

Comptes rendus du Comité national français de géodésie et géophysique

Pierre Tardi, André Gougenheim

▶ **To cite this version:**

Pierre Tardi, André Gougenheim. Comptes rendus du Comité national français de géodésie et géophysique. Comité national français de géodésie et géophysique. 1961. ⟨hal-04792225⟩

HAL Id: hal-04792225

https://hal.science/hal-04792225v1

Submitted on 20 Nov 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY 4.0 - Attribution - International License

COMPTES RENDUS

DU

COMITÉ NATIONAL FRANÇAIS

DE

GÉODÉSIE ET GÉOPHYSIQUE

ANNÉE 1960

PUBLIÉS PAR LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL

A. GOUGENHEIM

INGÉNIEUR HYDROGRAPHE GÉNÉRAL

MEMBRE DU BUREAU DES LONGITUDES

AU SECRETARIAT GENERAL DU COMITE FRANÇAIS

RUE AUBER, 19

PARIS (9e)

TÉLÉPHONE : OPÉRA 86.66

PROCÈS-VERBAL

DE L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

du 7 février 1961

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

du 7 février 1961

PROCÈS-VERBAL

En exécution de l'article 6 des Statuts, le "Comité national français de Géodésie et Géophysique" s'est réuni en Assemblée générale le mardi 7 février 1961, à 16 heures, dans la salle des séances de l'Institut de France, 23, Quai de Conti, à Paris (6°).

La séance est ouverte à 16 heures.

Au bureau : P. TARDI, Président; J. COULOMB, Vice-Président; A. VIAUT, Vice-Président; A. GOUGENHEIM, Secrétaire général; G. LACLAVÈRE, Trésorier;

Membres du Comité présents : MM. G. Anthoine, R. Arléry, J. Aubrat, W. Baranov, A. Bauer, M. Baussart, J. Bazerque, P. Bernard, R. Bollo, G. Bonifacj, P. Bordet, R. Bost, J. Bourrier, A. Brunel, L. Cagniard, L. Cahierre, F. Carbenay, G. Castany, P. Chapouthier, G. Châtel, M. Choudhury, S. Coron, J. Coulomb, J. Cruset, R. Daniel, A. Danjon, B. Decaux, J. Delhaye, F. Delhomme, G. Descossy, J. Dubief, F. Duclaux, M. Duhamel, G. Dupouy, L. Eblé, M. Eyriès, B. Favre, L. Gain, J. Gallavardin, R. Geneslay, H. Geslin, B. Gèze, P. Giraud, L. Glangeaud, J. Goguel, M. Gosselin, A. Gougenheim, G. Grenet, H. Gridel, L. Grinda, R. Grousson, M. Hallaire, L. Hurault, R. Janicot, G. Jobert, N. Jobert, G. Kunetz, H.Y. Labrouste, G. Laclavère, H. Lacombe, J. Lagrula, A. Lebeau, E. Leborgne, R. Lecolazet, A. Le Fur, J. Lenoble, A. Le Strat, R.P. Mayaud, F. Mayet, L. Migaux, R. Millecamps, H. Naudy, R. Neumann, J. Orcel, E. Pasteur, I. Poncet, C. Queille, P. Queney, J. Rainoird, H. Richard, R. Robley, A. Roche, J. Rodier, J. Roquet, J. Rothé, J. Rouch, J. Roulleau, M. Roulleau, L. Roumégoux, B. Saint-Guily, J. Saïssac, A. Sandréa, C. Schmerber, E. Selzer, L. Serra, A. Stoyko, N. Stoyko, O. Tanaevsky, P. Tardi, E. Thellier, O. Thellier, P. Urbain, A. Viaut, A. Vibert, J. Vignal, G. Weill.

Soit 106 Membres.

Membres du Comité excusés ou en mission le 7 février 1961 : P. Allard, J. Aubert, P. Auger, C. Aynard, R. Baillaud, F. Blondel, C. Blot, C. Bois, E. Calvet, R.P. Cattala, J. Cousteau, L. Damiani, A. Dauvillier, H. Dessens, W. Frolow, J. Furnestin, H. Garrigue, V. George, M. Geslin, L. Godard, A. Grandjean, J. Guérin, S. Hénin, J.J. Levallois, C. Maurain, M. Mermin, L. Néel, J. Nevière, O. Noblanc, M. Pardé, C. Péguy, C. Rouillon, J. Segons, P. Seltzer, R. Serpolay, G. Soulage, P. Stahl, L. Steinmetz, R. Taton, E. Vassy, A. Vassy, J. Wyart.

Modifications aux Bureaux des Sections.

L'Assemblée générale approuve les modifications apportées dans la composition des Bureaux des Sections à la suite des votes qui ont eu lieu en application des nouvelles dispositions de l'article 4 du Règlement intérieur du Comité (cf. Vol. CR 1959 page 16) :

Section des Triangulations

A. BRUNEL est nommé Président, en remplacement de P. JACQUINET,

J. J. LEVALLOIS est nommé Vice-Président.

Section de Séismologie :

M. MIGAUX est nommé Président, en remplacement de Mme Y. LABROUSTE.

G. GRENET est nommé Vice-Président.

Section de Météorologie et Physique de l'atmosphère :

J. ROULLEAU est nommé Président, en remplacement de A. VIAUT.

H. GESLIN est nommé Vice-Président.

Section de Géomagnétisme et Aéronomie :

L. CAGNIARD est nommé Président, en remplacement de E. THELLIER.

D. BARBIER est nommé Vice-Président.

A. LEBEAU est nommé Secrétaire.

Section de Volcanologie :

B. GÈZE est nommé Président, en remplacement de L. GLANGEAUD.

J. ORCEL et J. WYART sont nommés Vice-Présidents.

Section d'Hydrologie scientifique :

A. VIBERT est nommé Président, en remplacement de J. AUBERT.

M. GOSSELIN et H. SCHOELLER sont nommés Vice-Présidents.

Nouveaux Membres admis au Comité national.

Sur la proposition des Sections, les nouveaux Membres indiqués ci-après sont admis, à l'unanimité, par l'Assemblée :

Section des Triangulations :

M. COVILLAULT (Pierre, René) Ingénieur Hydrographe en Chef, S. H. M.

M. VAN de CASTEELE (Charles) Ingénieur en Chef Géographe, I. G. N.

Section de Séismologie :

M. GRAU (Gérard) Institut français du pétrole, Rueil-Malmaison (Seine-et-Oise).

Section de Géomagnétisme et Aéronomie :

M. SCHLICH (Roland) Chercheur au C.N.R.S. I.P.G. Paris.

M. VOGE (Jean) Ingénieur en Chef des Télécommunications C.N.E.T.

Section d'Océanographie physique :

M. BANAL (Michel) Directeur adjoint des Etudes et recherches à l'E.D.F.

M. BERRIT (Georges) Maître de recherches océanographie physique. O.R.S.T.O.M.

M. BOURGOIN (Jean) Ingénieur Hydrographe Principal, S.H.M.

M. VARLET (François) Institut des Pêches maritimes, Bd des Mutilés, Casablanca (Maroc).

Section de Volcanologie :

M. SAUCIER (Henri) Ingénieur géologue, Professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg.

M. VINCENT (Pierre) Géologue Principal, Institut de recherches géologiques et minières.

Section d'Hydrologie scientifique :

M. LORIUS (Claude) Laboratoire de Géologie au Collège de France.

Inscriptions dans les Sections.

L'Assemblée approuve, à l'unanimité, les inscriptions suivantes :

Section 2 -	R. BOLLO,	Membre titulaire de la Section 1^{b}.
	J. LAGRULA,	Membre titulaire de la Section 1^{b}.
Section 5 -	L. BERTHOIS,	Membre titulaire de la Section 7.
	P. MANNEVY,	Membre titulaire de la Section 1^{a}.
	J. VALEMBOIS,	Membre titulaire de la Section 7.
Section 6 -	C. BLOT,	Membre titulaire de la Section 2.
	Mme Y. H. LABROUSTE,	Membre titulaire de la Section 2.
Section 7 -	M. BAUSSART,	Membre titulaire de la Section 1^{a}.
	P. CHAPOUTHIER,	Membre titulaire de la Section 2.

Allocution du Président.

Mes chers collègues,

En ouvrant cette Assemblée générale, je voudrais tout d'abord vous demander de bien vouloir vous lever et d'observer une minute de silence pour honorer la mémoire de nos collègues : MM. Edmond BRUET, André COYNE, Albert PÉRARD, Jules BAILLAUD, disparus depuis notre dernière assemblée.

Vous trouverez dans le volume de nos Comptes rendus les notices nécrologiques les concernant (sauf celle de M. Bruet qui paraîtra dans le volume publié l'année prochaine).

Mes chers collègues,

J'ai plaisir à constater que l'effectif des présents à notre Assemblée s'accroît d'année en année. C'est une indéniable preuve de l'intérêt porté aux travaux de notre Comité; je souhaite que ce mouvement aille toujours en s'accentuant.

Certains de nos collègues ne pouvant assister à notre Assemblée s'en sont excusés, ce dont je les remercie. Parmi eux, il en est un dont je regrette tout particulièrement l'absence, c'est notre Président d'honneur, M. Charles Maurain qui fêtera, le 27 février prochain, ses 90 ans. Une petite cérémonie sera d'ailleurs organisée en son honneur, au moment de la réunion du Conseil des Observatoires et des I.P.G. pour fêter en même temps les 40 ans d'existence des Instituts de physique du Globe qui lui doivent en grande partie leur existence.

L'année 1960 a été celle de l'Assemblée générale de l'U.G.G.I. M. Gougenheim, M. Laclavère et M. Coulomb vous en parleront et tireront diverses conclusions. N'ayant pu y assister, pour raisons de santé, je vous en parlerai peu, ce qui ne veut pas dire que je n'aie pas mon opinion sur de telles Assemblées.

La délégation française à Helsinki a été présidée par M. Coulomb. Ayant offert ma démission de Secrétaire de l'Association internationale de Géodésie, j'ai été remplacé par M. Levallois. Ce poste revient donc encore à notre pays ce dont nous ne pouvons que nous féliciter.

L'Assemblée générale de 1960 ayant décidé que les Bureaux des Sections seraient renouvelés au même rythme que celui du Comité dont les fonctions expirent l'an prochain, des élections ont donc eu lieu dans six Sections sur huit du Comité national (1, 2, 3, 4, 6, 7) M. Gougenheim vous en donnera tout à l'heure les résultats que vous retrouverez d'ailleurs dans le volume des comptes rendus. Cette mesure a du bon en ce sens qu'il est indispensable d'apporter du renouveau dans une Section après une période de 6 ans. Elle peut par contre présenter l'inconvénient d'éloigner momentanément certaines personnalités des rôles de direction dans les Sections, mais cette absence ne doit être que momentanée.

Au cours des Assemblées générales précédentes, j'avais fait une large part au déroulement de l'Année Géophysique internationale. Il convient que vous soyiez tous tenus au courant de la terminaison et de la continuation de cette immense opération à caractère plus qu'international : mondial.

J'ai demandé à M. Laclavère, qui doit vous exposer tout à l'heure ses réflexions de Secrétaire général sur le fonctionnement de l'U.G.G.I. et sur ses Assemblées générales, de vous dire en quelques mots ce qu'est le Comité international de Géophysique (C.I.G.), organe chargé de la continuation, de la publication et de la liquidation de l'A.G.I., sans que ce mot n'ait rien de péjoratif, il s'en faut de beaucoup. Car M. Laclavère est aussi le Secrétaire général du C.I.G. comme il est le Secrétaire général de la Fédération des Services permanents d'Astronomie et de Géophysique (F.A.G.S.) et aussi le Président du Comité spécial de recherche dans l'Antarctique (S.C.A.R.) ... toutes fonctions qu'il remplit avec le même succès, le même inlassable dévouement et le même brio. Le Comité ne peut que le féliciter de son action et se féliciter lui-même de le compter parmi ses membres.

Rapport du Secrétaire général pour l'année 1960.

Mes chers collègues,

Dans les premiers mois qui ont suivi la dernière Assemblée générale, le Bureau et le Conseil du Comité national ont été principalement occupés par la préparation de l'Assemblée générale de l'U. G. G. I. à Helsinki.

MM. Coulomb et Laclavère vous diront tout à l'heure quelques mots de l'organisation de cette importante réunion et des travaux qui y ont été accomplis.

En ce qui concerne la participation française à l'Assemblée la subvention reçue du Ministère de l'Education nationale a été inférieure à celle qui nous avait été allouée trois ans plus tôt pour l'Assemblée de Toronto, mais comme il est moins onéreux d'aller en Finlande qu'au Canada, il a été finalement possible d'assurer le voyage et le séjour à Helsinki de 29 délégués, nombre exactement égal à celui que la subvention avait permis d'envoyer à Toronto.

Comme d'habitude, des administrations publiques ou privées avaient également pris en charge, de leur côté, les frais de déplacement de membres de leur personnel. Enfin, comme il est aisé de se rendre en Finlande par route et ferry-boat, et que cette solution est économique lorsqu'on est accompagné de membres de sa famille ou d'amis, un certain nombre de délégués ont pu venir à leurs frais participer à l'Assemblée générale.

La délégation française a par suite compté 95 membres, ce qui a donné à notre pays, à ce point de vue, une place très honorable, en rapport avec l'importance de notre activité dans toutes les branches de la géodésie et de la géophysique.

Si l'on peut se féliciter d'une telle représentation, on ne peut cependant que déplorer l'habitude qu'ont prise les Comités nationaux d'envoyer ou de laisser se constituer des délégations pléthoriques. Une Assemblée générale à laquelle participent 1.200 ou 1.500 personnes n'a pas l'efficacité d'une réunion beaucoup plus restreinte. Un temps appréciable est perdu à écouter, ou tout au moins à laisser parler, des gens qui sont venus pour présenter en détail des questions qui n'intéressent qu'eux-mêmes. Par contre, les exposés et les débats offrant de l'intérêt sont souvent troublés par le va-et-vient de délégués oisifs cherchant un amphithéâtre où ils puissent, suivant le cas, faire leur correspondance ou bavarder, ou se reposer, que sais-je encore ? Autres inconvénients, on fait queue au restaurant, à la distribution du courrier, à celle des publications; on n'arrive pas à trouver, dans la cohue, les personnalités que l'on espérait rencontrer, etc ...

En outre la tâche d'organisation devient écrasante pour les bureaux de l'Union et des Associations, ainsi que pour le Comité invitant. Nous devons remercier toutes ces personnalités de la peine considérable qu'elles ont prise pour assurer le meilleur déroulement possible de l'Assemblée générale, et notamment le Professeur Kukkamäki qui a eu la lourde charge de l'organisation matérielle et qui s'en est acquitté avec une bonne grâce dont il ne s'est pas départi un seul instant.

Il n'empêche que les difficultés résultant du grand nombre des participants préoccupent à juste titre le Bureau de l'U. G. G. I. qui examine

actuellement divers modes d'organisation des Assemblées générales en vue d'obtenir le meilleur rendement de la partie constructive de ces réunions, dont l'objet essentiel reste la coordination des méthodes et des activités.

Votre Conseil a tenu il y a deux mois environ une réunion où ces problèmes ont été l'objet d'un examen dont les conclusions pourront peut-être aider l'U. G. G. I. à trouver une solution. Il s'est également inquiété de la prolifération des Comités, des Commissions et autres groupements dont l'activité se manifeste en grande partie par des réunions, généralement restreintes en participants, mais nombreuses et survenant en tout temps. Dans le domaine de la géophysique, quatorze réunions sont inscrites à l'agenda de 1961 et je ne puis affirmer que quelques unes n'ont pas échappé à cet inventaire. Quelques grands pays, riches de personnel et de moyens matériels peuvent aisément suivre ce mouvement, sinon le précéder, en s'en faisant les animateurs, mais pour beaucoup de pays moins bien dotés, cette activité itinérante pose de nombreux problèmes pratiques que nous avons déjà évoqués sommairement ici même à notre dernière Assemblée générale.

Pour en finir avec la participation française à Helsinki, je tiens à mentionner que nous avons pu rassembler quelques films français concernant la géodésie et diverses branches de la géophysique, films qui ont été projetés au cours des séances cinématographiques organisées chaque soir pendant l'Assemblée générale. Je remercie en votre nom les institutions qui ont bien voulu prêter ces films.

°
° °

Le Conseil a également examiné des propositions qui lui ont été faites de présenter des rapports nationaux aux Assemblées générales de l'U. G. G. I., ainsi que le font certains pays. Le Conseil a considéré que la publication du volume annuel des Comptes rendus du Comité national était, en raison de son mode de diffusion, un moyen beaucoup plus efficace que les rapports nationaux, de faire connaître l'activité française aux personnalités intéressées. En outre, l'élaboration et la publication de rapports triennaux pour les diverses Sections du Comité national posent des problèmes de financement insolubles eu égard aux ressources actuelles du Comité national. Pour donner satisfaction dans une certaine mesure aux demandes faites, le Conseil a décidé que, lors de chaque Assemblée générale de l'U. G. G. I., dix volumes des Comptes rendus des trois dernières années seraient versés au Bureau de chacune des Associations de l'Union. Le Comité national français présentera d'ailleurs à l'U. G. G. I. un voeu demandant que les nombreux pays qui ne le font pas encore publient chaque année, comme nous le faisons, des comptes rendus annuels d'activité, dans le domaine de la géodésie et des diverses branches de la géophysique.

°
° °

En ce qui concerne le volume des Comptes rendus de 1959, il a dû vous parvenir dans le courant du mois de décembre; vous avez pu remarquer que pour la première fois nous avons abandonné la composition typographique au bénéfice de l'offset, en vue de diminuer le

prix de revient de l'ouvrage. La mise au point du procédé a évidemment entraîné un peu de retard dans la parution du volume, et n'a peut-être pas permis de constater toute l'importance des économies à en attendre.

Je rappelle enfin à tous les membres du Comité national et en particulier aux Secrétaires des sections que le Secrétariat général souhaite recevoir la rectification des erreurs constatées dans les volumes des Comptes rendus et notamment dans l'Annuaire des membres, ainsi que des suggestions concernant la composition même des volumes et leur diffusion.

Activité de l'U. G. G. I.

Le Président donne alors la parole à M. G. LACLAVÈRE, Secrétaire général de l'U. G. G. I. En un court mais très clair exposé, M. LACLAVÈRE brosse un rapide tableau de l'Assemblée générale d'Helsinki, résume l'activité scientifique de l'Union et fait part des difficultés financières qu'elle rencontre actuellement.

L'Assemblée générale d'Helsinki est celle qui jusqu'ici a réuni le plus grand nombre de participants : 1261. La répartition est à peu près égale par Association, sauf pour la Volcanologie.

M. LACLAVÈRE rapporte brièvement les résultats d'une enquête à laquelle il a procédé, en envoyant un questionnaire à tous les participants. Cette enquête a révélé que la participation avait été sensiblement la même à toutes les Associations, que la moitié au moins des délégués ont assisté aux travaux de deux Associations, un tiers à ceux de trois Associations. Un seul a assisté aux travaux des sept ...

L'opinion générale est que les séances plénières, d'ouverture et de clôture, devraient être abrégées. Le temps consacré aux discussions a dans l'ensemble été trouvé trop réduit.

Pour les colloques organisés en relations avec l'Assemblée générale, trois ont été reconnus comme très bons ou excellents (Aéronomie, Dynamique de l'Atmosphère, Evènements de juillet 1959). Certains ont été reconnus comme mauvais, en grande partie par la trop grande abondance des communications présentées et sans qu'un filtrage ait été opéré.

Le filtrage des communications pourrait être du ressort des Comités nationaux, ou bien être confié aux organisateurs des colloques auxquels seraient adjoints quelques spécialistes.

M. LACLAVÈRE signale aussi que le Conseil de l'U. G. G. I. a décidé l'augmentation du taux des cotisations exigées de chaque nation adhérente, et a proposé un nouveau barème d'unités de souscription suivant les pays.

Les sommes versées ne correspondent plus, dit-il, au régime imposé à l'Union, dont les dépenses sont hors de proportion par rapport aux recettes. Le nombre de publications à subventionner a augmenté considérablement depuis la fin de la guerre, ainsi que le nombre des colloques. De ce fait, les réserves dont disposait l'Union il y a encore quelques années, sont à peu près épuisées. Il est donc indispensable de prendre les mesures adéquates, si l'on veut que l'Union continue à tenir son rôle.

M. LACLAVÈRE parle ensuite du Comité international de Géophysique (C. I. G.).

L'Année Géophysique internationale ayant terminé ses travaux, le Comité spécial chargé d'en recueillir les résultats a cédé la place au C.I.G. : ce dernier a donc un large rôle de coordination avec les autres organismes scientifiques.

Il comprend deux délégations de Membres :

- ceux des différentes disciplines;
- les anciens rapporteurs de l'A.G.I.

La tâche du C.I.G. est double :

1°) d'abord la liquidation de l'A.G.I. (publication des résultats, collecte des observations dans les Centres mondiaux, établissement et publication de la Bibliographie de l'A.G.I., catalogue des données rassemblées dans les Centres mondiaux);

2°) ensuite la préparation de vastes programmes de recherches intéressant plusieurs disciplines scientifiques. Parmi ces programmes, trois ont déjà fait l'objet d'études très poussées :

a. - le levé de la carte magnétique mondiale;

b. - l'étude des couches supérieures du manteau;

c. - l'étude de la période du minimum de l'activité solaire.

Le détail de ces programmes a été publié dans la chronique de l'U.G.G.I.

°
° °

Exposé de J. COULOMB.

En l'absence du Président TARDI, qui pour raisons de santé n'a pu se rendre à Helsinki, c'est à J. COULOMB qu'est revenu l'honneur et la charge de diriger la délégation française.

D'après ce qu'il a vu et entendu, ainsi qu'à l'aide des comptes rendus qui lui ont été remis, J. COULOMB expose ce qu'a été cette XIIème Assemblée générale.

Pays adhérents.

Le nombre des pays adhérents à l'U.G.G.I. est actuellement de 59, le Conseil ayant confirmé les adhésions de la Bulgarie, de la République de Corée, de Cuba, et accepté les adhésions de la Bolivie et du Mali. Six autres demandes sont attendues.

Une nouvelle fois, on a pu constater avec regret, lors des discussions concernant l'Allemagne et la Chine, que les considérations d'ordre politique ne sont malheureusement pas absentes des Assemblées scientifiques.

Révision des statuts.

Les statuts de l'U.G.G.I. ont été amendés à la demande de la France. Les réunions coûteuses du Bureau (chaque année) et du Comité exécutif (entre les Assemblées générales) restent recommandées, mais ne sont plus obligatoires.

Publications.

Le coût élevé des publications de l'Union a conduit à la nomination d'une Commission restreinte. Celle-ci a fait des recommandations

assez strictes qui ont rencontré l'opposition de certaines Associations et qui ont été adoptées "autant que possible".

Finances.

Le rapport du Comité des Finances de l'Union a mis en évidence une situation financière grave, les réserves ayant à peu près disparu. Le Comité proposait de relever simultanément le nombre d'unités de cotisation payées par les principaux pays et le montant de cette unité.

La décision prise, après de vives discussions, implique pour la France un triplement de sa cotisation annuelle, en même temps qu'une diminution de sa catégorie. L'assentiment que doit donner à ce sujet l'Académie des Sciences pourrait être assorti de recommandations relatives à la politique financière de l'Union.

Relations avec les autres organisations scientifiques.

Un Comité de liaison a été créé entre l'U.G.G.I. et le C.O.S.P.A.R. (Comité des Recherches spatiales du Conseil international des Unions scientifiques).

L'U.G.G.I. a accepté de participer à 3 Commissions inter-Unions (Radiométéorologie, Ionosphère, Relations entre les phénomènes solaires et terrestres).

La réforme du Service international des Latitudes a été ajournée jusqu'à la prochaine Assemblée de l'Union Astronomique internationale.

Une des nombreuses résolutions passées en Assemblée générale issue d'un voeu présenté par J. BLAMONT, recommande l'emploi du système métrique. Par contre, le maintien de la langue française s'avère de plus en plus difficile, malgré le soutien amical de nos collègues latins.

Lieu et date de la prochaine Assemblée.

Deux invitations avaient été faites. L'Allemagne souhaitait voir la XIIIème Assemblée se tenir à Munich où sera célébré le Centenaire de l'Europäische Gradmessung. Mais la préférence a été donnée à l'invitation faite par les Etats-Unis : l'Assemblée se tiendra, en principe, en 1963, dans une ville de Californie et coïncidera avec le Centenaire de la National Académie of Sciences.

Nouveau Bureau de l'Union.

Ont été élus :

Président	: V.V. BELOUSSOV (U.R.S.S.)
Vice-Présidents	: J. BARTELS (Allemagne, Rép. Féd.)
	J. KAPLAN (U.S.A.)
Trésorier	: E.A. ANDERSEN (Danemark)
Membres	: M.S. KRISHNAN (Inde)
	T. NAGATA (Japon)
Secrétaire général	: G. LACLAVÈRE.

Dans les Associations, un seul changement important à signaler :

à l'Association internationale de Géodésie, P. TARDI, Secrétaire général a résigné ses fonctions pour raisons de santé. Il a été remplacé par notre collègue J.J. LEVALLOIS.

J. COULOMB fait ensuite une analyse des travaux marquants dans les sept Associations qui composent l'Union. La multiplicité des séances rendant impossible à quiconque de se faire une vue d'ensemble de l'Assemblée, son compte rendu s'inspire de notes qui lui ont été remises par des Membres de la délégation française.

°
° °

Très bien organisée par les géophysiciens finlandais, cette Assemblée présentait au point de vue scientifique tous les avantages mais aussi tous les inconvénients des réunions très vastes. Elles permettent des rapprochements d'idées entre les sectateurs de disciplines assez éloignées, ou encore entre les géophysiciens d'observatoire, appliqués à ne rien laisser échapper des phénomènes qu'ils observent longuement et les physiciens de laboratoire, mieux armés pour entrer de plain-pied dans les voies nouvelles; mais, en l'absence de tout tri efficace, des communications sans grande valeur ou sans nouveauté réelle prennent le temps qui devrait être consacré aux discussions. Certaines séances, que le président se résout à diviser également mais non équitablement en intervalles de cinq minutes, se transforment en d'épuisantes courses de relais. Aussi la coutume se répand de plus en plus d'organiser en marge de l'Assemblée des colloques dont les communications ont été expressément demandées à des auteurs choisis.

Voeux.

Trois voeux ont été présentés à l'agrément de l'Assemblée :

- Deux par la Section de Volcanologie,

le premier, en ce qui concerne la participation française aux travaux de l'Institut international qui doit être créé à Catane.

Le Comité national français de Géodésie et Géophysique

" mis au courant de la création de l'Institut international pour la recher-
" che volcanologique à Catane (Sicile),

émet le voeu

" d'être associé au fonctionnement de cet Institut auquel il souhaite de
" contribuer éventuellement par l'envoi de chercheurs et le prêt de
" matériel. "

le second, en vue de la réalisation d'un Observatoire volcanologique dans l'île de la Réunion.

Le Comité national français de Géodésie et Géophysique

" rappelant les voeux déjà émis pour la réalisation d'un Observatoire
" volcanologique dans l'île de la Réunion,

confirme ces voeux,

" et souhaite qu'un tel Observatoire soit confié à la direction de l'Institut
" de Physique du Globe de la Faculté des Sciences de Paris, au même
" titre que les Observatoires actuellement existants dans les îles de la
" Martinique et de la Guadeloupe" .

- Un par la Section d'Hydrologie scientifique, préconisant la collaboration entre les glaciologues et les spécialistes des isotopes appartenant aux grands établissements de recherche scientifique.

Le Comité national français de Géodésie et Géophysique

" considérant l'insuffisance des méthodes classiques pour déterminer
" l'accumulation annuelle, la dynamique des glaces et la fonte sous-
" glaciaire des grands glaciers et inlandsis,

" considérant l'application fructueuse à ces problèmes des méthodes
" isotopiques et les possibilités actuelles,

émet le voeu

" qu'une collaboration étroite soit réalisée dans le cadre de la Commis-
" sion des radiations ionisantes de l'Année Géophysique Internationale,
" entre les glaciologues et les spécialistes des isotopes neutres et actifs
" du Commissariat à l'Énergie Atomique et du Centre National de la
" Recherche Scientifique, pour promouvoir les recherches glaciologiques
" fondamentales, en particulier dans les régions arctiques et antarcti-
" ques. "

Ces voeux ont été adoptés à l'unanimité par l'Assemblée générale et seront transmis aux autorités susceptibles de leur faire donner une suite favorable.

