrivent également dans le cadre de conceptions moins étendues, régionales ou locales.

En résumé, tous ces travaux d'hygiène publique sont aussi aptes que d'autres, sinon plus, à enrayer le chômage. Mais, en outre, ils ont comme conséquences directes d'augmenter le bien-être, d'élever les coefficients de vitalité des populations, et d'être, la plupart du temps, rentables.

Nous croyons devoir rappeler que la « Conférence européenne sur l'hygiène rurale », qui s'est réunie à Genève en 1931 sous les auspices de la Société des Nations et que présidait M. le Professeur Pittaluga, de Madrid, a, par les recommandations qu'elle a adoptées, appelé l'attention des pouvoirs publics des divers pays sur la nécessité de procéder à la reconstruction des districts ruraux selon les conceptions de l'hygiène moderne.

Nous vous signalons également, dans le même ordre d'idées, la résolution par laquelle la Conférence internationale du Travail de 1932 demande aux « gouvernements intéressés l'inscription, à leurs programmes de travaux publics destinés à enrayer le chômage, des travaux d'hygiène et notamment des travaux hydrauliques, d'adduction d'eau, d'assainissement, de construction d'habitations ouvrières et d'électrification des campagnes ».

Les organismes de Genève sont donc intervenus auprès des divers gouvernements en faveur de l'exécution de cette catégorie de travaux.

Plusieurs pays ont du reste entrepris, ou sont prêts à entreprendre, sur une vaste échelle, de tels travaux. Je vous citerai :

L'Italie qui a dépensé pour l'exécution de son programme de « bonifications intégrales » plus de 17 milliards de lire, d'octobre 1922 à août 1932, et qui a engagé plus de 19 milliards de lire pour les travaux à entreprendre au cours des prochaines années.

La Pologne qui envisage l'engagement de 220 millions de francs or pour ses travaux d'hygiène.

La Tchécoslovaquie qui a créé un fonds spécial dans le but de faciliter l'entreprise des travaux hydrauliques et d'hygiène publique. La durée des travaux sera d'une dizaine d'années, et les capitaux investis s'élèvent approximativement à 3 milliards 1/2 de couronnes tchèques.

Le Portugal dont le gouvernement vient d'élaborer un plan d'améliorations rurales qui présente beaucoup d'analogie avec le programme italien des bonifications intégrales.

Plusieurs autres pays ont également à l'étude des projets fort intéressants qui tiennent compte de l'amélioration et du bien-être des populations, de la lutte contre la maladie et la mortalité.

Au regard de tous ces programmes étrangers dont nous venons de donner seulement un aperçu, qu'a fait la France ? On sait qu'un programme d'outillage national a été présenté au Parlement. Mais malheureusement ce programme est incomplet.

M. Patenotre-Desnoyers l'a souligné à la Chambre, en demandant que les travaux d'assainissement soient compris dans un prochain projet d'outillage national.

M. Yves Le Trocquer, après avoir attiré l'attention du Sénat sur les grands programmes italien, allemand et russe, s'est élevé contre la réduction massive des crédits destinés aux travaux publics.

Le Trésor se trouve certes dans la nécessité de supprimer de nombreuses subventions, mais il convient qu'il agisse avec une extrême prudence. Il y a des œuvres que l'Etat a intérêt à soutenir, et, dans un pays comme le nôtre, où l'assainissement des villes est à réaliser dans la proportion de 80 %, où le total des communes non pourvues d'eau potable s'élevait en mars dernier à 27.350, le gouvernement et le Parlement ont le devoir de maintenir ou d'accorder les subventions que les collectivités publiques ont obtenues ou qu'elles réclament en vue d'améliorer leurs conditions sanitaires.

Pour conclure, je soumets à vos délibérations un vœu tendant à inviter nos pouvoirs publics à adopter, dans l'intérêt vital du pays, une politique judicieuse de travaux d'hygiène publique.

Paul RAZOUS

Président de la Société de Statistique de Paris
Secrétaire général de l'Institut des Actuaires français

LES LIMITES DE PRODUCTION ET DE CONSOMMATION DES DENRÉES ALIMENTAIRES

Harmoniser la production et la consommation, tel est le principe que l'on pose depuis l'aggravation de la crise, en vue d'une organisation mondiale rationnelle, ayant pour but, aussi bien d'éviter la famine, que la pourriture du blé dans les granges ou la destruction volontaire, de millions de sacs de café.

Mais le problème n'est pas aussi simple qu'il le paraît, car d'une part les consommations les plus usuelles (pain, riz, viande, vin et bière, etc) ne sauraient dépasser certains maximas en rapport avec l'importance, les coutumes et l'accroissement des populations et, d'autre part, la production dépend souvent pour les produits culturaux des conditions atmosphériques, des méthodes de travail appliquées aux sols considérés et du genre de semences ou de plants qui substituent parfois la quantité de récolte à la qualité des produits. Voilà pourquoi la production de blé, de riz, de vin, ne sont pas rigoureusement proportionnelles aux superficies consacrées à la culture de ces plantes, pas plus que la production de sucre aux surfaces occupées par la betterave sucrière ou par la canne à sucre. Les écarts sont encore plus grands entre les surfaces affectées aux cultures fourragères et la production du bétail, car pour plusieurs espèces animales, la transhumance et le silotage des récoltes viennent jouer un rôle important.

Malgré ces disproportions, il est possible d'avoir quelques approximations statistiques sur la consommation et la production globales des denrées alimentaires ainsi que sur les consommations individuelles dans divers pays.

Les besoins moyens sont beaucoup plus constants que ne le laissent apparaître les écarts annuels de consommation, à condition de tenir compte que les besoins minima constituent l'indispensable et que pour une proportion supplémentaire ne dépassant pas une certaine limite, il y a encore une utilisation possible. Mais passé ce maximum, il faut stocker, ce qui donne lieu à des excédents inutiles qui perdent presque totalement leur valeur. C'est ce qui vient de se passer en France pour le blé où la consommation nationale depuis la fin de la guerre requiert un minimum de 80 millions de quintaux, laquelle peut atteindre 90 millions qui est un maximum au delà duquel, si l'exportation est rendue impossible par des prix de revient trop élevés, il y a un excédent inutilisable. On peut donc envisager comme besoin moyen

celui provenant de la moyenne des consommations des dernières années, chiffre auquel pour certains pays il faudra ajouter pour l'avenir une proportion supplémentaire correspondant à l'accroissement de population. De là, l'obligation pour les producteurs de se référer aux enseignements de la statistique afin de mieux connaître leur possibilité d'écoulement et de voir les limites approximatives au delà desquelles ils ne doivent pas intensifier leur production. C'est dans ce but que nous donnons ci-après, à titre d'exemple, quelques chiffres caractéristiques de consommation et de production pour les principales denrées alimentaires.

Blé et pain. — Si pour les 10 années d'avant guerre et pour la période de 1922 à 1931, on fait état des récoltes françaises et de la différence entre les importations et les exportations, on trouve qu'à l'avant-guerre la consommation moyenne annuelle était de 95 millions de quintaux et depuis la guerre de 86. Sur ces 86 millions de quintaux, il y aurait 70 millions pour la boulangerie, 4 millions pour l'industrie des pâtes alimentaires, 9 millions pour les semences et le reste pour nourriture aux animaux et pertes de conservation.

La consommation du pain, qui a cru en France de 1891 à 1914, irait en décroissant : elle était de 126 kilogr. en 1831, de 192 en 1882, de 207 en 1892, de 216 en 1908 et de 224 en 1914, alors qu'elle est seulement d'environ 185 kilog. aujourd'hui. Ce dernier chiffre n'est d'ailleurs pas atteint dans Paris et le département de la Seine, où la moyenne de consommation serait de 130 kilog. par tête d'habitant. Il résulte toutefois des expériences de M. Alquier, Directeur de l'Institut agronomique, que par une bonne qualité de pain on pourrait faire monter la consommation de 10 à 11 p. 100 immédiatement, c'est-à-dire, rattraper en partie la diminution de consommation de pain que l'on a évaluée à 16 p. 100, ce qui réduit de 12 millions de quintaux la consommation du blé.

La statistique comparative suivante de la consommation en pain par tête d'habitant dans quelques pays a été établie par la revue *Bakkerbaas* :

	De 1909 à 1914	De 1922 à 1927
Allemagne	92	65
Argentine	178	151
Australie	179	178
Belgique	228	181
Canada	312	188
Espagne	163	158
Etats-Unis	146	133
France	224	195
Angleterre	163	156
Hollande	120	117
Suisse	142	131

La production en millions de quintaux dans le monde (U. R. S. S. excepté) avait oscillé autour de 900 millions de quintaux de 1911 à 1929, alors que la moyenne annuelle depuis 1928 à 1933 a été d'un milliard de quintaux.

Comme la consommation annuelle varie de 850 à 950 millions de quintaux, on voit que des stocks importants se sont constitués ; ces stocks de 60 millions de quintaux en août 1925 étaient de 230 millions en août 1932.

Comment régulariser la production du blé et éviter la ruine des agriculteurs sans être obligé aux mesures de stockage indemnisé, de primes de report et même d'obligation du prix minimum ? C'est certainement en réduisant les surfaces emblavées. Mais cette réduction ne saurait être efficace que si elle s'applique aux pays exportateurs qui ont considérablement augmenté leurs surfaces semées en blé depuis 1914 et si en même temps les pays importateurs et acheteurs prennent l'engagement de ne pas augmenter chez eux leur propre production.

Vin. — De 1922 à 1931, la consommation moyenne annuelle de la France métropolitaine s'est élevée à 64 millions d'hectolitres. D'autre part, nous relevons sur le Bulletin international du vin, de juin 1933, la récolte par campagnes en minimum d'hectolitres pour la France métropolitaine et les prix moyens à l'hectolitre d'un vin rouge de 9 degrés à la propriété d'après le cours des marchés méridionaux. Quant à la consommation, nous l'obtenons par l'addition à la production de la différence entre les exportations et les importations.

	Récolte en millions d'hectolitres	Consommation d'hectolitres	Prix de l'hectolitre
1913-14.....	44	65,6	22.90
1915-16.....	20	27,8	55.75
1916-17.....	36	44,5	71.10
1917-18.....	38	48,2	94,66
1918-19.....	45	50,5	95.83
1919-20.....	54	60	99.58
1920-21.....	58	62,7	62.42
1921-22.....	45	51,4	93.33
1923-24.....	57	66,3	74.25
1924-25.....	68	77,7	54.92
1925-26.....	63	72	84.17
1926-27.....	41	51,4	211
1927-28.....	49	60,5	171.58
1928-29.....	58	70,2	132.75
1929-30.....	63	75,5	98.08
1930-31.....	42	87,1	156.20
1931-32.....	57	74,3	95
1932-33.....	47	»	128.10

On voit donc que la production métropolitaine annuelle moyenne de 1922 à 1931 qui est de 57 millions d'hectolitres est inférieure à la consommation.

Mais l'Algérie apporte un excédent considérable, qui s'élève d'année en année, passant de 7.800.000 hectolitres en 1913-1914 à 18.300.000 en 1932. Il en est de même en Tunisie où la récolte en 1932 a atteint 1.635.000 hectolitres.

La consommation du vin est beaucoup plus élastique que celle du pain : elle dépend notamment du prix et, à condition que le vin soit de bonne qualité et que son prix soit modéré, on peut dire que l'importance de la consommation varie en raison inverse du prix que le consommateur doit payer.

L'écart entre le prix à la consommation et celui à la production est voisin pour Paris de 1 fr. 20 le litre.

Au cours de la période 1909-1914, il y avait 6.800.000 hectares en vignes dans le monde ayant produit annuellement 141 millions d'hectolitres et en 1930, une superficie de 7.200.000 hectares ayant produit 185 millions d'hectolitres, d'où une augmentation de 6 p. 100 de la superficie de vignoble mondial et de 30 p. 100 de la production vinicole.

Par contre, dans plusieurs pays producteurs, la consommation est, de 1925 à 1929, tombée

de 104 à 92 litres en Italie ;
de 86 à 80 litres en Espagne ;
de 27 à 20 litres en Grèce.

Bière. — Voici depuis 1919, d'après l'Annuaire de la Statistique générale de la France, la production et consommation de bière en France :

Année	Production en millions d'hect.	Consommation en millions d'hect.	Consommation moyenne en litres par habitant.
1919.....	6,7	6,7	17,3
1920.....	7,9	7,9	20,2
1921.....	9,7	9,7	24,7
1922.....	10,8	10,8	27,4
1923.....	12,1	12,1	30,4
1924.....	12,2	12,1	30,3
1925.....	11,8	11,7	28,9
1926.....	11,5	10,9	26,7
1927.....	11,5	11,4	28
1928.....	13	12,9	31,2
1929.....	14,1	13,9	33,6
1930.....	14,7	14,6	35,1
1931.....	14,8	14,8	35,1

Pour la bière, M. Jehan Charlie a fait connaître à l'Assemblée générale récente de l'Union des Syndicats de la Brasserie française, que la production en France de 74.393.000 degrés hectolitres de bière en 1931, s'est trouvée ramenée à 70.508.000 degrés hectolitres, soit une diminution de 11 p. 100 sur l'avant-guerre. La fabrication française d'avant-guerre variait de 16 à 17 millions d'hectolitres dont les 7 dixièmes étaient fabriqués et consommés dans les départements du Nord.

Pommes de terre. — D'après une étude publiée par M. Max Gottshalk dans la « Revue internationale du travail » de juin 1932, l'ouvrier belge consommait annuellement 222 kilog. de pommes de terre, alors que d'après le Professeur Winkler, une famille de travailleurs viennois en consommait par personne 163 kg. 7 en 1912-1914 et 190 kg. 4 en 1925. D'après le Professeur Gide, le Français en 1913 consommait en moyenne par an 370 kilog.

Voici, d'après l'Annuaire statistique de la France, la consommation de kilog. de pommes de terre par Français et par an :

	Kilog
1919	227
1920	293
1921	210
1922	327
1923	252
1924	381
1925	376
1926	276
1927	429
1928	225
1929	390
1930	336
1931	396
1932	383

Viande. — La consommation française en viande par tête d'habitant a été en augmentant jusqu'en 1926 : 20 kilogr. en 1840, 23 en 1856, 25 en 1862, 33 en 1882, 36 en 1892, 42 en 1919 et 50 en 1926 ; mais en 1932 la diminution est notable et la moyenne ne serait que de 40 kilogrammes par tête d'habitant. La consommation de viande dans la région parisienne qui était de 70 kilogrammes en 1911 serait tombée à 58 kg. 6 en 1932.

Pour la volaille, la consommation par tête d'habitant de la région parisienne a été en 1931 de 2 kg. 8.

En Belgique, d'après Max Gottchalk, la consommation moyenne annuelle de l'ouvrier belge serait de 42 kilogrammes de viande et graisse.

Lait. — D'après M. Henry Girard, la consommation annuelle des pro-

duits laitiers, en France, pourrait être approximativement évaluée ainsi qu'il suit :

Lait : 38 millions d'hectolitres.
Beurre : 1.660.000 quintaux.
Fromages : 1.800.000 quintaux.

L'enquête de 1925 établissait la production française de lait à 127 millions d'hectolitres donnés par 7 millions 500.000 vaches laitières, alors qu'en 1913 la production était de 128 millions d'hectolitres pour 7 millions 800.000 vaches laitières.

Les années 1927 et 1928 ont vu un large développement de la production. MM. Robineau et Achard dans leur rapport fait en 1932 à l'Assemblée des Présidents des Chambres d'Agriculture estimèrent à environ 140 millions d'hectolitres la production moyenne des années 1927-1928.

Après une diminution sensible en 1929 qui a eu une production de 133 milions d'hectolitres, l'on est remonté en 1930 à 142 millions d'hectolitres, pour revenir en 1931 à 140 millions qui ont l'utilisation ci-après :

Alimentation des veaux	32.900.000 hl.
Consommation en nature	39.060.000 hl.
Fabrication du beurre	47.740.000 hl.
Fabrication du fromage	20.300.000 hl.

Un peu de lait sert en outre à la fabrication des laits concentrés et des laits en poudre.

Si nous passons aux consommations individuelles de lait, de beurre et de fromage, on a pour les pays suivants, d'après « Handbook of Davry Statistics », les chiffres annuels ci-après par tête d'habitant :

	Lait en litres	Beurre en kilog.	Fromage en kilog.
Allemagne	123,9	8,94	5,81
Danemarck	99,9	5,73	4,54
Finlande	380,9	9,50	1,45
Norvège	254,2	4,36	4,65
Pays-Bas	193,9	5,72	6,13
Tchécoslovaquie	209,9	5.49	1,50
Etats-Unis	251,0	7,85	1,86
Chili	32,7	13,30	0,82
Australie	168,4	13,53	1,59
Nouvelle-Zélande	169,8	15,48	2,59

OEufs. — Au Congrès de la Confédération nationale des Associations agricoles, il a été donné les chiffres suivants pour l'année 1930 :

Production française d'œufs	3.125.000 quintaux
Consommation	2.900.000 quintaux

Alors qu'en France la consommation annuelle est de 100 œufs par habitant, elle est en Allemagne de 180 et en Angleterre de 190.

L'ouvrier belge consommerait actuellement par an une moyenne d'œufs ayant un poids total de 10 kilog. 200.

Poisson. — La consommation annuelle du poisson en France a été d'après le rapport de M. de Montségou au Conseil Economique (séance du 3 avril 1933), évaluée à 275.000 tonnes, soit environ 7 kilogr. par habitant, très inférieure à celle de certains pays voisins (Angleterre, 30 kilogr.). Au surplus, sa répartition géographique est très inégale : considérable autour des centres de pêche (Nantes, 26 kilogr. par habitant), importante dans la capitale (Paris, 15 kilogr.), la consommation du poisson est généralement faible dans les villes de l'intérieur (Lyon, 1 à 2 kilogr.).

Sucre. — En France, depuis 1924, époque où les sucreries des régions dévastées avaient été reconstituées, on a eu les productions et consommation en tonnes ci-après :

Campagnes	Production (en tonnes)	Consommation en tonnes	Consommation en kilog. par habitant
1924-25.....	750.280	837.636	20,4
1925-26.....	678.545	881.168	21,62
1926-27.....	641.392	734.109	18,79
1927-28.....	780.867	873.973	21,45
1928-29.....	815.861	918.010	22,40
1929-30.....	825.332	939.057	22,90
1930-31.....	1.062.019	979.892	24,10
1931-32.....	772.675	916.532	22,60
1932-33.....	909.559	1.000.000	24

La consommation annuelle de sucre raffiné dans le monde par tête d'habitant serait de 14 kilogrammes.

En Europe, elle serait de 14 kg.; en Asie, de 7 kg.; en Afrique, de 5 kg.; en Amérique et Australie, de 40 kilogrammes.

Café, tabac et alcool. — Voici la consommation moyenne par Français à diverses époques :

	Café	Tabac	Alcool
1830.....	0,25	0,4	1
1880.....	1,8	0,9	4,6
1913.....	3	1,1	4
1925.....	4	1,3	2,7

La consommation moyenne annuelle du café serait actuellement d'environ :

4 kg. 5 par habitant en France ;
6 kg. 6 par habitant en Belgique ;
7 kg. 5 par habitant en Hollande ;

5 kg. 5 par habitant en Suède et au Danemark.

Cette infériorité de la consommation du café en France tient surtout aux droits de douane, taxes et charges fiscales qui dépassent 6 fr. par kilogramme.

Aux Etats-Unis, on consommait en 1925 par habitant 6 kilogrammes de café et 2 kg. 6 de tabac.