Communications scientifiques.

Deux communications scientifiques dont on trouvera plus loin le texte in-extenso, sont présentées à l'Assemblée générale :

La Carte Gravimétrique de la France, par Jean GOGUEL.

Quelques aspects nouveaux de l'Hydrogéologie du Bassin parisien, par Gilbert CASTANY.

L'ordre du jour étant épuisé et personne ne demandant la parole, la séance est levée à 18h 45.

Le Secrétaire Général,

A. GOUGENHEIM

Membre du Bureau des Longitudes.

NOTICES NÉCROLOGIQUES

concernant les Membres du Comité National
décédés depuis la dernière Assemblée Générale

(9 février 1960)

NOTICES NÉCROLOGIQUES

concernant les Membres du Comité National

décédés depuis la dernière Assemblée Générale

(9 février 1960)

André COYNE
(1891 - 1960)

M. André COYNE est né à Paris, le 10 février 1891.

Il fut admis à l'Ecole Polytechnique en 1910 et devait en sortir pour la guerre, la "Grande Guerre" de 1914 - 1918, pendant laquelle il combattit sur le front français et sur le front d'Orient comme Officier, d'abord dans le Génie, puis sur sa demande dans l'Aviation. Il y gagna la Croix de la Légion d'Honneur.

Après la guerre, il acheva ses études à l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées où se décida sa carrière de constructeur.

Ce n'est pas sur l'art des barrages qu'il fut d'abord amené à exercer son esprit de recherche mais au contact de la mer. En effet, en 1920, il fut nommé Ingénieur des Ponts et Chaussées au Service maritime du Port de Brest. Il y demeura jusqu'en 1928 et y fit ses premières armes au contact des grands ingénieurs français CAQUOT et FREYSSINET dans les travaux à la mer et dans la mise au point de dispositifs ingénieux et nouveaux de soutènement par "murs à échelles" (parements ancrés par tirants dans le massif même à soutenir), dans les premiers essais d'auscultation d'ouvrage par corde vibrante et dans le contrôle de l'exécution du grand pont de Plougastel, conçu par M. FREYSSINET.

Ces premiers travaux orientèrent définitivement M. COYNE vers ce qui devait être sa méthode constante et efficace : l'empirisme scientifique, la méthode expérimentale employée à la construction.

C'est déjà formé à cette école, qu'il devint en 1928 Ingénieur en Chef du "Service d'aménagement de la Haute-Dordogne". Là devait commencer sa prestigieuse carrière de constructeur de barrages, dès l'abord inaugurée par des ouvrages aussi extraordinaires pour l'époque que le batardeau-voûte de Saint-Etienne-Cantalès, cinq fois plus long que haut, et surtout en 1932, la grande et fine coupole de Marèges par laquelle il atteignit d'emblée un record.

Dès lors, il ne devait cesser de perfectionner la technique du barrage-voûte, le mieux adapté à la plupart des vallées françaises, combinant dans un grand souci d'économie et de sécurité la finesse des formes avec leur simplicité. Ce furent, après Marèges, Saint-Etienne-Cantalès, l'Aigle, Bort, le Chastang, Tignes ... sans compter plusieurs voûtes au Portugal, en Afrique du Nord, des voûtes multiples de grande ouverture dans des vallées très larges ... C'est maintenant la voûte plongeante de Roselend, les voûtes multiples de Grandval, la grande voûte de Kariba, sur le Zambèze, en Rhodésie (en association avec Sir Alexander Gibb and Partners, de Londres, et la Société générale d'Exploitations industrielles) ... Ce seront bientôt de nouveaux ouvrages en

Extrême-Orient et ailleurs, en tout plus de cent barrages dispersés sur un quart de siècle de recherches et d'effort créateur.

Dans le même temps, M. COYNE perfectionnait, avec le concours de ses assistants, la technique des "témoins sonores", inventait le déversoir en "saut de ski" qui lance en l'air, dans la vallée, des débits de crues qui sont allés tout de suite jusqu'à 4.000 m^3/s, et parallèlement aux recherches contemporaines de M. FREYSSINET, avait l'idée de la précontrainte avec intervention du sol de fondation, dont la première et audacieuse application fut faite en 1931 en Algérie, au barrage de Cheurfas, qui fut consolidé par 37 tirants d'acier tendus à 1.000 tonnes chacun et scellés dans les grès tendres.

M. COYNE avait été nommé Chef du Service technique des grands barrages en 1935, Inspecteur général des Ponts et Chaussées en 1941; il fonda, en 1947, le Bureau d'études A. COYNE et J. BELLIER et c'est à la tête de cette Société, qui groupe maintenant une centaine de techniciens formés à son école, qu'il devint Ingénieur-Conseil de l'Electricité de France et des Grandes Administrations techniques françaises de Sociétés et Gouvernements étrangers. Il a été de 1946 à 1952, Président de la Commission internationale des grands barrages. A ce titre, il présida, en 1948, le Congrès de Stockholm, en 1951, le Congrès de New Delhi. En Septembre 1952, il fut nommé Membre d'Honneur de l'American Society of Civil Engineers. Il a reçu à deux reprises (1937 et 1948) le prix Duplat Taylor de la Société des Ingénieurs civils de France, section Britannique.

Le Centre d'études architecturales lui a décerné en 1953 son Grand prix d'architecture. Laurea honoris causa in ingegneria del Politecnico di Milano. Il était Commandeur de la Légion d'Honneur, Honorary Commander of the Most Excellent Order of the British Empire (Civil Division) C.B.E. et Commandeur de l'Ordre du Christ du Portugal.

°
° °

Albert PÉRARD
(1880 - 1960)

Albert PÉRARD, né à Neuilly-sur-Seine le 10 septembre 1880, mourut à Valence le 21 octobre 1960.

Il fit de brillantes études et entra à l'Ecole Polytechnique en 1900. Toute sa vie s'est écoulée au Bureau international des Poids et Mesures où il devint assistant dès sa sortie de l'Ecole Polytechnique. Sous-Directeur en 1931, Directeur en 1936, succédant alors à Charles-Edouard GUILLAUME, il conserva la direction de cet Etablissement jusqu'en 1951 où il fut admis à la retraite.

Albert PÉRARD consacra toute sa vie à la métrologie; en métrologie classique, il mit au point une méthode expéditive originale pour la réduction des nombreuses valeurs numériques obtenues au cours d'un étalonnage complet, méthode qui permet une grande économie de temps. Il organisa au Bureau international des Poids et Mesures la comparaison des étalons de mesures électriques et travailla personnellement aux expériences sur les ohms étalons. Toutefois, les méthodes interférentielles tinrent une place prépondérante dans son oeuvre.

Après l'apparition des calibres d'épaisseur de JOHANSSON, en 1910, Albert PÉRARD se montra le spécialiste de la métrologie des longueurs. Il mit au point une méthode interférentielle pour mesurer l'épaisseur des calibres de moins de 10 mm, puis il étendit cette méthode à la mesure des calibres à bouts sphériques dont il détermina les déformations par contact.

En 1921, il construisit un petit interféromètre industriel pour mesurer des étalons de 20 mm, puis un grand comparateur industriel pour des étalons de 1,20 m; en 1939, il se proposait de reprendre la mesure du mètre en longueur d'onde, lorsque la guerre éclata.

Ces travaux, importants pour la normalisation industrielle, devaient avoir d'heureuses conséquences pour la métrologie scientifique; Albert PÉRARD étudia systématiquement les diverses radiations "monochromatiques" utilisables en interférométrie afin de rechercher les mieux définies. Comme les tubes à mercure ou à néon, d'un usage courant, fournissant des raies multiples ou qui se renversent, ne peuvent convenir lorsque les différences de marche à mesurer dépassent quelques centimètres, il entreprit de longues séries de mesures pour déterminer la correction, fonction de l'ordre d'interférence, qu'il faut appliquer à l'excédent fractionnaire calculé à l'aide des longueurs d'ondes obtenues sur de petits parcours; cette correction porte le nom "d'effet Pérard".

Pour lui, les meilleures sources de radiations monochromatiques sont le cadmium déjà reconnu par MICHELSON, le krypton et comme étalon secondaire, en raison de sa luminosité, la raie verte du néon. Ses recherches sont bien antérieures à la découverte des méthodes permettant la séparation des isotopes, aussi n'a-t-il pas fait mention de la raie orangée du Krypton 84 ou 86, proposées en 1953 et 1957.

Dans une étude publiée en 1927, Albert PÉRARD reprit l'idée de BABINET (1827) suggérant d'utiliser comme étalon naturel la longueur d'onde d'une radiation lumineuse déterminée, au lieu de la longueur d'une règle en platine. Il rappela la nature complexe de la plupart des raies spectrales et attira l'attention sur les causes multiples qui peuvent altérer la longueur d'onde, concluant toutefois "qu'avec une longueur d'onde mieux qu'avec tout étalon matériel, les variations seraient parfaitement définies".

Conformément à son désir, ce n'est qu'après des études minutieuses sur les corrections nécessaires que la XI° Conférence générale des Poids et Mesures a décidé de rapporter le mètre à la longueur d'onde d'une radiation émise par l'atome de Krypton 86 entre deux niveaux spécifiés, les mesures étant réduites au vide, à une intensité nulle du courant d'excitation, et à l'atome émetteur au repos.

Albert PÉRARD fut affecté pendant les deux dernières guerres aux Services de repérage par le son.

En 1943, il fut élu Membre de l'Académie des Sciences et, en 1959-1960, il présida le Bureau des Longitudes auquel il appartenait comme correspondant depuis 1935, et comme Membre titulaire depuis 1956. Il fut président de la Société française de Physique et de la Société astronomique de France, et depuis 1947, président du Bureau national scientifique et permanent des Poids et Mesures de France.

L'esprit toujours en éveil, il ne cessa de s'intéresser aux progrès de la science que vers les derniers mois de sa vie où il dut

quitter Paris pour raison de santé : aux séances du Comité international des Poids et Mesures et de ses Comités consultatifs, ses avis étaient toujours très écoutés ; en 1954, il suppléa Maurice de BROGLIE à la présidence des séances de travail de la X° Conférence générale des Poids et Mesures et en 1956, présida la 1ère Conférence générale des Etats Membres de l'Organisation internationale de Métrologie légale. La XI° Conférence générale lui adressa un télégramme de voeux, mais il ne put répondre; dix jours après, il s'éteignait.

Il appartenait aux Sections de Gravimétrie et de Triangulation du Comité national français de Géodésie et Géophysique.

°
° °

Jules BAILLAUD
(1876 - 1960)

Né le 14 janvier 1876, il suivit la voie indiquée par son père, éminent astronome, et consacra sa longue carrière à l'Astronomie. Il fit un court séjour à l'Observatoire de Lyon où il fut chargé des services de Météorologie et d'Electricité atmosphérique ; puis nommé à l'Observatoire de Paris, il devint en 1925 astronome titulaire et n'accepta la direction de l'Observatoire du Pic du Midi en 1937 qu'à la condition de conserver ses fonctions à Paris.

En 1952, il fut élu Membre de l'Académie des Sciences.

L'oeuvre maîtresse de sa vie est l'établissement de la Carte du Ciel ; ses nombreux efforts et travaux lui valurent la nomination comme Président de la Commission internationale de la Carte du Ciel. En effet, il s'attacha à résoudre de nombreux problèmes pour améliorer et accélérer l'établissement de cette carte : il étudia systématiquement la Photométrie photographique, construisit des appareils spéciaux, entreprit des recherches de Photométrie, de Sensitométrie, de Spectrophotométrie.

En outre, il institua une méthode rapide de réduction des observations photographiques de petites planètes, découvrant une petite planète nouvelle et trois étoiles variables à très courtes périodes.

Il participa à l'observation de deux éclipses de soleil, prit part aux premières déterminations des différences de longitudes par la radio et se trouvait en Russie, pour la détermination de la différence de longitude Paris-Pulkowo quand la guerre éclata. Il fut mobilisé alors comme chef d'une section de repérage de l'artillerie par le son puis comme chef d'une section topographique.

Ses nombreuses missions à l'Observatoire du Pic du Midi en vue de recherches de spectrophotométrie stellaire, son goût réputé pour les ascensions en montagne le firent nommer Directeur de cet Observatoire et c'est grâce à lui, que cet Observatoire est devenu un des meilleurs de montagne : d'une part, il s'occupa des questions matérielles, des communications, fit construire un téléphérique, dota l'Observatoire de l'énergie électrique; d'autre part, il développa les installations scientifiques et attira à l'Observatoire les chercheurs français et étrangers. Un laboratoire fut aménagé pour l'étude des rayons cosmiques par P. AUGER et ses élèves; d'importantes recherches solaires furent entreprises à l'aide du coronographe de LYOT.

Il appartenait à la Section de Gravimétrie du Comité national français de Géodésie et Géophysique ; il assistait régulièrement aux réunions annuelles, mais après la limitation de l'effectif des Sections, avait délicatement demandé à être rayé de la liste pour laisser la place à des personnes plus actives.

COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES

présentées à l'Assemblée Générale
du 7 février 1961

LA CARTE GRAVIMÉTRIQUE DE LA FRANCE

par Jean GOGUEL

Il n'y a pas bien longtemps, l'intensité de la pesanteur apparaissait aux physiciens comme un objet de mesures isolées.

Les gravimètres relatifs à élasticité ont changé les conditions de ces mesures et nous pouvons grâce à eux nous proposer de connaître dans sa totalité le champ de la gravité, dans l'étendue d'un pays comme la France.

Je me propose de vous indiquer aujourd'hui où en est cette entreprise, que nous désignons comme "Carte Gravimétrique de la France", pour rappeler la forme essentielle sous laquelle sont diffusés les résultats. Mais, bien entendu, il en résulte également les valeurs brutes de la gravité en un certain nombre de stations repérées et réoccupables.

Un travail analogue a été entrepris par la plupart des pays hautement développés, mais les échelles adoptées ne sont nullement les mêmes. Il semble que la plupart des pays étrangers aient choisi une échelle de l'ordre de 1/250.000, avec un réseau de mesures beaucoup moins dense que le nôtre, se proposant essentiellement de donner une vue d'ensemble de la pesanteur et de parvenir à ce résultat en très peu d'années. Au contraire, en France, on s'est imposé dès le début une densité de stations beaucoup plus forte, de l'ordre de celles utilisées dans les prospections préliminaires, de manière à être assuré de ne pas laisser échapper d'anomalie susceptible d'avoir une importance économique. C'est d'ailleurs là une notion vague, et qui a évolué; on sait maintenant que peuvent être économiquement intéressantes des anomalies beaucoup plus fines que celles que l'on pouvait mesurer il y a 20 ans. Bien entendu, la recherche d'un tel détail impliquait un long délai d'exécution; le travail, commencé il y a près de 20 ans, est aujourd'hui en assez bonne voie d'achèvement, pour qu'il soit utile de faire le point.

Dans ce travail, ont pu être incorporées de très nombreuses prospections, grâce aux dispositions législatives qui en font tomber les résultats dans le domaine public, au bout de 10 ans en général, aujourd'hui sans délai pour les prospections pétrolières. Mais surtout, cette incorporation des prospections privées a été facilitée par la bonne volonté des Sociétés pétrolières, et des Mines domaniales de potasse d'Alsace, qui ont compris l'intérêt de cette mise en commun des résultats.

Mais la majeure partie du levé est l'oeuvre du BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES (B. R. G. M. - B. R. G. G. M.), par ses équipes propres et, au début, grâce à la C. G. G. De plus, le B. R. G. M. assure la réduction à des bases uniformes et la publication des autres campagnes. Les cartes ci-jointes indiquent les commettants des mesures (s'il y a eu deux campagnes successives, on n'a retenu

que la plus dense), Bureau de recherches de Pétrole, Sociétés pétrolières, Mines domaniales de potasse d'Alsace (M. D. P. A.), Sociétés minières (ce sont en général de petites surfaces à haute densité de stations) et B. R. G. M. et les zones levées respectivement par la Compagnie générale de Géophysique, les Mines domaniales de potasse d'Alsace et le B. R. G. M.

L'une des tâches essentielles de l'élaboration a été la réduction à des bases et étalonnages uniformes. Un travail important a été effectué et se poursuit, pour assurer l'homogénéité des mesures à l'échelle mondiale; il s'est traduit, en 1951, par l'adoption de certaines valeurs pour les stations de référence, PARIS - TOULOUSE. D'ici un an, l'achèvement de la base européenne conduira sans doute à de légères rectifications. Un jour peut-être, toutes ces valeurs devront être modifiées d'une douzaine de milligals si on change la valeur de POTSDAM. Il ne pouvait être question de reprendre toutes les cartes, aussi celles-ci ont elles été calculées avec deux valeurs de référence, PARIS et TOULOUSE, indiquées sur chaque feuille (PARIS A. 980.943, TOULOUSE 442,18), qui diffèrent de moins de 1 mgl des valeurs de 1951, et dont les valeurs de l'an prochain ne s'écarteront sans doute pas plus : si l'on peut revenir dans ce système, il suffit pratiquement de faire une interpolation selon la latitude.

La correction étant toujours inférieure au mgl, beaucoup d'usagers s'en désintéressent.

Si on devait refaire un tel levé, on commencerait par établir un réseau de bases, de premier ordre, entre lesquelles on interpolerait. Il n'en a pas été ainsi, et le réseau a été réalisé de proche en proche, par blocs successifs de bases. Je ne crois pas que la précision en souffre; les liaisons gravimétriques posent un problème tout différent des réseaux géodésiques. On ne dispose pas d'instruments plus précis pour les bases que pour le détail, et la distance n'intervient pas, mais seulement les écarts en latitude, si bien que la Base PARIS-TOULOUSE, avec laquelle de nombreuses comparaisons ont été faites, constitue un premier ordre suffisant. Pour le reste, les réseaux de bases ont été levés et compensés par blocs, de 20 à 50, en faisant intervenir toutes les liaisons mutuelles, ce qui met facilement en évidence la très faible proportion des mesures entachées d'une erreur de quelques centièmes de mgl. Les vérifications dont on dispose, par comparaison de mesures indépendantes, me conduisent à penser que l'erreur des valeurs de bases, par rapport aux références fixées, est de quelques dizièmes, l'homogénéité étant à quelques centièmes près. Les 2700 bases sont réoccupables, et définies par des croquis, qu'il n'a pas paru nécessaire d'imprimer à l'avance, mais dont des tirages sont effectués sur demande : la quasi-totalité des prospections complémentaires les prennent pour point de départ.

La carte (fig. 1) indique la densité de stations, assez variable selon les régions. Sauf de petites zones, nivelées au baromètre, ce qui est apparu insuffisamment précis, toutes les stations sont nivelées géométriquement, c'est-à-dire que leur raccordement aux bases est, au plus, à quelque 0,1 mgl. Elles ne sont pas repérées, ni réoccupables.

Si on ne compte comme contribution à la Carte Gravimétrique, que les campagnes à densité inférieure à 1 station/km^2, la carte

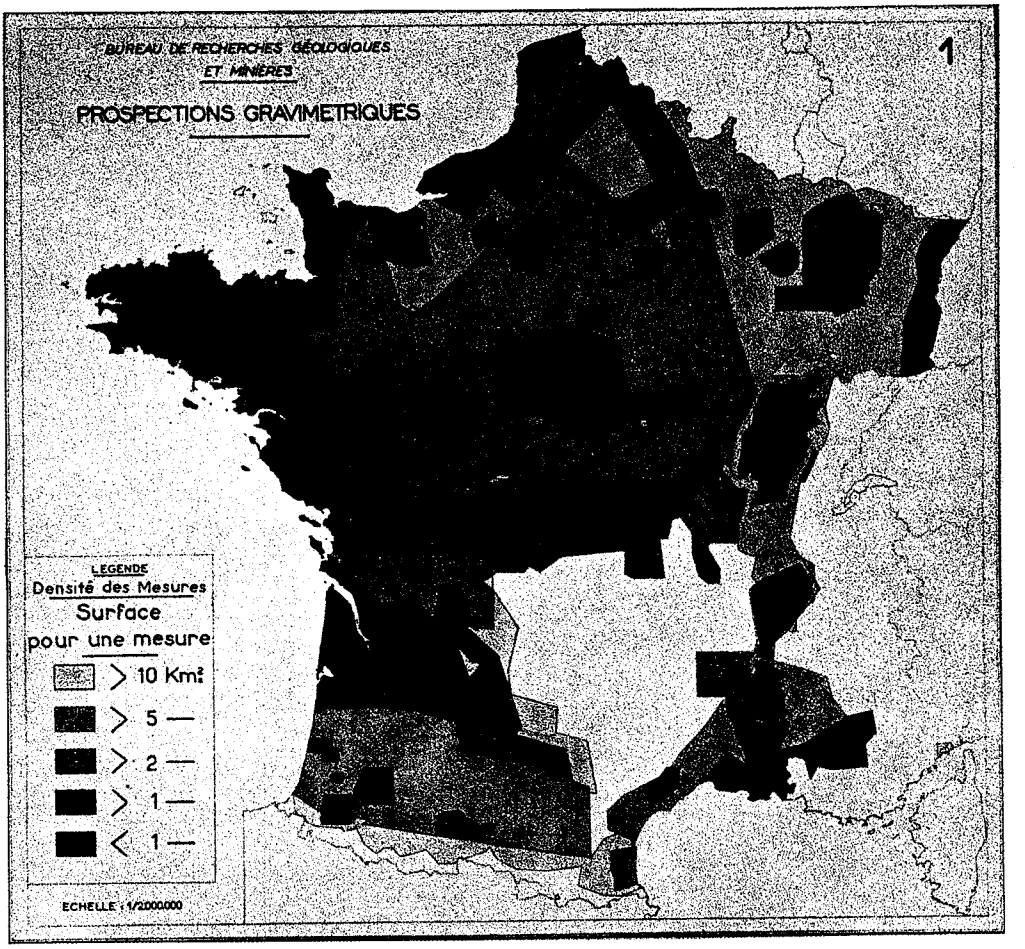

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES
ET MINIÈRES
1
PROSPECTIONS GRAVIMETRIQUES
LEGENDE
Densité des Mesures
Surface
pour une mesure
> 10 Km²
> 5 —
> 2 —
> 1 —
< 1 —
ECHELLE : 1/2000000

Fig. 1

s'appuie sur 170.000 stations, pour 470.000 km^2. Ce chiffre ne correspond pas à la surface levée, car il y a eu quelques répétitions de levés sur des surfaces qui sont comptées en double.

Il vous intéressera de savoir que les levés de détail (plus de 1 station par km^2, et jusqu'à 100 stations/km^2) totalisent presque autant de stations (155.000), sur une surface dix fois moindre.

Je vous ai parlé de la précision des bases, de celle des stations. En traçant les courbes d'anomalie de Bouguer, on suggère une extrapolation. A quelle précision est-elle valable en dehors des itinéraires levés ? L'étude des resserrements, la comparaison de l'allure des courbes interpolées ou appuyées sur des stations, conduit à penser que l'erreur est presque partout inférieure à 2 mgl, c'est-à-dire qu'un usager auquel cette précision suffit peut lire sa valeur sur la carte. Les contrôles ont montré la valeur de la méthode d'interpolation systématique employée pour le tracé des courbes.

On avait pu se demander un moment si un levé de ce type n'épuisait pas la possibilité de la gravimétrie. Il est apparu qu'il n'en était rien : un levé détaillé, au 1/4 de mgl, peut mettre en évidence des détails de structure fine, qui précisent la carte d'ensemble. En pays sédimentaire des particularités de structure d'intérêt pétrolier ont ainsi été mises en évidence. Et, sur le socle, Massif central, Massif armoricain, la carte montre souvent des irrégularités du champ, qui ont imposé une densité de station relativement élevée, et dont le détail pourrait encore être précisé par des mesures plus serrées, sans qu'on puisse dire quelle serait la limite du pouvoir de résolution.

Les cartes (fig. 2 et 3) indiquent l'état d'avancement des levés, les principales lacunes correspondant aux régions montagneuses. Il n'y aura pas de difficultés à lever une grosse partie du Massif central, et ce sera l'oeuvre des prochaines années; pour les zones de très fort relief, il n'en est pas tout à fait de même, et il faudra encore des essais pour savoir à quelle échelle, et moyennant quel type de correction, on pourra tracer une carte significative. En tous cas, il existe dans ces zones des mesures géodésiques, à une densité de l'ordre de 1/100 km^2, qui peuvent être individuellement corrigées, mais dont je ne sais encore si on pourra les mettre en corrélation avec la géologie et tracer les courbes avec quelque certitude.

La carte (fig. 4) indique l'état d'avancement de la publication, tant au 1/80.000 qu'au 1/200.000. On remarquera un certain retard dans l'est, où la réduction des mesures M. D. P. A. demande un très gros travail. Mais on espère résorber ce retard, tout en poursuivant le levé des régions manquantes.

La base de la publication est la carte au 1/80.000, en coupures correspondant à celles de la carte géologique. On indique toutes les stations avec les valeurs correspondantes, et une topographie très limitée, juste suffisante pour permettre d'établir la correspondance avec une carte topographique ou géologique.

Bien entendu, ce qui est cartographié avec des courbes de mgl en mgl, c'est l'anomalie de Bouguer, seule susceptible d'interpolation entre stations, parce que sans corrélation avec l'altitude. La densité adoptée pour son calcul varie suivant les feuilles, et est choisie de façon à réduire les corrélations avec le relief : pour certaines feuilles, il existe deux éditions, avec des densités différentes, par

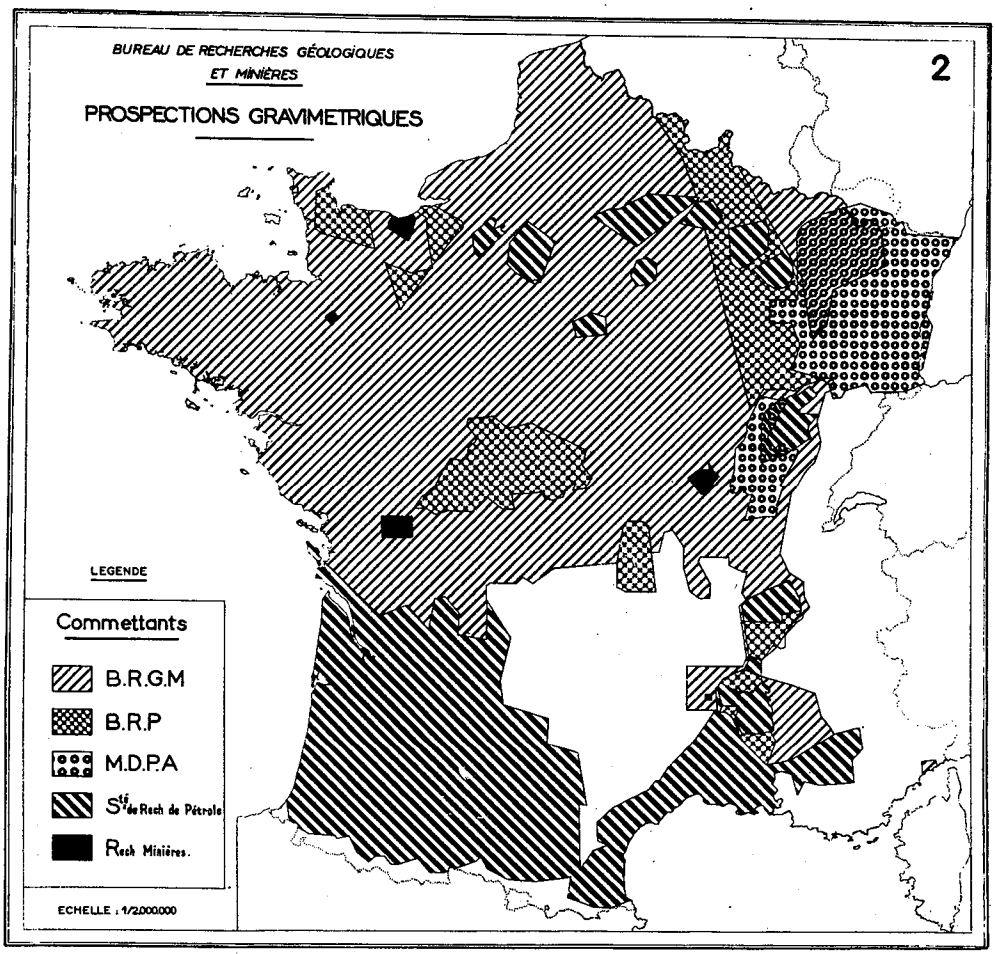

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES
ET MINIÈRES
2
PROSPECTIONS GRAVIMETRIQUES
LEGENDE
Commettants
B.R.G.M
B.R.P
M.D.P.A
Stés de Rech de Pétrole
Rech Minières.
ECHELLE : 1/2.000.000

Fig. 2

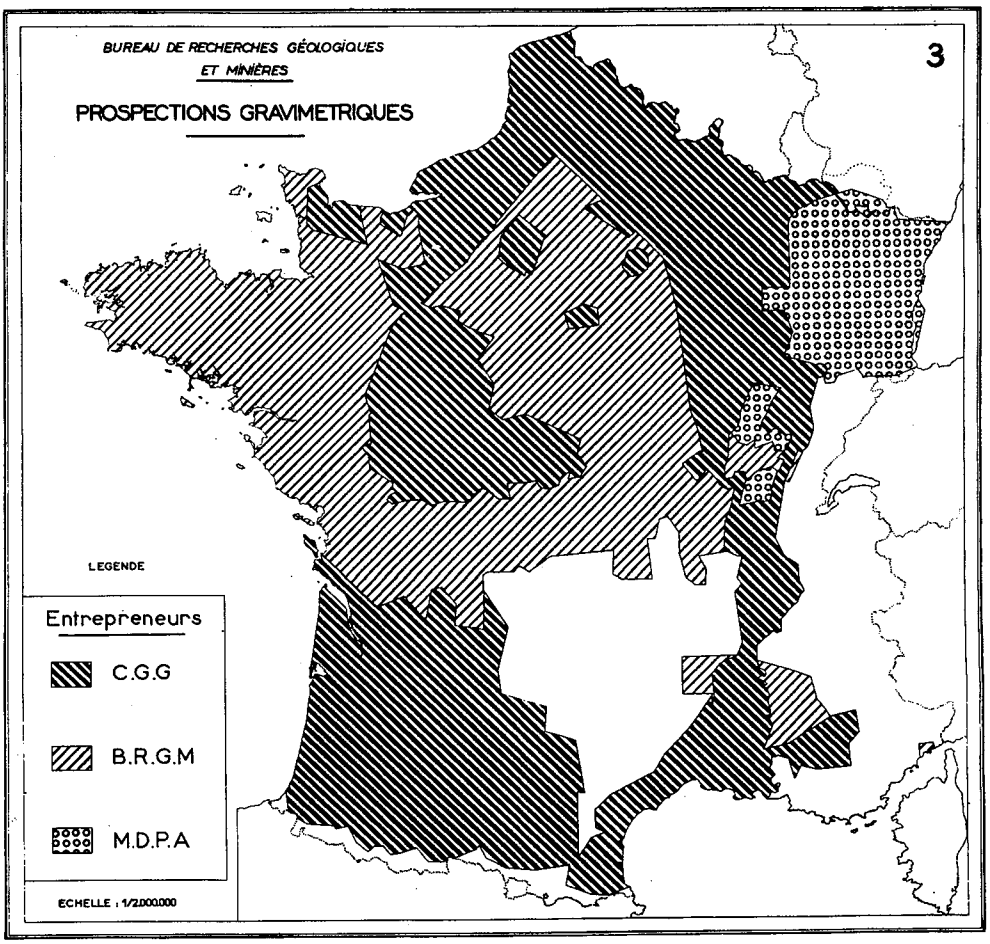

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES
ET MINIÈRES
PROSPECTIONS GRAVIMETRIQUES
3
LEGENDE
Entrepreneurs
C.G.G
B.R.G.M
M.D.P.A
ECHELLE : 1/2.000.000

Fig. 3

exemple 2,3 (densité satisfaisante pour le sédimentaire) et 2,7 pour le socle.

Le plus souvent, les corrections topographiques ne sont pas calculées : elles sont généralement faibles, et il est préférable de laisser au lecteur le soin d'en estimer l'effet, plutôt que de faire des corrections simplifiées et peu précises. Mais lorsque le relief est notable, il devient indispensable de faire le calcul.

De la carte au 1/80.000, il est tiré une réduction au 1/200.000, avec indication, non des stations, mais des itinéraires levés, ce qui est indispensable pour ne tenir compte dans l'interprétation que des particularités bien établies, non des détails de l'interpolation.

Pour certaines régions, on a dressé des cartes au 1/320.000 avec les courbes seules, en couleur, sur une carte géologique simplifiée, en noir; beaucoup de relations apparaissent ainsi, mais une recherche approfondie doit revenir aux échelles plus grandes.

Une réduction au 1/1.000.000, dont il y a eu plusieurs éditions pour la France nord a reçu une large diffusion. Elle montre bien l'allure d'ensemble. Mais il deviendra très difficile de la tracer avec les courbes de mgl en mgl sur le socle, parce qu'on y trouve de trop forts gradients Elle ne peut évidemment se substituer aux cartes détaillées, sans qu'une forte part de l'information que contiennent celles-ci ne soit perdue.

Examiner les usages de la "carte gravimétrique" serait passer en revue toutes les applications de la gravimétrie.

Pour le physicien ou le balisticien, intéressé par les valeurs vraies de la pesanteur à la surface, ou sur leur prolongement en altitude, calculable en vertu d'une théorie classique, se pose le petit problème, de revenir aux valeurs à l'air libre : ceci exige l'usage de la formule internationale, pour tenir compte de la latitude, une correction à l'air libre pour l'altitude, et enfin, le calcul de l'effet du relief avec la densité convenable. Si le calcul est effectué pour une station, il constitue exactement l'inverse de la réduction qui a été effectuée, et doit donc redonner la valeur expérimentale. Mais il peut également être effectué pour un autre point, d'altitude différente, et donnera la gravité vraie avec la précision indiquée ci-dessus.

Pour un prolongement en altitude, il est essentiel de tenir compte d'une manière convenable de l'effet du relief, qui est prépondérant. Le relief peut être considéré comme très bien connu, quant à sa géométrie, grâce aux cartes topographiques. Sa densité est moins bien connue, mais cette incertitude n'intervient que pour la partie du relief située au niveau des stations, ou au-dessus. On sait qu'il aurait été impossible de représenter directement sur une carte les valeurs de la gravité à l'air libre, dont les courbes d'égales valeurs reproduiraient sensiblement l'allure des courbes de niveau du relief, avec un décalage variable. La manière, un peu indirecte, dont sont fournis les résultats à l'usager qui désire connaître la valeur vraie de la gravité, en un point d'altitude connue, est techniquement la seule possible.

Pour l'interprétation géologique, l'anomalie de Bouguer est la donnée essentielle, correspondant à l'effet des structures profondes, débarrassée de tout effet du relief, et indépendamment de toute hypothèse.

Si certaines relations entre la géologie et l'anomalie de Bouguer apparaissent à première vue, ce serait une erreur de croire que le géologue peut tirer immédiatement du levé gravimétrique toutes

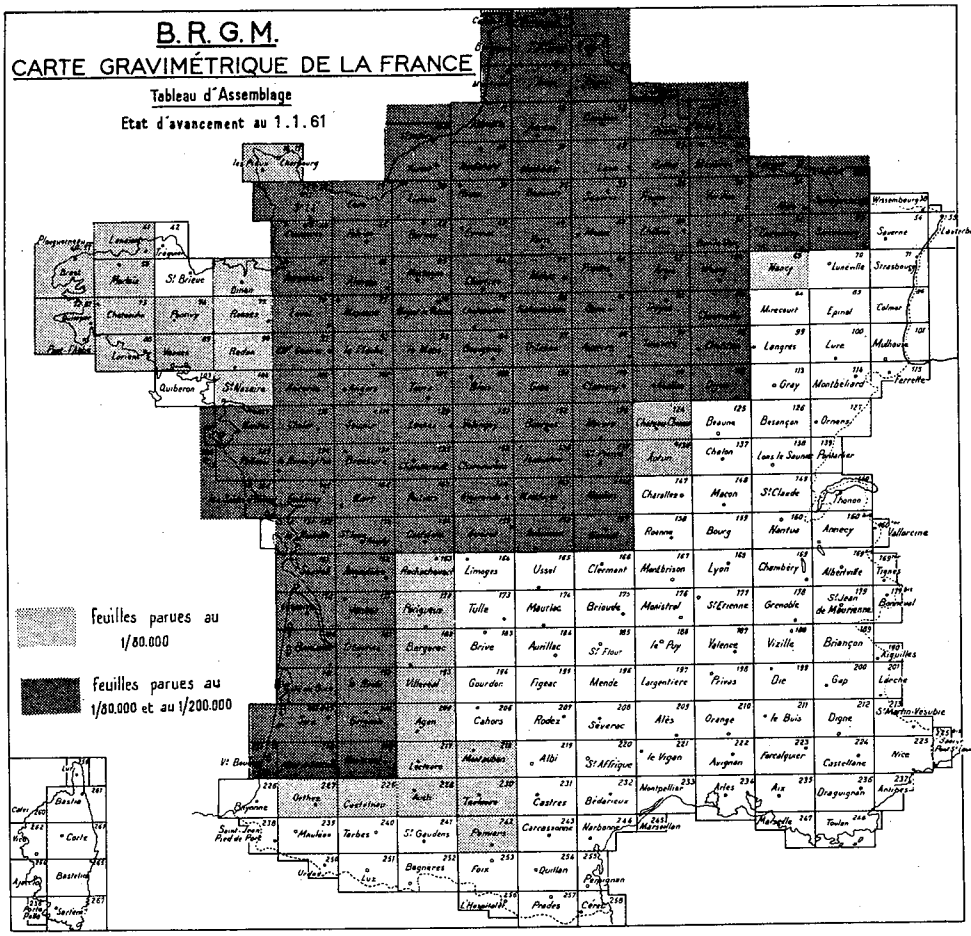

B.R.G.M.
CARTE GRAVIMÉTRIQUE DE LA FRANCE
Tableau d'Assemblage
Etat d'avancement au 1.1.61
feuilles parues au 1/80.000
feuilles parues au 1/80.000 et au 1/200.000

Fig. 4

les informations qu'on peut en attendre. Ce levé est une donnée, à utiliser concurremment avec toutes les autres observations, au fur et à mesure de l'étude géologique régionale. Son usage ne doit pas être réservé au spécialiste. Comme pour les photographies aériennes, il constitue l'un des moyens d'information que tout géologue doit apprendre à utiliser.

Enfin, la gravité constitue le matériel de choix pour l'étude de la structure de l'écorce et de l'isostasie. Tant que le nombre de stations dont on dispose est relativement faible, il peut être rationnel de calculer, et de cartographier, les anomalies isostatiques, dans les différents systèmes. Cela devient impraticable avec le nombre de stations dont nous disposons, mais il revient exactement au même, de comparer à la carte d'anomalies de Bouguer, les cartes de corrections isostatiques, qui ont été établies pour différents systèmes, et qu'il est loisible de perfectionner : ce sont des cartes qui dérivent directement de la connaissance du relief, et des hypothèses, plus ou moins schématiques, qui sont envisagées (et qui comportent un lissage). La démarche générale est ainsi la même qu'en prospection : on compare à la carte tirée des mesures, les valeurs calculées à partir de l'hypothèse sur la structure que l'on se propose de contrôler.

QUELQUES ASPECTS NOUVEAUX DE L'HYDROGÉOLOGIE DU BASSIN PARISIEN

par Gilbert CASTANY

Il y a plus d'un siècle, dès 1825, les premiers forages artésiens aux Sables verts étaient forés, en Artois, au N. du Bassin parisien. Ainsi la ville d'Elbeuf s'alimentait en 1832 par le premier puits dans cette couche aquifère.

Le 24 décembre 1833, sur l'instance du savant ARAGO, alors maire de Paris, fut entrepris par Mulot, au coeur de la capitale, le puits de Grenelle, doyen des grands forages de la région parisienne et peut-être d'Europe. Le treuil à battage à tiges pleines atteignit les Sables verts à 506 m, et à 548 m les eaux, captives depuis des millénaires, jaillirent le 26 février 1841 avec un débit initial de 4000 m^3 / j. Leur température était de 27° 6. Ce succès couronnait une entreprise hardie, étant donnés le matériel rudimentaire et la faible connaissance de la géologie profonde de la région parisienne.

Depuis cette date, près de 300 forages de captages d'eau provoquèrent un grand courant de recherches scientifiques (MAYNARD, E. VIBERT, A. ABRARD, DIENERT, SOYER) dont les résultats furent mis à jour par LEMOINE P., HUMERY R. et SOYER R. (1939).

Cette exploitation intense entraîna un abaissement rapide du niveau piézométrique de la nappe. Les pouvoirs publics, justement alarmés, promulguèrent alors la première loi en France de protection des eaux souterraines (décret-loi du 8 août 1935).

A partir de 1945, le développement des recherches de pétrole dans le Bassin parisien marque une nouvelle étape dans la connaissance des niveaux aquifères profonds. Plus tard, l'hydrologie est reconnue comme un facteur important de la localisation et de l'exploitation des gisements d'huile.

Enfin, la technique du stockage souterrain de gaz de cokerie ou naturel, conduit Gaz de France, dès 1953, à étudier les caractéristiques aquifères des zones de Beynes et de Vernon.

Les résultats de ces travaux confirment les hypothèses antérieures de MEYNARD et A. VIBERT et permettent aujourd'hui de préciser les caractères de l'hydrogéologie du Bassin parisien et d'envisager l'utilisation des niveaux aquifères profonds sur un plan plus général que la seule alimentation en eau.

La documentation sur les ouvrages souterrains rassemblée au B.R.G.M. en application du Code Minier et les documents fournis obligeamment par le Bureau de recherches de pétrole et Gaz de France, nous ont permis de dégager les éléments essentiels des aspects nouveaux de l'hydrogéologie du Bassin de Paris.

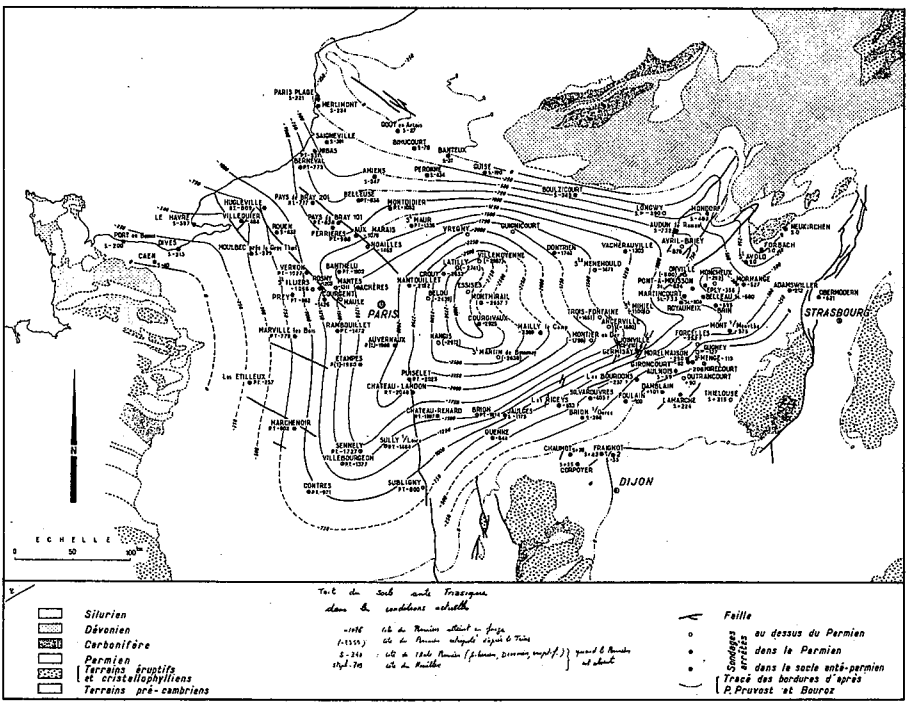

PARIS
STRASBOURG
DIJON
ECHELLE
0 50 100 km
Silurien
Dévonien
Carbonifère
Permien
Terrains éruptifs et cristallophyliens
Terrains pré-cambriens
Faille
au dessus du Permien
dans le Permien
dans le socle anté-permien
Tracé des bordures d'après P. Pruvost et Bouroz

Fig. 1

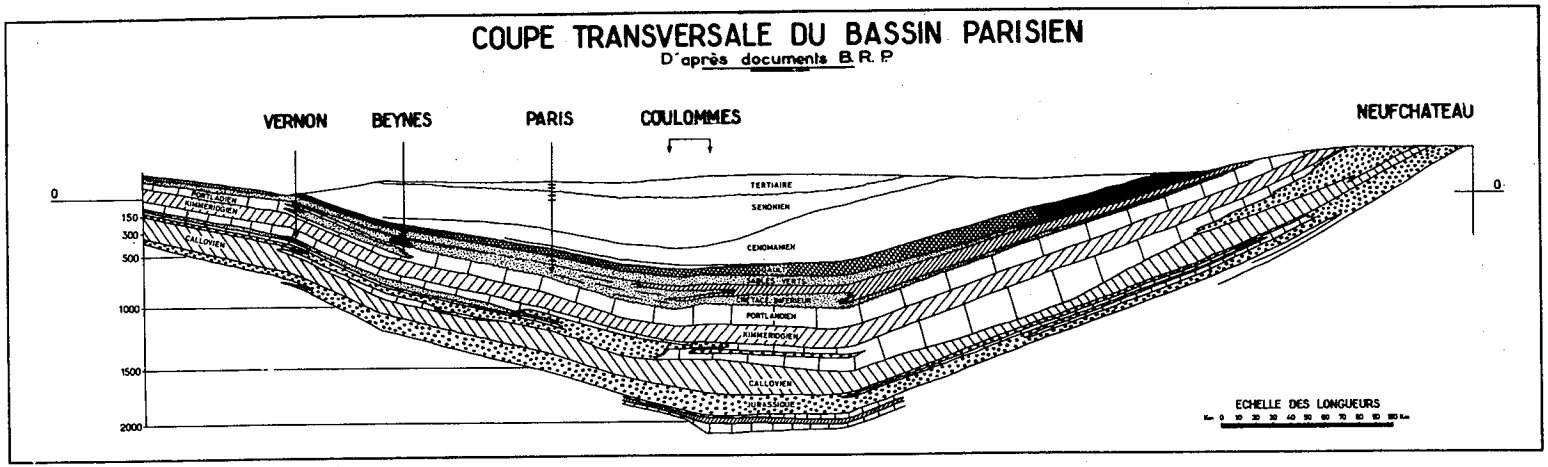

COUPE TRANSVERSALE DU BASSIN PARISIEN
D'après documents B.R.P
VERNON
BEYNES
PARIS
COULOMMES
NEUFCHATEAU
0
150
300
500
1000
1500
2000
TERTIAIRE
SENONIEN
CENOMANIEN
PORTLANDIEN
KIMMERIDGIEN
CALLOVIEN
ECHELLE DES LONGUEURS

Fig. 2

LES NAPPES AQUIFÈRES DU BASSIN PARISIEN

Limites et structures

Le Bassin parisien est une vaste cuvette comblée de terrains sédimentaires dont le maximum de puissance est situé à l'est de Paris.

Le socle primaire du Massif armoricain, du Massif central, du Morvan, des Vosges, des Ardennes et du Boulonnais s'enfonce à quelque 3000 m (fig. 1).

Vers le N.W., la structure se poursuit avec le Bassin de Londres.

Cette accumulation de sédiments est le résultat d'une subsidence continuelle avec intensité maximum au centre.

Les couches sédimentaires apparaissent ainsi comme de vastes cuvettes superposées, amincies vers les bords, certaines débordant largement celles qui les précèdent, comme c'est le cas pour l'Aptien. Les assises supérieures couvrent une surface plus réduite au centre du bassin (fig. 2).

Trois conséquences importantes en découlent :

- le maximum de profondeur des assises se situe au centre;
- l'altitude des affleurements, zones principales d'alimentation des eaux souterraines, étant d'autant plus élevée que l'on s'éloigne vers l'est, c'est-à-dire que l'on descend dans la succession stratigraphique, les nappes sont captives en Ile-de-France et leur niveau piézométrique croit en fonction de la profondeur de leur gisement;
- les eaux souterraines captives doivent parcourir un long trajet dans les assises du sous-sol avant de parvenir aux forages de la région parisienne.

Cette structure est accidentée de plis transversaux et de fractures. Les plus typiques étant l'anticlinal du pays de Bray et les failles de la Seine et de Chartres.

Principaux niveaux aquifères.

Au centre, en Ile-de-France, où toutes les assises sont représentées, nous observons un empilement de nappes et les principaux niveaux aquifères recoupés du haut en bas sont (fig. 3) :

- les alluvions de la Seine et de ses affluents;
- les sables de Fontainebleau (Stampien);
- le calcaire de Brie (Sannoisien);
- le calcaire de St-Ouen (Bartonien supérieur);
- les sables de Beauchamp (Bartonien supérieur);
- le calcaire grossier (Lutétien);
- la nappe du Soissonnais (Sparnacien);
- la nappe de la Craie (Crétacé supérieur);
- la nappe des Sables verts (Albien);
- la nappe du Crétacé inférieur (Wealdien);
- les horizons aquifères du Lusitanien (Jurassique moyen);
- les horizons aquifères du Dogger (Jurassique inférieur).

Dans cette succession d'assises perméables et imperméables, les argiles du Gault (Albien supérieur) représentent un horizon remarquable par sa puissance et sa continuité. Elles forment le toit considéré comme étanche d'un complexe aquifère constitué par les Sables verts surmontant les sables et argiles du Crétacé inférieur, celui-ci étant compartimenté en nappes plus ou moins intercommunicantes, surtout dans le secteur occidental. Le substratum général est formé par le Jurassique supérieur.

Nous noterons que les terrains perméables, interstratifiés entre le Gault et le Jurassique supérieur, à dominance argileuse à l'est et au sud-est, deviennent plus sableux et plus épais vers le centre.

Toutes ces nappes présentent leur intérêt selon les zones ou les buts retenus. Le thème de cet exposé nous conduit à n'envisager que les horizons aquifères qui posent les problèmes les plus importants.

NAPPE DES SABLES VERTS

L'Albien inférieur est représenté par une assise de sables siliceux, plus ou moins argileux, riches en glauconie qui leur donne une teinte verte, formant un des plus importants horizons aquifères du Bassin parisien. C'est le premier niveau artésien qui fut reconnu et étudié en détail.

Structure de l'assise des Sables verts.

Les affleurements sont connus à l'est où ils forment un vaste arc de cercle à 140 - 180 km de Paris, se développant du N. au S. sur 480 km de long, d'Hirson à Romorantin-Vierzon (Bourges, fig. 3 et 4). Leur superficie est d'environ 944 km^2. Il faut ajouter au N.W. le Boulonnais et à l'ouest le pays de Bray. Soit au total 1000 km^2 environ. Leur altitude est en moyenne de 160 - 200 m avec un maximum à 300 et un minimum à 110 m.

Les couches s'enfoncent vers le centre pour atteindre sous Paris, suivant les points, les profondeurs de 490, 510 et même 780 m à la fosse St-Denis. Elles traversent la Manche du cap d'Antifa à l'île de Wight et atteignent le Bassin de Londres.

Caractéristiques stratigraphiques.

La puissance du complexe dit des Sables verts augmente des bordures N.N.W. et E., vers le centre où elle atteint 60 à 80 m et même 100 m (fig. 2). Les affleurements à l'est, dans la Marne et la Champagne montrent des sables argileux sur 20 m de puissance; dans l'Aube, ils se réduisent à 10 m; dans l'Yonne (Puisaye) ce sont des sédiments argileux avec quelques intercalations de sables (Cl. MEGNIEN, 1959). Vers le S.E., avec le Sancerrois, l'Albien inférieur est plus sableux et plus puissant (40 m); au Boulonnais il n'atteint qu'une dizaine de mètres.

PRINCIPAUX NIVEAUX AQUIFÈRES DU BASSIN PARISIEN

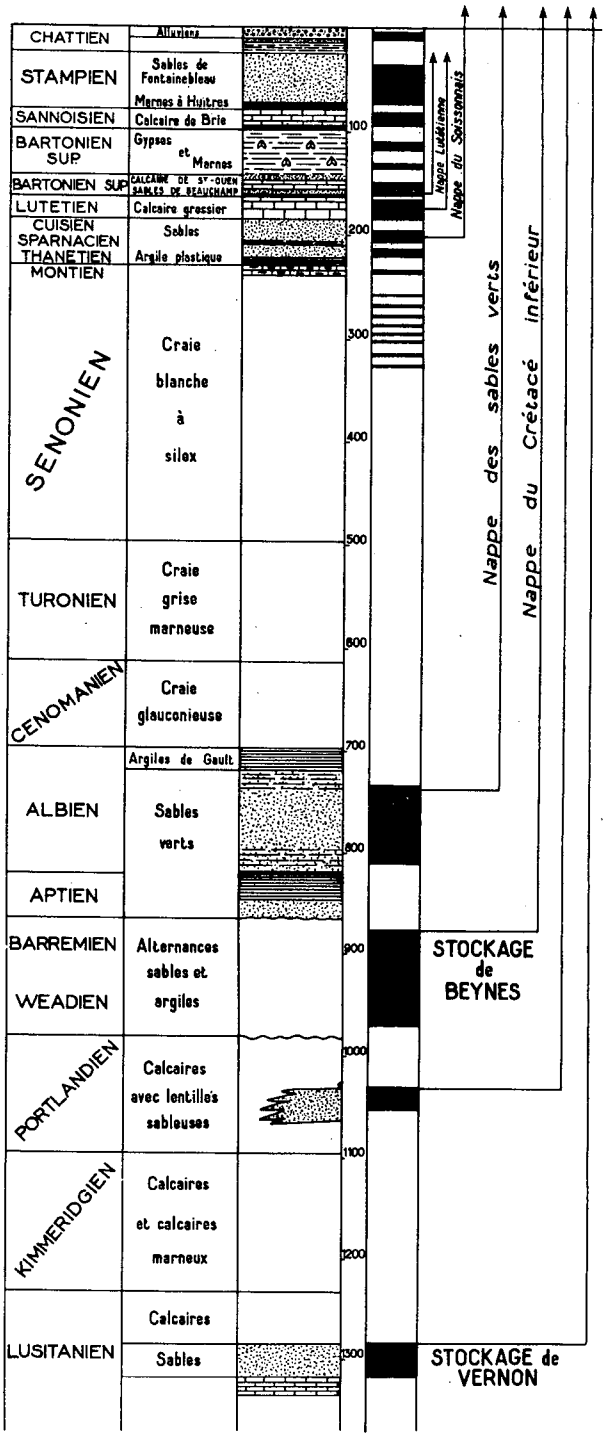


Fig. 3

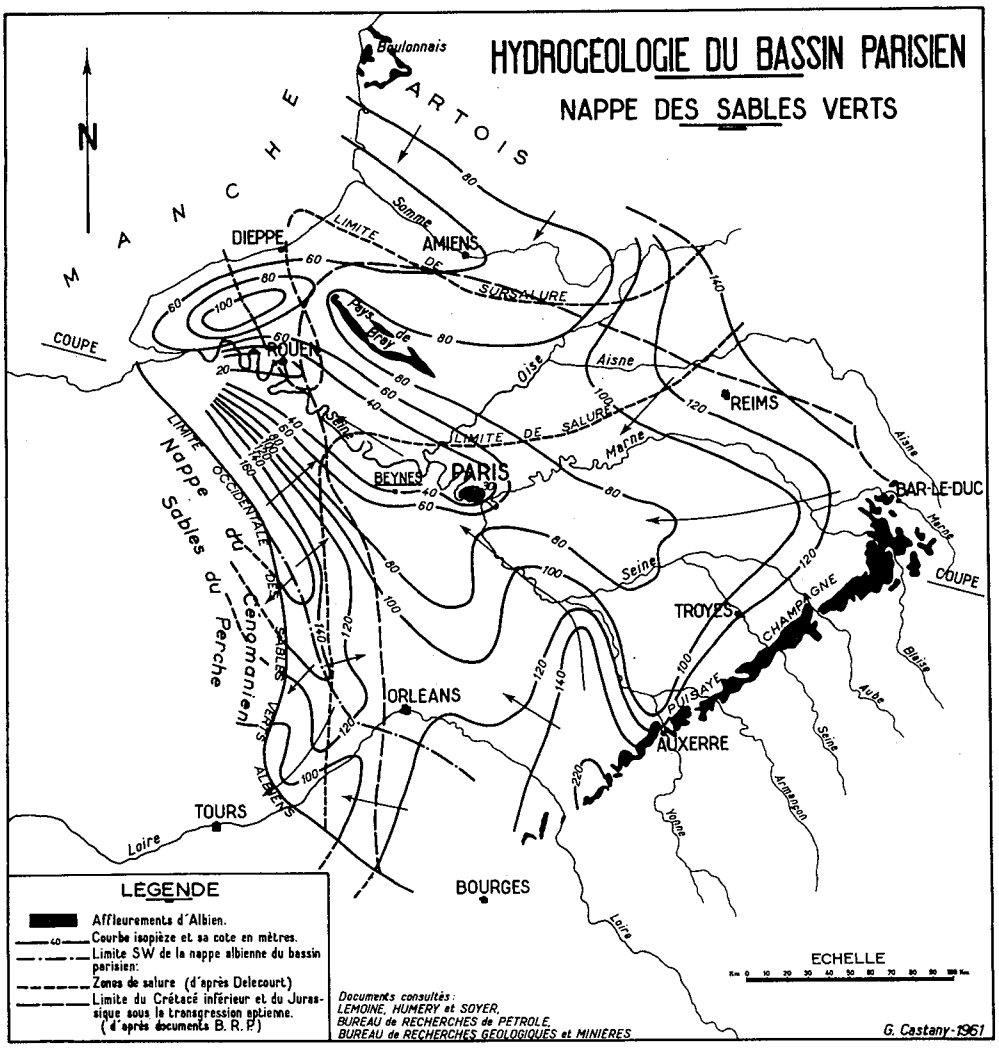

HYDROGEOLOGIE DU BASSIN PARISIEN
NAPPE DES SABLES VERTS
N
MANCHE
ARTOIS
Boulonnais
DIEPPE
AMIENS
Somme
LIMITE DE SURSALURE
COUPE
ROUEN
Pays de Bray
Oise
Aisne
REIMS
Seine
LIMITE DE SALURE
Marne
PARIS
BEYNES
BAR-LE-DUC
Nappe Sables du Perche
LIMITE OCCIDENTALE DES SABLES
Cénomanien
TROYES
CHAMPAGNE
Seine
Aube
Blaise
ORLEANS
PUISAYE
AUXERRE
Armançon
Yonne
TOURS
Loire
BOURGES
LEGENDE
Affleurements d'Albien.
Courbe isopièze et sa cote en mètres.
Limite SW de la nappe albienne du bassin parisien:
Zones de salure (d'après Delecourt)
Limite du Crétacé inférieur et du Jurassique sous le transgression aptienne. (d'après documents B. R. P.)
Documents consultés:
LEMOINE, HUMERY et SOYER,
BUREAU de RECHERCHES de PETROLE,
BUREAU de RECHERCHES GEOLOGIQUES et MINIERES
ECHELLE
G. Castany - 1961

Fig. 5

TABLEAU I

Valeurs de la capacité spécifique de différents forages.