On voit par ce qui précède que l'importance des consommations individuelles varie avec les pays et aussi avec les modifications dans un même pays des conditions de vie. Sur cette question, deux études fortement documentées ont été présentées à la session de l'Institut international de statistique qui s'est tenue à Tokio en 1930. L'une de ces études due au Professeur Mortara, de l'Université Royale de Milan, signale la réduction considérable du maïs dans l'alimentation humaine, la diminution de la consommation du pain et l'augmentation de la consommation de viande, laitage, légumes et fruits ; il y aurait en outre restriction de la consommation de boissons alcooliques et accroissement de consammation des aliments nervins : chocolat, thé et café.

Au point de vue statistique, l'estimation des besoins d'un produit peut être obtenue : en considérant dans un milieu limité la consommation chiffrée par la totalisation des récoltes ou de la fabrication nationale de ce produit avec l'excédent positif ou négatif des importations sur les exportations. En temps normal, lorsqu'il y a de faibles variations des stocks, la moyenne annuelle de consommation par habitant s'obtiendra en divisant la consommation totale annuelle par le nombre d'habitants ; mais si l'on tient compte qu'en période de crise les stocks augmentent, il faut pour s'affranchir autant que possible de l'importance des variations des stocks prendre les résultats correspondants à 7 ou 8 années totalisées.

Un desiderata lié d'ailleurs à la reprise de la vie économique consiste dans les réductions des stockages considérables comme ceux que l'on a observés et que l'on observe encore pour le blé, le café et le sucre ; dès que la production dépasse la consommation maxima, il y a une baisse de prix telle que le producteur est ruiné sans bénéfice important pour le consommateur, car lorsque la consommation touche son point de saturation, les prix bas demeurent sans effet.

Il faut d'ailleurs que les producteurs cherchent l'augmentation de leurs débouchés dans des pays qui ont échappé jusqu'ici à la statistique, du fait d'une vie primitive ou de misérables conditions d'existence, car dans les pays plus avancés en civilisation et en désir de confort, il ne faut pas oublier que pour certaines denrées telles que le pain, la consommation diminue au profit d'autres produits, utiles ou agréables, tels que la viande et le vin, qui verront leur écoulement s'accroître avec l'augmentation du pouvoir d'achat des populations et la diminution des charges fiscales qui pèsent sur elles.

CONFÉRENCE

Histoire de la Savoie

Ses hommes célèbres, ses monuments, placés dans leur cadre historique (1)

Conférence faite par le Docteur Robert, le 29 juillet 1933, à Chambéry

Avant tout, je tiens à dégager ma responsabilité. Je n'étais nullement qualifié pour vous parler de la Savoie : les conférenciers de premier plan et 100 % savoyards abondent à Chambéry ; or, je ne suis pas conférencier du tout et je dois vous avouer que je suis seulement environ 3 % Savoyard ! Je ne vois qu'une raison à ma présence sur cette estrade, la modestie des Savoyards : une pudique retenue les a empêchés de venir chanter devant vous les charmes de leur pays, les vertus et les hauts faits de leurs ancêtres. Ce sentiment est, à la vérité, fort respectable, mais je crains qu'il ne comporte un excès de scrupule dont notre Comité local pourrait avoir à se repentir !

Ces réserves étant faites, je vais vous parler de la Savoie.

La Savoie est une contrée relativement peu étendue, mais parler de la Savoie, c'est immense. Aussi, pour ne pas me perdre et ne pas vous perdre, je vous dirai d'abord de quoi je ne parlerai pas.

Je ne parlerai pas de tourisme... et pourtant... mais le tourisme, çà ne se raconte pas, ça se fait, et vous allez tous parcourir les belles routes de Savoie au cours des excursions de cette semaine ; et tous vous reviendrez ensuite tous les ans en Savoie pour en explorer les splendeurs innombrables !

Je ne vous parlerai pas des sports d'hiver, car je suis absolument persuadé que les films que vous verrez tout à l'heure seront plus éloquents que moi, et que vous reviendrez en bandes l'hiver prochain, vos skis sur le dos, pour aller tâter les pentes du Revard ou de Mégève.

Je ne vous parlerai pas bien entendu non plus des stations thermales : il n'est pas douteux, en effet, que, d'ici quelques années, le

---

(1) La plus grande partie de la documentation de cette conférence est extraite du très intéressant ouvrage de M. Dufayard, ancien professeur d'histoire au lycée Henri IV, Conseiller général de la Savoie : «L'Histoire de la Savoie, 1 vol.

plus grand nombre d'entre vous sera amené à goûter les charmes et la bienfaisance de nos eaux, l'un pour faire disparaître un rhumatisme naissant ; l'autre pour modérer les ardeurs d'une obésité qui jusqu'alors n'était que de bon aloi ; d'autres enfin, et je m'adresse en particulier aux professeurs, reviendront munis d'une bonne laryngite et trouveront, grâce à nos eaux hypersulfureuses, une voix nouvelle qui leur permettra de faire avancer la science dans de nouvelles voies...

Je ne vous parlerai enfin ni de la géographie, ni de la géologie, ni de la Houille blanche, ni des Folklores pourtant si étranges et si variés dans les hautes vallées alpestres.

Je vais, en moins d'une heure, vous dire l'histoire de la Savoie, et, ne m'arrêtant qu'aux très grandes lignes des événements, je chercherai surtout à replacer dans leur cadre historique les principaux monuments et les hommes célèbres de la Savoie et plus spécialement de Chambéry.

Commençons par le commencement !

L'époque glaciaire fut particulièrement confortable en Savoie ; une couche de glace de 2 km. environ d'épaisseur recouvrait tout le pays et les touristes de l'époque devaient s'encorder et manier le piolet de silex dès la colline de Fourvières !

Le pays dégagé, les premiers hommes occupèrent les plateaux à l'abri des torrents et des miasmes des marécages ; vous verrez au Musée Savoisien de Chambéry les silex taillés de cette époque, découverts dans plusieurs stations préhistoriques de la région.

Ce fut ensuite l'âge de la pierre polie et des cités lacustres. C'est en 1856, en construisant le chemin de fer de Culoz à Aix, que l'on découvrit dans le lac du Bourget les pilotis de plusieurs cités lacustres. La collection de palafittes du Musée Savoisien est remarquable : poteries diverses et pierres polies, mais aussi épées, colliers, fibules de l'âge de bronze.

Apparaît ensuite une peuplade qui va constituer l'élément primordial de la race savoyarde, c'étaient des Celtes, les Allobroges ; leur pays, l'Allobrogie, avait pour capitale Vienne, au bord du Rhône.

Il est possible qu'Annibal ait franchi les Alpes au col du Petit Saint-Bernard ; quoi qu'il en soit, dans les batailles de Trasimène et de Cannes, un contingent d'Allobroges se battait avec Annibal contre les Romains. C'est pourquoi, peu après, les Romains, voulant tenir les passages des Alpes pour éviter toute nouvelle surprise, firent la conquête des Allobroges. Lesdits Allobroges apprécièrent rapidement les bienfaits de la civilisation romaine et par la suite restèrent fidèles à Rome, refusant notamment de porter aide aux Gaulois de Vercingétorix.

Ce fut l'époque gallo-romaine. La grande voie romaine qui allait de Vienne en Italie passait par Lemencum, petite place forte située sur

l'actuelle colline de Lémenc, en plein Chambéry, et de là gagnait Darentasia qui est Moutiers, Columnas Jovis qui est le col du Petit-Saint-Bernard, et Augusta Praetoria qui est Aoste. De cette époque, date la prospérité d'une petite ville que vous connaissez bien : Aquae Gratianae dont le nom, en lettres d'acier, brille au fronton du nouvel établissement thermal d'Aix-les-Bains. C'est d'ailleurs à Aix que nous trouvons les vestiges les plus importants de cette époque : tout d'abord les anciens thermes romains qui ont été habilement conservés dans les nouvelles constructions, puis le bel arc de triomphe de Campanus et différentes statues et inscriptions réunies dans un petit musée lapidaire. Parmi les autres souvenirs gallo-romains épars en Savoie, je citerai seulement une pièce rare, le Caducée de Lémenc, qui est au Musée Savoisien.

Vinrent les invasions barbares : au cours de la tourmente, l'Allobrogie disparaît pour faire place à un nouveau pays : la Sabaudia, mot qui viendrait du celte sap : sapin, et wald : forêt. Sabaudia : le pays des sapins !

C'est à cette époque troublée et chaotique qu'apparaît dans notre région le christianisme, émanant du centre d'apostolat de Lyon fondé par saint Pothin. L'Eglise s'organise en Sabaudia, c'est la fin du IV^e^ siècle.

Au V^e^ siècle, les Romains ayant battu les Burgondes en Germanie, les amènent en Sabaudia pour les aider à tenir les cols des Alpes.

Ces Burgondes reçoivent des terres aux dépens des Gallo-Romains ex-Allobroges et se fixent dans le pays. La fusion de tous ces éléments fut d'ailleurs assez rapide, grâce à la conversion des Burgondes au catholicisme sous l'influence de saint Avit, évêque de Vienne. Cette conversion des Burgondes au catholicisme devait avoir un retentissement inattendu sur le royaume des Francs, puisque l'on sait l'influence religieuse qu'eut Clotilde, fille d'un roi Burgonde, sur son époux Clovis.

Par ailleurs, durant les années qui suivirent, ces Burgondes firent une effroyable consommation de Rois, la succession au trône ne se faisant guère que par assassinat, assassinat en famille bien entendu. Finalement le dernier Roi des Burgondes fut battu par les Francs à Autun et périt lamentablement dans un cul de basse fosse.

De cette époque burgonde, nous n'avons retrouvé que des sépultures d'ailleurs assez riches en ornements et en bijoux (voir Musée Savoisien). De plus, le très intéressant baptistère de la crypte de Lémenc pourrait également être de cette époque, c'est en tous cas très certainement un des plus anciens témoins des débuts de l'Eglise en France.

Ce fut ensuite le règne des Francs, mais la Sabaudie, loin du pouvoir central, n'eut alors qu'une histoire très effacée : à noter seulement d'une part le développement de l'Eglise qui se glisse dans les cadres de l'administration romaine et d'autre part le début de la féodalité, bien

explicable dans cette région montagneuse et à cette époque troublée, où l'on ne pouvait trouver de sécurité que dans un donjon haut et fort, perché sur un pic aussi inaccessible que possible.

Un nouveau passage est découvert dans les Alpes, celui du Mont Cenis. Tous les cols prennent de plus en plus d'importance ; ils sont parcourus par des caravanes diverses se rendant sur l'un ou l'autre versant des Alpes : pèlerins gagnant les nombreux sanctuaires de la région, hordes guerrières en quête d'aventures ou en opération de police. C'est ainsi qu'au cours d'une expédition, un de nos rois Carolingiens, Charles le Chauve, périt obscurément dans un petit village, Avrieux, que vous verrez près du Mont Cenis entre Modane et Lanslebourg.

A partir de cette époque, la Sabaudie s'appelle Saboia. De 880 à 1050, la Saboia fait partie d'un royaume de Bourgogne non viable, car il allait de la Provence à l'Alsace. La Saboia, toujours loin du pouvoir central, voit se fortifier de plus en plus le pouvoir des chefs religieux et féodaux. Mais au cours de cette période se place un épisode important : l'invasion des Sarrazins. Ces Musulmans, venus d'Espagne, s'emparent des cols et organisent un pillage méthodique du pays. Les souverains de Bourgogne ayant d'autres soucis, pendant 80 ans, ces nouveaux barbares firent régner une véritable terreur dans le pays ; mais ils commirent l'imprudence d'enlever un Abbé de Cluny qui revenait d'un pèlerinage en Italie et d'exiger une très forte rançon pour le relâcher. Les pouvoirs civils et religieux organisèrent alors une expédition en règle qui se termina par le massacre général des Sarrazins, et bien entendu aussi par un accroissement de pouvoir pour les seigneurs féodaux qui s'étaient mobilisés.

Que nous reste-t-il de cette époque ? Des ruines de châteaux forts. Vous les verrez perchés le long des vallées. Je ne vous citerai que le plus typique, un château dont nous reparlerons plusieurs fois, le château de Myolans que vous pourrez voir dominant la vallée de l'Isère entre Montmélian et Albertville. Myolans dont les barons portaient la redoutable devise : Unguibus et Rostro !

Nous voici arrivés en 1050, c'est alors que se pose le problème de l'origine de la Maison de Savoie, l'une des plus anciennes parmi celles qui règnent encore.

Le problème est des plus complexes et sa complexité a été encore aggravée du fait que de nombreux historiens ont étudié le problème avec des arrière-pensées d'ordre manifestement politique. C'est ainsi qu'il existe une théorie saxonne et une théorie italienne de l'origine des Comtes de Savoie. Il semble bien cependant, en toute objectivité, que c'est la théorie bourguignonne qui doive être adoptée : les choses se seraient passées de la façon suivante : un comte de Vienne aurait épousé la veuve d'un comte de Troyes et aurait donné en fief à son beau-fils Hugues le Comté de Savoie, cet Hugues étant donc le fils du

comte de Troyes. Le fils d'Hugues, Humbert, joua un grand rôle dans le massacre des Sarrazins, ce qui consolida son pouvoir et accrut son prestige ; ayant eu de plus une nombreuse descendance, il occupa solidement le pays, sa famille accaparant à la fois les charges seigneuriales et les charges ecclésiastiques.

Son fils « Humbert aux Blanches Mains » lui succède et nous amène à l'époque historique.

Passons rapidement sur les premiers Comtes Humbertiens, notons seulement qu'Amédée III fonde l'Abbaye de Haute-Combe en 1125 et ramène d'une croisade de nouvelles armes pour sa jeune dynastie : la Croix Blanche de Savoie.

Thomas Ier en 1232 achète 32.000 sols la ville de Chambéry pour en faire sa capitale. Il laisse 8 fils et 4 filles qui s'allient à la plupart des maisons princières d'Europe, renforçant l'influence de sa Maison.

Le suivant a des démêlés fâcheux avec l'Eglise, aussi les chroniqueurs du temps ont-ils considéré comme un châtiment l'effondrement du Mont Granier en 1248. Vous verrez au cours des excursions les traces encore visibles de cette catastrophe qui fit paraît-il 9.000 victimes.

Arrive ensuite celui que l'on appelle le petit Charlemagne. Il amorce avec les Genevois des conflits... qui durent encore, puisque la question des zones franches n'est pas encore résolue ! Ce petit Charlemagne agrandit son domaine de la Bresse et... de Turin ; le voilà maître des deux versants des Alpes !

La série de ces comtes se termine par le Comte Vert, chevalier magnifique dont une belle avenue de Chambéry porte le nom. Il était surnommé « Vert » à cause de la couleur de son armure lors d'un tournoi fameux qui eut lieu au Verney à l'endroit même où se trouve actuellement le parc du même nom ; et, après le Comte Vert, par le comte Rouge, rude jouteur et vigoureux soldat qui se couvrit de gloire aux côtés des Français pendant la guerre de Cent ans. « Son épée, disaient les Anglais, est si vermeille que cette vermeille traincture nous a donné couleur de l'appeler Comte Rouge, lui qui a fait si chaude guerre ! »

Pendant cette longue période, quelle fut la politique des Comtes ?

Ils travaillent à agrandir leur domaine ; à affaiblir le pouvoir temporel de l'Eglise ; à affaiblir la féodalité ; et ils naviguent avec dextérité entre l'empire germanique en formation à l'est et le Royaume de France naissant à l'ouest ; mais déjà le plus souvent ils étaient amis des rois de France et guerroyaient volontiers à leurs côtés.

Que nous reste-t-il actuellement de cette période qui va du IIe au XIVe siècle ?

A la bourgade gallo-romaine de Lemencum a succédé la ville de Chambéry. Le premier château des Comtes de Savoie date de 1232, il ne reste de cette époque que les sous-œuvres et la grosse tour ronde de

la façade est. Détruit par un incendie, le château est reconstruit en 1339, de cette époque date la grande et haute tour carrée qui domine actuellement la ville. Une partie de la crypte de l'église de Lémenc est du XI^e^, la très intéressante mise au tombeau qu'on peut encore y voir actuellement est probablement du XIII^e^. Dans le reste de la Savoie : des châteaux-forts, Myolans étant à l'heure actuelle un des mieux conservés : ses oublicttes et ses cachots sont particulièrement horrifiques et ne le cèdent en rien à ceux tristement célèbres du Château de Loches.

Parmi les monastères, abbayes et églises, citons, outre Hautecombe l'abbaye d'Abondance en Haute-Savoie, dont le cloître, bien conservé, date des XII^e^ et XIII^e^ siècles ; la crypte de la cathédrale de Saint-Jean de Maurienne est du XI^e^ et tout près de Chambéry, l'église du Bourget-du-Lac est du XI^e^ avec une crypte du X^e^ siècle. Mais au total relativement peu de choses, car presque tous les monuments religieux en Savoie ont été complètement remaniés au XV^e^ ou XVI^e^ siècles.

Dans le domaine artistique ou littéraire, la Savoie, qui a toujours été pays de langue française, ne fournit aucun nom digne de retenir l'attention ; le pays était trop pauvre, la vie y était trop rude.

Au début du XV^e^ siècle, arrive au pouvoir Amédée VIII, dont la vie fut pleine d'imprévu. Il épouse une princesse française et envoie 2.000 Savoyards épauler les Français à la bataille d'Azincourt ; mais pour l'éloigner de l'influence française, l'empereur germanique de passage à Chambéry, au cours d'une réception somptueuse érigea la Savoie en duché, haussant Amédée au rang des plus hauts princes de la chrétienté. Le nouveau duc intervient dans le Milanais et par le mariage de sa fille se crée des droits sur la Lombardie. Son règne est particulièrement heureux. Il donne à son pays un code de législation resté fameux. Il encourage la classe moyenne et soutient le faible contre le fort. Il était en pleine apogée lorsque soudain il abdique et se retire en son château de Ripaille où il renonce à toute vie politique. Il lui arrive alors une aventure étrange, il est nommé pape ou plutôt antipape ; il accepte tout d'abord, mais rapidement se soumet au vrai papë qui le nomme cardinal. Il est enseveli à Turin où vous pourrez voir le superbe monument élevé à sa mémoire.

Après cette période heureuse, vient ensuite pour la Savoie une ère de décadence de 1450 à 1550. Menée par un « très petit et mauvais gouvernement », comme le disait le roi de France Louis XI ; balancée entre la France et l'empire germanique, des calamités diverses fondirent sur le duché et c'est miracle que Louis XI n'ait pas fait main basse sur le pays à ce moment. Charles le Téméraire lui en offrit une belle occasion, mais Louis XI se conduisit en bon frère, en effet, sa sœur était alors la femme du duc régnant.

En passant, notons qu'un des ducs suivant épousa Marguerite d'Autriche, laquelle fit construire la fameuse église de Brou, près de Bourg,

où elle est ensevelie avec son époux. Je recommande très vivement aux amateurs d'archéologie de faire en quittant la Savoie un crochet par Bourg pour admirer ce superbe échantillon du gothique flamboyant.

Vient ensuite Charles III, dont le règne fut particulièrement lamentable ; mais il avait des circonstances atténuantes : il se trouvait être en effet le beau-frère de Charles-Quint et l'oncle de François Ier ; il lui était donc vraiment impossible de contenter tout le monde. Résultat : pour être plus à son aise dans ses luttes contre Charles-Quint, François Ier occupe les territoires de son neveu : la domination française en Savoie dura alors 23 ans et fut fort habile, la France sut en peu de temps se concilier les sympathies des Savoyards.

Mais avant d'aller plus loin, quelques considérations sur le XVe siècle en Savoie.

Les mœurs y étaient encore rudes : tel gentilhomme convaincu d'avoir comploté contre le duc était torturé, décapité, prestement découpé en 4 quartiers qui étaient exposés en 4 villes différentes « afin, explique le chroniqueur, d'inspirer l'horreur d'un si exécrable forfait ». Et les histoires de crimes, massacres et autres atrocités abondent. Cependant Chambéry s'embellit : la cour des ducs de Savoie est devenue le rendez-vous d'artistes remarquables, peintres, sculpteurs, orfèvres, musiciens italiens ou français. On construit à cette époque la Sainte Chapelle qui, avec ses verrières splendides et très bien conservées reste en Savoie l'œuvre chef des bâtisseurs et artisans de cette époque. Cette Chapelle renfermait le Saint Suaire, la grande relique de la Maison de Savoie, qui est actuellement à la cathédrale de Turin.