Région	Nom du forage	Année	capacité spécifique en m^3 /h/m
Aisne (N. E.)	Bucy-le-Long	1934	6
Marne (E.)	Dompremy	1932	8
	Heiltz	1932	3
	Vavray-le-Grand	1935	0,3
	Vavray-le-Petit	1932	0,8
Oise (N.)	Beauvais	1936	2
Eure (O.)	Pont-de-l'Arche	1902	7
Seine-Maritime	Eu	1885	2
	Grand-Quevilly	1920	7
Région parisienne	Epinay	1935	10
	Nanterre	1933	18
	Pantin-le-Duc	1935	8
	Pantin-Est	1936	9
	La Plaine-St-Denis	1936	18
	Paris-Say	1933	13
	Butte-aux-Cailles	1934	14
	Villeneuve-la-Garenne	1934	11
	Achères	1932	10
	Poissy	1931	7
	Versailles	1928	4

Ainsi que nous l'avons déjà précisé, leur toit est constitué par les argiles du Gault, assise imperméable continue de 40 à 50 m. d'épaisseur moyenne. Celle-ci diminue d'est en ouest. A leur base, ils sont séparés, dans la moitié est et le centre, des sables du Crétacé inférieur, par des argiles. Par contre dans les secteurs W. et S. W., les intercalations argileuses sont discontinues.

Caractéristiques hydrogéologiques.

La porosité totale varie de 20 à 25 %, alors que la porosité efficace est en moyenne de 20 %.

La perméabilité moyenne est très variable ; dans la zone centrale elle serait de 3.10^{-5} m/s. A Beynes l'interprétation de la courbe de remontée d'un essai de débit par la méthode de Theis-Jacob donne une valeur de 10^{-5} m/s.

La capacité spécifique (débit par mètre de rabattement) des forages est fonction de la zone exploitée et des caractéristiques techniques du captage. En particulier le développement artificiel, avec mise en place de massifs de graviers, a nettement augmenté le rendement (tableau I).

Dans l'ensemble la capacité spécifique atteint des valeurs maximales au centre dans la région parisienne.

L'écoulement des eaux souterraines se dégage nettement de la carte en courbes isopièzes (fig. 4). Nous noterons plus particulièrement les zones d'alimentation du S. E., de l'est, du nord et du pays de Bray, et le bombement de la zone de Dieppe. Une zone de dépression importante apparaît dans l'axe de la vallée de la Seine, provoquée par l'importance des prélèvements par forage auxquels s'ajoutent peut-être des pertes dues à la faille de la Seine. A l'W. et au S. W. (Orléans) la ligne de partage des eaux souterraines entre le Bassin de Paris et la Touraine (nappe tourangelle) est très nette.

L'évolution de la composition chimique des eaux souterraines d'est en ouest, a fait l'objet d'études de J. DELECOURT (1937). Les eaux bicarbonatées calciques, légèrement chlorurées, d'une composition chimique constante dans un vaste secteur oriental, des affleurements à une ligne Reims, Paris, Orléans, se chargent en sels dissous, et surtout en Cl Na, au cours de leur lent cheminement dans les couches aquifères. Elles passent au type bicarbonaté chloruré sodique à l'ouest et au N. W. Leur teneur en sels augmente encore au voisinage du littoral. Cet accroissement progressif de la salinité vers le N. N. W., c'est-à-dire vers la mer d'une part et, d'autre part, en fonction de l'éloignement des affleurements, lesquels représentent la zone d'alimentation, peut s'expliquer par trois hypothèses : envahissement de la nappe par infiltration d'eau de mer, enrichissement en sels par lessivage des terrains ou dessalement incomplet des eaux intraformationnelles (eaux connées). En effet, lors de la formation des dépôts de sables albiens, des eaux de mer ont été emprisonnées dans les sédiments. La circulation des eaux douces d'infiltration au cours des dernières époques géologiques a dessalé les couches aquifères, mais l'écoulement étant faible à l'W., cette action y a été moins importante qu'à l'E. et au centre. Cette deuxième explication, en accord avec les conclusions de l'étude de l'écoulement, est la plus probable.

Bilan hydrologique - Epuisement.

L'épuisement de la nappe des Sables verts, qui se manifeste par la chute des niveaux piézométriques, consécutive à la multiplication des forages, conduit à tenter l'établissement d'un bilan hydrologique (fig. 5 et tableau II).

Tableau II

Baisse des niveaux piézométriques dans la région parisienne de 1841 à 1956.
(d'après LEMOINE P., HUMERY R. et SOYER R.)

Forage	Date	Niveau piézométrique en m.
Paris-Grenelle	1841	126
Paris-Passy	1861	92
Paris - Butte-aux-Cailles	1904	89
Poissy	1931	65
Paris - raffinerie Say	1933	55
Paris - Butte-aux-Cailles	1934	42
Pantin	1935	43
Pantin - Ourcq	1936	39,4
La Plaine-St-Denis	1936	36
Pantin C.G.E.	1936	32
Quai de Passy	1956	27

Les apports peuvent provenir de l'alimentation directe par les affleurements et de l'alimentation indirecte par déversement d'autres nappes à une pression piézométrique plus élevée.

L'alimentation directe par les affleurements a été calculée par de nombreux auteurs auxquels nous empruntons les résultats (RULOT, MARTEL, Van den BROECK, DIENERT). La superficie totale des affleurements est de 1000 km^2 environ. Les précipitations d'hiver qui alimentent les eaux souterraines y apportent environ 432.000.000 m^3. Le taux moyen d'infiltration est estimé par DIENERT à 28 % et par IMBEAUX à 25 %. Etant données les connaissances récentes sur la proportion d'argile des couches albiennes, nous pensons que ce chiffre est trop élevé et qu'il devrait être ramené à une valeur moyenne de 10 %. C'est donc un débit d'environ 43.000.000 m^3 qui alimente la nappe par an.

Les faibles pentes du sol (5 %) limitent l'alimentation par le ruissellement de surface des zones voisines. Mais il faut considérer l'apport des nombreuses sources issues des horizons aquifères sous-jacents et qui émergent à l'est.

D'après les études, l'infiltration des eaux de surface (cours d'eau) est faible.

L'alimentation indirecte par déversement des nappes sous-jacentes, dont les niveaux piézométriques sont plus élevés (tableau III) et surtout celles du Crétacé inférieur (Wealdien) doit être importante à l'ouest et au S.W. (fig. 6 et tableau III).

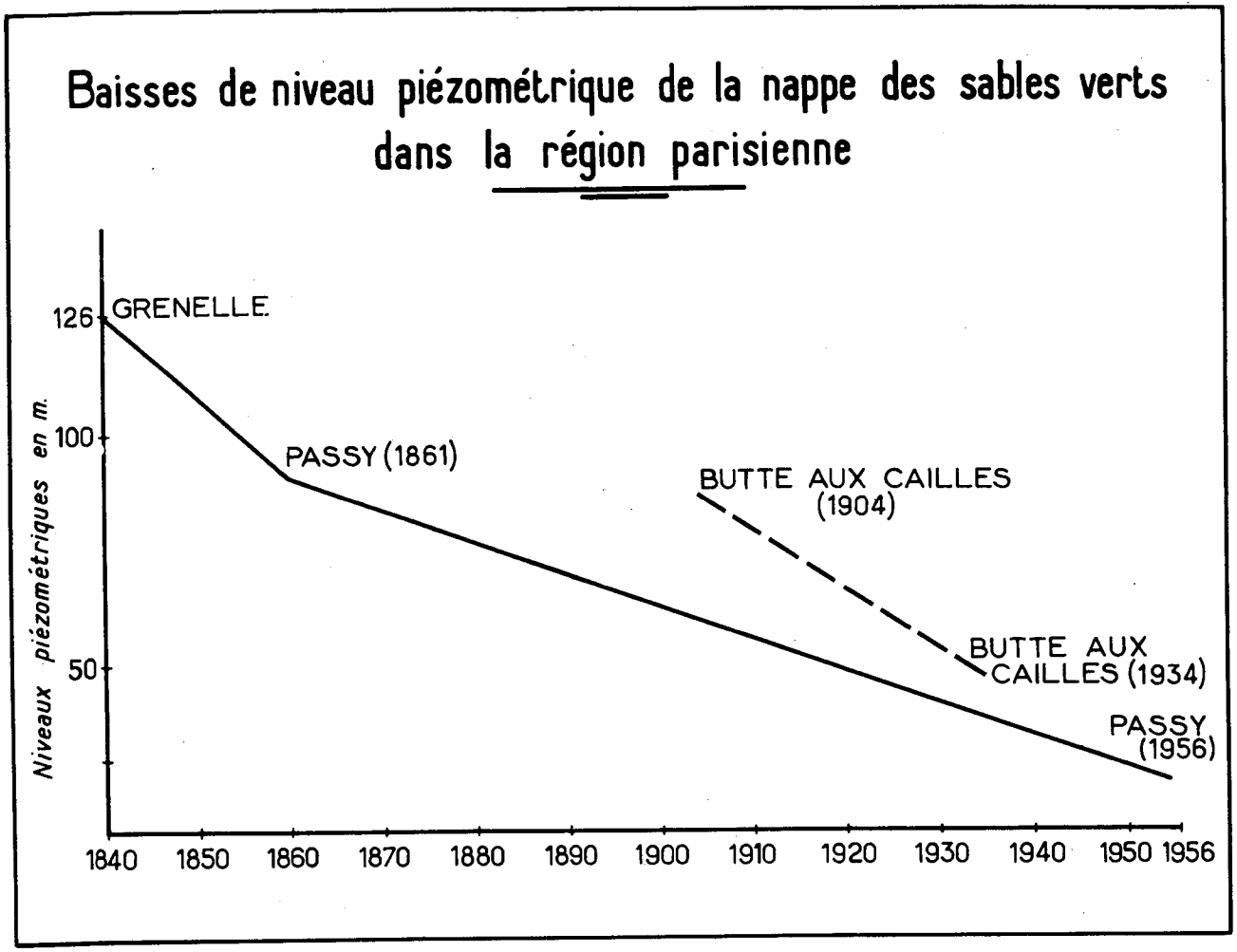

Baisses de niveau piézométrique de la nappe des sables verts dans la région parisienne
Niveaux piézométriques en m.
126
100
50
GRENELLE
PASSY (1861)
BUTTE AUX CAILLES (1904)
BUTTE AUX CAILLES (1934)
PASSY (1956)
1840
1850
1860
1870
1880
1890
1900
1910
1920
1930
1940
1950
1956

Fig. 5

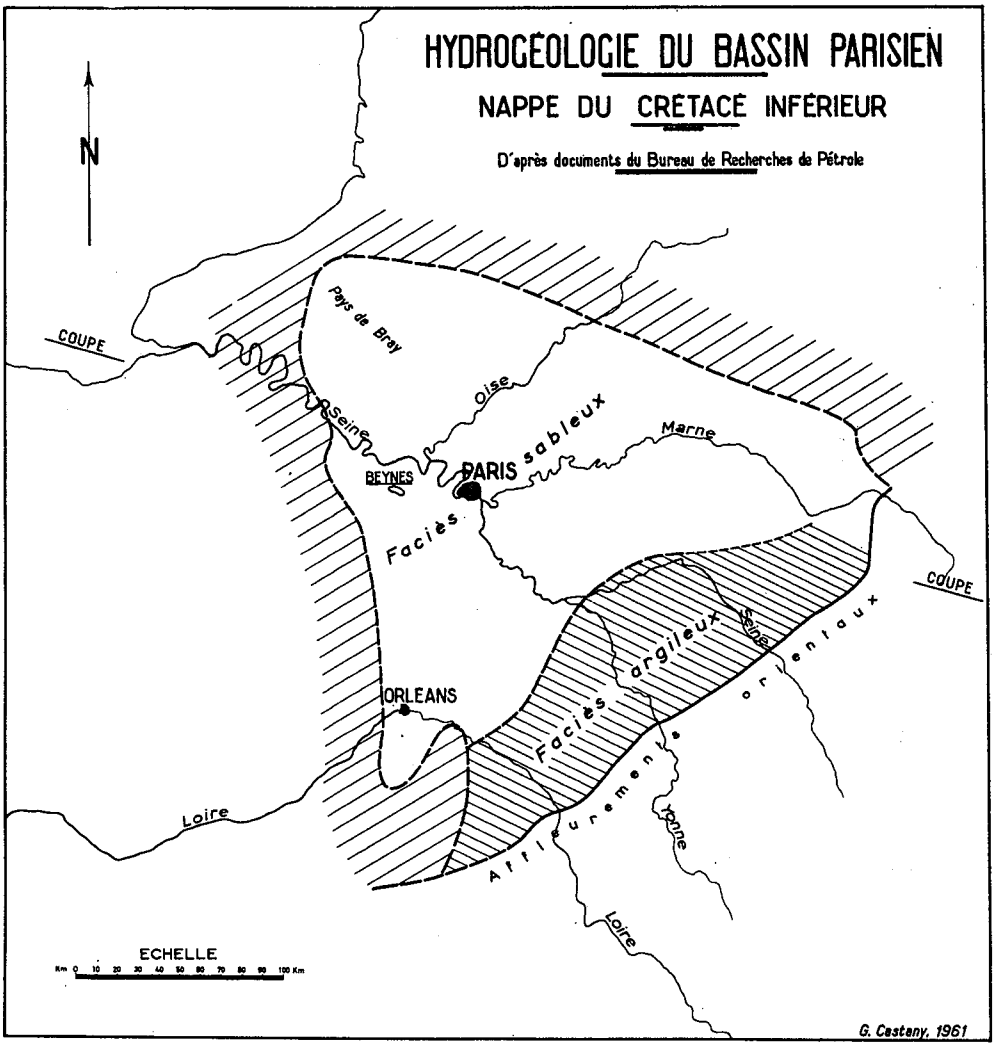

HYDROGÉOLOGIE DU BASSIN PARISIEN
NAPPE DU CRÉTACÉ INFÉRIEUR
D'après documents du Bureau de Recherches de Pétrole
N
COUPE
Pays de Bray
Seine
Oise
Marne
BEYNES
PARIS
sableux
Faciès
COUPE
Seine
ORLEANS
Faciès argileux
Affleurements orientaux
Loire
Yonne
Loire
ECHELLE
Km 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 Km
G. Castany, 1961

Fig. 7

Tableau III

Niveaux piézométriques comparés des nappes du Jurassique moyen (Lusitanien), du Wealdien et des Sables verts.

Sondages	niveaux piézométriques en m.		
	Lusitanien	Wealdien	Sables verts
Ivry-sur-Seine		76,50	50
Quai de Passy		66	27
Beynes		70	42
Vernon	110		22
Région de Beauvais		100	85

Certains auteurs ont tenté des essais de calcul des réserves accumulées au cours des millénaires, soit dans la totalité de l'horizon aquifère, soit dans le secteur central.

Pour la totalité du bassin, avec une porosité efficace de 20 %, la réserve totale serait de l'ordre de 150 milliards de m^3. En Ile-de-France, elle atteindrait 30 milliards de m^3. Mais la base de calcul, établie sur la valeur de la porosité efficace est erronée. Pour une nappe captive, il faut tenir compte du coefficient d'emmagasinement ainsi que le montrent les recherches récentes. Ce dernier étant beaucoup plus faible, de l'ordre de 5.10^{-3}, les chiffres deviennent plus modestes avec 4 millions et 750.000 m^3.

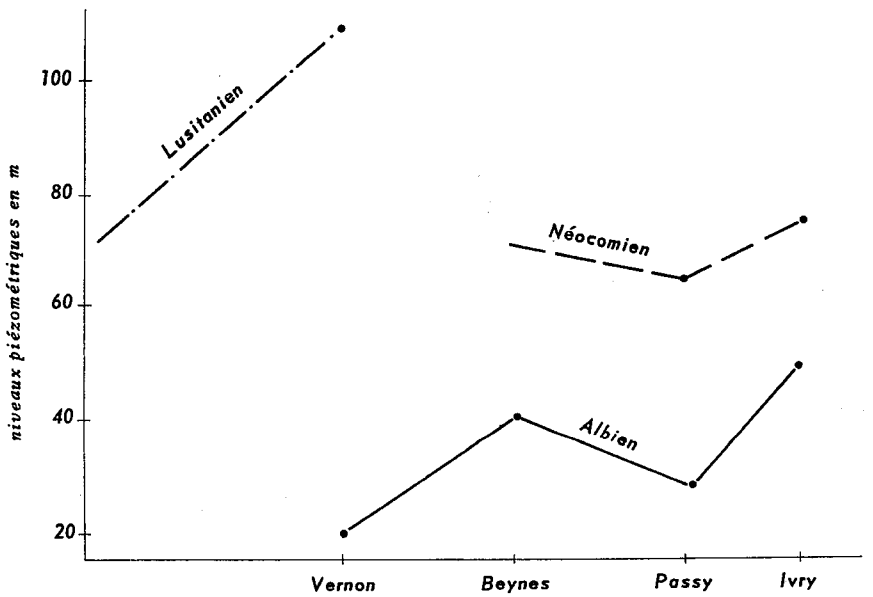


Fig. 6 - Niveaux piézométriques comparés des nappes du Bassin parisien.

Quoi qu'il en soit, le problème se pose donc de rechercher les causes de la chute des niveaux piézométriques.

Les pertes comportent le débit d'exploitation et les déversements dans les nappes adjacentes.

Le débit total d'exploitation des forages de la région parisienne était estimé en 1939 à 125.000 m^3/j, soit 45.625.000 m^3/an. Actuellement il est très inférieur, seuls quelques puits étant encore exploités.

Le déversement dans des nappes inférieures n'est pas possible du fait de la présence vers le bas d'horizons captifs sous-jacents dont la pression piézométrique est plus élevée (fig. 6). Mais étant donnée la pression de couche élevée au toit, les argiles du Gault, laissent filtrer une quantité d'eau notable. Si l'on tient compte d'une perméabilité de 10^{-10} m/s, ces pertes, qui alimentent les assises supérieures, seraient de l'ordre de 3000 m^3/an par km^2, soit pour le secteur central, de 2500 km^2, 7,5 millions de m^3/an. A l'échelle du temps, cette perte est importante.

Les pertes en mer sont peu probables, étant données l'évolution chimique des eaux albiennes et la forme de la surface piézométrique à l'W. (fig. 4).

Le bilan hydrologique, même à la période d'exploitation intense est équilibré.

Causes de la chute des niveaux piézométriques

Le calcul de la vitesse réelle effective Ve d'écoulement des eaux souterraines permet de se faire une idée plus exacte du temps nécessaire à l'eau infiltrée sur les affleurements pour atteindre la région parisienne :

D'après la loi de Darcy, nous avons :

$$Ve = \frac{k_i}{m_e} \qquad (1)$$

k, coefficient de perméabilité de Darcy = 3.10^{-5} m/s;

m_e, porosité efficace = 20 %;

i, gradient hydraulique.

La distance de Paris aux affleurements orientaux, les plus importants, étant de 150.000 m environ et la chute de niveau piézométrique, calculée sur la carte en courbes isopièzes de 90 m environ :

$$i = \frac{90}{150.000} = 6.10^{-4} \qquad (2)$$

d'où

$$Ve = \frac{3.10^{-5} \times 6.10^{-4} \times 100}{20} = 9.10^{-8} \text{ m/s} \qquad (3)$$

$$Ve = 0{,}0077 \text{ m/jour} = 2{,}8 \text{ m/an.} \qquad (4)$$

soit 50.000 ans environ pour parcourir la distance des affleurements à Paris.

Des mesures de la vitesse réelle effective d'écoulement des eaux souterraines effectuées en différents points donnent des résultats comparables, soit 2 à 3 m/an.

La vitesse très lente d'écoulement, entraîne des pertes de charge d'autant plus élevées que le trajet parcouru est plus long. Elles sont encore augmentées d'est en ouest par le fait que la perméabilité et la puissance de l'horizon aquifère, donc sa transmissivité ke, diminuent en direction des affleurements. Ainsi l'eau est puisée à un rythme annuel dans une réserve, qui s'est constituée à l'échelle des temps géologiques. C'est dans ce sens que nous pouvons la qualifier d'eau fossile.

Les travaux de P. KOCH et A. VIBERT (1948), basés sur des études hydrologiques mathématiques confirment le fait que les abaissements du niveau piézométrique proviennent des pertes de charge dans l'horizon aquifère captif et s'accroissent en fonction du débit, selon la formule :

$$h = 940 - 20\ Q\ (\log 180.000 - \log Q\tfrac{1}{2}) \qquad (5)$$

h, étant le niveau dynamique dans le forage et Q le débit d'exploitation.

Les précisions apportées sur les caractéristiques hydrogéologiques de la nappe des Sables verts par les dernières recherches confirment cette hypothèse.

Il semble donc que la chute des niveaux piézométriques dans la région parisienne, consécutive à la multiplication des forages, soit due essentiellement à des causes hydrodynamiques. La conception hydraulique classique du fonctionnement des nappes artésiennes est ainsi fortement battue en brèche.

NAPPE DU CRÉTACÉ INFÉRIEUR

Le Crétacé inférieur, et surtout le Barrémien et le Wealdien, est constitué par des assises sableuses, avec intercalations argileuses (fig. 2). Il renferme une nappe captive importante, sous les sables albiens, qui fut exploitée dès 1931 par les forages d'Orsay et de Poissy. En 1932, le puits de Bougival l'atteignait également. Si du point de vue de l'alimentation en eau cet horizon aquifère est moins utilisé que l'Aptien, par contre, il a permis de réaliser le stockage souterrain de Beynes.

Structures et caractéristiques stratigraphiques.

Le Crétacé inférieur est caractérisé vers l'est par des dépôts marins à dominance argileuse, passant à l'W. à des sables siliceux à granulométrie uniforme du faciès continental wealdien (fig. 7). La profondeur maximum de son substratum, à l'est de Paris, est voisine de 1100 m.

Caractéristiques hydrogéologiques.

Le Wealdien est un excellent réservoir comparable aux Sables verts, car sa puissance moyenne compense sa superficie plus faible.

La porosité totale varie de 30 à 40 % à Beynes, et de 25 à

34 % dans les divers forages de l'Ile-de-France; la porosité efficace est en moyenne de 20 %.

Les valeurs de la perméabilité sont les suivantes : Beynes 4.10^{-5} à 8.10^{-5} m/s; forages pétroliers de Châteaurenard 2.10^{-6} m/s, de Chaintreaux 7.10^{-6} m/s. La vitesse d'écoulement déterminée à Beynes, avec un gradient hydraulique moyen de 0,00002 est de 2 à 3 m/an.

La capacité spécifique est de 14 à Ivry-sur-Seine, 1 à La Chapelle et 5 à Pantin.

Les caractéristiques hydrogéologiques des sables wealdiens sont donc comparables à celles des Sables verts.

Stockage souterrain de Beynes.

Les techniques de stockage souterrain de gaz utilisent deux possibilités, soit d'anciens gisements de gaz naturels épuisés, soit des structures aquifères appropriées. La première méthode, la plus couramment utilisée, avec 191 réservoirs aux U.S.A., plusieurs en Pologne, ne présente pas de difficultés importantes. Par contre la seconde, à laquelle s'est rallié Gaz de France, dont les exemples sont plus rares, 8 aux U.S.A. (gaz naturel) et 1 en Allemagne (gaz de cokerie) est d'un emploi plus délicat. Il faut trouver une structure appropriée en dôme ou coupole, avec une couche poreuse aquifère, surmontée d'un toit imperméable continu et résistant. Le gaz naturel ou de cokerie y est injecté par compression et soutiré selon les besoins. Le réservoir fonctionne ainsi comme un gazomètre naturel géant (fig. 8). Les caractéristiques hydrogéologiques de la couche aquifère jouent un rôle important, la porosité efficace déterminant le volume de stockage et la perméabilité conditionnant le débit d'injection et de soutirage.

Au repos la pression du gaz injecté est sensiblement égale à la pression piézométrique de la nappe. L'eau en raison de sa faible compressibilité ne peut s'écouler qu'en déplaçant simultanément des masses très importantes. Si la perméabilité est élevée et la couche aquifère très étendue et continue, la circulation des eaux souterraines peut s'effectuer facilement en période de soutirage et le plan d'eau remonte dans le réservoir sous l'effet de la pression piézométrique, avec laquelle la pression du gaz est en équilibre, donc sensiblement constante. Ce phénomène est appelé le "water-drive". Dans l'exemple que nous venons de décrire, il est intense et permet la récupération d'une grande partie de l'énergie de compression. Lorsque le débit de soutirage est important, la surface piézométrique de la nappe se creuse à la verticale du puits sous l'effet de la dépression locale, c'est le "water-coning" qui diminue en pratique la capacité utile du réservoir.

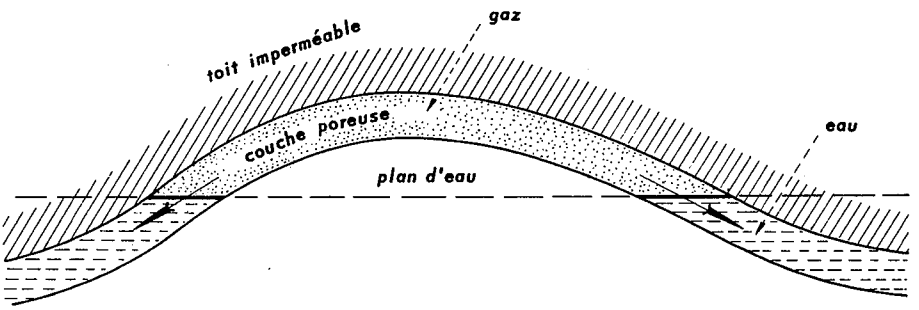


Fig. 8 - Schéma d'un stockage de gaz souterrain

A Beynes, sur la rive gauche de la Seine, à 35 km à l'ouest de Paris, un stockage souterrain de gaz de cokerie a été réalisé par Gaz de France dans les sables du Wealdien (fig. 2 et 7). Les travaux de reconnaissance, commencés en 1953, ont abouti au premier essai d'injection expérimental en 1954 et à la réalisation industrielle en 1958 avec injection de 140 millions de m^3 à une pression de 45 kg/cm^2, puis soutirage de 1,2 à 1,5 millions de m^3/j par 14 puits.

La couche poreuse aquifère, puissante de 30 - 35 m, a la forme d'un dôme (brachyanticlinal) régulier de 4 km de long sur 1,8 de large, soit une surface de 6 km^2 environ. Le toit constitué par une couche argileuse continue de 7 à 9 m de puissance est à la cote - 308 - 355 ou à 400 - 450 m de profondeur sous le sol.

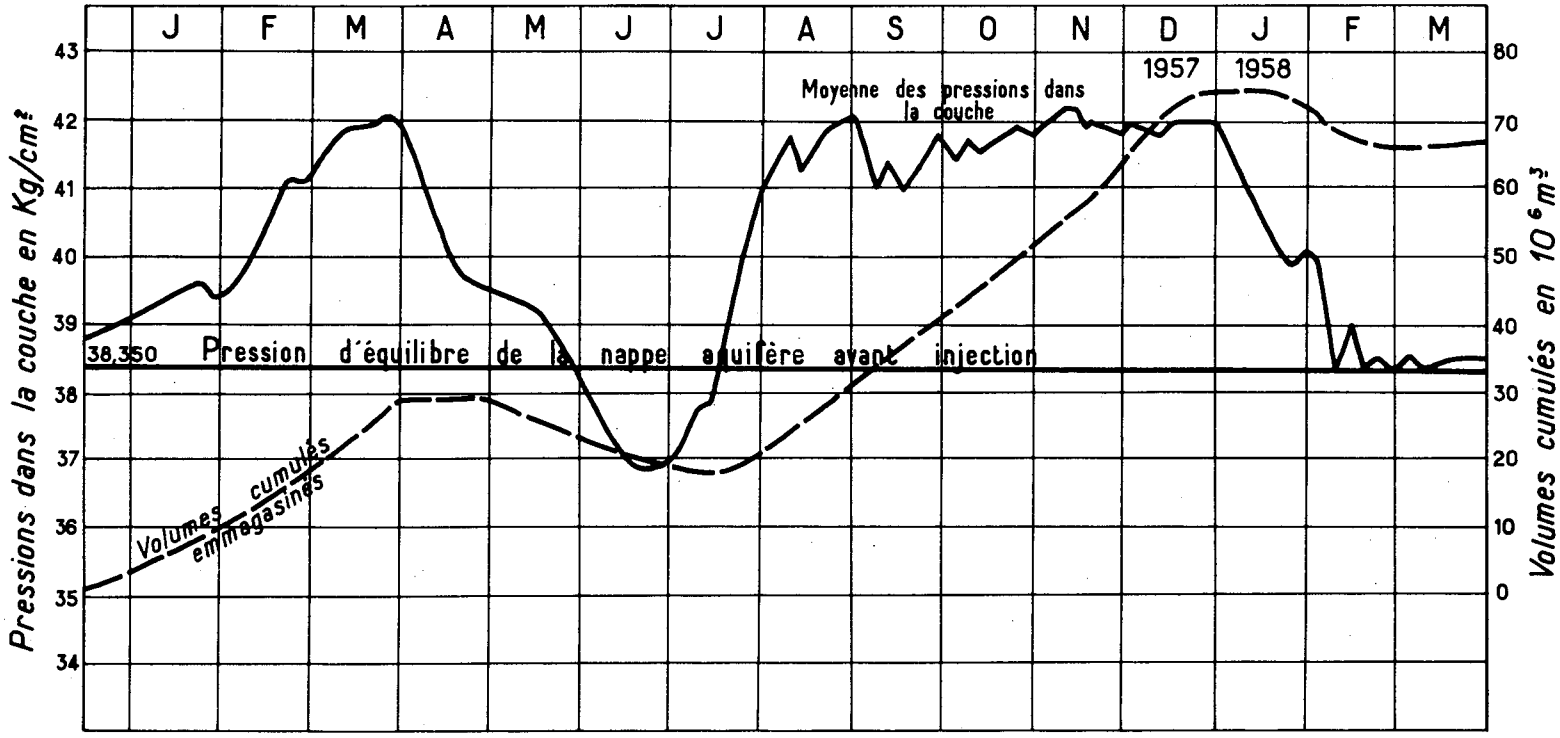
Les caractéristiques hydrogéologiques de la couche, déterminées par des essais en laboratoire et sur le terrain, en particulier par l'analyse des courbes de remontée de pression selon la méthode de Theis-Jacob sont les suivantes :

- porosité totale : 30 à 40 %,
- porosité efficace : 21 à 25 %,
- perméabilité moyenne : 4.10^{-5} à 8.10^{-5} m/s,
- vitesse réelle : 2 à 3 m/an.

Les eaux souterraines ont une pression dans la couche de 38,350 kg/cm^2 à la cote - 310 m. Le gaz purifié, pour éviter les pollutions et le colmatage est injecté à la pression de 45 kg/cm^2 qui est celle dans les conduites de départ, et qui est imposée par la limite de sécurité de résistance du toit. La nappe étant très étendue et continue, le water-drive est intense et le système fonctionne comme un gazomètre. La perte de pression de restitution du gaz sans recompression ne dépasse pas 0,6 kg/cm^2. Malgré les importants soutirages journaliers, la pression absolue dans les réservoirs est toujours supérieure à 33,4 kg/cm^2 (fig. 9 et 10).

La capacité utile de stockage de gaz est de 350 millions de m^3 à la pression atmosphérique, soit l'équivalent de 550 gazomètres géants. Le débit en gaz d'un puits, crépiné sur 5 m, est de 10.000 m^3/h. La production recherchée étant de 3 millions de m^3/j avec des pointes de 200.000 m^3/h, l'équipement comportera une vingtaine de puits.

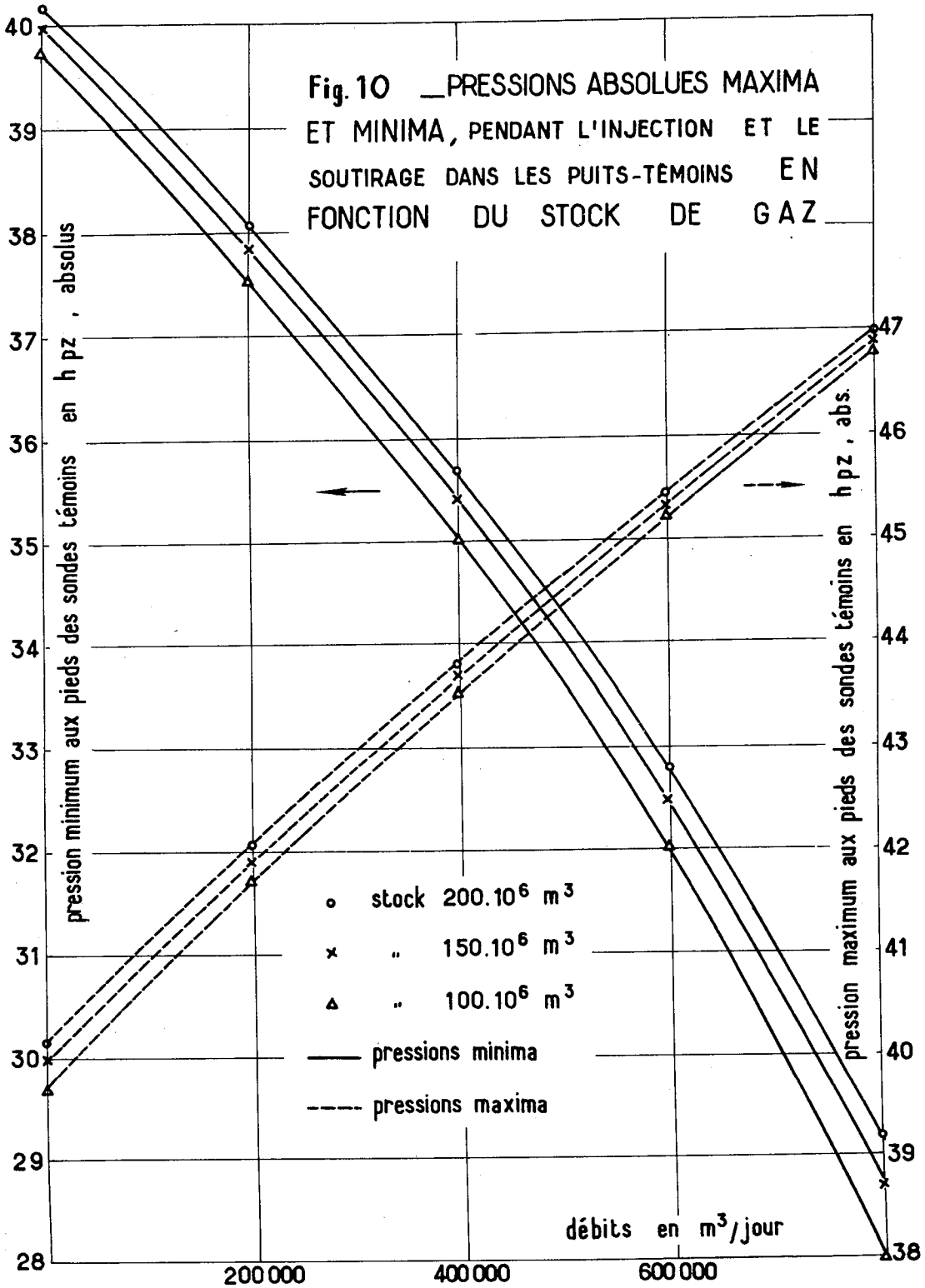
RESERVOIR DE BEYNES



Pressions dans la couche en fonction des volumes de gaz stockés

(D'après L. RICHARD et P. CHAUMET)

Fig. 9


Fig. 10 _PRESSIONS ABSOLUES MAXIMA ET MINIMA, PENDANT L'INJECTION ET LE SOUTIRAGE DANS LES PUITS-TÉMOINS EN FONCTION DU STOCK DE GAZ
pression minimum aux pieds des sondes témoins en h pz , absolus
pression maximum aux pieds des sondes témoins en h pz , abs.
débits en m³/jour
stock 200.10⁶ m³
" 150.10⁶ m³
" 100.10⁶ m³
pressions minima
pressions maxima
40
39
38
37
36
35
34
33
32
31
30
29
28
47
46
45
44
43
42
41
40
39
38
200 000
400 000
600 000

NAPPE DU LUSITANIEN

Le Lusitanien (Jurassique supérieur) est représenté dans le secteur ouest du Bassin parisien par des sables et grès, des calcaires colithiques, graveleux, récifaux ou dolomitiques qui renferment une nappe aquifère captive (fig. 2). Les eaux souterraines sont plus chargées en sels dissous que celles des nappes supérieures, la salinité augmentant vers le centre où le résidu sec est compris entre 20 et 30 g/l avec des zones à plus de 30 g/l. A Vernon, l'étude d'un stockage souterrain de gaz de cokerie est en cours par Gaz de France depuis 1957 (fig. 2).

Stockage souterrain de Vernon.

A Vernon, sur la rive gauche de la Seine, à 70 km au N.N.W. de Paris, la couche aquifère sableuse (Sables de Gros) a la forme d'un dôme elliptique de 12 sur 2,5 km dont le toit est aux cotes 370 à 425, soit à une profondeur de gisement au-dessous du sol de 385 à 450 m. Elle a une puissance moyenne de 9,50 m et est protégée au toit par une assise argileuse continue de 7,5 m. La porosité totale est de 30 % et la perméabilité moyenne de 4.10^{-5} m/s à 1.10^{-6} m/s. La pression dans la couche est de 51 kg/cm^2 à la cote - 400. La capacité utile d'emmagasinement est de 500 à 800 millions de m^3 de gaz à la pression atmosphérique.

NAPPES DU DOGGER

Le Dogger (Jurassique supérieur) renferme des nappes salées (eaux connées) en relation avec les gisements de pétrole du Bassin parisien : Coulommes, Chailly-en-Bière, etc ...

CONCLUSIONS

Les études poursuivies dans le Bassin parisien au cours des dernières années et plus particulièrement les recherches de pétrole et la création de stockages souterrains de gaz par Gaz de France ont apporté une contribution importante à la connaissance de l'hydrogéologie de cette région. Les travaux de Beynes et de Vernon ont plus particulièrement favorisé l'expérimentation par l'étude par test en forage des nappes aquifères des techniques les plus modernes. En particulier l'emploi des formules de l'écoulement en régime transitoire (formules de Theis-Jacob, Muskat) ont permis de déterminer l'effet pelliculaire et pariétal, la transmissivité, et de préciser la position des failles et l'extension des compartiments aquifères par l'analyse des courbes de remontée de pression.

Les travaux entrepris montrent que l'intérêt des horizons aquifères dépasse, dans les techniques modernes, leur simple exploitation comme ressources en eau, pour intervenir dans les stockages souterrains de produits énergétiques divers, liquides ou gazeux.

Bibliographie sommaire

ABRARD R. (1937-38-39) - *Contribution à l'étude hydrogéologique du Bassin de Paris.* Ann. des Mines (Paris), (13), 11, 1937, p. 437-480 et 537-609 ; (13), 1938, p. 5-37 ; (15), 1939, p. 135-164.

CASTANY G., LAFFITTE P. et SOYER R. (1957) - *Sur l'appauvrissement des eaux souterraines de l'Ile-de-France et en particulier de la nappe dite « du Soissonnais ».* Bull. Soc. Géol. de France, (6), t. VII, p. 1035 à 1043.

DELECOURT J. (1936-37-38) - *Les eaux artésiennes salines du Bassin de Paris, de la basse et de la moyenne Belgique.* Bull. Soc. belge Géologie, Paléontologie et Hydrologie, 46, 229-259, 2 pl. 47, 501-526, 2 pl. 48, 649-689.

KOCH P. et VIBERT A. (1948) - *Variations du niveau d'eau et de la pression ascensionnelle dans les puits, leur mesure et leur interprétation.* Union géod. et géoph. intern. Assemblée générale d'Oslo. Ass. intern. Hydrologie scient. t., III. Comm. eaux souter. 57-65.

LEMOINE P., HUMERY R. et SOYER R. (1939) - *Les forages profonds du Bassin de Paris. La nappe artésienne des Sables verts.* Mém. Muséum nat. hist. nat., nouv. série, 11, 700 p., 56 fig., 11 pl. et 1 pl. h. t. Paris.

MAYNARD E. (1937) - *Etude hydrologique de la nappe artésienne des Sables verts de l'Albien.* Le Génie Civil 110, n° 11, 247-251. Paris.

MEGNIEN Cl. (1959) - *Observations hydrogéologiques sur le S.E. du Bassin de Paris.* Thèse 3ème cycle, Paris.

RICHARD L. et DELSOL R. (1957) - *Le stockage souterrain du gaz de cokerie à Beynes.* Gaz de France, Dir. Etudes et Recherches, M. 121.

RICHARD L. et BOURALY P. (1958) - *Le stockage souterrain de gaz de cokerie à Beynes. Premiers résultats d'exploitation.* Gaz de France, Dir. Etudes et Recherches, M. 142.

RICHARD L. et CHAUMET P. (1960) - *Etude et prévision des variations de pression dans les stockages souterrains de gaz en exploitation.* VIème journée de l'Hydraulique de la Société hydrotechnique de France.

SOYER R. (1947) - *L'artésianisme du Lutétien dans la fosse synclinale de Saint-Denis.* Bull. Muséum Hist. nat. (2), 19, 237-242.

SOYER R. (1948) - *Les eaux souterraines du Bassin de Paris.* Les conférences du Palais de la Découverte, (conf. 7 février 1948), 1 br., 27 p.

SOYER R. (1949) - *L'artésianisme des eaux du Lutétien dans le synclinal de la Seine.* Ibid. 21, n° 5, 622-632.

VIBERT A. (1937) - *Hydrogéologie et hydrodynamique des nappes albiennes du Bassin de Paris.* Le Génie Civil, 111, n° 11, 224-229.

VIBERT A. (1937) - *Le comportement des nappes profondes du Bassin parisien.* La technique sanitaire et municipale, 33, 45-49.

Société nationale des Pétroles d'Aquitaine, Institut français du Pétrole, Gaz de France (1958) - *Techniques employées pour l'étude et la réalisation des stockages souterrains de gaz dans les réservoirs aquifères.* Vème Congrès mondial du Pétrole, New-York, Section VIII.

RAPPORTS DES SECTIONS

SECTION DES TRIANGULATIONS

Rapport de la Section des Triangulations

La Section des Triangulations s'est réunie le 26 janvier 1961 sous la présidence de M. A. BRUNEL, en l'absence de M. JACQUINET empêché.

I. - TRAVAUX DE TRIANGULATION, DE NIVELLEMENT ET DE RECHERCHES EXÉCUTÉS PAR L'INSTITUT GÉOGRAPHIQUE NATIONAL (I.G.N.) AU COURS DE L'ANNÉE 1960.

(*Exposé de* J. SEGONS)

A. GÉODÉSIE ET ASTRONOMIE.

a) Réseau géodésique de 1er ordre.

En Catalogne-Roussillon, l'établissement du réseau de détail a nécessité la reprise du 1er ordre existant. A cette occasion, un point nouveau a été déterminé et 8 points anciens repris ont vu leur emplacement varier de quelques décimètres.

b) Réseau géodésique de 2°, 3° et 4° ordres.

Le réseau de détail a été exécuté dans les feuilles prévues au programme fixé par le Comité central des travaux géographiques au début de 1960, soit au total 28 feuilles.

L'essai de travaux simultanés de géodésie de détail et de stéréopréparation photogrammétrique entrepris en 1959 ayant été satisfaisant, 6 feuilles 1/2 du total ci-dessus ont été traitées de la même façon en 1960 et les résultats obtenus ont permis d'entreprendre immédiatement les travaux de restitution, car les calculs tant géodésiques que photogrammétriques ont été conduits sur le terrain.

La répartition des zones traitées en géodésie de détail en 1960 est la suivante :

- 7 feuilles 1/2 dans la région du Saumurois,
- 6 feuilles 1/2 dans la région d'Angoulême,
- 6 feuilles dans la région Catalogne-Roussillon,
- 4 feuilles dans la région de Périgueux,
- 4 feuilles en Corse occidentale.

Le réseau de 2° ordre nécessaire à l'appui du détail a été établi dans toutes les zones traitées, à l'exception de la Corse où il existait déjà.

c) Révision de la nouvelle triangulation.

Les travaux de révision de la nouvelle triangulation se sont poursuivis en 1960 dans la région sud de Toulouse où 12 feuilles ont été traitées. La triangulation de ces feuilles datait de 1942-1944. L'importance de cette révision en a démontré, tout comme en 1959, la pleine utilité et l'intérêt qu'il y a à la poursuivre systématiquement au cours des prochaines années. La visite des repères de nivellement a été effectuée dans ces feuilles.

d) Carte du géoïde.

Les déterminations ont été poursuivies en 15 points de 1er ordre en Basse-Normandie.

e) Tunnel sous le Mont Blanc.

Poursuivant les vérifications demandées par la Société concessionnaire française du tunnel routier sous le Mont Blanc, l'I.G.N. a procédé en cours d'année à des mesures de distance, d'alignement et de nivellement relatives à l'axe de percement du tunnel.

f) Travaux pour les Ponts et Chaussées.

Pour le compte des Ponts et Chaussées des travaux topométriques de précision ont été exécutés en vue de contrôler la stabilité ou de mesurer les déplacements, tant planimétriques qu'altimétriques, de certains ouvrages d'art notamment à Cumières, La Roche-Bernard, Lorient, Paris, Nantes, Beaucaire.

Le Service de reconstruction des ponts envisage de passer avec l'I.G.N. en 1961, une convention lui confiant la surveillance topométrique d'une trentaine d'ouvrages.

g) Travaux pour le Gaz de France.

Des mesures de stabilité de haute précision ont été effectuées sur le massif d'ancrage de la conduite du gaz de Lacq à la sortie de la station de pompage de Chazelles.

h) Travaux pour la station de radioastronomie de Nançay.

La détermination précise de l'azimut de l'axe du radiotélescope a été faite fin janvier 1960 et le contrôle de l'implantation du miroir fixe a été exécuté en octobre 1960.

A cette occasion, un nouveau dispositif de centrage des théodolites a donné des résultats remarquables permettant d'assurer pour des triangles de quelques dizaines de mètres de côté des fermetures moyennes de l'ordre de quelques secondes.

i) Reconnaissance de faisceaux hertziens.

Pour le compte de la R.T.F. et de la S.D.E.C.E. les trajets de plusieurs faisceaux hertziens et leurs dégagements par rapport aux obstacles naturels et aux constructions ont été déterminés dans la région parisienne et dans le Massif central.

j) Travaux pour le compte de l'O.N.E.R.A.

Des déterminations géodésiques en Corse et astronomiques sur le continent (Le Coudon) ont été exécutées pour l'implantation de stations de contrôle de l'O.N.E.R.A. Les coordonnées de ces stations ont été calculées par le Bureau Technique dans un système trirectangulaire dont les axes ont été fixés par l'O.N.E.R.A. avec référence à la verticale vraie au Coudon.

k) Mesures telluromètriques à grande distance.

En vue d'une éventuelle jonction tellurométrique entre la Corse et le continent par mesure directe de certains côtés de l'ancienne figure de rattachement, des essais préalables ont été entrepris entre le Canigou et successivement les Opies, Mont-Aigoual et Mont-St. Clair soit sur des côtés de longueurs respectives 245, 200 et 140 kms.

Aucune mesure correcte n'a pu être effectuée sur aucun de ces côtés. Mais au premier essai, sur le plus long d'entre eux, des lectures ont pu être faites, alors que le temps était parfaitement dégagé sur l'ensemble de la visée. L'étalonnage des quartz B_1 , C_1 , D_1 est apparu insuffisamment connu pour la longueur de la visée. Après réglage, les jours suivants, aucune lecture n'a pu être faite, les circonstances atmosphériques étaient d'ailleurs devenues très mauvaises.

L'augmentation de la haute tension (par adjonction d'une pile auxiliaire) n'a pas apporté d'amélioration sensible.

D'ailleurs, des deux instruments employés à ces essais, l'un tomba en panne, et l'autre s'avéra présenter un vice de construction.

A noter, toutefois, que la liaison téléphonique master-remote a toujours été obtenue sans difficulté, quelles que soient la distance et les conditions météorologiques.

Le très mauvais temps de l'été 1960 fit renoncer à poursuivre l'expérimentation qui sera reprise en 1961, en vue de déterminer la portée maximale du telluromètre. Il est d'ailleurs probable que les 250 kms seront atteints, mais la précision de la mesure sera sans doute étroitement liée à la bonne connaissance des conditions météorologiques en plusieurs points du trajet des ondes, et il est possible que de telles déterminations aux seules extrémités de la visée soient insuffisantes.

l) Equipement astro-géodésique des régions sahariennes.

Dans l'Erg Isaouane, le nord du Tassili-N-Ajjer, le nord-est et le sud-ouest du Grand Erg Oriental, 40 stations astronomiques ont complété le canevas nécessaire à l'établissement de la carte au 1/200.000 sur une superficie d'environ 200.000 km^2. En outre une antenne de cheminement tellurométrique a été lancée depuis Ouargla (limite de la triangulation existante), sur la piste en déviation de Fort-Flatters. Cette antenne d'environ 300 km de longueur appuyée sur 3 stations de Laplace a permis la détermination de valeur géodésique de 16 points nouveaux appuyés à 3 points anciens.

Les prochaines campagnes verront la poursuite de cette antenne jusqu'à Amguid où elle rejoindra une chaîne mixte (triangulation et cheminements tellurométriques) venue de Colomb-Béchar.

Cette dernière chaîne a d'ailleurs, au cours de l'hiver 1959-1960, été prolongée de la bordure du plateau du Tademait (Adrar) jusqu'à la région d'Amguid, donnant lieu à l'implantation de 61 points géodésiques balisés et bornés, appuyés sur 7 stations de Laplace, le tout s'étendant sur un trajet d'environ 500 km.

B. NIVELLEMENT DE PRECISION.

I. - en France : (Nivellement proprement dit).

Le programme de la Section du Nivellement a comporté :

- l'établissement du 4° ordre dans les zones d'opérations de la Section de Géodésie : Périgord, Charente, Dordogne, Saumurois, Catalogne-Roussillon, Corse Occidentale;

- la détermination de points de sol, sur les itinéraires ci-dessus, dans certaines régions, le Saumurois en particulier, pour servir aux prochains besoins du Service de la Photogrammétrie, soit : 2.681 km de nivellements nouveaux de 4° ordre, avec reprise de 2.814 km de lignes anciennes dont 133 km de transfert sur routes voisines de lignes sur voies ferrées désaffectées;

- le relevé de profils en long de 4 rivières, dans les départements du Jura, de l'Ain et de la Corse pour le compte de l'E.D.F. et de la Direction du Gaz et de l'Electricité (Ministère de l'Industrie) soit : 171 km de nivellement pour 100 km de profils;

- la vérification du réseau ancien de 1°, 2°, 3° et 4° ordres et le complètement de ce 4° ordre dans le bassin de l'Hérault pour le Service du Génie rural soit : 464 km de nivellements nouveaux de 4° ordre et 342 km de lignes anciennes reprises;

- la vérification du réseau ancien de 1°, 2°, 3° et 4° ordres de part et d'autre de la Seine entre Vernon et Oissel (achèvement des travaux du programme 1959) soit : 296 km de lignes anciennes reprises;

- la fin des opérations de rattachement au réseau de nivellement du phare du Planier pour rattacher le marégraphe à la section (achèvement des travaux du programme 1959 ne comprenant que des observations de nivellement à longue portée sur plus de 10 km);

- le contrôle annuel des affaissements de sol dans la région de Dombasle et de Maxéville (usine Solvay), soit : 100 km de lignes anciennes reprises et 30 km de nivellements nouveaux en surface ou souterrains à Maxéville;

- la détermination altimétrique de la zone d'inondation du barrage de Malpasset à Fréjus, soit : 62 km de nivellements nouveaux et 16 km de lignes anciennes reprises;

- le contrôle topométrique de ponts à Cumières (Marne) à Lorient et La Roche-Bernard (Morbihan) et Nantes;

- la détermination de quelques altitudes pour le gaz de Lacq à Chazelles (Charente) de l'O.N.E.R.A. à Piana (Corse).

Equipement définitif (pose de plaquettes).

Le programme de l'année 1960 comportant la pose de 5.000 plaquettes a été achevé (27 mailles entre Montpellier, Alès, Langogne, et Chaudesaigues).

II. - En Afrique du Nord

a. - Région saharienne.