De ce siècle, date aussi la cathédrale de Chambéry, l'église Saint-Dominique, dont il ne reste que le beau portail dominant la place Maché, l'église de Lémenc ; et également le beau cloître et les superbes boiseries du chœur de la Cathédrale de Saint-Jean de Maurienne ; en Haute-Savoie, le Château d'Annecy, et la plupart des rues à arcades qui donnent à Annecy un cachet si pittoresque.

La vie intellectuelle se développe petit à petit, cependant aucun nom n'émerge spécialement. Citons seulement celui du Savoyard Guillaume Fichet qui, ayant fait venir à Paris des ouvriers des ateliers de Gutenberg, introduisit le premier l'imprimerie en France, ce dont on ne lui sut tout d'abord aucun gré ! A Chambéry, dès 1484, l'imprimerie d'Anthelme Neyret sortait ses premières éditions.

Le XVIe siècle fut pour la Savoie l'époque d'un redressement énergique. Deux têtes dominent cette période : tout d'abord Emmanuel Philibert qui, par les victoires qu'il remporta pour Charles-Quint, obtint qu'au traité de Cateau-Cambrésis tous les territoires occupés par François Ier lui fussent rendus. Laissant alors l'épée au fourreau, il se transforma en administrateur habile et réorganisa une Savoie dévastée par une longue période de guerre. Le premier, il orienta nettement sa po-

litique vers l'Italie. Pour éviter toutes complications, il renonça à mettre la main sur Genève à cause, dit un contemporain, de l'opposition « d'un nommé Calvin ». « Toujours piteux et bon au pauvre peuple », il est dur pour les Barons et porte un dernier coup aux vestiges de la Féodalité : pour mettre au pas les récalcitrants, il transforme le château de Myolans en prison d'Etat.

Charles Emmanuel Ier continua l'œuvre de son père, toujours orientée vers l'Italie, il transporte sa capitale à Turin. Il commet cependant la faute de vouloir lutter contre la Réforme en prenant Genève par surprise ; son échec permet aux Genevois de montrer avec orgueil plusieurs salles de leur Musée garnies d'armes et de trophées arrachés aux Savoyards ! Intrigant, il complote d'arracher le Dauphiné à la France, mais se heurte à Henri IV et à son célèbre lieutenant dauphinois Lesdiguières. A la suite dudit Lesdiguières et du Brave Crillon, Henri IV occupe la Savoie et y fait, paraît-il, « moult des siennes » ! Pour finir, la Bresse et le Bugey étaient donnés à la France, mais le Duc de Savoie recevait quelques nouveaux domaines transalpins, l'axe de ses territoires se déplaçait de plus en plus vers l'Italie.

Par la suite, les choses se gâtèrent encore entre France et Savoie et Richelieu venait de s'emparer de Rumilly quand Charles-Emmanuel mourut, après 50 ans de règne.

Que fut la Savoie pendant ce XVIe siècle, siècle de la Renaissance et de la Réforme ?

De plus en plus française, mais avec des princes de plus en plus italiens, traversée par les courants intellectuels et artistiques allant de France en Italie et d'Italie en France, voisine de Genève, la Rome calviniste, la Savoie devait bénéficier grandement, pendant cette période remarquable, de sa situation privilégiée.

Nombre de jeunes Savoyards, leurs études terminées, allaient alors faire un voyage en Italie où ils s'abreuvaient aux sources d'un humanisme qui se répandait partout. Il nous faut citer quelques noms :

Claude de Seyssel est un maître trop peu connu. Professant d'abord le droit à Turin, il devient conseiller du Roi de France Louis XII ; puis revient en Piémont et finit archevêque de Turin. Esprit très fin et très cultivé, érudit, et passionné de tout ce qui touchait à l'antiquité, grand fouilleur de Bibliothèque, il écrivit quelques ouvrages remarquables, notamment sa « Grande Monarchie de France ». Ce fut un des meilleurs prosateurs français du début du XVIe siècle.

Marc-Claude de Buttet se lie à Paris avec les Poètes de la Pléiade, c'est le grand poète savoyard de ce temps, certaines de ses strophes valent du Ronsard.

Antoine Favre, dont vous voyez la statue devant notre Palais de Justice, est né à Bourg en Bresse et mort à Chambéry en 1624. Magistrat éminent à tous points de vue, il fut le conseiller judicieux des ducs de

son temps : humaniste érudit, il a surtout laissé le souvenir d'une grande et haute figure qui a dominé l'histoire judiciaire de son pays. Ce fut « l'une des plus riches âmes et des mieux faites que notre âge ait porté », disait de lui son ami François de Sales.

François de Sales fut l'une des personnalités les plus séduisantes de son époque. Né en Genevois, il fit ses études à Annecy, puis à Paris, puis à Turin. Devenu évêque de Genève, siégeant à Annecy, il arracha tout d'abord le Chablais au Calvinisme, mais non par la manière forte qui était employée, d'ailleurs sans succès, jusqu'alors. Le succès de ses missions en Chablais fut avant tout le triomphe du tact et de la patience, et l'œuvre de cette éloquence « douce comme du miel » dont nous parle le président Favre. Regagnant le Chablais au catholicisme, il sauvegardait du même coup l'unité savoyarde menacée par les luttes religieuses. Le grand Saint de Savoie fut aussi, au service de son prince, un diplomate subtil et un conseiller avisé. Enfin, je n'insisterai pas sur ses qualités d'écrivain, son « Introduction à la vie dévote » est un des chefs-d'œuvre de la littérature française ; je noterai seulement pour en finir avec le grand Evêque que, en 1607, avec son ami le président Favre, il fondait à Annecy l'Académie Florimontane 28 ans avant que Richelieu vint à penser à l'Académie Française.

Au point de vue archéologique, que nous reste-t-il du XVI^e^ en Savoie : à Chambéry, plusieurs monuments subissent des remaniements plus ou moins heureux, par contre, nombre d'hôtels particuliers datent de cette époque, en particulier dans la pittoresque rue Croix-d'Or. A Aix-les-Bains, le château datait du XVI^e^, il n'en reste que l'escalier et une partie de la Mairie actuelle, mais cet escalier est un chef-d'œuvre qu'il faut aller voir. Notons en passant qu'Henri IV avait gardé un excellent souvenir de son séjour à Aix, la station thermale était d'ailleurs déjà florissante. L'Orléanais Jean Godefroy écrivait en 1568 : « Aix est une belle petite ville de Savoie, dedans laquelle il y a beaux bains chauds et froids, souverains et excellents pour la santé de l'homme. »

A Annecy, la cathédrale est du XVI^e^, ainsi que le gracieux logis Nemours dans la cour du Château.

Dans un autre ordre d'idées, nous avons encore à Chambéry un autre souvenir du XVI^e^ : en 1509, un chanoine de la Sainte-Chapelle qui était un des arbalétriers les plus réputés de la région, fonda à Chambéry la Compagnie des Chevaliers tireurs, aujourd'hui plus prospère que jamais. Nous possédons la liste quasi ininterrompue des Champions de la Compagnie depuis 424 ans ! Quelle pitié de voir certaine Société sportive de Paris accaparer des pages entières de journaux parce qu'elles fêtent leur cinquantenaire !

Nous en sommes maintenant à l'époque du Roi de France Louis XIII. Il aurait assez aimé s'adjuger la Savoie, mais la duchesse de Savoie

était alors sa propre sœur et elle fut bonne Savoyarde. Mazarin de plus favorisait les vues des ducs sur l'Italie, mais un vaste projet, qui aurait donné le Royaume de Naples à la Maison de Savoie, n'eut pas de suite.

Avec Louis XIV, les choses allèrent moins bien. Le duc de Savoie ayant été entraîné par Louis XIV dans une expédition peu reluisante contre les Vaudois, se déclara contre la France, au moment de la Ligue d'Augsbourg. Louis XIV en profita pour faire occuper la Savoie par les troupes de Catinat ; mais tout s'arrangea et le petit-fils de Louis XIV fut fiancé à Marie-Adélaïde de Savoie qui, avant sa fin prématurée, émerveilla la cour du Grand Roi par sa distinction et son charme.

Malheureusement les choses se gâtèrent à nouveau ; attiré par Philippe V d'Espagne, le duc entre dans la coalition contre Louis XIV, une fois de plus la Savoie est occupée par les troupes françaises et la forteresse de Montmélian est démantelée. Malgré ces revers, la dynastie de Savoie, grâce à la victoire de la coalition, sortit grandie de cette lutte, le duc récupérait en effet ses territoires, plus la Sicile avec le titre de Roi. Il échangea d'ailleurs peu après la Sicile contre la Sardaigne.

Le nouveau Roi eut fort à faire pour réorganiser son pays, une fois de plus dévasté par les guerres. Très sévère pour les nobles dont plusieurs firent connaissance avec Myolans, la Bastille savoyarde, réduisant considérablement les privilèges du clergé, il fut également très autoritaire avec le peuple. Cependant, il améliore la condition du paysan et prend de remarquables dispositions pour le développement du commerce et de l'industrie. C'est lui qui fait organiser l'industrie minière en Tarentaise et en Maurienne et l'industrie horlogère dans la région de Cluses. Il mourut misérablement, enfermé dans une forteresse par son fils à qui il avait cédé le pouvoir quelques années auparavant.

Au cours de ce XVII^e^ siècle, la vie de Chambéry est fortement influencée par la mode de Paris, les deux cours de Savoie et de France étant en rapports constants. Une excellente description de Chambéry à cette époque nous est donnée dans les mémoires de la duchesse de Mazarin qui vécut 3 ans dans notre ville, mémoires écrites par l'abbé de Saint-Réal.

Au point de vue littéraire, un seul nom à signaler, celui du grand grammairien Vaugelas qui est de la région d'Annecy.

Quant aux monuments, datent de cette époque tous ceux qui sont de style Jésuite. A Chambéry : l'Eglise Notre-Dame, la Chapelle qui se trouve près du Lycée et la façade de la Sainte Chapelle. Signalons de plus que de cette même époque sont aussi les curieuses grisailles en trompe l'œil de la Sainte Chapelle, œuvre de peintres italiens.

Le début du XVIII^e^ siècle fut marqués pour la Savoie par une époque qui a laissé de cruels souvenirs. Au moment de la guerre à l'occasion

de la Succession d'Autriche, le Roi de Sardaigne prit position contre l'Espagne : le résultat fut lamentable : occupation de la Savoie pendant 6 ans par les troupes espagnoles qui saignèrent à blanc le pays.

Dès lors, la maison de Savoie resta neutre et s'attacha à régler, par voie diplomatique, les incidents qui se produisaient. Exemple, celui qui résulta de l'arrestation de Mandrin en pays savoyard : Mandrin était en effet très populaire en Savoie où il jouissait d'une réputation de bon aloi ; on cite, par exemple, un très respectable personnage de la région qui se faisait d'excellents revenus en louant le prix fort au bandit gentilhomme les chevaux dont il avait besoin pour ses expéditions. Mandrin fut enlevé de vive force par un détachement de troupes françaises en plein pays savoyard. Il y avait là une violation de territoire manifeste. L'incident, assez vif, fut réglé diplomatiquement.

Donc, jusqu'en 1789, la Savoie reste dans le calme. Que noter durant cette partie du XVIII^e^ siècle ? Le passage de Jean-Jacques aux Charmettes chez la charmante Madame de Warens ; la restauration du Château de Chambéry qui, bien entendu, avait été brûlé par les Espagnols. C'est également de cette époque que date le développement des routes en Savoie ; on construit des ponts sur l'Isère, le Chéran, le Rhône. On fonde une société d'agriculture ; le pays se modernise.

En 1773, vient au pouvoir Victor-Amédée III, ayant de bonnes intentions, mais manquant d'opportunité dans ses Réformes et ayant de plus une manie coûteuse : son idéal était le grand Frédéric et il entretenait une armée à la prussienne qui lui coûtait fort cher. La machine à impôt devait marcher à plein rendement. Le Roi habitait Turin et ne se montrait que fort peu en Savoie. C'était un souverain absolu et les Savoyards avaient un peu l'impression de ne servir qu'à payer les frais de l'armée du Roi Sarde, ce qui ne les enchantait que médiocrement. Cependant, les rapports entre la Cour de Turin et celle de Paris sont toujours excellents, plusieurs princesses de Savoie épousent des princes français, l'une d'elles devint Madame de Lamballe qui fut, par la suite, si tragiquement célèbre.

De cette époque, détachons une figure exceptionnelle, celle d'un jeune Chambérien aimant les aventures, qui s'engagea aux Gardes Françaises, devint sergent, puis partit pour les Indes où il devint généralissime des armées du Roi des Mahrattes. Il revint dans son pays plusieurs années après chargé d'honneurs et de gloire et possesseur d'une immense fortune. C'est le Comte de Boigne, le général aux Eléphants, un des grands bienfaiteurs de la ville. Son mausolée est dans l'église de Lémenc.

Nous voici arrivés en 1789. Qu'avions-nous alors en Savoie ? Un souverain au pouvoir absolu, une noblesse et un clergé diminués par ce Roi dans leur prestige et leur autorité, un peuple sur lequel pesaient de lourds impôts aggravés par l'attitude des intendants du Roi, une

Bastille, Myolans ; toutes choses formant un excellent bouillon de culture pour une Révolution.

Il faut ajouter que la classe moyenne de la société, favorisée par les progrès réguliers de la vie sociale et la transformation des conditions économiques, prenait une place de plus en plus importante : de nombreux bourgeois applaudissaient à l'œuvre des philosophes et s'affiliaient aux sociétés de pensée française formant les cadres d'un tiers-état organisé et tourné franchement vers la France.

Cette orientation vers la France était d'autant plus marquée que la Savoie, région ayant toujours été relativement pauvre avant le tourisme et la houille blanche, devait à cette époque laisser partir tous les ans 30.000 émigrés qui allaient gagner leur vie dans des régions plus favorisées.

Or, ce n'est pas en Italie qu'allaient ces émigrés, mais bien en France. C'est l'époque du petit Savoyard montreur de marmotte ou ramoneur de cheminée. On trouvait de plus à Paris toute une société savoyarde composée d'éléments variés : des étudiants, des médecins, des gentilshommes comme le marquis de Costa, de futurs révolutionnaires comme le docteur Doppet, Madame de Lamballe, le modeste savant Berthollet, tous restant en liaison très suivie avec leur petite patrie.

Donc la population de la Savoie était française de mœurs, de langage, de culture, avec un cadre de bourgeoisie prête à faire siennes les idées émancipatrices de la Révolution française.

Dès 1789, rapidement, les idées nouvelles gagnèrent du terrain. Doppet prit le commandement des opérations et organisa avec les Savoyards de Paris un Club des Allobroges ; un vaste mouvement d'opinion se dessina en Savoie contre la Royauté Sarde. Bientôt les représentants du Roi sont submergés et Doppet ayant organisé militairement de nombreux partisans en Légion des Allobroges, arrive en maître dans son pays. Ecoutez le couplet spécial de la *Marseillaise* que ses soldats répandirent dans le pays à leur arrivée :

Savoisien, peuple paisible,
Ah ! ne crains rien de nos guerriers !
Le Français est fier mais sensible :
Il joint l'olive à ses lauriers.
Guerre aux tyrans, paix aux chaumières,
Voilà désormais nos traités.
Loin de conquérir des cités
Nous cherchons des amis, des frères.

Le gouvernement de Turin essaya de s'opposer par la force à l'envahissement de son territoire, mais après quelques escarmouches aux Abymes de Myans, près de Chambéry, les Piémontais repassèrent les Alpes laissant la Révolution maîtresse du terrain. C'était en 1792. La

robuste Savoyarde de Falguière que vous pouvez voir sur une place de Chambéry célèbre le centenaire de ces événements.

La Convention fit régulariser la situation de la Savoie par un vote dans chaque commune ; aucune commune ne demanda le maintien du pouvoir sarde.

Tout d'abord les nouveaux maîtres du pays furent des vainqueurs magnanimes et se montraient pleins de tolérance pour ceux qui ne partageaient pas leurs opinions ; mais, les royalistes piémontais, avec Joseph de Maistre, ayant organisé une propagande de réaction, les pouvoirs révolutionnaires réagirent énergiquement et une Terreur sévit pendant quelque temps.

Cette Terreur fut de courte durée, car, de nouveau, le passage des troupes françaises gagnant les cols des Alpes occupèrent l'attention générale. Puis, ce furent les guerres de l'Empire. Les anciens de la légion des Allobroges se couvrirent de gloire dans l'Europe entière : la Savoie fournit à Napoléon 18 généraux, 800 officiers, 25.000 soldats. Savoyards, les généraux Dessaix, Dupas, Curial, Forestier ; Savoyard, Cretet qui fut Ministre de l'Intérieur, Monge et Berthollet membres de l'Académie des Sciences, Michaud de l'Académie Française. Signalons enfin qu'en 1802, une école des mines est organisée à Moûtiers et à Peisey.

Mais, d'autres Savoyards étaient restés fidèles à leur souverain : citons le marquis Joseph de Costa et Joseph de Maistre : Joseph de Maistre, magistrat et diplomate d'une haute intégrité, d'un grand caractère, érudit et puissant écrivain, et son jeune frère Xavier de Maistre, l'auteur du « Voyage autour de ma Chambre », le premier qui ait noté officiellement qu'à Chambéry on entend sonner minuit pendant une demi-heure à cause du désaccord et du grand nombre des horloges.

Et ce fut la débâcle de l'Empire, le premier traité de Paris ne laissait à la France que les régions de Chambéry, Annecy et Rumilly. Ce morcellement souleva un tolle général dans tous les partis, les royalistes eux-mêmes protestèrent contre cet écartèlement. Waterloo mit une fin brutale à ces récriminations. Les derniers combats des grognards de l'Empire eurent lieu dix jours après Waterloo ; 1.800 Savoyards empêchant 8.000 Autrichiens de franchir, au nord d'Albertville, les gorges de l'Arly. Cet héroïsme fut vain. La Savoie toute entière fut restituée au Roi Sarde.

De nouveau, après 1815, ce fut l'absolutisme : tout l'édifice social et politique lentement échafaudé par la Révolution s'écroulait brusquement. Les commandants de place piémontais et leurs carabiniers firent tout ce qu'il fallait pour se rendre impopulaires. Un invincible mécontentement gagnait la Savoie et des centaines de Savoyards se faisaient naturaliser Français, tels le chimiste Berthollet, le docteur Fodéré de

Saint-Jean de Maurienne, père de la médecine légale, l'astronome Bouvard, le numismate Tochon.

Charles-Félix, le Restaurateur de Hautecombe, essaya de remonter le courant, mais son attitude plus paternelle, le fit plus respecter qu'aimer. Son successeur Charles-Albert essaya de nouveau la manière autoritaire, puis, en 1848, accorda un statut donnant aux Savoyards de plus larges libertés, statut qui fut accueilli avec joie par la population.

Il fut même accueilli avec tant de joie que le parti libéral savoyard profita de l'occasion pour reprendre une campagne pour l'Annexion de la Savoie à la France. Il se mit en particulier en rapport avec Lamartine. Lamartine aimait la Savoie. Son séjour à Aix-les-Bains, en septembre 1817, lui avait laissé des souvenirs dont les strophes du « Lac » nous sont un immortel témoignage.