La campagne 1959-1960 s'est achevée au cours du 1er trimestre. Elle comprenait d'une part 2 polygones entre Rhadamès, Edjelé, Fort-Flatters et Fort-Polignac avec une antenne au sud d'El-Oued, d'autre part le nivellement du champ de tir d'Hammaguir et son rattachement au réseau vers Abadla, soit : 1590 km de nivellement nouveaux à partir du 1er janvier.

La campagne 1960-1961 comprend :

1) deux réseaux de nivellement, l'un aux abords de Colomb-Béchar, l'autre dans le champ de tir d'Hammaguir précédemment cité;

2) la prolongation de l'antenne d'Hammaguir (campagne 1959-60) jusqu'à Tabelbala;

3) la jonction d'Edjelé à Fort-Polignac et la prolongation de l'antenne d'El-Oued jusqu'à Rhadamès réalisant ainsi 2 polygones supplémentaires en bordure de la frontière tunisienne;

4) le nivellement d'une piste de pétroliers également, formant jonction de lignes de nivellement anciens entre Aïn-Sefra et Tibrempt.

Au 31 décembre, l'avancement des travaux était de 675 km.

b. - Maroc.

Le programme de l'année 1960 comprenait une chaîne de cheminements nouveaux sur les contreforts S.E. de l'Atlas, d'Agadir à Missour, puis une autre plus courte de Guercif à Oujda vers Tétouan en bordure de la côte méditerranéenne, soit : 2.550 km de nivellement de base.

III. - Outre-Mer.

Plusieurs missions de la campagne 1959-1960 ont été terminées au cours du 1er semestre par 5 opérateurs en Afrique de l'ouest.

Une mission isolée a eu lieu en cours d'année au Gabon (1 opérateur détaché).

La campagne 1960-61 entreprise au cours du 2ème semestre comprend :

2 opérateurs en Afrique de l'ouest;
2 opérateurs en Afrique centrale.

IV. - Mesures gravimétriques.

Au cours de sa mission au Maroc, la Section de Nivellement a procédé à 1300 stations gravimétriques nouvelles sur le versant N.O. atlantique d'Agadir à Marrakech, Fès et Tanger, le long des lignes de nivellement géopotentiel. A la demande du Service Géologique 300 stations ont été observées dans l'ancien Maroc espagnol, soit au total un développement d'itinéraires de 800 km.

D'autre part, dans le champ de tir d'Hammaguir, la Section a déterminé un canevas de 34 stations sur 10 km^2.

V. - Observations marémétriques.

Le marégraphe totalisateur de Marseille (anse Calvo) a fonctionné normalement au cours de l'année écoulée.

La Section du Nivellement a centralisé et exploité pour l'établissement du niveau moyen :

- les enregistrements de 24 marégraphes;
- les observations de 19 médimarémètres situés sur les côtes de la métropole, de l'Afrique et de Madagascar, en bon état de fonctionnement.

Le marégraphe du Planier, rattaché pendant l'été, fonctionne depuis novembre.

C. TRAVAUX TECHNIQUES

1) Réfection du 2° et 3° ordres français.

268 points géodésiques ont été recalculés à raison de 200 points environ dans la région d'Aisne-Marne et le reste dans le Jura.

2) Compensation Bretagne-Normandie.

La compensation définitive de ce bloc de 1er ordre a été achevée en 1960 (méthode de compensation des directions par variations aux coordonnées rectangulaires). Ce bloc comprend 86 points nouveaux; il s'appuie en coordonnées sur 9 points anciens avec les éléments invariables suivants :

- Base de Crozon
- Base du Mont-St-Michel
- Azimuts de Laplace (Menez-Hom ⟶ Dirinon
  (Cancale ⟶ Chausey.

3) Reprise de la compensation de la Vendée.

Ce bloc comprend 31 points nouveaux (même méthode de compensation que ci-dessus); il s'appuie en coordonnées sur les réseaux suivants : Bretagne (1960), méridienne de Bordeaux, parallèle de Rochefort. Ceci termine la compensation du 1er ordre de la France.

4) Calculs astronomiques.

L'atelier de mécanographie a établi en 1960 la majeure partie des nouveaux catalogues d'étoiles à partir des coordonnées moyennes pour 1963 :

290 catalogues de 5' en 5' de latitude, $Z = 30°$

$+ 15° < \varphi < + 33°$

et $- 5° < \varphi < + 4°$)

Cet atelier a en outre effectué le calcul d'Ephémérides pour l'Observatoire de Paris (heures sidérales de 84 étoiles sur des périodes allant de 25 à 115 jours : 6500 calculs d'étoiles).

5) Etudes et mises au point.

Parmi les principaux calculs électroniques mis au point par la Section des calculs, on peut citer :

a) sur ordinateur 704 IBM

la programmation du calcul du relèvement sur plus de 3 points avec élimination des visées erronées.

b) sur matériel BULL $\Gamma 3$

- études de programmes partiels et leur insertion dans l'ensemble des programmes de compensations d'observations mixtes (longueurs et directions);
- calcul de points dans un système trirectangulaire à partir des coordonnées rectangulaires d'un point central et de la verticale en ce point (O.N.E.R.A.);
- calcul de coordonnées sur plaque photographique d'une étoile donnée à un instant donné pour une station donnée.

c) sur calculatrice universelle CAB 500

Programmation du calcul d'un point par :
- intersection,
- recoupement,
- rayonnement,
- relèvement.

D. INSTRUMENTS SCIENTIFIQUES.

ASTRONOMIE DE CAMPAGNE.

1) Théodolite astronomique Kern DKM3 A.

Ce nouveau type d'instrument, dérivé du DKM3, avait été utilisé avec succès au cours d'une expédition polaire. Après une étude poussée en laboratoire, et établissement d'un nouveau cahier des charges, la Société KERN fabrique actuellement un instrument spécialement adapté aux besoins de l'I.G.N.

2) Théodolite Wild T4.

L'I.G.N. a fait l'acquisition d'un deuxième instrument. Après examen en laboratoire et une campagne de points de géoïde, il s'est révélé excellent. Mais le constructeur avait eu beaucoup de difficultés pour réaliser des nivelles Talcott correctes ayant plus de 200 m. de rayon de courbure.

3) Astrolabe Danjon.

L'instrument appartenant à l'I.G.N. avait été prêté à l'Observatoire de Paris pour l'Année Géophysique Internationale. Il a été depuis révisé et légèrement modifié par le constructeur.

4) Astrolabe à prismes liquides.

Des compensateurs d'inclinaison à deux prismes liquides d'indice 1,5 ont été placés d'une part devant la lunette d'un théodolite T4, et d'autre part devant la lunette d'un ancien astrolabe à prismes.

Des essais concluants faits l'été dernier à Goult et en Normandie permettent d'envisager la réalisation d'astrolabes basés sur ce principe.

5) Chronoscope - chronographe.

Les laboratoires de l'I. G. N. ont terminé la fabrication de six ensembles chronoscope - chronographe imprimant, destinés à enregistrer les signaux horaires et les observations au micromètre impersonnel.

GÉODÉSIE

1) Pied démontable I. G. N. - modèle 58.

Ce pied, massif et ancré au sol par pieux battus, a pratiquement la stabilité d'un pilier de maçonnerie.

2) Telluromètre.

Ce matériel a fait l'objet d'expérimentations complémentaires, notamment sur base courte (800 m) et à grande distance (plus de 100 km). Sur ce second point les essais ne sont pas concluants et ont besoin d'être repris.

Deux bases de comparaisons (10 km et 20 km) ont été bornées dans la banlieue est de Paris.

3) Matériel de centrage de précision.

Ce matériel, actuellement en cours de préparation, sera spécialement adapté aux opérations de mise en place ou de contrôle d'ouvrages d'art, nécessitant le centrage de théodolites et de leurs accessoires avec une précision de l'ordre du 10ème de mm au-dessus de repères permanents, les mesures pouvant se répéter plusieurs années de suite.

Des lots de six appareillages seront constitués, permettant en six stations simultanées, de permuter des lunettes nadiro-zénithales, des théodolites Wild T3 à boule de centrage, des théodolites Wild T2 à embases amovibles, des voyants à cône, à trèfle, ou à cible, des repères pour mesure des distances au fil invar. En plus, toutes sortes d'accessoires de repèrement sont prévus.

II. - Travaux de géodesie exécutés par le Service Hydrographique de la Marine (S. H. M.) en 1960

(*Exposé de* A. Le Fur)

A. OPÉRATIONS SUR LE TERRAIN

En France :

a) Une mission hydrographique opérant dans les régions de Brest, Audierne et La Pallice a effectué des travaux de géodésie complémentaires appuyés sur la triangulation de l'Institut Géographique National.

La position du plateau de Rochebonne, haut-fond dangereux pour la navigation situé à 70 km environ à l'ouest de l'île de Ré, a été déterminée à 10 mètres près, à l'aide de la chaîne de radiolocalisation RANA mise en oeuvre par cette mission.

b) La même mission a procédé à des mesures de nivellement à longue portée dans la région de La Pallice afin de rattacher les îles de Ré, d'Aix et d'Oléron au nivellement général de la France. Ces opérations ont été effectuées par la méthode du nivellement à longue portée de l'I. G. N. Les portées réalisées ont été respectivement de 1.400 m, 2.600 m, 1.100 m pour les îles de Ré, d'Aix et d'Oléron.

Un grand nombre de ces mesures ont été faites dans le seul objet d'étudier l'erreur systématique de réfraction, erreur qui était manifestement apparue lors des premières observations (rattachement de l'île d'Aix). Pour chacune des traversées le nombre des observations s'élève à 12 séries de 10 visées réciproques. L'étude des résultats est en cours.

En Afrique.

La mission hydrographique de l'Atlantique sud a poursuivi, en 1960, ses travaux de géodésie côtière au Gabon. Les jonctions avec la triangulation de Libreville d'une part, avec le cheminement au sud de la rivière Nyanga d'autre part, ont été opérées à l'aide du géodimètre NASH III et du telluromètre. Il existe donc, à l'heure actuelle, une géodésie côtière continue couvrant les territoires du Congo et du Gabon sur 550 km de littoral et l'on peut envisager une compensation de l'ensemble des observations.

En outre, au Sénégal, les travaux de géodésie côtière dans la région de la Casamance ont été poussés jusqu'à la frontière de la Gambie. La portion du littoral couverte maintenant dans cette région s'étend de cette frontière, au nord, à la frontière de la Guinée portugaise au sud, soit environ 80 km. A l'intérieur, cette triangulation a été poussée le long de la rivière Casamance jusqu'au-delà de Ziguinchor soit sur 60 km.

A Madagascar.

Un cheminement à longues portées, au telluromètre, a été effectué dans la région de Tamatave entre Tampina et Vatomandry (95 km). Le rattachement aux travaux du Service Géographique de Madagascar n'a pas encore été réalisé.

En Polynésie française.

La mission hydrographique en Polynésie française a poursuivi des travaux de géodésie complémentaire et de nivellement dans sept îles de différents archipels.

En Terre Adélie.

Au mois de janvier 1960, une petite mission hydrographique a opéré en Terre Adélie. La triangulation des environs de la base "Dumont d'Urville" a été poussée vers l'ouest. Parallèlement un travail de topographie a été entrepris, travail d'autant plus nécessaire qu'un dégel exceptionnel avait révélé l'existence d'une cinquantaine d'îlots, récifs et hauts-fonds non portés sur les cartes.

B. MATÉRIEL

a) Hydrodist.

Le Service Hydrographique a procédé au mois de septembre à des essais à la mer dans la région de La Pallice de l'appareil "Hydrodist" adaptation du telluromètre à la radiolocalisation maritime. Les qualités essentielles de cet appareil sont sa légèreté et sa précision élevée. Par contre sa mise en oeuvre pour la détermination continue de la position du bâtiment par trois distances exige l'emploi d'au moins six opérateurs (trois à bord et trois à terre). D'autre part le système "Hydrodist" est "saturable" c'est-à-dire qu'un ensemble de trois répondeurs ne peut être utilisé que par un seul navire.

b) RANA à longue portée.

Le Service Hydrographique fait étudier un système de radiolocalisation à longue portée basé sur les procédés RANA. Une solution originale au problème de la discrimination entre les ondes directes et les ondes réfléchies a été trouvée et on espère ainsi atteindre des portées d'environ 1.000 km avec une précision de l'ordre de la centaine de mètres.

III. - COMMUNICATIONS.

1). G. DESCOSSY rend compte des dispositions prises pour le rattachement du nouveau marégraphe du Planier au marégraphe origine de l'anse Calvo. Les résultats, très satisfaisants, ont permis d'obtenir ce rattachement avec une précision de $\pm$ 2 centimètres.

L'intérêt scientifique d'une reprise de l'ensemble du réseau de 1° ordre de nivellement est ensuite reconnue.

2). J. J. LEVALLOIS fait part de l'évolution actuelle des idées géodésiques. La triangulation classique semble avoir atteint son stade définitif et être devenue une simple technique.

Les recherches portent actuellement :

- sur les nouvelles méthodes de mesures de longueurs (notamment telluromètres);

- l'utilisation géodésique des satellites artificiels qui permet d'entrevoir une solution pratique au problème des rattachements intercontinentaux;
- l'essor des méthodes de calcul de la géodésie tridimensionnelle qui, théoriquement, apporte une solution satisfaisante à certains problèmes (les difficultés de la notion d'altitude par exemple), en pose de nouveaux, et se heurte, sur le plan pratique, à la difficulté de la mesure précise des distances zénithales.

3). A. CLOS ARCEDUC fait part des essais et recherches de RICHARME et de lui-même sur la réalisation automatique de pointés à une distance zénithale fixe soit au moyen de réflexions combinées sur miroirs et bains de mercure, soit par passage des rayons lumineux à travers des prismes liquides d'angles variables.

La mise au point pratique n'est pas encore terminée.

4). M. DECK expose les études faites à l'Institut Géographique National sur l'emploi et les propriétés du telluromètre, les précautions qu'il convient de prendre pour obtenir le maximum de précision de l'appareil, les résultats obtenus et les limites actuelles d'emploi.

5). M. COMMIOT évoque les problèmes pratiques introduits par la recherche de résultats très précis dans des triangulations à très petits côtés de l'ordre de quelques dizaines de mètres (mise en place du radiotélescope de Nançay, vérification de la stabilité de ponts, barrages, etc...). L'erreur de centrage devient prépondérante et les instruments classiques ne sont plus suffisants.

Des dispositifs spéciaux ont été mis au point et donnent satisfaction.

Bibliographie

BRUNEL A. - *La polygonation dans l'hydrographie française à l'aide du géodimètre et du telluromètre.* (Rev. hydrogr. internationale, Vol. XXXVII, n° 1, janvier 1960).

DUFOUR H. - *Corrections et additions à propos du symposium de Venise sur la Géodésie à trois dimensions.* (Diffusion intérieure I. G. N. n° 26.935).

DUFOUR H. - *Résolution pratique du problème des grandes géodésiques sur l'ellipsoïde.* (Diffusion intérieure I. G. N.).

FONTAINE A. - *Quelques expériences sur le calcul en moindres carrés des soirées de hauteurs égales.* (Diffusion intérieure I. G. N. n° 26.963).

GOUGENHEIM A. - *Au sujet du calcul des observations de hauteurs égales.* Revue Hydrographique internationale - Vol. XXXVII n° 1 - janvier 1960.

GROUSSON R. - *Rapport sur le matériel RANA du Service Hydrographique de la Marine française.* (Supplément à la Revue Hydrographique internationale - Volume I octobre 1960).

LE FUR A. - *Radiolocalisation maritime et radiolocalisation aérienne - Recherche de la précision.* (Communication présentée à la 10° Assemblée générale de l'« Advisory group for aeronautical research and development » - Istambul octobre 1960. Cette communication sera publiée par les soins de l'OTAN).

LE FUR A. et LEBEAU A. - *L'ensemble de radiolocalisation DERVEAUX.*

LE FUR A. et LEBEAU A. - *Les systèmes de radiolocalisation RANA.* Application à un matériel hectométrique à réseaux hyperboliques.

Ces deux derniers documents seront publiés ultérieurement par le Bureau Hydrographique International.

LEVALLOIS J. J. - *La réhabilitation de la Géodésie classique et la Géodésie tridimensionnelle.* (Diffusion intérieure I. G. N. n° 26.960).

REYT A. - *Les bases mathématiques et numériques des cartes de l'I. G. N.* (Diffusion intérieure I. G. N.).

ROUBERTOU A. - *Remarques sur l'utilisation du telluromètre.* (Diffusion intérieure au S. H. M.).

Le Secrétaire
de la Section des Triangulations :

G. BONIFACJ.

SECTION DE GRAVIMÉTRIE

Rapport de la Section de Gravimetrie

La Section de Gravimétrie s'est réunie le vendredi 3 février 1961, à l'Ecole supérieure des Mines, sous la présidence de J. GOGUEL.

Dès l'ouverture, il a été procédé à l'élection du Bureau conformément au Règlement intérieur du Comité national. Les 32 Membres présents ont voté la réélection des anciens Membres du Bureau.

Comme l'a fait remarquer le Président du Comité national, ce Bureau n'étant en place que depuis 1959 (à la mort du P. LEJAY), le Président pourra être réélu en 1964.

I. - Appareils de mesure absolue et relative de la pesanteur.

Au cours de la réunion, plusieurs communications intéressantes sont faites sur les nouveaux instruments de mesure de la pesanteur et sur le comportement des gravimètres.

En particulier, Ch. VOLET rappelle que, depuis une année, le Bureau international des Poids et Mesures met en oeuvre la méthode des deux stations pour déterminer l'accélération due à la pesanteur. Le mobile lancé de bas en haut porte un trièdre trirectangle dont les miroirs réfléchissent l'un des faisceaux d'un interféromètre Michelson. Le problème mécanique du lancement du mobile a donné lieu à des essais concluants. Quant à l'observation de la frange blanche, qui apparaît lorsque le mobile atteint des niveaux bien déterminés, elle nécessite la mise en oeuvre de dispositifs appropriés eu égard à l'extrême brièveté du phénomène et à l'intensité du rayonnement dans lequel il se produit. Des résultats encourageants ont néanmoins été obtenus.

G. DUCHER de l'I. G. N. signale principalement que les pendules minimum commandés (2 en tungstène et 1 en molybdène) ont été reçus et que l'ajustement des périodes des différents pendules Mioni a été étudié avec soin.

G. ROUILLON rappelle qu'il a effectué diverses liaisons qui permettent d'améliorer la connaissance de l'appareil Worden n° 332 utilisé en Terre Adélie. La formule d'étalonnage du petit cadran, publiée dans une note donne l'importance des variations thermiques et montre l'effet du temps :

$$k\,(t,\ T) = 1{,}089729 - 0{,}001\,306t + 0{,}000172\ T.$$

t = temps compté en années à partir du 1er janvier 1957,

T = température en degrés centigrades.

R. BOLLO indique que le B. R. G. M. a acheté un nouveau

Worden "Master" avec chauffage et R. NEUMANN signale que les derniers perfectionnements faits sur le gravimètre LaCoste permettent d'utiliser cet appareil dans un domaine étendu, sans avoir besoin d'effectuer un "changement de zone".

II. - Mesures françaises de la pesanteur et publication des résultats.

a. Réseaux gravimétriques de France :

Le BUREAU de RECHERCHES GÉOLOGIQUES et MINIÈRES (B. R. G. M.) a fait plus de 8000 mesures qui se répartissent dans les régions suivantes :

- la région de Montbelleux, 3540 stations sur une surface de 80 km^2,
- le Calvados, 1800 stations sur une surface de 3450 km^2,
- le Mâconnais, 1570 stations sur une surface de 3800 km^2,
- la région de Largentière, 362 stations sur une surface de 60 km^2,
- l'Ardèche, 950 stations sur une surface de 2000 km^2.

Le B. R. G. M. a poursuivi la publication des coupures régulières des cartes gravimétriques ; cette année, ont paru 11 nouvelles cartes (1/80.000) qui s'étendent en partie sur la Bretagne (voir Bibliographie).

La COMPAGNIE GÉNÉRALE de GÉOPHYSIQUE (C. G. G.) a effectué des levés de détail, dans le Bassin parisien, l'Aquitaine et la vallée du Rhône ; le nombre des stations, distantes de 200 à 500 m, s'élève à 5770.

b. Réseaux gravimétriques de l'Afrique du Nord et du Sahara.

En Algérie et au Sahara, la C. G. G. a effectué environ 6400 mesures à des distances de l'ordre de 500 m.

A Hammaguir, en Algérie, une mission spéciale pour le C. I. E. E. S. a déterminé un polygone gravimétrique de 10 km^2 (125 points) à partir des stations de Colomb-Béchar et Béni-Abbès (J. LAGRULA).

Au Maroc, le Service de Nivellement de l'I. G. N. a effectué environ 2000 nouvelles stations : d'une part, simultanément avec l'établissement du réseau de nivellement, en vue des cotes géopotentielles (la première tranche de ce travail couvre le Maroc occidental, la partie orientale sera levée en 1961); d'autre part, dans le Rif, pour le Service de la Géologie et des Mines du Maroc.

Ce réseau s'appuie sur le réseau ORSTOM (MARTIN), en particulier sur les stations de Tanger (979 750,14 mgal), Kénitra, Rabat, Casablanca, Ben-Rechid, Marrakech, Agadir (979 336,30 mgal).

Pour permettre une comparaison avec l'ancien levé effectué par la C. G. G. en 1949, 220 anciennes stations ont été réoccupées.

c. Réseaux gravimétriques de l'Afrique occidentale, équatoriale et de Madagascar.

L'équipe de gravimétrie du Centre de M'Bour (ORSTOM) a poursuivi son programme visant l'établissement d'une carte générale gravimétrique de l'Afrique occidentale (une station tous les 5 km sur

les profils), au 1/5 000 000. Une esquisse de la répartition des anomalies isostatiques a déjà été publiée pour une grande étendue de l'Afrique occidentale.

Ces géophysiciens ont prospecté :

1) les zones frontières de la Mauritanie, du Sénégal et du Soudan jusqu'à la frontière guinéenne, en particulier :

- les régions de M'Bour, Aleg, Kaédi, Moudjeria (Mauritanie),
- la région de Bafoulabé (Soudan) et Tambacounda (Sénégal);

2) le nord de la Mauritanie où les mesures sont commencées à partir de la bordure septentrionale du bassin de Taoudeni.

De plus, ces geophysiciens ont fait des études dans des régions d'intérêt géologique local :

- bordure du bassin du Sénégal et du Falémien,
- région minière de Kédougou, Keniéba.

La C.G.G. a effectué des travaux de détail (environ 9000 stations espacées de 300 à 800 m) dans les régions du Gabon, de Cabinda et du Congo.

A Madagascar, le P. CATTALA n'a pu faire que quelques mesures le long de l'axe de nivellement de Moramanga, Ambatondrazaka, le lac Alaotra et jusqu'à Andilamena.

d. Résultats gravimétriques en Antarctique.

G. ROUILLON a terminé les réductions de ses observations en Terre Adélie et publié deux notes aux C.R. Les valeurs des anomalies de la pesanteur sur la calotte glaciaire font apparaître l'influence exercée sur l'écoulement de la glace par les accidents du socle sous-jacent. La variation rapide des anomalies dans la région de Pointe Géologie s'explique par la présence d'un fjord sous-glaciaire de vastes dimensions.

III. - Bureau gravimétrique français.

Au cours de sa réunion, la Section a décidé de prendre en charge la conservation et la coordination des réseaux gravimétriques en France qui n'incombent pas au Bureau gravimétrique international.

A cet effet, il a été constitué un Bureau de travail comprenant J. GOGUEL, Président de la Section, R. BOLLO (du B.R.G.M.) et Melle CORON, auxquels sont invitées à se joindre toutes les personnes intéressées.

Le service du B.R.G.M. est depuis plusieurs années l'organisme officiel chargé de recueillir les données gravimétriques des prospections faites en France; il peut donc fournir au bout de 10 ans tous les renseignements des prospections en général, et sans délai les renseignements concernant les prospections pétrolières récentes. Les mesures gravimétriques de caractère géodésique, qui ne sont pas astreintes à déclaration, doivent être communiquées soit à Melle CORON, soit au B.R.G.M. qui en assurera la conservation.

La première tâche de ce Bureau est d'assurer l'homogénéité des différents réseaux. Une première comparaison a été faite entre le système de la Carte Gravimétrique de France, les prospections C.G.G. et l'échelle d'étalonnage français Paris-Toulouse telle qu'elle avait été

adoptée en 1951 par le Comité national (valeurs MARTIN), cette échelle étant basée sur les deux points fondamentaux :

Paris, Observatoire, pilier E de l'ancienne salle : 980 943,00 mgal,
ou Paris, Observatoire, point A : 980 943,35 mgal
et Toulouse, Observatoire, sol labo. photo : 980 443,10 mgal.

IV. - Commission des Marées terrestres.

Le rapport suivant a été établi par le secrétaire G. JOBERT, à la suite de la réunion de la Commission, le 19 décembre 1960.

A. Calcul des effets luni-solaires théoriques :

Comme les années précédentes, le Service hydrographique de la Marine et la C.G.G. ont établi les courbes de variations de l'intensité de la pesanteur publiées dans "Geophysical Prospecting".

Le calcul des valeurs horaires de la marée gravimétrique à Strasbourg est poursuivi par R. LECOLAZET au Centre de calcul électronique de Strasbourg.

B. Variations de l'intensité de la pesanteur :

a) A Strasbourg, R. LECOLAZET a poursuivi ses enregistrements avec deux gravimètres North American dont un est déjà équipé (et le second en cours d'équipement) d'un dispositif électrostatique d'étalonnage. Depuis le mois d'avril 1960 , l'enregistrement est effectué suivant la méthode de l'étalonnage continu : fléau dévié pendant 1/2 heure chaque heure. Les analyses complètes portent sur les valeurs horaires, les analyses portant sur les valeurs semi-horaires fournissent les variations de la sensibilité au cours du temps. On a constaté que les variations de sensibilité (pouvant atteindre 4 %) étaient fonction de la température de la salle. (La variation diurne de cette dernière a maintenant été éliminée).

L'étude de l'influence du traînage se poursuit.

b) R. LECOLAZET a présenté, au colloque sur les Marées tenu à Helsinki lors de l'Assemblée générale de l'U.G.G.I., un rapport sur les observations continues faites à Strasbourg depuis 1957. Ce rapport étant publié, nous citerons seulement les valeurs des coefficients δ pour les ondes principales déduites de plus de deux ans d'enregistrements :

$\delta(K_1) = 1,164$ $\delta(O_1) = 1,180$ $\delta(M_2) = 1,199$ $\delta(S_2) = 1,196$

Seule l'onde M_2 serait en avance de phase de 1° environ sur l'onde théorique, le retard des trois autres étant inférieur à 2°.

c) L. STEINMETZ a présenté à Helsinki une note sur le dispositif d'étalonnage électrostatique qui permet de définir les corrections à apporter aux mesures à cause de l'effet de traînage. Les coefficients donnés plus haut doivent être réduits d'environ 1 % pour les ondes diurnes et 0,5 % pour les ondes semi-diurnes.

d) Lors du colloque sur l'évènement de juillet 1959, tenu à Helsinki, R. LECOLAZET a signalé un changement des rapports des facteurs $\delta(K_1)$ et $\delta(O_1)$ observés à Strasbourg et à Uccle au mois de juillet 1959. La variation est nettement supérieure à la dispersion des résultats, mais il serait souhaitable d'augmenter la sensibilité instrumentale et la

précision de sa détermination pour mieux mettre en évidence ce phénomène s'il vient à se reproduire.

e) Le gravimètre LaCoste-Romberg n° 5 du Centre d'études géophysiques a fonctionné depuis juin 1960 à Paris. Une des causes du fonctionnement défectueux de cet appareil ayant été décelée, on a pu analyser les enregistrements obtenus depuis octobre.

Un dispositif pour l'étude du déphasage instrumental a été utilisé pendant le premier trimestre 1960. Mais les résultats des expériences faites sont difficilement exploitables par suite du mauvais fonctionnement du gravimètre à cette époque.