Les libéraux ou démocrates avec, à leur tête, l'avocat chambérien Nicolas Parent, étaient partisans du Retour à la France ; par contre, les conservateurs savoyards, et ils étaient nombreux, restaient dans l'indécision quoique protestant souvent contre les rigueurs du fonctionnarisme sarde, et c'est en vain que le Roi interprétait comme une preuve de loyalisme l'héroïsme des Savoyards luttant avec les Piémontais contre les Autrichiens en 1848.

Et c'est alors qu'apparaît Cavour. Cavour, en rapprochant le Piémont de l'Italie, l'éloignait de plus en plus de la France et il s'en rendait fort bien compte. Il essaya de donner le change en faisant exécuter en Savoie de grands travaux publics : ayant créé la Banque de Savoie et réformé le système d'impôt, il fait construire le chemin de fer de Culoz à Modane, que l'ingénieur Sommelier, d'Annecy, devait compléter plus tard par le tunnel du Mont-Cenis. Il fait construire à Aix-les-Bains un Etablissement Thermal qui fut, jusqu'en 1914, un des plus beaux du monde et qui restera à côté du nouvel établissement qui va être inauguré dans quelques jours. Il fait enfin construire le Palais du Sénat qui est maintenant le Palais de Justice.

Mais à côté de ces mesures habiles, Cavour adopta en Savoie une politique de laïcisation et il perdit du même coup l'appui du parti conservateur : la cause était dès lors entendue. C'est à ce moment qu'eut lieu l'accord entre Napoléon III et Cavour ; mais tout faillit être remis en question après la paix prématurée de Villafranca : contrairement à sa promesse, Napoléon III n'avait pas libéré la Vénétie des Autrichiens ; Cavour estimait donc que les conventions intervenues devenaient caduques et refusait de céder la Savoie à la France.

Les Savoyards voyant leurs espérances déçues, dans un élan unanime, avec à leur tête des hommes comme le royaliste Costa de Beauregard, les conservateurs Denarié et Bertier, le républicain Parent, entreprirent alors une campagne ardente pour le retour de la Savoie à la France.

L'Angleterre et la Suisse ne voyaient pas la chose d'un bon œil ;

Mais Cavour avait compris, parce que la Savoie est française et parce que le grand principe de nationalité qui allait lui permettre de réaliser l'unité italienne devait être respecté également de notre côté des Alpes.

Le traité de Turin laissant la Savoie à la France fut voté par le Parlement Piémontais par 229 voix contre 33.

Cependant un plébiscite devait donner aux Savoyards l'occasion de manifester avec plus de précision leurs sentiments sur la question : le vote eut lieu les 22 et 23 avril 1860, le résultat en fut le suivant :

Pour le retour à la France	130.500 voix
Contre	230 —

L'histoire de la Savoie se confond depuis avec l'Histoire de la France, et, dans le jardin du Clos Savoiroud, vous verrez, dominant Chambéry, la belle stèle élevée aux 21.000 Savoyards qui, de 1914 à 1918, ont, par le sacrifice de leur vie, sanctionné d'une manière héroïque le vote de 1860.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

tenue le 29 juillet 1933

à Chambéry

PRESIDENCE DE M. ELIE CARTAN
Membre de l'Institut

PROCES-VERDAL

I. — Elections

A) Bureau de l'Association pour 1933-1934

Ont été élus :

Président : M. Paul LEMOINE, Directeur du Muséum National d'Histoire Naturelle.

Vice-Président : M. TIFFENEAU, Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine.

Secrétaire : M. CHOLLEY, Professeur à la Faculté des Lettres de Paris.

Vice-Secrétaire : M. DEDRON, Professeur de Mathématiques spéciales au Lycée Condorcet.

Trésorier : M. Raoul D'HARCOURT, Chef de Service à la Société Générale.

B) Election des délégués

Le vote pour l'élection de 5 délégués de l'Association a donné les résultats suivants :

MM. CAULLERY, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris	491	voix
DIXSAUT, Professeur Agrégé au Lycée Pasteur, à Neuilly	494	—
L. JOLEAUD, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris	493	—
M. TIFFENEAU, Membre de l'Académie de Médecine, Pharmacien Chef de l'Hôtel-Dieu	495	—
Henri VILLAIN, Professeur à l'Ecole Dentaire de Paris.	488	—

II. — Rapport du Trésorier

M. Raoul d'HARCOURT

Mesdames, Messieurs,

J'ai l'honneur de vous présenter au nom du Conseil, l'état des recettes et des dépenses de votre Association pour 1932.

Recettes

Cotisations	73.485 »
Recettes diverses	4.820 15
Recettes d'ordre	7.972 50
Intérêts du Capital	67.861 04
Intérêts Legs Girard	6.000 »
Rachat de cotisations	9.110 »
Total	169.248 69
Prélèvement sur la réserve	2.875 34
Total	172.124 03

Dépenses

Loyer et accessoires	18.305 »
Appointements	41.400 »
Indemnité	3.000 »
Frais d'administration	6.390 20
Recouvrements	2.247 90
Frais afférents aux rentes et valeurs	1.748 13
Dépenses concernant le Congrès	7.160 95
Publications du Congrès	30.779 20
Subventions ordinaires	12.774 60
Legs Juglar	1.225 40
Conférences en dehors du Congrès	4.551 »
Bulletin trimestriel	22.162 60
Dépenses imprévues	5.269 05
Legs Girard	6.000 »
Placements de fonds x	9.110 »
Total	172.124 03

Tant par l'augmentation sensible du poste des cotisations que par la compression de certaines dépenses, l'exercice 1932, en dépit de la crise générale, se présente dans certaines conditions d'équilibre notablement supérieures à celles de l'année précédente.

Portefeuille. — Au cours de 1932, 49 obligations ont été amorties et leur montant réemployé en obligations similaires, conformément à vos statuts.

III. — Subventions (exercice 1932)

Dans sa séance du 13 février, et après avis de la Commission des Finonces et de la Commission des Subventions, le Conseil a attribué les subventions suivantes :

	Géologie	
Mlle D. Le Maitre	Etude des terrains devoniens du Nord et de l'Ouest de la France	2.000
M. J. Cuvillier	Recherches géologiques, Oasis libyennes....	2.000
A. Bergounioux	Recherches sur l'évolution des faunes dans le Sud-Ouest de la France	500
	Botanique	
J. Braun-Blanquet	Recherches sur l'écologie de la végétation méditerranéenne	1.000
Mme Tardieu-Blot	Recherches sur les fougères de l'Indo-Chine.	1.000
	Zoologie	
R. Husson	Recherches spéléologiques dans le Sandjak.	1.000
G. Guérin	Travaux sur la vie des chouettes	1.000
H. Nouvel	Recherches sur les Dicyémides	1.000
	Géographie	
L. Aufrère	Recherches sur la morphologie et la paléoclimatique du Bassin de Paris	1.000
J. Dresch	Etude de la région du Grand Atlas de Marrakech	2.000
	Anthropologie	
Henri Martin	Travaux et fouilles en Charente	1.500
	Total.....	14.000

IV. — Rapport du Secrétaire

M. le Dr SANNIÉ

Professeur à la Faculté de Médecine de Paris

Monsieur le Président, Mesdames, Messieurs,

La tradition veut, qu'à chaque Congrès, le Secréaire annuel résume en quelques mots l'activité de l'Association durant l'année qui se termine.

Permettez-moi tout d'abord de saluer la mémoire de nos collègues disparus. Certains d'entre eux étaient, non seulement de grands savants, mais des membres particulièrement actifs de notre Association.

Ce sont :

M. Haret, l'éminent radiologiste de l'Hôpital Lariboisière, qui fut Président d'honneur de la Section de Radiologie au Congrès de Bruxelles ;

M. Offret, Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon, Secrétaire général du Comité local au Congrès du Cinquantenaire ;

M. le Dr Siffre, ancien Directeur de l'Ecole Odontotechnique de Paris ;

M. Maurice Bourguel, Maître de conférences à la Sorbonne, mort très jeune, alors qu'il avait abordé une série de recherches du plus haut intérêt.

Parmi les Membres belges, nous avons à regretter la disparition du Dr Decrolly, Président de la 21e Section au Congrès de Bruxeelles ; du Dr Morlet, d'Anvers, un des premiers pionniers de la Radiologie en Belgique ; du Professeur Henrijean, le grand physiologiste liégeois.

Ces disparitions, inévitables dans un groupement aussi important que le nôtre, n'ont pu ralentir son essor. Le chiffre des membres est d'environ 3.200, et nous pouvons presque dire que la crise ne nous atteint pas.

C'est là un succès remarquable. Il montre que les efforts faits par notre Conseil, surtout par notre Secrétaire général, ont transformé l'activité de l'Association dans un sens des plus favorables.

C'est surtout grâce au Professeur Verne que cette heureuse évolution se poursuit. C'est à lui, à ses collaborateurs, en particulier à Mme Delmas, dont vous connaissez tous l'alerte dévouement, qu'en revient tout le mérite.

Le succès des conférences radiodiffusées est, en effet, si grand, elles correspondent si parfaitement au but même de l'Association, qu'il a paru opportun de les développer encore.

Une entente vient d'être conclue avec le Poste colonial pour que,

dès la rentrée d'octobre, de nouvelles conférences soient radiodiffusées sur ondes courtes. La pensée scientifique française, que notre but est de faire connaître au plus grand nombre, pourra être ainsi mise à la portée des auditeurs du monde entier, surtout à la portée de nos colons éloignés. C'est une décision dont l'importance ne vous échappe certainement pas.

Poursuivant l'œuvre d'extension de l'A.F.A.S., le Conseil a décidé de créer un délégué pour l'Algérie. Nous avions déjà un délégué pour la Belgique, M. Poutrain, dont l'activité nous a déjà rendu et nous rend tous les jours des services si importants. Il pouvait paraître étrange que la France africaine soit plus mal traitée. Cette lacune est comblée par la nomination du Dr Gaudin, l'actif Secrétaire général du Comité local, lors du Congrès d'Alger, dont le dévouement à l'A.F.A.S. a fait ses preuves.

Il sèrait trop long d'énumérer ici les distinctions accordées à nombre de nos collègues. Je me contenterai de rappeler que l'on vient de fêter avec éclat le jubilé d'un grand savant, le Professeur d'Arsonval, et qu'il fut, au début du siècle, le premier Président de notre Section de Radiologie.

Dans le domaine des subventions, la Commission et le Conseil n'ont pu, hélas ! être aussi généreux qu'ils l'auraient désiré. 14.000 francs furent distribués, surtout destinés à des recherches de sciences naturelles : Géologie, Botanique, Zoologie, Géographie, Anthropologie. Il n'est que rarement possible, à notre Association, d'aider efficacement une œuvre comme la mission Dakar-Djibouti, dirigée par M. Marcel Griaule, à laquelle avait été votée une subvention de 10.000 francs. Les résultats en sont si importants qu'il faudra de nombreuses années pour leur dépouillement, les publications devant nécessiter 40 ou 50 volumes !

Au cours de l'année qui se termine, l'Association a participé à divers Congrès à l'étranger. Notre Président, le très grand mathématicien qu'est M. Carton, l'a représentée au Congrès international des mathématiciens tenu à Zurich, en septembre dernier, puis aux cérémonies émouvantes du cinquantenaire de l'Ecole de Physique et Chimie de la Ville de Paris. M. le Général Perrier était, à Lisbonne, notre représentant au Congrès mixte des Associations portugaise et espagnole pour l'Avancement des Sciences, en 1932. Nous devons nous réjouir de cette liaison des associations identiques des pays latins, qui ne peut qu'être profitable à tous points de vue.

Autrefois, les Congrès de l'A.F.A.S. étaient strictement nationaux. Le succès du Congrès de Liége, en 1924, décida le Conseil à accepter un Congrès de Bruxelles, et celui de l'an dernier fut un triomphe, autant par la qualité des personnalités belges qui l'honorèrent de leur présence, que par la qualité des savants qui s'y réunirent.

Sous le haut patronage de Sa Majesté le Roi des Belges, la séance inaugurale solennelle eut lieu en présence de Son Altesse Royale le Prince Léopold, de Son Excellence M. Corbin Ambassadeur de France, de M. Bovesse Ministre des P.T.T., remplaçant M. le Ministre des Sciences et des Arts.

Reçus à l'Hôtel de Ville de Bruxelles par M. Max, à celui d'Anvers par M. Van Cauvelaert, à celui de Malines par M. Dessaint, à Dinant par M. Sasserath, à Luxembourg par M. Bech, Président du Gouvernement ; reçus par M. Nens, Gouverneur du Brabant, par M. Corbin Ambassadeur de France, les congressistes français à Bruxelles purent se convaincre que l'œuvre de propagande scientifique française, qui est le but même de notre groupement, était couronnée du succès le plus complet.

Mais nous devons en reporter la plus grande partie aux deux grands animateurs de ce Congrès, MM. de Sélys-Longchamp et Poutrain, Président et Secrétaire général du Comité local. Qu'ils veuillent bien accepter encore ici les remerciements de l'A.F.A.S.

Nous avons repris, cette année, la tradition. Je n'ai pas à parler du Congrès actuel ; permettez-moi simplement de terminer en constatant que l'accueil reçu à Chambéry est le plus vivant témoignage de la vitalité de notre Association.

V. — Remerciements

adressés par l'Assemblée Générale de l'Association
à l'occcasion du Congrès de Chambéry

M. Charles ARMINJON, Président du Comité local, Président de l'Académie de Savoie.

M. Eugène LEMOINE, Secrétaire général du Comité local, Président de la Société d'Histoire Naturelle de la Savoie.

MM. les Membres du Comité local.

M. André CAMPION, Préfet de la Savoie.

M. Antoine BORREL, ancien Ministre, Sénateur de la Savoie.

M. François MILAN, Sénateur de la Savoie.

M. Eugène JULLIAND, Maire de Chambéry.

MM. les Membres du Conseil municipal.

M. le Président du Conseil Général et MM. les Membres du Conseil Général.

M. Charles PERINEL, Président de la Chambre de Commerce.

M. le Marquis de LANNOY DE BISSY, Président du Syndicat d'Initiative.

M. Joseph BLANC, Maire d'Annecy. M. Rochard, Préfet de la Haute-Savoie.

M. MOLLARD, Sénateur, Maire d'Aix.

MM. les Adjoints et les Membres du Conseil municipal d'Aix-les-Bains.

M. CARRON, Directeur de l'Ecole Préparatoire à l'Enseignement Supérieur de Chambéry.

M. Camille RITTER, Proviseur du Lycée de Chambéry.

Mme LAYÉ, Présidente du Comité des Dames.

Mme JULLIAND, Mme MASSO, Mme RITTER, Mme COLLONGES (Directrice du Lycée de Jeunes Filles), et le Comité des Dames.

M. Paul ROBERT, Radiologiste (Conférence).

M. DUVAL, Secrétaire général de l'Aluminium Français.

Les Sociétés Savantes de Savoie et de Haute-Savoie, en particulier l'Académie de Savoie, la Société d'Histoire Naturelle et la Société d'Archéologie.

La Société d'Electrochimie, d'Electrométallurgie et des Aciéries d'Ugine (subvention).

La Société du Lait Mont-Blanc.

La Société Renault, et en particulier M. Renault, directeur de l'Usine du Temple, à Saint-Michel.

La Société des Aciéries Electriques.

La Société Bozel-Malétra.

La Société du Grand-Doron.

La Société l'Aluminium Français (Conférence).

Les Compagnies de Chemin de fer.

La Presse française et la Presse locale.

VI. — Médailles

offertes à l'occasion du Congrès de Chambéry

MM. Charles ARMINJON, Président du Comité local, Président de l'Académie de Savoie.

Eugène LEMOINE, Secrétaire général, Président de la Société d'Histoire Naturelle.

Eugène JULLIAND, Maire de Chambéry.

Antoine BORREL, Sénateur de la Savoie.

André CAMPION, Préfet de la Savoie.

François MILAN, Sénateur de la Savoie.

Charles PERINEL, Président de la Chambre de Commerce.

Marquis de LANOY DE BISSY, Président du Syndicat d'Initiative.

Joseph BLANC, Maire d'Annecy.
Maurice MOLLARD, Sénateur, Maire d'Aix-les-Bains.
Mlle Edith LAYÉ, Présidente du Comité des Dames.
MM. Camille RITTER, Proviseur du Lycée.
J.-B. CARRON, Directeur de l'Ecole Préparatoire à l'Enseignement Supérieur.
Société d'Electrochimie, d'Electrométallurgie et des Aciéries d'Ugine.
MM. Paul ROBERT, Radiologiste.
DUVAL, Secrétaire général de l'Aluminium français.

VIII. — Vœux

adoptés par l'Assemblée générale du 30 *juillet*

1° Le Congrès de l'Association Française pour l'Avançement des Sciences attire l'attention des pouvoirs publics sur l'intérêt vital pour le pays d'élaborer sans retard un programme méthodique de travaux d'hygiène publique (eau potable, assainissement, drainage, électrification, habitations). Pour ce faire, chaque département devrait présenter un cahier d'amélioration et de constructions nouvelles d'ordre sanitaire. (*Transmis à M. le Ministre de la Santé publique.*)

2° Le Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, réuni à Chambéry, le 24 juillet 1933, attire l'attention de la XIVe Assemblée de la Société des Nations et du Conseil d'Administration du Bureau International du Travail, sur l'intérêt de constituer le plus tôt possible un Comité International permanent des travaux publics, qui serait en même temps un office de documentation, de renseignements, de garantie et de contrôle, dépendant de l'Organisation Internationale du Travail.

Vœu de la 13e *Section (Anthropologie)*

1° La 13e Section, désireuse de développer le rôle de l'A. F. A. S., dans la mise en contact des différentes branches de la Science, émet le vœu que des séances communes à diverses sections soient déterminées à l'avance dans une réunion de tous les présidents de section apportant les communications annoncées.

Elle souhaite qu'une propagande dans ce sens soit organisée dans toutes les sections, par le conseil de l'A. F. A. S.

2° La 13e Section émet le vœu que, chaque année, des questions communes à plusieurs sections soient mises à l'ordre du jour et fassent l'objet de rapports.

VIII. — Prochain Congrès

L'Assemblée Gnérale décide que le prochain Congrès aura lieu au Maroc, à Rabat pendant les vacances de Pâques 1934.

IX. — Excursion générale.

(Jeudi 27. juillet)

6 h. 30... presque l'aube !... Devant le Syndicat d'initiative de Chambéry, 8 cars sont alignés, des groupes affairés les entourent ; un commandant d'état-major, en tenue de campagne, dirige avec autorité les opérations d'embarquement. Qu'est-ce à dire ? une mobilisation ??... Oh ! toute pacifique : 150 membres du Congrès de l'A. F. A. S. embarquent sous la direction du grand chef du tourisme en Savoie, M. le marquis de Bissy, qui lui-même arrive à l'instant d'une période d'instruction au G. Q. G. ! Au total : rien de grave !

7 h. La caravane s'ébranle, point de direction : Chamonix !

Challes-les-Eaux est traversée à bonne allure : temps superbe, route sèche, essence sans alcool : tout va bien !

On remonte la superbe vallée de l'Isère, le Grésivaudan avec Montmélian et sa forteresse démantelée, Saint-Pierre-d'Alligny et les fières dents d'Arçausaz pointant dans un ciel resplendissant ; plus loin, c'est le farouche château de Myolan, puis Allutrille dominée par le vieux bourg de Conflans. On passe par Ugine, la cité des aciéries électriques, et nous parcourons les gorges de l'Arly, sauvages et souventes fois perfides, mais ce matin débonnaires. Plumet et sa vallée profonde, une longue montée et nous voici sur les plateaux de Mégève dont nous admirons les splendides pâturages alpestres.

Après Mégève, Saint-Gervais ; et à mi-pente de la descente sur le Fayet, la caravane stoppe pendant quelques instants. Dans le fond, à gauche, le massif du Reposoir et ses rocs arides, avec Combloux au premier plan. En bas, la vallée de Sallanches ; à droite, de l'autre côté de la vallée, plaqués dans la forêt au-dessous d'une formidable falaise rocheuse, la cité des Sanas de Passy Sancellemoz.

En route, descente sur le Fayet, passage du défilé vers Plan Pray, les Houches, Chamonix. Depuis de très longues annénes, certains posaient la question : oui ou non, le Mont Blanc est-il favorable à l'avancement des sciences ? Le doute n'est plus permis : le Mont Blanc aime l'A. F. A. S. ! Il est en effet rare d'avoir de Chamonix une aussi bonne visibilité de tout le massif du Mont Blanc que celle dont nous avons pu jouir pendant de trop courts instants ! Le temps de suivre de loin la cordée que l'on voyait descendre des parois des grands Mulets, de sa-

luer en passant le grandiose glacier des Bossons et la « Grande Verte » et déjà nous repartons pour Sallanches où le déjeuner nous attendait... si jamais déjeuner fut le bienvenu !...

Un dernier adieu au Mont Blanc et nous gagnons Cluses, Bonneville, les si pittoresques gorges d'Entremont, le Petit Bernard, Thorres pour nous arrêter à Annecy où une réception officielle nous attendait à la mairie : vin d'honneur et très cordiale allocution de M. Blanc, le sympathique maire de la curieuse cité aux arcades, allocution à laquelle répond le Professeur Cartan, d'une improvisation pleine d'à-propos. Dix minutes de liberté pour admirer les charmes du lac par cette belle soirée d'été.

Sur la route du retour, quelques récréations vertigineuses : la trouée du Pont de l'Abîme !... et pour finir, les lueurs vertes du crépuscule derrière les Monts du Bugey... et le lac du Bourget dans la nuit violette...

X. — Grande excursion finale

(*du* 30 *juillet au* 4 *août* 1933)

Partir pour un voyage de plusieurs jours, c'est déjà plus compliqué, cependant le moment du départ venu, tout se tasse...

Notons pourtant quelques récriminations, une sombre fatalité ayant placé dans des cars fermés tous ceux qui préféraient les cars ouverts. La diplomatie de M. le marquis de Bissy triomphe de toutes les difficultés... la pluie de la veille a fait place à un temps beau mais froid avec dans le ciel quelques petits nuages effilochés.

D'un bond, nous sommes à Saint-Jean-de-Maurienne, nous ne pouvons malheureusement pas vister la cathédrale dont les stalles du XV^e^ siècle sont célèbres. Modane, la haute vallée de l'Arc, Lanslebourg où, après le déjeuner, nous admirons tous la dent Parrachée, reine de la vallée, dressant à 3.700 m. son chef entouré de glaciers.

Une longue ascension nous amène au Col du Mont Cenis : arrêt à la douane italienne, vent glacial, les fascistes de garde sur les crêtes ont la pelisse de peau de mouton et le bonnet de fourrure...

Merveilleuse descente du Val de Suze... Un arrêt dans l'ancienne bourgade Romaine si riche en souvenirs archéologiques, se prolonge un peu plus qu'il n'était prévu... Ah ! ces Français qui ne savent pas observer une consigne... A Turin, la « Dogana Vecchia » nous réservait le meilleur accueil et de confortables chambres... où la présence des radiateurs se révélait manifestement superflue !...

Le lendemain, visite de Turin : montée à la « Superga », aller et retour que nous pouvons qualifier d' « express »... non pas à cause de la vitesse du funiculaire, mais bien parce que 12 secondes 4/5 nous furent laissées au sommet pour admirer... le buffet de la gare ! Par

bonheur, de belles échappées en cours de route nous avaient permis d'admirer le panorama splendide : la grande ville étalée dans la plaine et dans le fond toutes les Alpes depuis le Viso jusqu'au massif du Mont Rose.

Après de curieux méandres dans les faubourgs de Turin, les cars nous déposèrent devant la cathédrale, remarquable surtout par la chapelle abritant le Saint Suaire, la relique insigne de la Maison de Savoie. Le dôme de cette chapelle, en marbre noir, en arceaux contrariés, est d'une hardiesse architecturale étonnante.

Ce fut ensuite la visite du château royal : des salles d'une richesse et d'une pureté de style rare, et aussi cette impression de palais habité qu'il est exceptionnel de trouver avec des salles aussi somptueuses.

L'après-midi, en route pour Aoste. Notre route longe parfois l'autostrade Turin-Milan où les petites Alfa Roméo font du 150 à l'heure sans trop risquer les points d'impacts !

Nous retrouvons les montagnes ; paysage virgilien que ces pampres étagés en cascades sur les pentes du Bas Val d'Aoste !

Quel temps superbe... Mais évidemment, par un soleil de cette générosité, il n'est pas opportun de laisser un radiateur mourir de soif, et c'est pourquoi, grâce à notre très sympathique consul d'Italie, à Chambéry, qui guidait la caravane, un arrêt imprévu nous permit d'admirer à loisir les splendeurs de cette riche vallée.

Nous arrivons à Aoste au soleil couchant. La visite de la ville s'effectua donc dans des conditions assez difficiles ; il fallait avoir de bons yeux... et aussi de bonnes oreilles ! Nombreux furent donc, le lendemain, ceux qui dès l'aube refirent un tour de ville pour admirer, sous les feux du soleil levant, le superbe arc de triomphe romain (le plus ancien connu), les églises au style si particulier et tous les vieux quartiers de cette intéressante cité au cadre si majestueux : le Mont Emilius se dressant d'un seul jet à 3.000 mètres au-dessus de la vallée, vers la France, les glaciers du Riotor et dans le fond, du côté suisse, le formidable Grand Combin. Mais pourquoi avoir installé dans ce cadre merveilleux des hauts fourneaux si fumeux ?

A 7 heures du matin, départ pour le Grand Saint-Bernard. La route, parfaite, monte pendant 35 km. pour atteindre à 2.400 m. le sommet de ce col fameux. Et c'est un enchantement continuel : riches vallées valdotaines, forêts bizarrement découpées s'accrochant aux pentes abruptes, gras pâturages alpestres, et enfin déserts rocailleux et d'aspect dantesque. Au col même : un petit lac glacé et l'hospice dont les lignes sévères s'harmonisent avec l'âpreté de ce site sauvage, le tout dominé par les glaciers du Grand Combin dont le sommet nous écrase du haut de ses 4.300 mètres. Un quart d'heure d'arrêt... les chiens, bons enfants, se laissent photographier sans se départir de leur air un peu désabusé. Non loin de l'hospice, dans le fond d'un vallon, les

Pères en redingote noire manient la pioche pour terminer l'installation d'une ligne téléphonique souterraine à l'abri des avalanches.

Mais le temps passe, le déjeuner nous attend à Martigny... les moteurs ronflent joyeusement en commençant la descente vers la Suisse... Mais qu'est-ce à dire ? pourquoi cet arrêt après quelques centaines de mètres ?...

Horreur et abomination ! le col est à sens unique et l'heure de la descente est passée ! Les cars doivent avec grande difficulté remonter en marche arrière jusqu'au col pour y attendre pendant 2 heures la permission de descendre !...

C'est bien dans l'adversité que chacun doit faire preuve de caractère. En ces conjonctures difficiles, deux clans se formèrent : le clan des résignés, des apathiques, des fatalistes... ils s'installèrent tranquillement sur les rochers, au bord de la route, attendant on ne sait quoi, mais fermement décidés à périr sur place plutôt que de faire un effort pour gagner Martigny par leurs propres moyens.

Pour l'honneur de l'A.F.A.S., un autre groupe s'était formé... Intrépides, débordants d'un cran désespéré, ceux-là refusèrent de s'incliner devant le veto du gendarme suisse ! « La descente est interdite en auto... c'est bien... nous descendrons à pied ! »

Et c'est ainsi qu'une petite mais vaillante caravane s'engagea parmi les embûches de la trop célèbre Combe des Morts !

Ce n'est que 7 à 8 km. plus loin que les cars purent rejoindre les marcheurs... Il y eut alors à l'adresse de la petite troupe héroïque et poussiéreuse des sourires ironiques : ces sourires avaient tort, et nous dirons : honneur à ceux qui dans l'adversité font preuve de décision et de sang-froid ; et surtout, honneur aux dames et aux jeunes filles qui, dans ces circonstances difficiles, surent joindre à l'endurance l'entrain et la gaîté !

A Martigny, avec deux heures et demie de retard, réception splendide et franco-suisse chez le sympathique M. Kloser (c'était ce jour-là la fête fédérale suisse), déjeuner impeccable et des plus cordial, après quoi ce fut la grande dislocation. Pour le plus grand nombre, cette réunion mémorable était terminée, le retour s'effectua par les rives du Léman jusqu'à Thonon, puis Rumilly et Aix-les-Bains.

Pour d'autres, au contraire, les privilégiés, devant séjourner encore, le voyage rebondit, car le chemin du retour fut aussi long que celui de l'aller : Morzine, Genève et de nouveau la Maurrienne, l'ascension du col du Galibier, le Lautaret, Grenoble, le col de Porte, la Grande Chartreuse et enfin la descente sur Chambéry par le col du Frêne au pied du monstrueux Granier.

La Savoie est trop belle, il faudrait des volumes pour en décrire toutes les splendeurs... et M. le marquis de Bissy est bien l'organisateur exceptionnel qu'il fallait pour diriger le tourisme d'une région où partout le charme le dispute au pittoresque.

TABLE DES MATIÈRES

PAGES

Liste des Congrès et de leurs Présidents..... 2
Décret reconnaissant l'A. F. A. S. d'utilité publique..... 3

CONGRÈS DE CHAMBÉRY

SÉANCE INAUGURALE

Allocution de M. ARMINJON 5
Allocution de M. le Dr JULLIAND..... 8
Discours de M. CARTAN 9

SEANCES DE SECTIONS

PREMIER GROUPE. — Sciences mathématiques

1re SECTION. — *Mathématiques*

E. CARTAN. — La cinématique newtonienne et la théorie des espaces réglés en connexion euclidienne 19
D. ARANY. — Le problème des parcours 20
N. G. BOTÉA. — Une propriété de réciprocité..... 24
J. CARRON. — Sur un théorème de la théorie des ensembles.... 27
M. COTTON. — Sur les fonctions algébroïdes de deux variables.. 28
Paul DELENS. — 1° Opérateurs différentiels sur une surface 31
2° Sur une géométrie affine des courbes..... 33
J. DEVISME. — Sur une famille de polynomes..... 34
J. FAVARD. — Sur la quadrature des surfaces de révolution.... 35
B. GAMBIER. — Sur certaines variétés de l'espace à quatre dimensions 36
T. LEMOYNE. — Enveloppe de la seconde asymptote d'une conique variable dont une asymptote passe par un point fixe..... 38
Paul MENTRÉ. — Etude géométrique du problème général de la déformation à un paramètre 40
Léon POMEY. — 1° Généralisation d'un théorème de Faure.... 43

PAGES

2° Sur certaines généralisations de théorèmes dus à Joachimsthal et à Steiner et sur leurs relations avec les coniques de Salmon et de Poncelet..... 44

P. SERGESCU. — Sur une classe particulière d'équations..... 50

V. THÉBAULT. — Sur les points de contact du cercle des neuf points d'un triangle avec les cercles tangents aux trois côtés. 54

R. WAVRE. — Sur les prolongements analytiques des potentiels newtoniens au travers des masses attirantes..... 58

2e SECTION. — *Astronomie, Géodésie et Mécanique, Astronomie*

D. BARBIER. — 1° Sur une absorption sélective de la lumière à l'intérieur de l'amas des pléiades..... 59

Emile BELOT. — Méthode et critérium de réalité dans les hypothèses cosmogoniques 61

Mlle M. BLOCH. — Microphotométrie d'images stellaires..... 64

J. DUFAY et SSU-PIN LIAU. — L'absorption de la lumière dans l'espace, les indices de couleurs des étoiles B et l'intensité des raies du calcium interstellaire 65

J. ELLSWORTH. — Observation d'étoiles variables par photographie 66

P. SWING et L. DONNAY. — Les multiplets atomiques dans les spectres stellaires 66

P. SWING et F. NISOLI. — Note sur le spectre des étoiles de classe M 69

GÉODÉSIE

A. DANJON. — Mesures gravimétriques en Alsace et en Lorraine.. 72

R. GOUDEY. — Mesures de gravité en France..... 73

Paul HELBRONNER. — Etat actuel de la publication de la description géométrique détaillée des Alpes françaises..... 74

Général PERRIER. — Le Congrès et l'Exposition internationale de photogrammétrie à Paris, en 1934..... 75

E. PRÉVOT. — 1° Influence des oscillations diurnes de la verticale sur les résultats des nivellements de haute précision....

2° Mesure des lentes déviations de la verticale..... 78

Capitaine REIGNIER. — Les liaisons gravimétriques Paris-Padoue et Paris-Madrid 1931-1933 81

Capitaine P. TARDI. — Bibliographie géodésique internationale.. 85

MÉCANIQUE

E. DOUCET. — 1° Sur les phénomènes de relaxation..... 86

2° Note sur une solution à quatre séries de paramètres des équations des petits mouvements d'un corps élastique.... 88

2° Répartition des vitesses à l'intérieur d'un liquide circulant dans une canalisation cylindrique .....

4° Note sur une étude élastique des plaques rectangulaires encastrées sur trois côtés..... 90

3e et 4e SECTIONS. — *Génie civil et militaire, Navigation, Aéronautique*

PAGES

ANSELME. — Déblaiement des neiges dans le département de la Savoie 91
BERTRAND. — Construction du barrage et aménagement de la chute de la Bissorte 92
Arthur CAENEPENNE. — Eglises à nefs latérales sans colonnes.... 96
Té. COLLIGNON. — 1° Les électrobus de la Savoie 96
2° Route des Alpes 97
LEHANNEUR. — 1° Note sur les calculs et les études de résistance du pont de la Balme 99
2° Construction du tunnel du Mont du Chat..... 100
DE MAUBLANC. — Aménagement hydro-électrique du bassin du Doron de Beaufort 101
Paul RAZOUS. — Développement possible de l'emploi du bois.... 104

DEUXIEME GROUPE. — **Sciences physiques**

5e SECTION. — *Physique*

L. BARBILLION. — Sur la régulation des stations centrales d'énergie électrique fonctionnant en parallèle..... 109
BOUASSE. — Enroulements spiraloïdes dus aux jets gazeux de très petites vitesses 112
Dr H. et Angélica BERAHA. — Le principe de Carnot et l'entropie. La chaleur est-elle une forme dégradée de l'énergie ?.... 114
H. BRINKMAN et GÉNARD. — Sur la détermination des températures d'un arc électrique 118
Michel DUREPAIRE. — Application d'une relation variable en courant alternatif sinusoïdal aux oscillations de relaxation..... 119
J. GÉNARD. — Sur la fluorescence des molécules diatomiques d'antimoine 122
L. GAYTON. — Sur une expérience rendant visible à tout un auditoire la vérification de la loi de Joule en électricité ; et sur une expérience d'optique rendant visible à tout un auditoire l'égalité $i=i'$ dans un prisme au minimum de déviation..... 123
E. PIERRET. — Sur la modulation des ondes ultra courtes..... 124
P. SWING et M. MIGEOTTE. — Sur la variation des spectres d'absorption et de fluorescence de la vapeur diatomique de tellure, en fonction de la température et de la pression..... 125
P. SWING et M. L. HUBIN. — Note sur le spectres des molécules diatomiques de soufre 127
P. SWINGS, J. PIERARD et M. MIGEOTTE. — Sur la prédissociation de la vapeur de tellure 130
Albert TURPAIN. — L'effet Lallemand (1868) précurseur de l'effet Raman (1928) 131
R. BERTIER. — 1° Remarque générale sur la physique théorique. Les équations de Maxwell 134
2° Sur une définition de la ligne droite..... 137

6e SECTION. — *Chimie*

PAGES

L. ANDRIEUX. — Fabrication par électrolyse d'alliages contenant du bore 139

R. BERTHIER. — Extraction à l'état colloïdal du silicium contenu dans l'aluminium commercial 145

BONNE. — Les méthodes d'examen des peroxydes alcalins..... 147

A. COCHET. — Sur les applications de la balance de compensation dans les recherches physico-chimiques 147

M. DANIÈRE. — Sur deux types de fours monophasés grande puissance 148

H. DELOMENIE. — Contribution à l'étude des ferrosiliciums industriels 148

Octave DONY-HENAULT. — Observations sur l'épuration électrolytique des solutions de sels alcalins..... 149

J. GALL. — Les débuts de l'industrie française de l'azote synthétique. La cianamide en Savoie..... 149

Mme GUAISNET-PILAUD. — Isomérie des composés azotés organiques 150

P. SWINGS et M. L. HUBIN. — Note sur le spectre des molécules diatomiques de soufre 153

P. SWINGS et M. MIGEOTTE. — Sur la variation des spectres d'absorption et de fluorescence de la vapeur diatomique de tellure.. 156

P. SWING, J. PIÉRARD et M. MIGEOTTE. — Sur la prédissociation de la vapeur de tellure 158

P. LEBEAU. — Sur les anthracites intra-alpins..... 159

M. DUGNOLLE. — Description d'un procédé d'enregistrement des variations de masse des phases solides et liquides d'un système chimique en évolution 162

7e SECTION. — *Météorologie*

A. BALDIT. — Le tracé des cartes d'isallobares moyennes normales pour la France 165

BOUTARIC. — Le rayonnement nocturne aux grandes altitudes.. 166

R. BUREAU. — Observations relatives à la note de M. Léouchine.. 169

DEDEBANT et WHERLÉ. — 1° Sur les analogies entre la rotation du soleil et la circulation générale de l'atmosphère..... 171

Ladislas GORCZYNSKI. — 1° Valeurs normales et globales de l'intensité du rayonnement solaire à Nice.....