C. Variations de la direction de la verticale.

Les enregistrements obtenus à l'aide des inclinomètres BLUM se sont poursuivis toute l'année à Paris où fonctionnent actuellement 5 appareils (dont un à cellule photo-électrique). Les dérives observées ont été très faibles cette année. Le fonctionnement de la station de Moulis a été interrompu à plusieurs reprises. Mais un appareil donne des résultats très satisfaisants depuis novembre.

Le dépouillement et la comparaison des enregistrements entre eux et avec les courbes théoriques a été beaucoup retardé faute de personnel. Mais ils progressent maintenant de façon satisfaisante. Il apparaît en particulier que les facteurs γ donnés par les ondes diurnes observées à Moulis sont environ de moitié inférieurs à ceux donnés par les ondes semi-diurnes.

V. - Etudes diverses.

La méthode de prospection gravimétrique proposée par L. CAGNIARD pour obtenir par mesure directe les dérivées secondes verticales de l'intensité de la pesanteur, a été appliquée par M. PHAM VAN NGOC. Cette technique de mesure consiste à disposer sur le terrain des groupements appropriés de stations complètement indépendants l'un de l'autre et dont le choix est fonction du problème de prospection. Les mesures de la topographie et de la pesanteur peuvent être ainsi effectuées avec le maximum de précision.

Champ de la pesanteur à l'extérieur de la Terre.

V. BARANOV donne une formule en termes finis pour calculer la gravité normale "prolongée" au-dessus de la surface terrestre, en utilisant les coordonnées sphéroïdales.

Dans une note présentée à Helsinki, J.J. LEVALLOIS fait une étude du champ extérieur, et montre que la formule de Stokes n'est qu'un cas particulier d'expressions plus générales applicables dans l'espace.

VI. - Travaux internationaux.

A la demande du Prof. BROWNE, de l'Université de Cambridge, le B.R.G.M. a procédé à une liaison gravimétrique permettant le raccordement des mesures effectuées en mer au Réseau gravimétrique français (St. Nazaire).

Bibliographie

BARANOV V. - *Gravité normale à l'extérieur de la Terre.* C. R. Acad. Sci., 1960, t. 251, n° 15, p. 1546-1548.

CORON Mlle S. - *Rapport général provisoire sur les mesures relatives de l'intensité de la pesanteur, sur terre (1957-1960).* Texte ronéotypé.

JOBERT G. - *Perturbations des marées terrestres.* Ann. de Géophysique, 1960, t. 16, p. I-55.

LAGRULA J. - *Nouvelles études gravimétriques, 1ère partie : Stations de référence de l'Algérie et du Sahara.* Pub. du Service de la Carte géologique de l'Algérie (nouvelle série), Alger, 1959.

LECOLAZET R. - *Rapport sur les observations de marée gravimétrique faites à Strasbourg en 1957, 1958 et 1959.* Marées terrestres, Bul. d'inf., 1960, n° 21, p. 387-398.

LECOLAZET R. - *La méthode utilisée à Strasbourg pour la séparation des ondes K_1 P_1 et S_1.* Marées terrestres, Bul. d'inf., 1960, n° 19, p. 311-321.

LECOLAZET R. et MELCHIOR P. - *Pour une comparaison des observations de la marée gravimétrique.* Marées terrestres, Bul. d'inf., 1960, n° 19, p. 322-326.

LEVALLOIS J. J. - *Considérations générales sur les réductions de la pesanteur.* Texte ronéotypé - *Sur le problème du champ extérieur de la pesanteur.* Texte ronéotypé.

PHAM VAN NGOC.- *Prospection gravimétrique par mesure directe des dérivées secondes verticales de l'intensité de la pesanteur.* C. R. Acad. Sci., 1960, t. 251, n° 18, p. 1889-1891.

ROUILLON G. - *Variations de la pesanteur dans la région de Pointe Géologie en Terre Adélie.* C. R. Acad. Sci., 1960, t. 251, n° 4, p. 570-572.

ROUILLON G. - *Anomalies de la pesanteur et profil de la calotte glaciaire antarctique en Terre Adélie.* C. R. Acad. Sci., 1960, t. 251, p. 762-764.

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES et MINIÈRES.- *Atlas gravimétrique, cartes au 1/80 000 :* N°s 16-17, 40-57, 41, 58, 72-87, 73, 74, 88, 89, 90, 104 (densité 2,7).

BUREAU GRAVIMÉTRIQUE INTERNATIONAL.- *Feuille d'Amsterdam (1/1 000 000) avec les anomalies de Bouguer.*

COMITÉ NATIONAL FRANCAIS.- *Travaux gravimétriques français exécutés de 1957 à 1960.* Rapports présentés à la XII° Assemblée générale tenue à Helsinki, en 1960.

Les six communications présentées par la délégation française au 3ème symposium de Trieste (6-11/7/1959) sur les Marées terrestres ont paru dans le volume spécial édité par la Commission permanente des Marées terrestres.

La Secrétaire
de la Section de Gravimétrie :

S. CORON

SECTION DE SÉISMOLOGIE

Rapport de la Section de Séismologie

La Section de Séismologie s'est réunie le samedi 4 février 1961 à l'Institut de Physique du Globe de Paris, sous la présidence de Mme Y. H. LABROUSTE.

I. - ACTIVITÉ GÉNÉRALE.

A la station de Bagnères-de-Bigorre, le séismographe vertical de courte période est entré en fonctionnement permanent; les enregistrements sont dépouillés à Strasbourg. Plusieurs séismes locaux ou régionaux ont pu être étudiés.

La station de Besançon a fonctionné régulièrement sous la responsabilité de Mme HENRY, aide-astronome à l'Observatoire. Notre collègue américain, le Docteur KNOPOFF a installé à Besançon, en juillet 1960, un séismographe de longue période, destiné à l'étude des ondes superficielles.

387 séismes ont été enregistrés au cours de l'année 1960 par la station de Clermont-Ferrand; en attendant la mise en place définitive de nouveaux moteurs à marche commandée par l'horloge de l'Observatoire, un entraînement par moteur synchrone, complété par un vibreur fournissant, en cas de panne du secteur, un courant alternatif à 50 périodes, a été utilisé pour l'enregistreur du séismographe vertical Faux-Wenner.

L'équipement de la station séismologique du Centre d'études géophysiques de Garchy a été complété par l'installation d'un enregistreur Belin à trois pistes, alimenté en courant stabilisé ainsi que par l'achat d'un séismographe vertical de grande période.

Le Service Hydrographique de la Marine a développé son Observatoire d'Isola (44° 11' N, 7° 03' E). Trois séismographes de courte période avec un enregistreur Belin et trois séismographes de longue période avec un enregistreur Belin ont été installés. Le dépouillement complet des séismogrammes est effectué à Paris par M DEWEZ technicien du Service Hydrographique. L'Observatoire est en liaison avec la station de l'Institut océanographique de Monaco où la confrontation des enregistrements des deux stations est assurée par le Commandant GRINDA. Le nombre des secousses régionales faibles apparaît aujourd'hui beaucoup plus grand qu'on ne l'imaginait avant la création de ces deux stations.

Les stations de Folinière, Paris - Parc-Saint-Maur et Strasbourg ont fonctionné normalement.

L'Observatoire de la Martinique vient d'être de nouveau éprouvé par la mort de M. RÉGIS, assistant à la station du Morne-des-Cadets. Le nouvel appareillage qui a été préparé à l'Institut de Physique

du Globe de Paris, est prêt à être expédié. Il comprend trois séismographes de grande période munis d'une amplification électronique par variation de capacité; chacun des séismographes doit fournir trois enregistrements sur noir de fumée, correspondant à trois sensibilités différentes.

La station de St Claude (Guadeloupe) qui avait dû être arrêtée, faute de personnel, a pu être remise en marche à la suite de la nomination de M. GLAUDE, en avril 1960. Un ensemble de trois séismographes identiques à ceux de la Martinique y est en cours d'installation.

A Beni-Abbès, la station séismologique du Centre d'études sahariennes a été remise en marche; les dépouillements sont effectués à l'Institut de Physique du Globe de Paris.

Aucun changement n'a été apporté dans les stations d'Alger, Relizane, Sétif et Tamanrasset. Après des essais concluants, la construction d'une cave est envisagée à Arcole, près d'Oran, dans une région où la séismicité, marquée par la catastrophe de 1791, est redoutable.

Stations de l'Office de la Recherche scientifique et technique d'Outre-Mer.

La station de M'Bour a fonctionné durant l'année 1960 avec 6 appareils : 3 séismographes de grande période et 3 de courte période, qui n'ont pas subi de modification; le vertical de moyenne période, installé pour l'A. G. I., est affecté aux stations mobiles.

Quelques améliorations de détail ont été apportées aux enregistrements : renforcement de lumière toutes les 5 minutes, inscription du passage des véhicules sur la route voisine. La cave auxiliaire, de construction rudimentaire, aménagée au début de 1960 à plus grande distance de la route, n'a pu être utilisée que durant quelques mois, des infiltrations d'eau s'étant produites pendant la saison des pluies.

A Lomé, un séismographe vertical de courte période, installé en septembre 1959, a continué à fonctionner, en plus des deux anciens Mainka. Mais ses enregistrements sont perturbés par une forte agitation quasi-permanente.

En Nouvelle-Calédonie et aux Nouvelles-Hébrides, le réseau de stations dont il a été question dans le précédent rapport (Nouméa, Koumac, Port-Vila) a commencé de fonctionner en janvier 1960; les premiers résultats confirment l'intérêt d'un réseau de stations dans cette région. L'équipement homogène de ces trois stations a été poursuivi : trois séismographes de courte période A.P.X. et un enregistreur BELIN en provenance de Saint-Pierre-et-Miquelon, aimablement mis à la disposition de l'O. R. S. T. O. M. par le Service Hydrographique de la Marine, ont été acheminés sur Port-Vila; un enregistreur BEAUDOUIN et un séismographe de courte période A. P. X. mis à la disposition de l'O. R. S. T. O. M. par le Service Hydrographique de la Marine et l'I. P. G. ont été expédiés à Koumac; un séismographe vertical de longue période A. P. X. a été expédié à Nouméa.

En vue de l'étude des microséismes et de la prévision des cyclones, un effort parallèle est fait pour équiper ces 3 stations d'enregistreurs A. O. I. P. à lecture directe.

A Tananarive (République malgache) la station a continué à fonctionner normalement sous la direction du R. P. POISSON.

Stations des Terres Australes et Antarctiques françaises.

A la station de Dumont d'Urville (Terre Adélie), M. GROSSET a rencontré de grandes difficultés par suite du mauvais état de l'abri séismologique. Des enregistrements d'essais doivent être effectués pendant la campagne d'été en vue de déterminer l'emplacement le plus favorable pour la construction d'une nouvelle cave séismologique.

Aux Kerguelen, M. PUNTOUS a assuré le fonctionnement permanent de la station de Pointe-Molloy; au cours de sa mission, 70 séismes ont été inscrits (pendant 550 journées d'enregistrement). Le séismographe de courte période a été réglé de façon à réduire le plus possible l'influence de la houle de la baie du Morbihan qui crée une agitation d'amplitude souvent supérieure à celle des ondes de courte période des séismes. M. PUNTOUS a effectué des enregistrements comparatifs de l'agitation en plusieurs emplacements; ces essais n'ont pas permis de mettre en évidence une diminution sensible de l'agitation lorsqu'on s'éloigne de la côte.

Un essai de corrélation entre les microséismes et les perturbations météorologiques intéressant le sud de l'Océan Indien a été entrepris ainsi qu'une étude de la répartition géographique des séismes inscrits par la station.

Stations de l'Année Géophysique.

Le R.P. PLASSARD, Directeur de l'Observatoire de Ksara, a effectué un stage de deux mois au Service séismologique de l'Institut de Physique du Globe de Paris. Depuis le 1er juillet 1960, les enregistrements des séismographes de courte période A.P.X. sont interprétés à l'Observatoire de Ksara.

L'Institut océanographique de Nhatrang (Viet-nam du Sud) a également pris en charge le fonctionnement et les dépouillements de la station séismologique, depuis le retour à Nhatrang de M. NGUYEN-HAI, en avril 1960.

Nouvelle station.

A Chiraz (Iran), P. STAHL a assuré, depuis le 1er février 1960, le fonctionnement continu de la station provisoire, ainsi que la préparation d'un bulletin mettant en évidence la très grande séismicité de la région en même temps que l'excellente qualité du site et son intérêt exceptionnel. De très fortes amplifications sont possibles qui apportent une ample moisson de séismes proches et locaux : à peu près un séisme analysable par heure, en moyenne.

Echanges de données; bulletins.

En raison du grand nombre de données dépouillées, le tome XXII (1957) des Annales de l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg - dont la deuxième partie (Séismologie) constitue la publication du Bureau central séismologique français - a dû être séparé en deux fascicules dont le premier (janvier-juin 1957) a été imprimé en 1960.

L'Institut de Physique du Globe de Strasbourg a continué à diffuser les déterminations rapides d'épicentres de séismes européens

ou méditerranéens. En 1960, 36 épicentres ont été déterminés, se répartissant ainsi : Grèce, Albanie, Yougoslavie 10; France, Suisse, Allemagne, Belgique 10; Italie 7; Atlantique 5; Algérie 2; Espagne 1; Maroc 1.

Le bulletin mensuel du Bureau central international de Séismologie a été, comme les années précédentes, préparé avec la collaboration du personnel de l'Institut de Physique du Globe. Les données reçues à Strasbourg pendant l'Année de coopération Géophysique internationale 1959 (C.G.I. 1959) ont été étudiées et publiées au cours de l'année 1960. Le nombre total des données publiées pour l'année 1959 atteint 125602 (contre 114982 pour l'année 1958). Une telle documentation n'avait encore jamais été recueillie pour une seule année.

Le nombre des pages du bulletin a encore augmenté au cours des douze derniers mois; alors que le nombre de pages publiées en 1957, 1958 et 1959 s'élevait respectivement à 880, 1538, 2002, le bulletin de l'année 1959 (publié en 1960) compte 2562 pages.

Statistique concernant l'activité séismique pendant l'année 1959 (Année de coopération Géophysique internationale).

Le nombre des données se rapportant à l'année 1959 (publiées dans les bulletins mensuels de janvier à décembre 1959, diffusés en 1960) s'est élevé à 125602, correspondant à 34633 séismes différents.

En fonction du nombre de stations ayant enregistré un séisme déterminé, ces données se répartissent de la façon suivante :

Nombre de stations ayant inscrit le séisme	Nombre de séismes	Nombre de données	Pourcentage (1957)	Pourcentage (1958)	Pourcentage (1959)
1	25970	25970	18,6	20,1	20,7
2 à 5	5830	15629	11,3	11,2	12,4
6 à 10	1068	8096	6,4	6,1	6,5
11 à 20	657	9701	8,6	8,3	7,7
21 à 30	348	8680	6,6	6,7	6,9
31 à 40	181	6390	6,1	5,3	5,1
> 40	579	51136	42,4	42,3	40,7
	34633	125602	100,0	100,0	100,0

On remarquera que les pourcentages de données réparties par groupes ont très peu varié au cours des trois années qui ont fait l'objet d'études détaillées; le nombre de séismes inscrits par une seule station reste très important (25970 en 1959). Par ailleurs, près de la moitié des données publiées (57526) se rapporte aux 760 séismes inscrits dans plus de 30 stations.

22 séismes ont été inscrits par au moins 200 stations; on citera ici les plus remarquables :

Nombre de stations	Région	Date et Heure 1959		M (Pasadena)	m (Kew)
243	Formose	26 avril	20h 40mn	7 1/2 - 7 3/4	7,4
242	Lac Hebgen (Montana)	18 août	06h 37mn	7,5	7,3
242	Mer Ionienne	15 novemb.	17h 08mn	6 1/2 - 6 3/4	6,6
237	Kamtchatka	4 mai	07h 15mn	8	7,5
233	Sandwich du Sud	14 décemb.	23h 21mn	7	7
227	Bolivie	14 juin	00h 11mn	7 1/4 - 7 1/2	7,3
220	Nouvelle Guinée	1er mars	16h 49mn	7	7
215	Mexique	24 mai	19h 17mn	6 3/4 - 7	7,1
213	Formose	15 août	08h 57mn	6 3/4 - 7	7,2
204	Kermadec	14 septem.	14h 09mn	7 3/4	7,2
200	Pérou	7 février	09h 36mn	7 1/4 - 7 1/2	7,3

Enquêtes macroséismiques.

15 secousses ont été ressenties en France en 1960; aucune n'a dépassé l'intensité V. Les secousses se répartissent ainsi : Alpes, 9; Pyrénées, 3; Vosges et Jura alsacien, 3.

Deux secousses ont été largement ressenties le 13 mai à 03h 55mn et le 23 mai à 01h 08mn dans le Massif granitique du Champ du Feu (Bas-Rhin) dont la séismicité avait, jusqu'ici, été très faible (épicentre : 48° 5 N, 7° 3 E).

La secousse du 19 juin à 03h 35mn a intéressé le Jura alsacien et le canton de Bâle; l'épicentre proche de Petite-Lucelle (47° 35' N, 7° 30' E) est probablement voisin de celui du grand séisme qui, en 1356, entraîna la destruction de la ville de Bâle.

Dans les départements algériens, 47 secousses principales ont été ressenties pour lesquelles il a été procédé à des enquêtes, malheureusement très gênées par les circonstances actuelles.

Le séisme du 21 février à 08h 13 mn s'inscrit dans la longue liste des séismes destructeurs en Algérie; toutes les maisons des localités de Mélouza et Beni-Ilaman ont été anéanties et on a relevé 48 morts; l'épicentre (36° O N, 4° 1 E) se place dans le Djebel Choukott où, jusqu'à présent, aucun séisme important n'avait été signalé; pour des raisons séismotectoniques, cette région devait cependant être considérée comme dangereuse au même titre que le reste de l'Atlas tellien. La magnitude du séisme de Mélouza était voisine de 5,5.

Outre le séisme de Mélouza, on compte 6 secousses ayant atteint le degré VI. Ces secousses ont intéressé :
la région de la Soummam et la petite Kabylie [degré VII le 9 mai à Azazga où l'on signale des lézardes, l'effondrement de 2 vieilles maisons et l'éclatement d'une conduite d'eau, VI le 22 janvier à Kerrata (lézardes)] ; la région de Blida [VI-VII le 20 février à Oued-Djer (aggravations de fissures), V le 14 août à Boufarik (vitres brisées, lézardes)] ; la région d'Orléansville [VI le 5 août à Flatters (fissures, effondrement

d'une murette en briques)] et la région de Philippeville [VI le 5 mars à Hammam Meskoutine (quelques fissures)].

Plusieurs secousses séismiques qui ont débuté le 31 décembre 1959 se sont produites en Côte française des Somalis. La plus importante a été enregistrée par de nombreuses stations le 4 janvier 1960 à 06h 16mn. L'épicentre (11° 6 N, 42° 8 E) est probablement situé dans le Golfe de Tadjourah. Les secousses ont été ressenties à Djibouti, Tadjourah, Ali-Sabieh et Arta. Dans cette dernière localité, de nombreux murs ont été lézardés et des "cases" se sont écroulées; des éboulements de falaises ont été signalés. La station ionosphérique d'Arta a enregistré 36 secousses entre le 31 décembre 1959 et le 30 janvier 1960.

Les tremblements de terre d'origine malgache ont fait l'objet d'une brève étude du R.P. POISSON, étude insérée aux comptes rendus de l'Académie malgache. En 1960, la seule secousse importante est celle du 15 juillet à 05h 02mn qui a été ressentie modérément aux Comores et dont l'épicentre était sous-marin (12° S, 45° 1/2 E).

II. - TRAVAUX DE RECHERCHES.

1. Agitation microséismique.

P. BERNARD a monté au Parc-Saint-Maur un dispositif optique multipliant par 3 l'amplification du séismographe faux Galitzine: le passage facile d'une marche des rayons à l'autre, dote cet appareil d'une amplification d'hiver et d'une amplification d'été utilisables à volonté suivant l'amplitude des microséismes.

Le même auteur a envoyé au Congrès d'Helsinki une communication résumant les résultats récents sur la propagation de la houle, tirés des séismogrammes des stations côtières; il a participé au colloque international sur les relations de l'activité solaire avec la Météorologie, réuni à Lake Arrowhead (South California) en avril 1960 et a présenté la contribution des microséismes à cette question en cherchant à dégager le lien entre ses travaux, ceux de BÅTH sur la variation undécennale de l'agitation microséismique et ceux de J. DEBRACH sur le cycle de la houle.

Les microséismes l'ont encore mis sur la voie d'une explication des variations de la rotation terrestre découvertes par A. DANJON en relation avec les éruptions solaires. La circulation générale de l'atmosphère doit intervenir dans ce phénomène. P. BERNARD, après une note à l'Académie des Sciences, est revenu sur ce sujet au colloque solaire du Comité national français d'Astronomie le 8 juin 1960.

Le problème hydrodynamique de la génération des microséismes par une houle stationnaire a fait l'objet de longs échanges de vues entre J. LACAZE, LONGUET-HIGGINS, MICHE et SAINT-GUILY; les éléments essentiels de cette discussion ont été publiés dans les "Cahiers océanographiques".

J. METZGER a poursuivi l'étude détaillée de l'agitation microséismique locale enregistrée à M'Bour. De fréquentes tempêtes microséismiques se produisent en été, principalement au passage des tornades. Afin de déterminer la trajectoire de celles-ci et d'étudier leur effet sur l'état de la mer, on a mis en place un réseau de détection et installé un houlographe. Les enregistrements sont encore trop peu nombreux pour qu'on puisse en tirer des conclusions formelles.

2. Ondes séismiques.

a. Ondes réfléchies.

M. CHOUDHURY a montré que les ondes longitudinales PKP2, ayant subi une double réflexion à l'intérieur de la croûte terrestre, peuvent être reconnues sur les enregistrements de séismes profonds, en particulier aux grandes distances où l'amplitude de PKP2 est très importante. L'enregistrement de séismes profonds de la région Fidji - Tonga - Kermadec ($100 \leqslant h \leqslant 600$) à la station de Garchy, donne une valeur moyenne de 10,1s entre l'arrivée des ondes directes PKP2 et ses réflexions. L'épaisseur de la croûte terrestre dans la région de Garchy est donc trouvée égale à 30 km.

b. Propagation des ondes longitudinales dans le noyau.

Venu à Paris pour s'initier à l'interprétation des séismogrammes et entreprendre un travail de recherches, M. NGUYEN HAI a étudié trois séismes profonds ayant leur origine dans la région des îles Fidji: ceux du 15 juin 1956, du 10 avril 1959 et du 15 septembre 1959. Leur magnitude est supérieure à 6 et la profondeur de leur foyer est voisine de 600 km. Plus de 60 observatoires situés à des distances convenables de l'épicentre pour observer les ondes propagées dans le noyau, ont bien voulu envoyer leurs enregistrements à M. NGUYEN HAI.

Les observations relatives à chacun des séismes ont permis de définir des courbes de propagation, lesquelles se sont montrées presque superposables d'un séisme à l'autre. Des corrections ayant été appliquées aux durées de propagation afin de les faire correspondre à une même profondeur de foyer qui a été choisie égale à 600 km. M. NGUYEN HAI en a déduit les courbes moyennes de propagation pour cette profondeur. Il donne notamment les durées de propagation, jusqu'à 158°, de la phase PKP1 sur laquelle on ne possédait encore que des observations très incomplètes.

D'autres phases remarquables, apparaissant aux distances comprises entre 103° et 143°, ont également été mises en évidence et leurs courbes de propagation ont été tracées. L'étude plus complète de ces phases est en cours et d'autres séismes sont examinés.

c. Mécanisme au foyer.

M. SOBOUTI, qui a fait un stage d'un an à l'Institut de Physique du Globe de Paris, a entrepris une étude du mécanisme au foyer dans les tremblements de terre ayant leur origine située sur l'arc reliant la Méditerranée à l'Hindou-Kouch. Il utilise la méthode de Byerly et Hodgson.

La partie du travail déjà effectuée comporte la détermination des solutions individuelles pour 14 tremblements de terre. Ces premiers résultats ont été obtenus au moyen des bulletins des stations séismologiques et des questionnaires adressés à ces dernières; ils doivent maintenant être complétés par la détermination des plans de failles à l'aide des ondes S, avant de pouvoir tenter une interprétation en relation avec les autres données géophysiques.

d) Dispersion des ondes de Love.

Mme N. JOBERT a étendu au modèle continental de I. LEHMANN le calcul de la vitesse de phase des ondes de Love de grande

période à la surface d'une sphère hétérogène; ce calcul, par intégration de l'équation différentielle du mouvement, utilise un ordinateur IBM 704. Du côté des grandes périodes, la courbe de dispersion semble plus proche des observations que celle calculée pour le modèle de Gutenberg, la vitesse de groupe étant plus élevée.

Un modèle océanique, identique quant à la composition du manteau au modèle de Gutenberg Continental, (couche à faible vitesse à 150 km de profondeur) donne une vitesse de groupe un peu trop grande pour les périodes de l'ordre de 1 min.

e) Enregistrements des tests nucléaires.

Y. ROCARD a publié deux notes sur les résultats des enregistrements séismiques du test nucléaire de Reggan le 13 février 1960 : les signaux séismiques de courte période apparaissent sensiblement moins forts à une distance de 2350 km qu'on ne l'aurait pensé d'après les résultats américains obtenus lors de tests au Nevada. Ils paraissent au contraire très forts vers 686 km.

A El Goléa a pu être enregistrée une onde séismique de surface du type Rayleigh très conforme aux prévisions théoriques pour une excitation par impulsion. A Tamanrasset, sur terrain granitique, on a observé seulement une composante verticale.

Melle A. GRANDJEAN a également étudié les enregistrements obtenus à l'Observatoire de Tamanrasset lors des mêmes expériences.

f) Ondes T.

Les ondes T ont fait l'objet de nouvelles recherches de la part du Commandant GRINDA. Une note à l'Académie des Sciences expose le mécanisme principal du passage de l'énergie vibratoire du sol dans l'eau et l'effet d'autres facteurs. Une autre communication présentée à l'Assemblée de l'U.G.G.I. tenue à Helsinki, précise les détails du passage de l'énergie vibratoire de l'eau dans le sol grâce aux observations faites à la suite de nombreuses explosions sous-marines effectuées au large de Monaco.

L'étude des ondes T en provenance du séisme de Mélouza a été, pour M. GRINDA, l'occasion d'établir une synthèse des phénomènes dont l'ensemble constitue les ondes T. Cette synthèse sera publiée dans un bulletin de l'Institut océanographique de Monaco.

g) Recherches sur modèles séismiques.

La technique des modèles à ultrasons a été appliquée par M. LAVERGNE à l'étude expérimentale de deux problèmes fondamentaux de la propagation des ondes séismiques (diffraction et réfraction).

L'étude des diffractions créées dans un solide homogène par un écran semi-infini parfaitement réfléchissant permet d'observer les ondes de dilatation et les ondes de distorsion diffractées issues de l'extrémité de l'écran diffracteur. Diverses propriétés de la source de diffraction peuvent ainsi être déterminées.

Le problème de la détermination des couches minces par la méthode de séismique réfraction a également été étudié : les vitesses de propagation de l'onde réfractée le long de la couche mince sont dispersives; elles varient avec l'épaisseur de la couche suivant des lois qui ont pu être mises en évidence.

3. Appareillage.

Une mise au point des procédés pratiques pour l'étalonnage des séismographes a été effectuée par M. MARTEL à l'Institut de Physique du Globe d'Alger; M. MARTEL a également étudié un dispositif de déclenchement pour la mise en route d'un séismographe destiné à l'enregistrement des séismes proches.

4. Géographie séismologique et séismotectonique.

Le premier semestre de l'année 1960 a été marqué par plusieurs catastrophes séismiques. Il a déjà été question plus haut du séisme de Mélouza, en Algérie; deux autres séismes destructeurs ont intéressé la zone méditerranéenne et transasiatique.

Le séisme de Lar, en Iran (24 avril à 12h 14mn) a fait l'objet de mémoires de l'ingénieur en chef CLOS et de notre collègue Pierre STAHL.