2° Sur la durée de l'insolation à la Côte d'Azur..... 188

Raimondo JEMMA. — La prévision des tremblements de terre au moyen des indications fournies par les perturbations électriques 196

I. KIEBEL. — Sur le mouvement permanent dans un fluide compressible dont les surfaces isobariques sont des plans horizontaux 197

KOTCHINE. — Application de la théorie de la courbe limite au problème de la circulation générale de l'atmosphère 201

PAGES

Henri MEMERY. — Périodes météorologiques et périodes solaires dans la prévision du temps..... 207
R. PERS. — 1° Influence des obstacles sur la durée possible d'insolation 212
— 2° Perfectionnement de l'Héliographe 217
— 3° Appareil pour la photographie totale des nuages..... 217
— 4° De l'influence du relief sur les précipitations en haute montagne 218
L. PETITJEAN. — Quelques remarques sur la circulation générale atmosphérique 221
Augustin REY. — La météorologie et la science des plans de ville. 224
R. TROCHON. — Les échanges par conduction et la température de la surface du sol 224
J. SALLIN. — Formation et destruction des orages 226

8e SECTION. — *Géologie et Minéralogie*

René ABRARD. — La question de l'Anversien dans la région subalpine .....
Abbé Jean BELLET. — Note sur la flore stéfanienne du houiller des grandes Rousses 229
J. BLAYAC. — L'origine géologique des étangs du Bas Languedoc. 232
BREISTROFFER. — Sur le gisement fossilifère albien d'Entrêves-en-Bauges 233
CORBIN et OULIANOFF. — Carte géologique détaillée du massif du Mont Blanc 235
DEROGNAT. — Gisement de *Burgundia tricorchii* Dehorne dans le portlandien de l'Ain 238
GIGNOUX, MORET et SCHNCEGAUS. — Le problème du flysch calcaire dans la région frontale des nappes de l'embrunais-Ubaye. 240
HÉGLY. — Sur la réalisation d'un modèle réduit de fontaine intermittente 243
L. JOLEAUD. — Le pliocène récent et le postpliocène de Bone et d'autres localités du littoral algérien 244
Eugène LEMOINE. — 1° Relations entre le massif des Bauges et celui de la Grande Chartreuse 245
2° Sur la source thermo-minérale de la Lechère-les-Bains.. 245
G. MAZENOT. — Les Hoplitidés du tithonique inférieur de la Croix de Saint-Comors, près Chambéry 246
J. MIQUEL et J. COULOUMA. — Le primaire de la vallée de la Cesse. 248
Léon MORET. — 1° Les sources thermo-minérales de Saint-Gervais-les-Bains dans leurs rapports avec la géologie de la région. 254
2° Sur les limites géologiques du Jura Méridional 256
E. ROCH. — Sur la série jurassique de la région de Denissat-Azilial (Maroc) 249
P. RUSSO. — Le Djebel narguechoum et sa signification tectonique 260

PAGES

G. SCHNEIDER. — Note sommaire sur les sources thermales d'Aix-les-Bains 262
J. VIRET. — Sur un cours d'eau fossile tributaire du lac bressan. 264

9e SECTION. — *Botanique*

J. BEAUVERIE. — 1° Les grandes étapes des études botaniques en Savoie (allocution) 271
2° La vie d'animaux assurée pendant plusieurs années dans des vases de verre hermétiquement clos en présence de plantes vertes 271
Mlle BEAUVERIE. — Les forêts de la Dombes 272
J. BRAUN-BLANQUET. — Associations végétales et climax du sol dans le Midi méditerranéen 273
P.-A. BUROLLET. — Sur quelques mesembrianthemacées du nouveau genre *carpobrotus* 274
A. CHEVALIER. — Les voyages d'Adanson au point de vue botanique 275
Pierre CHOUARD. — Sur la flore actuelle, l'extension et la structure de dépôts tourbeux dans les Alpes françaises..... 275
P. CORNET. — 1° Résistance comparée à l'anisotonie des plastes des plantes aériennes et des plantes aquatiques 278
2° Observations cytologiques à propos de *viola Purta* parasité par *puccinia violae* 278
R. DOUIN. — Modification de forme et production de propagules chez le *Leptobryum piriforme* schpr..... 279
Mlle A. DUSSEAU. — 1° Un hybride particulier de deux blés tendres *triticum haplodurum* 281
2° Essais de cultures en altitude 283
Jean FRIEDEL. — L'oceanopapaver neo-caledonium Guillaumin.. 283
F. GAGNEPAIN. — Un hybride naturel de jasmin..... 285
Ed. GILLES. — A propos des effets du rayonnement ultra-violet émis par la lampe à vapeur de mercure sur les plantes..... 287
W. RUSSELL. — Note sur la structure de l'harmal 288
R. LEMESLE. — Myocedicie florale produite par le *fusarium anthophilum* 289
Mlle C. MORUZI. — Sur les variations observées dans les cultures d'un champignon ascomycète 290
P. NOBÉCOURT. — Sur le mécanisme de l'immunisation des végétaux 292
A. et R. SARTORY et MEYER. — Contribution à l'étude des maladies cryptogamiques des papiers 294
J. THIÉBAUT. — Alpes et Liban 295
A. TROUCHET. — Herborisation dans la région de Beaufort 297
Dr J. OFFNER. — Nouvelles acquisitions pour la flore de la Savoie 297

10e Section. .. *Zoologie, Anatomie, Physiologie*

PAGES

Marc André. — Sur les migrations d'un crustacé erratique..... 301
A. Gandolfi Hornyold. — Les ololithes de trois grandes anguilles jaunes des lacs italiens 304
E. Guyénot, K. Pouse et I. Trollet. — Action masculinisante de l'extrait d'urine de femme enceinte sur les femelles de cobaye 307
A. Guillaume. — Lutte contre les syngames des gallinacés à l'aide des pyréthrines 308
F. Marceau. — Note sur un myographe direct à amplification optique et à enregistrement photographique 311
A. Naville et Beaumont. — Les chromosomes chez quelques espèces de panorpes 312
A. Pictet. — Segrégation mendélienne des degrés de fertilité dans la descendance d'un croisement interspécifique de cobayes 313
Mlle Nelly Pourbaix. — Mécanisme de la nutrition chez les spongillidae 319
E. Sollaud. — Le blastopore et la question du « prostomium » chez les crustacés 321
C. Vaney et J. Pelosse. — L'adaptation de certains blennidés à l'eau douce et aux eaux saumâtres 327

11e Section. — *Anthropologie.*

Dr Bastin. — Sur la présence de formes diminutives du mammouth dans les alluvions quaternaires du N.-E. de la France.. 329
A. Baschmakoff. — La race et le langage 333
Dr Baudoin. — Découverte d'une 4e station d'époque girienne.. 334
Comte Begouen. — Sur deux gravures rupestres du Hoggar.... 335
Mlle M. Dellenbach. — Interprétation possible par un fait d'ethnographie africaine de la sépulture des têtes coupées d'Ofnet.. 337
Alex. Donici. — Une station néolithique à Montcerf 338
Cl. Gaillard, J. Laurent et Cl. Côte. — L'industrie et la faune de la caverne moustérienne « le trou du Renard », à Soyons.. 338
H. Lagotala. — Industrie lithique de caractère paléolithique provenant du Congo français 342
Dr Mirimanoff. — L'aspect médical de certaines dystrophies cranio-faciales 344
Dr Henri-Martin. — Un horizon correspondant à l'Aurignacien inférieur découvert à la Quina 345
R. P. Moos. — Fouilles de la Station de Ryckholt-Sainte-Gertrude (Limbourg hollandais) 350
A.-L. Perier. — De quelques caractères particuliers de la mandibule des boschimans 351
D. Peyrony. — Usage présumé des lamelles droites ou courbes à bord abattu du paléolithique supérieur 354

PAGES

E. PEYRONY. — Exploitation de l'abri sous roche de « Fontaine-de-Gaudonne », à Saint-Avit-Senieur 356
Eugène PITTARD. — 1° Variété des patines osseuses dans une station paléolitique 357
L. REVERDIN. — De quelques pièces inédites du néolithique lacustre suisse 358
Marthe et SAINT-JUST-PÉQUART. — La civilisation mésolitique en Bretagne méridionale 356
Monseigneur TOURNIER. — L'abri de la Maladière..... 361
Dr J. VINCENT. — Une nouvelle station néolithique : Mont Saint-Michel 361
P. VOUGA. — Stratification des stations lacustres de l'âge de bronze 363

12e SECTION. — *Sciences médicales. — Hygiène*

Dr J. BLANC. — La purification des eaux de consommation des baigneurs des stations hydrominérales, climatiques et touristiques 365
Dr ABRAMOWITSCH. — 1° La dualité du corps humain 366
J. BLAYAC. — L'épuration de l'eau de Montpellier par le chlore liquide 366
Dr BOUAFÉ. — L'organisation de l'hygiène dans les stations climatiques pour tuberculeux 367
Dr P. CHARPY. — Note préliminaire sur une théorie nouvelle de la vie 367
Henri COPIN. — En biologie, les métaux agissent à distance.... 367
Drs DUBOIS et SOLLIER. — Efficacité du vaccin Dubois-Sollier dans la prévention de la fièvre ondulante 368
Dr R.-H. HAZEMAUN. — Une tentative d'urbanisme social à Clairville 368
F. MEERSSEMAN. — La vaccination associée antidiphtérique antityphoparatyphique dans l'armée 369
Dr RUDAUX. — Le lait concentré sucré dans l'allaitement artificiel 370
Dr VINCENT et VEXENAT. — Le soufre et le problème des vitamines 371
Dr GOMMÈS. — Les villes géantes et leur pathologie humaine.... 372
Pr L. TANON et le Dr R. NEVEU. — L'hygiène et les stations thermales et climatiques 372

13e SECTION. — *Radiologie et électrologie médicales*

Dr BONER. — Sur les propriétés biologiques de l'émanation des corps radioactifs 373
Georges BOURGUIGNON. — Les trois chronaxies vestibulaires et les trois canaux semi-circulaires chez l'homme normal 374

PAGES

Dr Foveau de Courmelles. — La responsabilité professionnelle des radiologues 383
Dr R. Krainik. — Les ondes courtes et le système nerveux 384
Japiót, A. Lévy, Wertheimer et J. Dechaume. — Radiographies et tumeurs cérébrales 384
R. Gilbert, Kadrnka et P. Bardet. — Technique radiologique pour l'examen du relief de la muqueuse gastrique..... 385
S. Kadrnka et Audeoud. — Observations radiologiques des mouvements propres des plis de la muqueuse au niveau du gros intestin 388
R. Merklen et Paul Robert. — Quelques clichés radiographiques dans un cas de goutte chronique 390
Dr Auguste Nemours. — Technique pour radio-diagnostic des affections gastro-duodénales 392
J. Rolland et Dreyfus le Foyer. — Sur la phrénicectomie faite sous l'écran radiologique 393
Jean Meyer. — Traitement des syndromes artériels par les ondes courtes 393
Saidman. — Sur la fluorescence produite par l'ultra-violet B. 394

14e Section. — *Odontologie.*

Compte rendu des travaux de la Section 395

15e Section. — *Sciences pharmacologiques.*

René Fabre. — Orientation moderne de la toxicologie 399
A. Boutaric. — Propriété antioxygène des alcaloïdes 415
M. Chambon et Bouvier. — Sur la nature de la solubilité de la caféine dans les solutions de benzoate de sodium 418
M. Chambon et G. Bouvet. — 1° Sur la stabilité, en fonction du temps de l'oxyde de carbone fixé sur le sang 418
2° Critique de l'action de l'hyposulfite de soude dans l'intoxication oxycarbonique 419
Paul Gillot. — L'huile d'euphorbe exigu 419
René Guyot. — Fermentation visqueuse des potions et des limonades commerciales 421
Dr A. Léonet. — Les indications thérapeutiques de l'aurothiopropanol sulfonate de sodium 428
A. Leulier, H. Tête et L. Payre-Ficot. — Recherches sur les dérivés métalliques du thiopropanosulfonate de sodium..... 432
A. Leulier et Mlle Cinqualbre. — Sur l'action hypoglycémiante du salicylate de sodium et de l'aspirine 437
A. Leulier, G. Vanhems et R. Charmillon. — Variation du potassium dans les différentes parties de la graine au cours de la maturation et de la germination 439
P.-E. Manceau, P. Manceau et R. Cuche. — 1° Contribution à l'étude du pouvoir rotatoire et aux réactions des cholestérols chez quelques essences déperpenées..... 442

PAGES

2° Quelques réactions des stérols appliquées aux essences volatiles 445

P. MANCEAU, L. REVOL et R. CHARMILLON. — Variations du phosphore lipidique des différentes parties de la graine au cours de la germination : influence de la lumière et de l'obscurité... 447

P. MOUNIER. — Dosage simple et rapide de l'urée sanguine sur de faibles prises d'essai, par oxydation permenganique de la xanthylurée 447

PAGET. — Empoisonnement collectif par la racine de belladone. 451

A. et R. SARTORY et J. MEYER. — Contribution à l'étude de l'influence des sels phosphatés monométalliques sur le métabolisme acido-basique 453

16e SECTION. — *Psychologie expérimentale.*
et
21e SECTION. — *Pédagogie et Enseignement.*

Jean BAUCOMONT. — 1° Le rôle du folklore dans l'éducation 459

2° Les formulettes enfantines 459

Arthur CAENNEPENNE. — L'enseignement de l'allemand technique aux candidats ingénieurs 462

Léon GADRAS. — L'enfance anormale ou déficiente. Que fait-on pour elle ? Que pourrait-on faire ? 462

G. PERSIGOUT. — L'activité solaire et les réactions psycho-motrices des écoliers 462

E. RAVELLE. — Proposition d'une nouvelle méthode pour l'enseignement de la philosophie 464

ROGERIE. — 1° Technique pédagogique par évolution 464

2° Technique pédagogique appliquée à l'enseignement de la géométrie, du calcul et de la physique 465

17e SECTION. — *Biogéographie.*

René ABRARD. — La dispartion des orthrophragnima et les migrations de faunes de l'oligocène 467

Roger DUCAMP. — 1° Action des vents sur la végétation en montagne 470

2° De l'emploi du mot « étage » 471

3° Il faut reconstituer des masses sylvestres climatiques sur le pourtour de la Méditerranée 471

4° La composition des formations végétales forestières à la merci de l'homme 473

5° Les essences forestières proprement dites ne recherchent pas l'ombre 473

6° La forêt est l'œuvre d'elle-même 475

7° Il n'y a plus de véritable sylve sur le pourtour de la Méditerranée 475

FISCHER-PIETTE. — 1° Sur la répartition du cirripède *balamus balanoïdes* le long des côtes françaises et anglaises de la Manche 476

PAGES

2° Pour la connaissance bionomique des fonds marins 478
H. Gaussen. — La nomenclature des étages de végétation 480
E. Hubault. — Le pH dans les lacs des Vosges 485
Hugues. — Sur la répartition et la régression de *Buthus Europaeus* 487
Joleaud. — Etudes de géographie zoologique sur la Berbérie.... 488
Joubert. — L'action des civilisations primitives sur la composition des formations forestières 492
R. de Litardière. — Contributions à l'étude biogéographique de quelques graminées de l'élément oriental dans les Alpes de Savoie et du Dauphiné 498
Dr Jacques Pellegrin. — Un poisson rare pour la faune française : le cubiceps grêle 498
J. Pelosse. — Sur les *copepodes harpacticides*, de la région du Bourget et de Chambéry 499
E. Sollaud. — La « planaire alpine », *Crenobia alpina* (Dana) dans le massif du Pilat 501

18e Section. — *Agronomie.*

Astruc et Castel. — Importance de l'eau comme facteur conditionnement des récoltes dans les années de sécheresse générale 505
Guillaume et Erhardt. — Variations de teneur en phosphore-calcium-magnésium dans quelques sols types d'Alsace 508
Guillaume. — Variations de teneur en magnésie assimilable dans un sol type d'Alsace suivant les différentes méthodes d'épuisement 513
Miège. — 1° Variations des dimensions et des ornements des pédicelles d'orges 514
2° Les orges à grumes anormales..... 516
Laurent Rigotard. — Le maintien et le développement de l'agriculture en montagne conditionnés par l'amélioration des sols. 517
Vayssière. — 1° Lutte contre les insectes parasites des arbres fruitiers 519
2° Le stockage des grains et l'ensilage hermétique 519

19e Section. — *Géographie.*

André Allix. — Neiges et glaciers au moyen âge..... 521
Burky. — L'évolution de la géographie humaine 523
Choix. — Les « Coulées de Blois »..... 527
Corbin et Oulianoff. — Lever stéréotopographique de la partie française du Massif du Mont-Blanc 529
J. Coulouma. — Les inondations de 1932, dans le Bas-Languedoc et le Roussillon 535
Gandolfi Hornyold. — L'altitude maximum pour l'anguille dans les lacs de montagne 542

PAGES

R. PERS. — L'étude des précipitations en haute montagne 543
RALLIER DU BATY. — Montagnes et vallées sous-marines du Golfe de Gascogne 544
ROUX. — Les Alpes de Savoie et la géographie alexandrine..... 544
NUSSBAUM. — 1° Sur l'origine des lacs des Pyrénées 547
2° Sur les noms d'un certain nombre de villages de Savoie. 548
GYGAX. — Contributions à la morphologie de la vallée de Herzasca 549

20e SECTION. — *Economie politique et statistique.*

MAGE. — Les travaux d'hygiène publique devant la S. D. N. 551
Paul RAZOUS. — Les limites de production et de consommation des denrées alimentaires 556

CONFÉRENCE

Histoire de la Savoie 565

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

Elections 581
Rapport du Trésorier 582
Rapport du Secrétaire 584
Remerciements 586
Médailles 587
Vœux 588
Excursions 589

TABLE ANALYTIQUE

A

Abramowitsch (Dr). — 1° La dualité du corps humain, p. 366.

Abrard (René). — La question de l'Anversien dans la région subalpine,

Abrard (René). — La disparition des orthophragnima et les migrations de faunes de l'oligocène, p. 467.

Abri sous roche de « Fontaine-de-Gaudonne », p. 356.

Abri (L') de la Maladière, p. 561.

Absorption de la lumière dans l'espace, p. 65.

Absorption sélective de la lumière à l'intérieur de l'amas des pléiades, p. 59.

Action masculinisante de l'extrait d'urine de femme enceinte sur les femelles de cobayes, p. 307.

Action des vents sur la végétation en montagne, p. 470.

Action (L') des civilisations primitives sur la composition des formations forestières, p. 492.

Activité solaire (L') et les réactions psycho-motrices des écoliers, p. 462.

Adaptation (L') de certains blennidés à l'eau douce et aux eaux saumâtres, p. 327.

Agriculture en montagne (Maintien et développement de l') *conditionnée par l'amélioration des sols*, p. 517.

Alcaloïdes (Propriétés antioxygènes des), p. 415.

Allix (André). — Neiges et glaciers au moyen âge, p. 521

Allocution de M. Arminjon, p. 5.

Alliages contenant du bore (Fabrication par électrolyse), p. 139.

Alpes et Liban, p. 295.

Alpes de Savoie et la géographie alexandrine, p. 544.

Aménagement hydro-électrique du bassin du Doron de Beaufort, p. 101.

Andrieux (L.). — Fabrication par électrolyse d'alliages contenant du bore, p. 139.

Anguille (L') dans les lacs de montagnes, p. 542.

André (Marc). — Sur les migrations d'un crustacé erratique, p. 301.

Analogies entre la rotation du soleil et la circulation générale de l'atmosphère, p. 171.

Anisotomie des plastes des plantes aériennes (Résistance comparée de l') *et des plantes aquatiques*, p. 278.

Anselme. — Déblaiement des neiges dans le département de la Savoie, p. 91.

Anthracites intra-alpins (Sur les), p. 159.

Application d'une relation valable en courant alternatif sinusoïdal aux oscillations de relaxation, p. 119.

Associations végétales et climax du sol dans le Midi méditerranéen, p. 273.

Arany. — Le problème des parcours, p. 20.

Astruc et Castel. — Importance de l'eau comme facteur conditionnant des récoltes dans les années de sécheresse générale, p. 505.

Aurignacien inférieur de la Quina (Un horizon correspondant à l'), p. 345.
Anversien (La question de l') *dans la région subalpine*, p. 227.
Azote synthétique (Les débuts de l'industrie française de l'), p. 149.

B

Balance de compensation (Sur les applications de la) *dans les recherches physico-chimiques*, p. 147.
Baldit. — Le tracé des cartes d'isallobares moyennes normales pour la France, p. 165.
Barbier. — Sur une absorption sélective de la lumière à l'intérieur de l'amas des pléiades, p. 59.
Barbillion (L.). — Sur la régulation des stations centrales d'énergie électrique fonctionnant en parallèle, p. 109.
Barrage et aménagement de la chute de la Bissorte, p. 92.
Baschmakoff. — La race et le langage, p. 333.
Bastin. — Sur la présence de formes diminutives du mammouth dans les alluvions quaternaires du N.-E. de la France, p. 329.
Baucomont (Jean). — 1° Le rôle du folklore dans l'éducation ;
2° Les formulettes enfantines, p. 459.
Baudoin (Dr). — Découverte d'une 4e station d'époque girienne, p. 334.
Beauverie (Mlle). — Les forêts de la Dombes, p. 272.
Beauverie (J.). — 1° Les grandes étapes des études botaniques en Savoie (allocution).
2° La vie d'animaux assurée pendant plusieurs années dans des vases de verre hermétiquement clos en présence de plantes vertes, p. 271.
Begouen (Comte). — Sur deux gravures rupestres du Hoggar, p. 335.
Belladone (Empoisonnement collectif par la racine de), p. 451.
Bellet (abbé Jean). — Note sur la flore stéfanienne du houiller des Grandes Rousses, p. 229.
Belot (Emile). — Méthode et critérium de réalité dans les hypothèses cosmogoniques, p. 61.
Beraha (Dr H.) et **Angélica.** — Le principe de Carnot et l'entropie. La chaleur est-elle une forme dégradée de l'énergie ? p. 114.
Berbérie (Etudes de géographie zoologique sur la), p. 488.
Berthier (R.). — Extraction à l'état colloïdal du silicium contenu dans l'aluminium commercial, p. 145.
Bertier. — 1° Remarque générale sur la physique théorique. Les équations de Maxwell, p. 134.
2° Sur une définition de la ligne droite, p. 137.
Bertrand. — Construction du barrage et aménagement de la chute de la Bissorte, p. 92.
Bibliographie géodésique internationale, p. 85.
Biologie (En) *les métaux agissent à distance*, p. 367.
Blanc (Dr J.). — La purification des eaux de consommation des baigneurs des stations hydrominérales climatiques et touristiques, p. 365.
Blayac (J.). — L'épuration de l'eau de Montpellier par le chlore liquide, p. 366.
Blayac (J.). — L'origine géologique des étangs du Bas-Languedoc, p. 232.
Blastopore (Le) *et la question du « prostomium » chez les crustacés »*, p. 321.
Bloch (Mlle M.). — Microphotométrie d'images stellaires, p. 64.

Bouafé (Dr). — L'organisation de l'hygiène dans les stations climatiques pour tuberculeux, p. 367.
Bouasse. — Enroulements spiraloïdes dus aux jets gazeux de très petites vitesses, p. 112.
Bonne. — Les méthodes d'examen des peroxydes alcalins, p. 147.
Boner (Dr). — Sur les propriétés biologiques de l'émanation des corps radioactifs, p. 373.
Botéa. — Une propriété de réciprocité, p. 24.
Bourguignon (Georges). — Les trois chronaxies vestibulaires et les trois canaux semi-circulaires chez l'homme normal, p. 374.
Boutaric. — Le rayonnement nocturne aux grandes altitudes, p. 166.
Boutaric. — Propriété antioxygène des alcaloïdes, p. 415.
Braun-Blanquet. — Associations végétales et climax du sol dans le Midi méditerranéen, p. 273.
Breistroffer. — Sur le gisement fossilifère albien d'Entrêves-en-Bauges, p. 233.
Bruckman (H.) et Génard. — Sur la détermination des températures d'un arc électrique, p. 118.
Bureau. — Observations relatives à la note de M. Léonchin, p. 169.
Burollet (P.-A.). — Sur quelques mésembrianthemacées du nouveau genre *carpobrotus*, p. 274.
Burky. — L'évolution de la géographie humaine, p. 523.

C

Caenepenne (Arthur). — Eglises à nefs latérales sans colonnes, p. 96.
Caennepenne (Arthur). — L'enseignement de l'allemand technique aux candidats ingénieurs, p. 460.
Caféine (Sur la nature de la solubilité de la) *dans les solutions de benzoate de sodium*, p. 418.
Carron. — Sur un théorème de la théorie des ensembles, p. 27.
Cartan. — La cinématique newtonienne et la théorie des espaces réglées en connexion enclidienne, p. 19.
Carte géologique du massif du Mont Blanc, p. 235.
Caverne moustérienne « le trou du Renard », à Soyons, p. 338.
Chaix. — Les « coulées de blocs », p. 527.
Chambon et Bouvier. — Sur la nature de la solubilité de la caféine dans les solutions de benzoate de sodium, p. 418.
Chambon et G. Bouvet. — 1° Sur la stabilité, en fonction du temps de l'oxyde de carbone fixé sur le sang, p. 418.
Champignon ascomycète (Sur les variations observées dans les cultures d'un), p. 290.
Charpy (Dr P.). — Note préliminaire sur une théorie nouvelle de la vie, p. 367.
Chevalier (A.). — Les voyages d'Adanson au point de vue botanique, p. 275.
Cholestérols (Contribution à l'étude du pouvoir rotatoire et aux réactions des) *chez quelques essences délerminées*, p. 442.
Chouard (Pierre). — Sur la flore actuelle, l'extension et la structure de dépôts tourbeux dans les Alpes françaises, p. 275.
Chromosomes (Les) *chez quelques espèces de panorpes*, p. 312.
Chronaxies vestibulaires (Les trois) *et les trois canaux semi-circulaires chez l'homme normal*, p. 374.

Cinématique newtonienne et la théorie des espaces réglées en connexion enclidienne, p. 19.
Circulation générale de l'atmosphère (Théorie de la courbe limite appliquée à la), p. 201.
Circulation générale atmosphérique (Sur la), p. 221.
Civilisation mésolithique en Bretagne méridionale, p. 358.
Classe particulière (Sur une) *d'équations*, p. 50.
Clichés radiographiques dans un cas de goutte chronique, p. 390.
Cochet (A.). — Sur les applications de la balance de compensation dans les recherches physico-chimiques, p. 147.
Collignon (Th.). — 1° Les électrobus de la Savoie, p. 96.
2° Route des Alpes, p. 97.
Cornet (P.). — 1° Résistance comparée à l'anisotonie des plastes des plantes aériennes et des plantes aquatiques.
2° Observations cytologiques à propos de *viola hirta* parasité par *puccinia violæ*, p. 278.
Compte rendu des travaux de la Section, p. 395.
Congrès et exposition internationaux de photogrammétrie en 1934, p. 75.
Connaisance économique des fonds marins, p. 478.
Copepodes harpacticides (Sur les) *de la région du Bourget et de Chambéry*, p. 499.
Copin (Henri). — En biologie, les métaux agissent à distance, p. 367.
Corbin et Oulianoff. — Carte géologique détaillée du massif du Mont Blanc, p. 235.
Corbin et Oulianoff. — Lever stéréotopographique de la partie française du Massif du Mont Blanc, p. 529.
Cotton. — Sur les fonctions algebroides de deux variables, p. 28.
Coulées de blocs (Les), p. 527.
Couloumа (J.). — Les inondations de 1932, dans le Bas-Languedoc et le Roussillon, p. 535.
Cours d'eau fossile (Sur un) *tributaire du lac bressan*, p. 264.
Cubiceps grêle (Un poisson rare), p. 498.
Cultures en altitude (Essais de), p. 283.

D

Danière (M.). — Sur deux types de fours monophasés grande puissance, p. 148.
Danjon. — Mesures gravimétriques en Alsace et en Lorraine, p. 72.
Dedebaut et Wherlé. — 1° Sur les analogies entre la rotation du soleil et la circulation générale de l'atmosphère, p. 171.
Définition de la ligne droite (Sur une), p. 137.
Delens (Paul). — 1° Opérateurs différentiels sur une surface, p. 31.
2° Sur une géométrie alpine des courbes, p. 33.
Dellenbach (Mlle M.). — Interprétation possible par un fait d'ethnographie africaine de la sépulture des têtes coupées d'Ofnet, p. 337.
Delomeine (H.). — Contribution à l'étude des ferrosiliciums industriels, p. 148.
Derognat. — Gisement de *Burgundia tricorchii* Dehorne dans le portlandien de l'Ain, p. 238.
Détermination des températures d'un arc électrique, p. 118.
Devisme. — Sur une famille de polynomes, p. 34.
Discours de M. CARTAN, p. 9.
Djebel (Le) *Marguechoum et sa signification tectonique*, p. 260.

Douici (Alex). — Une station néolithique à Montcerf, p. 338.

Dony-Henault (Octave). — Observations sur l'épuration électrolytique de solutions de sels alcalins, p. 149.

Doucet (E.). — 1° Sur les phénomènes de relaxation, p. 86.

2° Note sur une solution à quatre séries de paramètres des équations des petits mouvements d'un corps élastique, p. 88.

Douin. — Modification de forme et production de propagules chez le *Leptobryum piriforme* Schpr., p. 279.

Dubois et Sollier (Drs). — Efficacité du vaccin Dubois-Sollier dans la prévention de la fièvre ondulante, p. 368.

Ducamp (Roger) — 1° Action des vents sur la végétation en montagne, p. 470.

2° De l'emploi du mot « étage », p. 471.

3° Il faut reconstituer des masses sylvestres climatiques sur le pourtour de la Méditerranée, p. 471.

4° La composition des formations végétales forestières à la merci de l'homme, p. 473.

5° Les essences forestières proprement dites ne recherchent pas l'ombre, p. 473.

Dufay et SSu-Pin-Liau. — L'absorption de la lumière dans l'espace, les indices de couleur des étoiles B et l'intensité des raies du calcium interstellaire, p. 65.

Dugnolle. — Description d'un procédé d'enregistrement des variations de masse des phases solides et liquides d'un système chimique en évolution, p. 162.

Durepaire (Michel). — Application d'une relation valable en courant alternatif sinusoïdal aux oscillations de relaxation, p. 119.

Dussau (Mlle A.). — 1° Un hybride particulier de deux blés tendres, *triticum haplodurum*, p. 281. — 2° Essais de cultures en altitude, p. 283.

Dystrophies cranio-faciles (l'espect médical de certaines), p. 344.

E

Echanges par conduction et température de la surface du sol, p. 224.

Elections, p. 581.

Electrobus (Les) *de la Savoie*, p. 96.

Ellsworth. — Observation d'étoiles variables par photographie, p. 66.

Emanation des corps radioactifs (Sur les propriétés biologiques de l'), p. 373.

Emploi du mot « étage », p. 471.

Emploi du bois (Développement possible de l'emploi du bois), p. 104.

Enfance anormale ou déficiente, p. 462.

Enroulements spiraloïdes dus aux jets gazeux de très petites vitesses, p. 112.

Enseignement (L') *de la philosophie, nouvelle méthode*, p. 464.

Enseignement de l'allemand technique aux candidats ingénieurs, p. 462.

Epoque girienne (Découverte d'une 4e station d'), p. 334.

Epuration électrolytique de solutions de sels alcalins, p. 149.

Epuration de l'eau de Montpellier par le chlore liquide, p. 366.

Espace à quatre dimensions (Sur certaines variétés de l'), p. 36.

Etangs du bas Languedoc (L'origine géologique des), p. 232.

Etoiles variables (Observations d') *par photographie*, p. 66.

Etude biogéographique de quelques graminées de l'élément oriental dans les Alpes de Savoie et du Dauphiné, p. 498.
Etudes botaniques en Savoie (Les grandes étapes des), p. 271.
Euphorbe (L'huile d'), p. 419.
Evolution (L') *de la géographie humaine*, p. 523.

F

Fabre (René). — Orientation moderne de la toxicologie, p. 399.
Favard. — Sur la quadrature des surfaces de révolution, p. 35.
Fermentation visqueuse des potions et des limonades commerciales, p. 421.
Ferrosiliciums (Contribution à l'étude des) *industriels*, p. 148.
Fischer-Piette. — 1° Sur la répartition du cirripède *balanus balanoides* le long des côtes françaises et anglaises de la Manche, p. 476.
2° Pour la connaissance bionomique des fonds marins, p. 478.
Flore actuelle (Sur la), *l'extension et la structure des dépôts tourbeux dans les Alpes françaises*, p. 275.
Flore stéfanienne du houillier des Grandes Rousses, p. 229.
Flore de la Savoie (Nouvelles acquisitions pour la), p. 297.
Fluorescence produite par l'ultraviolet B, p. 394.
Fluorescence (Sur la) *des molécules diatomiques d'antimoine*, p. 122.
Flysch calcaire (Le problème du) *dans la région frontale des nappes de l'Embrumais-Ubaye*, p. 240.
Folklore (Le rôle du) *dans l'éducation*, p. 459.
Fonctions algébriques de deux variables, p. 28.
Fontaine intermittente (Réalisation d'un modèle réduit de), p. 243.
Forêts (Les) *de la Dombes*, p. 272.
Forêt (La) *est l'œuvre d'elle-même*, p. 475.
Formation et destruction des orages, p. 226.
Formations végétales forestières à la merci de l'homme, p. 473.
Fours monophasés (Les deux types de) *grande puissance*, p. 148.
Foveau de Courmelles. — La responsabilité professionnelle des radiologues, p. 383.
Friedel. — L'océano papaver néocalédonien Guillaumin, p. 283.

G

Gadras (Léon). — L'enfance anormale ou déficiente. Que fait-on pour elle ? Que pourrait-on faire ? p. 462.
Gagnepain (F.). — Un hybride naturel de jasmin, p. 285.
Gaillard (Cl.), Laurent (J.) et Côte (Cl.). — L'industrie et la faune de la caverne moustérienne « Le trou du Renard », à Soyons, p. 338.
Gall (J.). — Les débuts de l'industrie française de l'azote synthétique. La cianamide en Savoie, p. 149.
Gambier. — Sur certaines variétés de l'espace à quatre dimensions, p. 36.
Gandolfi Hornyold (A.). — Les ololithes de trois grandes anguilles jaunes des lacs italiens, p. 304.
Gandolfi Hornyold. — L'attitude maximum pour l'anguille dans les lacs de montagne, p. 542.
Gaussen (H.). — La nomenclature des étages de végétation, p. 480.
Gayton (L.). — Sur une expérience rendant visible à tout un auditoire la vérification de la loi de Joule en électricité ; et sur une expérience d'optique

rendant visible à tout un auditoire l'égalité $i = i'$ dans un prisme au minimum de déviation, p. 123.

Génard (J.). — Sur la fluorescence des molécules diatomiques d'antimoine, p. 122.

Généralisation d'un théorème de Faure, p. 43.

Généralisations (Sur certaines) *de théorèmes dus à Joachimstahl et à Steiner et sur leurs relations avec les coniques de Salmon et de Poncelet*, p. 44.

Géométrie affine des courbes, p. 33.

Gignoux-Moret et Schneegaus. — Le problème du flysch calcaire dans la région frontale des nappes de l'embrunais-Uubaye, p. 240.

Gilles. — A propos des effets du rayonnement ultra-violet émis par la lampe à vapeur de mercure sur les plantes, p. 287.

Gillot (Paul). — L'huile d'euphorbe exigu, p. 419.

Gilbert, Kadrnka et P. Bardet. — Technique radiologique pour l'examen du relief de la muqueuse gastrique, p. 385.

Gisement de *Burgundia tricorchii* Dehorne dans le portlandien de l'Ain, p. 238.

Gisement fossilifère albien d'Entrèves en Bauges, p. 233.

Gommès (Dr). — Les villes géantes et leur pathologie humaine, p. 372.

Gorczynski (Ladisla). — 1° Valeurs normales et globales de l'intensité du rayonnement solaire à Nice, p. 184.

2° Sur la durée de l'insolation à la Côte d'Azur, p. 188.

Goudey. — Mesures de gravité en France, p. 73.

Gravures rupestres (Sur deux) *du Hoggar*, p. 335.

Guaisnet-Pilaud (Mme). — Isomérie des composés azotés organiques, p. 150.

Guillaume (A.). — Lutte contre les syngames des gallinacés à l'aide des pyréthrines, p. 308.

Guillaume. — Variations de teneur et manganèse assimilable dans un sol type d'Alsace suivant les différentes méthodes d'épuisement, p. 513.

Guillaume et Erhardt. — Variations de teneur en phosphore-calcium-magnésium dans quelques sols types d'Alsace, p. 508.

Guyénot (E.), Pouse (K.) et Trollet (I.). — Action masculinisante de l'extrait d'urine de femme enceinte sur les femelles de cobaye, p. 307.

Guyot (René). — Fermentation visqueuse des potions et des limonades commerciales, p. 421.

Gygaz. — Contributions à la morphologie de la vallée de Verzasca, p. 549.

H

Hazemann (Dr R. H.). — Une tentative d'urbanisme social à Clairville, p. 368.

Hégly. — Sur la réalisation d'un modèle réduit de fontaine intermittente, p. 243.

Helbronner (Paul). — Etat actuel de la publication de la description géométrique détaillée des Alpes françaises, p. 74.

Héliographe (Perfectionnement de l'), p. 217.

Henri-Martin (Dr). — Un horizon correspondant à l'aurignacien inférieur découvert à la Quina, p. 345.

Herborisation dans la région de Beaufort, p. 297.

Histoire de la Savoie (conférence), p. 565.

Hoplitidés (Les) *du tithonique inférieur de la Croix de Saint-Cosmors, près Chambéry*, p. 246.

Hubault (E.). — Le Ph dans les lacs des Vosges, p. 485.
Hugues. — Sur la répartition et la régression de *Buthus Europaens*, p. 487.
Hybride (Un) *naturel de jasmin*, p. 285.
Hybride (Un) *particulier de deux blés tendres*, p. 281.
Hygiène (L') *et les stations thermales et climatiques*, p. 372.
Hygiène (L') *dans les stations climatiques pour tuberculeux*, p. 367.
Hyposulfite de soude (Critique de l'action de l') *dans l'intoxication oxycarbonique*, p. 419.
Hypothèses cosmogoniques (Méthode et critérium de réalité dans les), p. 61.

I

Immunisation des végétaux (Sur le mécanisme de l'), p. 292.
Importance de l'eau comme facteur conditionnant des récoltes dans les années de sécheresse générale, p. 505.
Industrie lithique provenant du Congo français, p. 342.
Insectes parasites (Lutte contre les) *des arbres fruitiers*, p. 519.
Insolation (Sur la durée de l') *à la Côte d'Azur*, p. 188.
Isallobares moyennes normales (Le tracé des cartes d') *pour la France*, p. 163.
Isomérie des composés azotés organiques, p. 150.

J

Japiot, Lévy (A.), Wertheimer et J. Dechaume. — Radiographies et tumeurs cérébrales, p. 384.
Jemma (Raimondo). — La prévision des tremblements de terre au moyen des indications fournies par les perturbations électriques, p. 196.
Joleaud (L.). — Le pliocène récent et le post-pliocène de Bône et d'autres localités du littoral algérien, p. 244.
Joleaud. — Etudes de géographie zoologique sur la Berbérie, p. 488.
Joubert. — L'action des civilisations primitives sur la composition des formations forestières, p. 492.

K

Kadrnka et Audeoud. — Observations radiologiques des mouvements propres des plis de la muqueuse au niveau du gros intestin, p. 388.
Kiebel. — Sur le mouvement permanent dans un fluide compressible dont les surfaces isobariques sont des plans horizontaux, p. 127.
Kotchine. — Application de la théorie de la courbe limite au problème de la circulation générale de l'atmosphère, p. 201.
Krainik (Dr R.). — Les ondes courtes et le système nerveux, p. 384.

L

Lacs des Pyrénées (Sur l'origine des), p. 547.
Lagotala (H.). — Industrie lithique de caractère paléolithique provenant du Congo français, p. 342.
Lait concentré (Le) *sucré dans l'allaitement artificiel*, p. 370.
Lallemand (L'effet) — 1868 — précurseur de l'effet Raman, 1928, p. 131.
Lamelles droites ou courbes à bord abattu du paléolithique supérieur (Usage présumé des), p. 354.
Lebeau. — Sur les anthracites intra-alpins, p. 159.

Lehanneur. — 1° Note sur les calculs et les études de résistance du pont de la Balme, p. 99.
2° Construction du tunnel du Mont du Chat, p. 100.
Lemesle. — Myocédicie florale produite par le *fusarium anthophilum*, p. 289.
Lemoine (Eugène). — 1° Relation entre le massif des Bauges et celui de la Grande-Chartreuse. — 2° Sur la source thermo-minérale de la Léchère-les-Bains, p. 245.
Lemoyne. — Enveloppe de la seconde asymptote d'une conique variable dont une asymptote passe par un point fixe, p. 38.
Léonet (Dr A.). — Les indications thérapeutiques de l'aurothiopropanol sulfonate de sodium, p. 428.
Leulier et Cinqualbre (Mlle). — Sur l'action hypoglycémiante du salicylate de sodium et de l'aspirine, p. 437.
Leulier, Tête (H.) et Payre-Ficot (L.). — Recherches sur les dérivés métalliques du thiopropanosulfonate de sodium, p. 432.
Leulier (A.), Vanhems (G.) et Charmillon (R.). — Variation du potassium dans les différentes parties de la graine au cours de la maturation et de la germination, p. 439.
Lever stéréotopographique de la partie française du massif du Mont Blanc, p. 529.
Liaisons gravimétriques Paris-Padoue et Paris-Madrid 1931-1933, p. 81.
Litardière R. de). — Contributions à l'étude biogéographique de quelques graminées de l'élément oriental dans les Alpes de Savoie et du Dauphiné, p. 498.

M

Mage. — Les travaux d'hygiène publique devant la S.D.N., p. 551.
Maladies cryptogamiques (Contribution à l'étude des) *des papiers*, p. 294.
Manceau (P.), Revol (L.) et Charmillon (R.). — Variations du phosphore lipidique des différentes parties de la graine au cours de la germination : influence de la lumière et de l'obscurité, p. 447.
Manceau (P.-E.), Manceau (P.) et Cuche (R.). — 1° Contribution à l'étude du pouvoir rotatoire et aux réactions des cholestérols chez quelques essences déterpenées, p. 442.
Mandibule des Boschimans (De quelques caractères particuliers de la), p. 351.
Marceau. — Note sur un myographe direct à amplification optique et à enregistrement photographique, p. 311.
Massif des Bauges (Relation entre le) *et celui de la Grande-Chartreuse*, p. 245.
Maublanc (de). — Aménagement hydro-électrique du bassin du Doron de Beaufort, p. 101.
Mazenot (G.). — Les hoplitidés du tithonique inférieur de la Croix de Saint-Comors, près Chambéry, p. 246.
Meersseman (F.). — La vaccination associée antidiphtérique-antityphoparatyphique dans l'armée, p. 369.
Memery (Henri). — Périodes météorologiques et périodes solaires dans la prévision du temps, p. 207.
Meutré (Paul). — Etude géométrique du problème général de la déformation à un paramètre, p. 40.
Merklen et Robert (Paul). — Quelques clichés radiographiques dans un cas de goutte chronique, p. 390.
Mesembrianthémacées (Sur quelques) *du nouveau genre carpobrotus*, p. 274.

Mesures de gravité en France, p. 73.
Mesures gravimétriques en Alsace et en Lorraine, p. 72.
Météorologie et science des plans de ville, p. 224.
Meyer (Jean). — Traitement des syndromes artériels par les ondes courtes, p. 393.
Microphotométrie d'images stellaires, p. 64.
Miège. — 1° Variations des dimensions et des ornements des pédicelles d'orges, p. 516.
2° Les orges à grumes anormales, p. 516.
Migrations d'un crustacé erratique, p. 301.
Miquel (J.) et Coulouma (J.). — Le primaire de la vallée de la Cesse, p. 248.
Miocédicée florale produire par le fusarium anthophilum, p. 289.
Mirimanoff (Dr). — L'aspect médical de certaines dystrophies cranio-faciales, p. 344.
Modulation des ondes ultra-courtes, p. 124.
Molécules diatomiques du soufre (Note sur le spectre des), p. 153.
Montagnes et vallées sous-marines du golfe de Gascogne, p. 544.
Moos. — Fossiles de la Station de Kyckholt - Sainte - Gertrude (Limbourg hollandais), p. 350.
Moret (Léon). — 1° Les sources thermo - minérales de Saint-Gervais-les-Bains dans leurs rapports avec la géologie de la région, p. 254.
2° Sur les limites géologiques du Jura Méridional, p. 256.
Moruzi (Mlle C.). — Sur les variations observées dans les cultures d'un champignon ascomycète, p. 290.
Morphologie de la vallée de Verzasca, p. 549.
Mounier (P.). — Dosage simple et rapide de l'urée sanguine sur de faibles prises d'essai, par oxydation permanganique de la xanthylurée, p. 447.
Mouvement permanent (Sur le) *dans un fluide compressible dont les surfaces isobariques sont des plans horizontaux*, p. 197.
Multiplets atomiques dans les spectres stellaires, p. 66.
Myographe (Notre sur un) *direct à amplification optique et à enregistrement photographique*, p. 311.

N

Naville et Beaumont. — Les chromosomes chez quelques espèces de panorpes, p. 312.
Nefs latérales (Eglises à) *sans colonnes*, p. 96.
Neiges (Déblaiement des) *dans le département de la Savoie*, p. 91.
Neiges et glaciers au moyen âge, p. 521.
Néolithique lacustre suisse (De quelques pièces inédites du), p. 358.
Nemours (Dr Auguste). — Technique pour radio-diagnostic des affections gastro-duodénales, p. 392.
Nivellements de haute précision (Influence des oscillations diurnes de la verticale sur les résultats des), p. 78.
Nobécourt. — Sur le mécanisme de l'immunisation des végétaux, p. 292.
Nomenclature des étages à végétation, p. 480.
Nussbaum. — 1° Sur l'origine des locs des Pyrénées, p. 547.

2° Sur les noms d'un certain nombre de villages de Savoie, p. 548.

O

Observations cytologiques à propos de viola hirta *parasité par* puccinia violæ, p. 278.
Observations relatives à la note de M. Léouchine, p. 169.
Observations radiologiques des mouvements propres des plis de la muqueuse au niveau du gros intestin, p. 388.
Obstacles (Influence des) *sur la durée possible d'insolation*, p. 212.
Océanopapaver (L') *néo-calédonien Guillaumin*, p. 283.
Offner (Dr J.). — Nouvelles acquisitions pour la flore de la Savoie, p. 297.
Ololithes (Les) *de trois grandes anguilles jaunes des lacs italiens*, p. 304.
Ondes courtes (Les) *et le système nerveux*, p. 384.
Opérateurs différentiels sur une surface, p. 31.
Orges à grumes anormales, p. 516.
Orge (Variations des dimensions et des ornements des pédicelles d'), p. 514.
Orthophragnima (La disparition des) *et les migrations de faunes de l'oligocène*, p. 467.
Oxyde de carbone fixé dans le sang (Sur la solubilité, en fonction du temps, de l'), p. 418.

P

Paget. — Empoisonnement collectif par la racine de belladonne, p. 451.
Patines osseuses dans une station paléolithique, p. 357.
Pellegrin (Dr Jacques). — Un poisson rare pour la faune française, le cubiceps grêle, p. 498.
Pelosse (J.). — Sur les *copepodes harpacticides*, de la région du Bourget et de Chambéry, p. 499.
Perier (A.-L.). — De quelques caractères particuliers de la mandibule des Boschimans, p. 351.
Peroxydes alcalins (L'examen des), p. 147.
Perrier (Général). — Le Congrès et l'Exposition internationaux de photogrammétrie à Paris, en 1934, p. 75.
Pers (R.). — L'étude des précipitations en haute montagne, p. 543.
Pers. — 1° Influence des obstacles sur la durée possible d'insolation, p. 212.
2° Perfectionnement de l'héliographe, p. 217.
3° Appareil pour la photographie totale des nuages, p. 217
4° De l'influence du relief sur les précipitations en haute montagne, p. 218.
Persigout. — L'activité solaire et les réactions psycho-motrices des écoliers, p. 462.
Petitjean. — Quelques remarques sur la circulation générale atmosphérique, p. 221.
Peyrony (D.). — Usage présumé des lamelles droites ou courbes à bord abattu du paléolithique supérieur, p. 354.
Peyrony (E.). — Exploitation de l'abri sous roche de « Fontaine de Gaudonne », à Saint-Avit-Semeur, p. 356.
Ph (Le) *dans les lacs des Vosges*, p. 485.
Phosphore lipidique (Variations du) *des différentes parties de la graine au cours de la germination*, p. 447.
Photographie totale des nuages (Appareil pour la), p. 217.
Phrénicectomie faite sous l'écran radiologique, p. 393.

Physique théorique (Remarques générales sur la), p. 134.
Pictet. — Ségrégation mendélienne des degrés de fertilité dans la descendance d'un croisement interspécifique de cobayes, p. 313.
Pierret (E.). — Sur la modulation des ondes ultra-courtes, p. 124.
Pittard (Eugène). — 1° Variété des patines osseuses dans une station paléolithique, p. 357.
Planaire Alpinii (La) *Crenobia alpina* dans le massif du Pilat, p. 501.
Plaques rectangulaires (Note sur une étude élastique des) *encastrées sur trois côtés*, p. 90.
Pliocène (Le) *et le post-pliocène de Bône et d'autres localités du littoral algérien*, p. 244.
Points de contact du cercle des neuf points d'un triangle avec les cercles tangeants aux trois côtés, p. 54.
Polynomes (Sur une famille de), p. 34.
Pomey (Léon). — 1° Généralisation d'un théorème de Faure, p. 43.
Pont de la Balme (Calculs et études de résistance du), p. 99.
Potassium (Variations du) *dans les différentes parties de la graine au cours de la maturation et de la germination*, p. 439.
Pourbaix (Mlle Nelly). — Mécanisme de la nutrition chez les spongillidae, p. 319.
Précipitation (L'étude des) *en haute montagne*, p. 543.
Précipitations en haute montagne (De l'influence du relief sur les), p. 218.
Présence (Sur la) *de formes diminutives du mammouth dans les alluvions quaternaires du N.-E. de la France*, p. 329.
Prévision du temps (Périodes météorologiques et périodes solaires dans la), p. 207.
Prévot. — 1° Influence des oscillations diurnes de la verticale sur les résultats des nivellements de haute précision, p. 476.
2° Mesure des lentes déviations de la verticale, p. 78.
Primaire (Le) *de la vallée de la Cesse*, p. 248.
Problème général de la déformation à un paramètre (Etude géométrique du), p. 49.
Problème des parcours, p. 20.
Production et consommation (Limites des) *des denrées alimentaires*, p. 556.
Prolongement analytique (Sur les) *des potentiels newtoniens au travers des masses attirantes*, p. 58.
Propagules (Production de) *chez le « leptobryum piriforme » Schpr.*, p. 279.
Propriété de réciprocité, p. 24.
Publication de la description géométrique détaillée des Alpes françaises, p. 74.
Purification des eaux de consommation dans les stations hydrominérales, p. 365.

Q

Quadrature des surfaces de révolution (Sur la), p. 35.

R

Race et langage, p. 333.
Radio-diagnostic des affections gastro-duodénales, p. 392.
Radiographies et tumeurs cérébrales, p. 384.
Rallier du Baty. — Montagnes et vallées sous-marines du golfe de Gascogne, p. 544.
Rapport du Trésorier, p. 582.
Ravelle (E.). — Proposition d'une nouvelle méthode pour l'enseignement de la philosophie, p. 464.

Rayonnement nocturne aux grandes altitudes, p. 166.
Rayonnement solaire (Valeurs de l'intensité du) *à Nice*, p. 184.
Rayonnement ultra-violet (A propos du) *émis par la lampe à vapeur de mercure, sur les plantes*, p. 287.
Razous (Paul). — Les limites de production et de consommation des denrées alimentaires, p. 556.
Razous (Paul). — Développement possible de l'emploi du bois, p. 104.
Reconstitution des masses sylvestres climatiques sur le pourtour de la Méditerranée, p. 471.
Reignier (Capitaine). — Les liaisons gravimétriques Paris-Padoue et Paris-Madrid 1931-1933, p. 81.
Relaxation (Sur les phénomènes de), p. 86.
Répartition de Buthus Europaens, p. 487.
Répartition du cirripère balanus balanoides *le long des côtes françaises et anglaises de la Manche*, p. 476.
Répartition des vitesses à l'intérieur d'un liquide circulant dans une canalisation cylindrique, p. 90.
Reverdin. — De quelques pièces inédites du néolithique lacustre suisse, p. 358.
Rey (Augustin). — La météorologie et la science des plans de ville, p. 224.
Rigotard (Laurent). — Le maintien et le développement de l'agriculture en montagne conditionnés par l'amélioration des sols, p. 517.
Roche (E.). — Sur la série jurassique de la région de Demnat-Azilial (Maroc), p. 249.
Rogerie. — 1° Technique pédagogique par évolution, p. 464.
2° Technique pédagogique appliquée à l'enseignement de la géométrie, du calcul et de la physique, p. 465.
Rollaud et Dreyfus Le Foyer. — Sur la phrénicectomie faite sous l'écran radiologique, p. 393.
Route des Alpes, p. 97.
Roux. — Les Alpes de Savoie et la géographie alexandrine, p. 544.
Rudaux (Dr). — Le lait concentré sucré dans l'allaitement artificiel, p. 370.
Russell (W.). — Note sur la structure de l'harmal, p. 288.
Russo (P.). — Le Djebel Narguechoum et sa signification tectonique, p. 260.

S

Saidman. — Sur la fluorescence produite par l'ultra-violet B, p. 394.
St-Just Péquart (Marthe et). — La civilisation mésolithique en Bretagne méridionale, p. 358.
Sallin (J.). — Formation et destruction des orages, p. 226.
Sartory (A. et R.) et Meyer. — Contribution à l'étude des maladies cryptogamiques des papiers, p. 294.
Sartory (A. et R.) et Meyer (J.). —Contribution à l'étude de l'influence des sels phosphatés monométalliques sur le métabolisme acido-basique, p. 453.
Schneider. — Note sommaire sur les sources thermales d'Aix-les-Bains, p. 262.
Ségrégation mendélienne des degrés de fertilité dans la descendance d'un croisement interspécifique de cobayes, p. 313.
Sels phosphatés monométalliques (Contribution à l'étude de l'influence des) *sur le métabolisme acido-basique*, p. 453.
Sépulture des têtes coupées d'Ofnet, p. 337.
Sergescu. — Sur une classe particulière d'équations, p. 50.

Série jurassique (Sur la) *de la région de Demnat-Azilial (Maroc)*, p. 249.
Silicium (Extraction à l'état colloïdal du) *contenu dans l'aluminium commercial*, p. 145.
Sollaud (E.). — La « planaire alpinii » *Crenobia alpina* (Dasia) dans le massif du Pilat, p. 501.
Solutation à quatre séries de paramètres des équations des petits mouvements d'un corps élastique, p. 88.
Soufre (Le) *et le problème des vitamines*, p. 371.
Sources (Les) *thermales d'Aix-les-Bains*, p. 262.
Sources thermo-minérales de Saint-Gervais-les-Bains et leurs rapports avec la géologie de la région, p. 256.
Spectre des étoiles de classe M (Note sur le), p. 69.
Spongillidae (Mécanisme de la nutrition chez le), p. 319.
Spectres d'absorption et de fluorescence de la vapeur diatomique de tellure (Sur la variation des), p. 156.
Sollaud. — Le blastopore et la question du « prostomium » chez les crustacés, p. 321.
Spectres d'absorption et de fluorescence de la vapeur diatomique de tellure (Sur la variation des) *en fonction de la température et de la pression*, p. 125.
Stations centrales d'énergie électrique (Sur la régulation des) *fonctionnant en parallèle*, p. 109.
Station néolithique à Montcerf, p. 338.
Station néolithique du Mont St-Michel, p. 361.
Stations lacustres (Stratification des) *de l'âge du bronze*, p. 363.
Station du Ryckholt-Sainte-Gertrude (Fouilles), p. 350.
Stockage des grains et ensilage hermétique, p. 519.
Stérols (Quelques réactions des) *appliquées aux essences volatiles*, p. 445.
Structure de l'harmal (Note sur la), p. 288.
Syndromes artériels par les ondes courtes, p. 393.
Syngames (Lutte contre les) *des gallinacés à l'aide des pyréthrines*, p. 308.
Swings et Donnay (L.). — Les multiplets atomiques dans les spectres stellaires, p. 66.
Swings et Nisoli (F.). — Note sur le spectre des étoiles de classe M., p. 69.
Swings, Pierard (J.) et Migeotte (M.). — Sur la prédissociation de la vapeur de tellure, p. 130.
Swings (P.) et Hubin (M.-L.). — Note sur le spectre des molécules diatomiques de soufre, p. 153.
Swings (P.), Piérard (J.) et Migeotte (M.). — Sur la prédissociation de la vapeur de tellure, p. 158.
Swings (P.) et Hubin (M.-L.). — Sur le spectre des molécules diatomiques de soufre, p. 127.
Swings (P.) et Migeotte (M.). — Sur la variation des spectres d'absorption et de fluorescence de la vapeur diatomique de tellure, en fonction d la température et de la pression, p. 125.
Swings et Migeotte (M.). — Sur la variation des spectres d'absorption et de fluorescence de la vapeur diatomique de tellure, p. 156.

T

Tanon (Pr L.) et Neveu (Dr R.). — L'hygiène et les stations thermales et climatiques, p. 372.

Tardi (Capitaine P.). — Bibliographie géodésique internationale, p. 85.

Technique pédagogique par évolution, p. 464.

Technique radiologique pour examen de la muqueuse gastrique, p. 385.

Thébault. — Sur les points de contact du cercle des neuf points d'un triangle avec les cercles tangents aux trois côtés, p. 54.

Théorie des ensembles (Théorème de la), p. 27.

Thiébaut (J.). — Alpes et Liban, p. 295.

Thiopropanosulfonate de sodium (Recherches sur les dérivés métalliques du), p. 422.

Tournier (Mgr). — L'abri de la Maladière, p. 561,

Toxicologie (Orientation moderne de la), p. 399.

Travaux d'hygiène publique à la S.D.N., p. 551.

Tremblements de terre (La prévision des) *au moyen des indications fournies par les perturbations électriques*, p. 196.

Trochon. — Les échanges par conduction et la température de la surface du sol, p. 224.

Tronchet (A.). — Herborisation dans la région de Beaufort, p. 297.

Tunnel du Mont du Chat (Construction du), p. 100.

Turpain (Albert). — L'effet Lallemand (1868) précurseur de l'effet Raman (1928), p. 131.

U

Urbanisme social à Clairville, p. 368.

Urée sanguine (Dosage simple et rapide de l') *sur de faibles prises d'essais par oxydation permanganique de la xanthylurée*, p. 447.

V

Vaccination associée antidiphtérique, antityphoparatyphique, p. 369.

Vaccins Dubois-Sollier (Efficacité des) *dans la prévention de la fièvre ondulante*, p. 368.

Vaney et Pelosse. — L'adaptation de certains blennidés à l'eau douce et aux eaux saumâtres, p. 327.

Vapeur de tellure (Sur la prédissociation de la), p. 130.

Valeur de tellure (Sur la prédissociation de la), p. 158.

Variations de masse des phases solides et liquides d'un système chimique en évolution (Description d'un procédé d'enregistrement des), p. 162.

Variations de teneur en phosphore-calcium-magnésium dans quelques sols types d'Alsace, p. 508.

Vayssière. — 1° Lutte contre les insectes parasites des arbres fruitiers, p. 519.

2° Le stockage des grains et l'ensilage hermétique, p. 519.

Vie d'animaux assurée dans des vases de verre hermétiquement clos, en présence de plantes vertes, p. 271.

Villes géantes et leur pathologie humaine, p. 372.

Vincent (Dr J.). — Une nouvelle station néolithique : Mont St-Michel, p. 361.

Vincent (Dr) et Vexenat. — Le soufre et le problème des vitamines, p. 371.

Viret. — Sur un cours d'eau fossile tributaire du lac bressan, p. 264.

Vouga. — Stratification des stations lacustres de l'âge du bronze, p. 363.

Voyages d'Adanson (Les) *au point de vue botanique*, p. 275.

W

Wavre. — Sur les prolongements analytiques des potentiels newtoniens au travers des masses attirantes, p. 58.

ÉDITÉ PAR
L'ASSOCIATION FRANÇAISE
POUR
L'AVANCEMENT DES SCIENCES
28, Rue Serpente, Paris (6e)

SORTI DES PRESSES DE
LA SOCIÉTÉ GÉNÉRALE
D'IMPRIMERIE ET D'ÉDITION
17, RUE CASSETTE, 17
—— PARIS (VIe) ——