Le séisme d'Agadir (29 février à 23h 40mn) a été étudié sur place par MM. AMBROGGI, CHOUBERT et ROTHÉ. Le foyer est situé à 2 km seulement de profondeur au sein de l'anticlinal pré-atlasique d'Aït-Lamine; le mouvement a entraîné une amorce de rupture le long de la flexure pré-atlasique; élément occidental du grand accident qui, d'Agadir à Gabès, forme le contact entre la zone plissée méditerranéenne et le socle africain.

Un rapport remis par J. P. ROTHÉ au gouvernement marocain contient en particulier une carte des zones séismiques du Maroc (établie avec la collaboration de notre collègue DEBRACH) et une proposition d'appliquer dans ces zones des recommandations analogues à celles qui furent rédigées pour l'Algérie (Recommandations AS-55).

Ces recommandations font d'ailleurs l'objet d'une mise à jour tenant compte des observations faites dans la ville d'Agadir. Une commission (Ministère de la Construction, Sociétés de contrôle, Géophysiciens) a été constituée pour préparer un règlement relatif aux constructions antiséismiques, règlement applicable en Algérie et éventuellement dans certaines régions séismiques du sud de la France.

J. ROTHÉ a préparé pour le volume de Séismologie des Annales de l'A. G. I. un rapport sur la séismicité de l'Antarctique; grâce aux observations des stations établies sur le continent antarctique, 88 épicentres ont pu être déterminés pendant l'A. G. I. Une zone séismique à peu près continue s'étend au large de l'Antarctide oriental depuis la région des îles Saint-Paul et Amsterdam jusqu'à l'île de Pâques en passant par l'île Macquarie et les îles Balleny; partout, cette zone séismique coïncide avec des lignes de hauts-fonds.

L'activité séismique cesse au contraire complètement dans la péninsule antarctique qui, pourtant, constitue au point de vue géologique le prolongement de la boucle des Antilles du Sud.

La séismicité du continent antarctique lui-même est faible; quelques rares épicentres ont pu seulement y être déterminés.

Le rapport de M. ROTHÉ contient également des considérations sur la structure de l'Antarctique d'après l'étude, faite par plusieurs chercheurs, de la propagation des ondes superficielles. La partie orientale du continent antarctique présente une structure de type continental avec une épaisseur de la croûte d'environ 35 km; au contraire,

à l'ouest d'une ligne joignant la mer de Ross à la mer de Bellingshausen, le socle doit se morceler en groupes d'îles : le véritable continent antarctique est sans doute moins étendu qu'on ne pourrait le penser au premier examen de la carte (EVINSON, INGHAM, ORR et LE FORT ; KOGAN, PASSETCHNIK et SULTANOV).

5. Séismologie expérimentale.

a) Expériences de Corbigny.

Les tirs de la carrière de Corbigny, comportant des charges de 1 à 2 tonnes dans les microgranites du Morvan, sont régulièrement enregistrés à Garchy par les séismographes de courte période. P. BALTENBERGER a entrepris l'enregistrement systématique de ces tirs le long d'un profil de réfraction sensiblement E-W et passant par Garchy.

Deux séries d'enregistrements ont été obtenues en 1960 avec la collaboration de l'Institut de Physique du Globe de Paris : le 1er juillet à Arthel (20 km) et à Garchy (45 km) et, le 5 octobre, à proximité immédiate de la carrière, avec 6 séismographes échelonnés entre 1,1 et 2,4 km.

A Garchy, des enregistrements comparatifs ont été effectués avec cinq séismographes réglés à différentes périodes comprises entre 0,3 et 1,2 s. L'un d'entre eux était muni d'un amplificateur construit par R. BENOIT.

b) Prospection séismique de l'inlandsis antarctique.

Au cours de la deuxième Expédition polaire antarctique belge 1958-1959, un certain nombre de tirs séismiques ont été réalisés entre le nord de l'Ice-shelf, près de la Base Baudouin (70° 19' S, 24° 12' E) et le plateau polaire (72° 18' S, 23° 40' E). Les dépouillements ont été effectués à Strasbourg par G. DIETERLÉ et E. PETERSCHMITT. L'épaisseur de glace augmente quand on va vers l'intérieur - passant de 260 m. à l'extrémité de l'Ice-shelf à 110 m - de sorte que le fond rocheux reste sous le niveau de la mer jusqu'à la latitude 71° 30' S environ : sa cote varie entre - 400 et - 200 m. Avant la montée vers le plateau polaire, une cuvette a permis une accumulation de glace très forte (épaisseur 1570 m). Dans le glacier proprement dit, les épaisseurs diminuent et ne dépassent guère 700 m. La vitesse moyenne horizontale de propagation est de 3930 m/s. Il est probable que la glace se comporte comme un corps anisotrope, la vitesse verticale étant inférieure d'environ 4 % à la vitesse horizontale. Une onde réfléchie mixte de type SP a été très bien inscrite.

6. Prospection séismique.

Près de quarante équipes de la Compagnie générale de Géophysique ont continué à opérer en France, dans les territoires d'Outre-Mer et à l'étranger. L'exploration géophysique s'est étendue à la Grèce, l'Espagne et le Rio de Oro.

Les travaux de prospection séismique se sont chiffrés approximativement à 2100 mois/équipe en France et en Afrique (Sahara exclu) et 150 mois/équipe au Sahara.

Les progrès réalisés concernant toujours la fabrication de films synthétiques avec et sans réflexions multiples, le développement

de l'enregistrement magnétique sur le terrain et dans les centraux. Les laboratoires transistorisés ont fait leur apparition en séismique réflexion.

En séismique réfraction, un prototype transistorisé a été mis au point et expérimenté avec succès au Sahara par la Compagnie générale de Géophysique.

La "couverture multiple", technique qui consiste à étudier systématiquement un miroir par des rayons séismiques convergeant vers le même point du miroir, est actuellement mise en oeuvre dans quelques équipes. Ce procédé qui n'est cependant pas nouveau, peut se perfectionner grâce à l'enregistrement magnétique. Un appareillage très récent, le Décatrack, permettant de composer les enregistrements relatifs à une dizaine de "couvertures" est en cours d'expérimentation.

Enfin, une méthode basée sur la corrélation à distance des ondes réfractées au voisinage de la distance critique se généralise au Sahara, en vue de diminuer la consommation d'explosifs, de suivre plusieurs marqueurs, etc ...

Plusieurs communications ont été faites à l'occasion de divers congrès. On en trouvera plus loin les références.

7. Physique de l'intérieur de la Terre.

a) MM. JOBERT et LE MOUËL ont entrepris l'étude des tensions élastiques créées par un flux de chaleur stationnaire dans un milieu hétérogène (pour la diffusivité ou la radioactivité). Une étude préliminaire portant sur une structure cylindrique à section circulaire a donné pour les tensions différentielles des valeurs de l'ordre de 10^9 cgs. Ce travail a été développé par J. LE MOUËL pour le cas des structures elliptiques et constitue une thèse de doctorat (3ème cycle) qui sera soutenue fin janvier 1961.

b) G. JOBERT a étudié la perturbation du flux de chaleur dans la croûte terrestre due au relief. La perturbation est en général très faible devant le flux normal, et n'atteint des valeurs comparables à ce dernier que dans le cas de relief très accentué ou de discontinuités du gradient horizontal.

c) En adaptant une méthode due à STIELJES, G. JOBERT a déterminé des limites pour la densité à l'intérieur du Globe à partir des valeurs de la densité moyenne et du rapport C/Ma^2 du moment d'inertie au produit de la masse par le carré du rayon. En admettant que le taux de variation de la densité avec la profondeur diminue constamment, (sauf en un point où la variation est discontinue), on trouve que le saut à la surface du noyau est supérieur à 4,68 g/cm^3 si la densité sous la croûte est de 3,67 g/cm^3.

8. Publications.

Mme F. DUCLAUX a publié un Manuel de Séismométrie théorique. Plusieurs articles sur des sujets de séismologie générale, rédigés par Mme Y.H. LABROUSTE, M. JOBERT et M. J.P. ROTHÉ, ont paru dans la nouvelle revue "Nucleus".

III. - QUESTIONS ÉTUDIÉES PAR LA SECTION

1. Expériences séismiques dans les Alpes (Rapport présenté par Mme LABROUSTE).

A). Expériences en Italie.

Du 18 au 27 septembre 1960 ont eu lieu, en Italie, les expériences internationales dont le programme avait été préparé par la Sous-commission des explosions alpines et adopté à Alicante par la Commission séismologique européenne.

Les expériences de 1958 ayant révélé des vitesses de propagation anormalement grandes en Italie, dans la zone d'anomalie positive de la gravité, on se proposait d'étudier directement cette zone d'anomalie.

Ces nouvelles expériences ont été organisées et réalisées par l'Institut de Géophysique de Milan, sous la direction du Professeur SOLAINI et avec la participation de l'A. G. I. P. Mineraria. Quatre tirs ont été exécutés, aux deux extrémités d'un profil ayant une centaine de km de longueur et orienté suivant la direction N. E. - S. W. : trois tirs (100, 300 et 450 kg) dans des forages de 25 m de profondeur, près de Levone, à 20 km au sud-ouest d'Ivrea, et un tir de 2 tonnes près de Mergozzo, au fond d'une galerie de 60 m creusée dans la roche.

Les équipes d'enregistrement allemandes, françaises et italiennes ont effectué deux profils de réflexion, à proximité des points de tir, ainsi que des profils de réfraction dont les deux principaux s'étendaient l'un dans la direction N. N. E. - S. S. W. vers le lac Nègre, constituant ainsi un profil inverse de celui de 1958, et l'autre entre les deux points de tirs.

B). Exploitation des enregistrements de 1956, de 1958 et de 1960.

Comme suite aux décisions adoptées par la Sous-commission dans sa réunion de Gif (1er-3 avril 1959) et la C. S. E. à Alicante (octobre 1959), la publication des résultats de 1956 et de 1958 dans un mémoire collectif a fait l'objet d'une discussion au cours de la réunion tenue le 22 mai 1960, à Munich.

Après examen des interprétations présentées par les divers groupes d'étude, il a été convenu de préparer un modèle à 3 dimensions représentant les principales arrivées d'ondes dans les 149 stations de réfraction. Ce modèle a été exécuté à l'occasion d'une réunion de travail, du 6 au 12 juin, à l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg.

Des rapports rendant compte des expériences et des résultats ont été présentés par le Professeur CLOSS et par Mme LABROUSTE, au cours de l'Assemblée générale d'Helsinki, devant la Sous-commission, la C. S. E. et l'Association internationale de Séismologie.

Depuis lors, les premiers résultats des expériences d'Italie ont été examinés au cours d'une réunion de la Sous-commission tenue le 4 janvier 1961, à Francfort. Une nouvelle réalisation du modèle à 3 dimensions y a été présentée par M. PETERSCHMITT.*

Une prochaine réunion de la Sous-commission est prévue à Strasbourg pour mettre au point le mémoire collectif qui doit rassembler les résultats des expériences de 1956, 1958 et 1960.

* Ce modèle a également été présenté au cours de la réunion de la Section.

2. Les stations séismologiques françaises dans le Pacifique.

M. GOGUEL, se félicitant des premiers résultats obtenus par les trois stations séismologiques de Nouméa, Koumac et Port Vila, souhaite que l'exploitation de ces stations soit poussée activement.

A la suite de la communication de M. ROTHÉ sur la séismicité de l'Antarctique et du Pacifique sud, M. GOGUEL pense qu'une station permanente à Tahiti serait susceptible d'apporter des informations intéressantes et permettrait de combler une lacune importante dans le réseau mondial des stations séismologiques.

Un voeu en ce sens est adopté à l'unanimité par la Section et transmis au Comité national pour être présenté à l'O.R.S.T.O.M.

3. Projet d'étude du manteau supérieur.

Parmi les résolutions adoptées par l'U.G.G.I. au cours de son Assemblée générale d'Helsinki, celle qui est relative à l'étude de la partie supérieure du manteau (Upper Mantle Projetc) intéresse spécialement notre Section. Le programme comporte l'exécution de sondages profonds, la mise au point de séismographes pouvant fonctionner au fond des océans, l'étude de détail des foyers des séismes profonds, l'installation de réseaux de séismographes de grande période pour l'étude des ondes superficielles. Le développement des recherches sur les propriétés physiques de l'intérieur de la Terre est également recommandé.

Le Comité national français a constitué une commission chargée, sous la présidence de M. GOGUEL, de préparer un programme d'études.

4. Problèmes techniques.

M. GENESLAY évoque l'emploi des enregistrements magnétiques en Séismologie et la possibilité de n'utiliser que les bandes sur lesquelles des séismes sont enregistrés. Un projet d'enregistrement magnétique pour les observatoires séismologiques est mis à l'étude.

M. GENESLAY signale également les effets électriques accompagnant la propagation des ondes séismiques; différents phénomènes interviennent : ionisation des gaz d'explosions, variation de résistivité due au passage des ondes, phénomène d'électro-filtration à la base de la zone érodée (WZ). M. COULOMB mentionne qu'il existe sur ce sujet une importante littérature russe.

5. Questions diverses.

A la demande de M. MURPHY, M. COULOMB invite les directeurs des stations séismologiques françaises à répondre au questionnaire de l'U.S. Coast and Geodetic Survey concernant l'installation d'un réseau mondial de séismographes standardisés.

A la suite d'un article paru dans la Revue "Défense de la langue française", article s'élevant contre l'emploi du mot séisme et de ses dérivés, M. ROTHÉ a présenté un historique de cette question en évoquant les avis parfois contradictoires de Littré, Perrey, Montessus de Ballore, Bigourdan, E. Rothé. La Section a constaté que l'emploi du mot séisme est, depuis longtemps, devenu usuel, alors que le mot sisme n'a jamais été utilisé.

Bibliographie

AGARD J. - *Etude statistique des réflexions triples théoriques.* Geophysical Prospecting, vol. VIII, 1960, p. 299-304.

BANVILLE J.H. et RICHARD H. - *Experiments with Static-Resistant Blasting Caps.* Geophysical Prospecting, vol. VIII, 1960, p. 371-380.

BARANOV V. et KUNETZ G. - *Film synthétique avec réflexions multiples ; théorie et calcul pratique.* Geophysical Prospecting, vol. VIII, 1960, p. 315-325.

BUFFEL A. et LAYAT Ch. - *Nouvel aspect de la séismique de réfraction au Sahara : tirs non enterrés.* Geophysical Prospecting, vol. VIII, 1960, p. 47-66.

BERNARD P. - *Sur le bilan mécanique de l'influence solaire sur les phénomènes terrestres.* C.R. Acad. sci., t. 250, p. 2738-2739.

BERNARD P. - *Contribution of microseisms to solar-weather relationships.* Solar-weather symposium, University of California, 15-22 avril 1960.

BERNARD P. - *Un séismographe étalon pour l'étude des microséismes.* Ann. Géophysique, t. 16, 1960, p. 419-421.

BERNARD P. - *Recent results on antipodal propagation of swell.* Assoc. Oceanogr. Phys., Helsinki Assembly, 1960, p. 131.

BOIS P., CHAUVEAU J., GRAU G. et LAVERGNE M. - *Séismogrammes synthétiques : possibilités techniques de réalisation et limitations.* Geophysical Prospecting, Vol. VIII, 1960, p. 260-299.

CARRON J.P. et NOZIÈRES P. - *Les variations du bruit de fond séismique dans le bassin parisien.* C.R. Acad. sci., t. 251, 1960, p. 3019-3021.

CHOUDHURY M.A. - *PKP_2 et ses réflexions à l'intérieur de la croûte terrestre.* C.R. Acad. sci., t. 251, p. 407-409.

CHAUVEAU J., GRAU G. et LAVERGNE M. - *Réalisation de séismogrammes synthétiques comprenant toutes les réflexions multiples au moyen d'un système analogique électroacoustique.* C.R. Acad. sci., t. 250, p. 887-889.

CLÉMENT A. et LAYAT C. - *Corrélation à distance constante en séismique réfraction.* (E.A.E.G., Paris, déc. 1960).

CLÉMENT A., LAYAT C., BUFFET A. et POMMIER. - *Some technical aspects of refraction seismic prospecting in the Sahara.* (SEG, Galveston, nov. 1960).

DELAPLANCHE J. et LEDOUX V. - *L'analyse des films réels et leur comparaison avec les films synthétiques.* Geophysical Prospecting, vol. VIII, 1960, p. 326-346.

DELAPLANCHE J. - *Quelques exemples d'utilisation des films synthétiques.* E.A.E.G. Paris, déc. 1960.

DEUTSCH Mme S. et CHAURIS L. - *Mesure de l'âge absolu du granite du Huelgoat (Finistère).* C.R. Acad. sci., t. 250, p. 1298-1300.

DUBOURDIEU G. - *Tectonique et tremblements de terre en Algérie du Nord.* C.R. Acad. sci., t. 250, p. 884-886.

DUCLAUX Mme F. - *Séismométrie théorique.* Mémorial des Sciences physiques, fasc. LXIV, 1 vol. 1959, Gauthier-Villars, éd., 129 pages.

GRINDA L. - *Nouveaux aspects des ondes T.* C.R. Acad. sci., t. 250, p. 2241-2243.

HÉMON C. - *Séismogrammes marins.* Geophysical Prospecting, vol. VIII, 1960, p. 304-308.

HOERAENE J. d' . - *Filtrage compensateur en séismique réflexion.* Geophysical Prospecting, vol. VIII, 1960, p. 389-400.

JOBERT G. et LE MOUËL J. - *Tensions engendrées dans la Terre par des sources de chaleur inégalement réparties.* C.R. Acad. sci., t. 250, 1960, p. 2400-2402.

JOBERT G. - *Sur la densité interne du globe.* Annales de Géophys., t. 16, 1960, p. 422-425.

JOBERT G. - *Etude du mouvement du sol au voisinage d'une faille, II.* Geof. pura e applicata, vol. 45, 1960, p. 13-21.

JOBERT G. - *Current research in geophysics in France.* Geophysical Journal, vol. 3, 1960, p. 272-277.

JOBERT G. - *L'étude des ondes séismiques superficielles.* Nucleus, 1960, p. 253-256.

JOBERT G. - *Perturbation du flux de chaleur dans la croûte terrestre due au relief.* C.R. Acad. sci., t. 250, p. 3209-3210.

JOBERT Mme N. - *Calcul de la dispersion des ondes de Love de grande période à la surface de la Terre.* Annales de Géophys., vol. 16, n° 3, p. 393-413, 1960.

JOBERT Mme N. - *Calcul de la dispersion des ondes de Love de grande période à la surface de la Terre.* C.R. Acad. sci., t. 250, p. 890-892.

JOBERT Mme N. - *Calcul de la dispersion des ondes de Love de grande période à la surface de la Terre.* C.R. Acad. sci., t. 250, p. 3693-3695.

LABROUSTE Mme H.Y. - *La discontinuité de Mohorovicič.* Nucleus, 1960, n° 3, p. 164-173.

LACAZE J. - *Les fronts froids générateurs de microséismes.* C.R. Acad. sci., t. 250, p. 739-740.

LACAZE J. - *Les microséismes d'origine océanique (IV). Contribution à l'étude du front froid.* La Météorologie, 1960, p. 243-281.

LACAZE J. - *Echange de vues consécutif à la publication «Le problème hydrodynamique de la génération de microséismes par une houle stationnaire».* Cahiers océanographiques, XIIme Année, n° 10, décembre 1960, p. 701-725.

LAVERGNE M. - *Recherches expérimentales sur modèles séismiques : problèmes de diffraction et de réfraction.* Ass. Séism. Phys. int. Terre, Assemblée d'Helsinki, 1960, Résumé 128 bis.

METZGER J. - *Apparitions de microséismes observés sur la côte ouest-africaine.* Annales de Géophys., t. 16, 1960, p. 565-567.

MICHON D. - *Phénomènes anormaux en séismique réflexion.* (E.A.E.G., Paris, 1960).

MIGAUX L. - *Séismique réfraction au Sahara.* Revue de l'Institut français du Pétrole et Annales des Combustibles liquides, vol. XV, n° 10, 1960, p. 1371-1383.

PETERSCHMITT E. - *Ondes Lg et séismes proches.* Assoc. Séism. et Phys. int. Terre, Assemblée d'Helsinki, 1960, Résumé n° 120.

ROCARD Y. - *Sur les signaux séismiques de courte période obtenus lors du test nucléaire de Reggan* , le 13 février 1960. C.R. Acad. sci., t. 250, p. 2041-2042.

ROCARD Y. - *Sur les signaux séismiques de longue période obtenus lors du test nucléaire de Reggan* , le 13 février 1960. C.R. Acad. sci., t. 250, p. 2244-2246.

ROTHÉ J.P. - *La séismicité du globe.* Nucleus, 1960, n° 6, p. 385-394.

ROTHÉ J.P. - *Le tragique bilan des séismes de 1960 incombe en grande partie à la mauvaise qualité des constructions.* La Nature, n° 3305, 1960, p. 378-387.

ROTHÉ J.P. - *Les enseignements du séisme d'Agadir.* Assoc. Séism. Phys. int. Terre, Assemblée d'Helsinki, 1960, Résumé n° 65.

VIALET F. - *La résistance des constructions aux séismes.* Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment, n° 15, 9 avril 1960, p. 49-53.

Le Secrétaire de la Section de Séismologie :

J.P. ROTHÉ

SECTION DE MÉTÉOROLOGIE ET PHYSIQUE DE L'ATMOSPHÈRE

Rapport de la Section de Météorologie et Physique de l'Atmosphère

I. - Recherches sur les instruments de mesure et les méthodes d'observation.

1. Pression.

Dans le but d'adapter le fonctionnement d'un galvanomètre à des mesures de caractéristiques variables, J.J. THÉRY (Etablissement d'études et de recherches météorologiques de la Météorologie nationale, E.E.R.M.) superpose au signal mesuré un courant électrique permettant de décaler l'indication fournie, sans interaction entre la source auxiliaire et le circuit étudié. En collaboration avec R. CAZAUBON, il a poursuivi ses travaux sur la mesure de la pression au moyen d'une chambre d'ionisation, par une étude de transmission par onde de l'information, en vue de l'utilisation pour la réception des signaux de radiosondage. Il a, en outre, envisagé un montage d'amplification à liaison directe réunissant les avantages respectifs des systèmes les plus couramment employés.

G. ISRAËL a décrit le manomètre thermique qu'il a réalisé avec le concours du Laboratoire de Physique de l'atmosphère de la Faculté des Sciences de Paris. Cet appareil est utilisable à bord de fusées depuis le sol jusqu'à 90 km; son indication, donnée en tension, est suffisamment élevée pour être transmise au sol par télémesure. Les effets des variations de la température sont compensés automatiquement [69].

2. Température.

Les thermomètres a fil vibrant ont fait, à l'E.E.R.M., l'objet des travaux de M. PETIT et J. FOUCRAS : étude mathématique des caractéristiques du mouvement vibratoire, influence thermique due au support et au rayonnement, en vue de déterminer les corrections systématiques pour des altitudes comprises entre 0 et 50 km [84]. Les valeurs d'étalonnage du thermomètre équipant les radiosondes actuelles peuvent être déterminées graphiquement au moyen d'un abaque établi par M. AYADI et permettant une simplification du travail de contrôle.

Le Centre technique et du matériel de la Météorologie nationale (C.T.M.) a fait des essais de mise en exploitation de radiosonde équipée de ce type de thermomètre : l'élément utilisé a une constante de temps très faible et n'est pas perturbé par le rayonnement solaire, mais sa sensibilité au phénomène de givrage le rend encore inexploitable pour un travail quotidien dans les stations de radiosondage.

A l'E.E.R.M., J. COREAU a réalisé un appareillage destiné à la détermination de profils de température en vue de l'évaluation de

la diffusivité thermique par la méthode proposée par J. SAÏSSAC.

3. Rayonnement.

a) L'étude physique de l'actinomètre bimétallique de Robitzsch, entreprise, à l'E.E.R.M., par F. BORREL, a été poursuivie, permettant de fixer un ordre de grandeur des erreurs dues au principe de fonctionnement de l'appareil. Le dépouillement des diagrammes de cet actinomètre peut être fait au moyen d'un intégrateur à photopile réalisé par M. AYADI.

b) On a décrit dans le dernier rapport un appareil pour la mesure du rayonnement nocturne (L. PONTIER, Laboratoire de Météorologie et Physique de l'atmosphère). Son principe est analogue à celui du pyrgéomètre d'Angström; toutefois, les plaques rayonnantes ont des dimensions très supérieures à celles du pyrgéomètre afin d'obtenir des quantités d'énergie plus grandes et par conséquent plus facilement mesurables. La mise au point du dispositif a été achevée au cours d'une mission à Beni-Abbès (Saoura), lieu qui a été choisi à cause de sa faible nébulosité. Si une des plaques est recouverte par un matériau parfaitement absorbant dans l'infrarouge, on a le moyen de mesurer le rayonnement nocturne descendant de l'atmosphère. Cette mesure a été faite au cours de la mission au Sahara.

c) Au même Laboratoire, V. HARFF a conçu, pour la mesure du rayonnement infrarouge, un appareil dont on rappelle le principe : deux plaques minces de dimensions très différentes sont placées l'une devant l'autre (la plus petite en avant) perpendiculairement au rayonnement à mesurer. Les plaques étant dans le vide, les échanges de température ne se font que par rayonnement. On montre que la différence de température ne dépend que de l'intensité du rayonnement et de la géométrie de l'appareil (dimensions, forme, disposition des plaques). Chaque plaque porte la soudure d'un thermo-couple dont on mesure la force électromotrice. On a cherché à améliorer le rendement de l'appareil en utilisant, pour les couples, des métaux donnant une plus grande force électromotrice. Un des avantages de cet instrument est que les conductibilités électrique et thermique des métaux constituant le thermo-couple n'interviennent pas dans sa sensibilité.

4. Hygrométrie.

a) J.R. BOUCHET (Institut national de la Recherche agronomique, Station centrale de Bioclimatologie) et C. RIOU ont essayé d'interpréter la variation du coefficient psychrométrique en étudiant l'énergie parasite due au rayonnement net du thermomètre mouillé. Cet apport de chaleur affecte directement les mesures du point de rosée et permet de calculer l'épaisseur des couches limites équivalentes [19].

b) Au Laboratoire de Météorologie et Physique de l'atmosphère, L. PONTIER a tenté d'expliquer les phénomènes observés (variation de la température du thermomètre mouillé en fonction de la vitesse de l'air, intensité de l'évaporation) moyennant certaines hypothèses sur l'écoulement de l'air autour du thermomètre mouillé.

c) Le C.T.M. a cherché à mettre au point un hygromètre à point de rosée, destiné à faciliter la réalisation d'un caisson à humidité constante en employant des solutions saturées.

d) Le dépouillement des mesures de comparaison entre le psychromètre standard et un appareil à ventilation a permis à R. EYRAUD de mettre en évidence la variation du coefficient psychrométrique avec la vitesse du vent; des études pour équipements psychrométriques d'avion ont également été entreprises au Centre aérien d'études météorologiques (C.A.E.M.), qui a aussi préparé une table psychrométrique pour un appareil destiné à la Marine.

5. Intensité des précipitations.

a) L'utilisation des échos radar pour l'évaluation de l'intensité des précipitations a conduit R. LHERMITTE à réaliser des montages spécialement adaptés à ce genre d'étude, en particulier un circuit d'isoécho, conçu pour fonctionner avec un radar Decca; la mesure directe de l'intensité d'une précipitation peut être faite au moyen d'un pluviographe fractionnant automatiquement la précipitation en éléments de faible volume (de l'ordre de 0,1 cm^3). Un appareil de ce type, construit avec la collaboration de G. LARROUCAU, est en cours d'expérimentation à Magny-les-Hameaux (E.E.R.M.).

b) Au cours d'un séjour à l'E.E.R.M., M. AYADI a dressé des abaques pour le dépouillement des diagrammes à ordonnées curvilignes du pluviographe à auguets basculeurs, ainsi que pour la détermination des coordonnées du soleil en fonction de l'heure.

6. Anémométrie.

D. PIAT a expérimenté un anémomètre thermique destiné à la mesure des vents de très faibles vitesses et permettant d'éliminer le seuil de démarrage inhérent aux appareils mécaniques à coupelles; il a également soumis à des essais en soufflerie différents modèles de solides correspondant aux formes de grêlons les plus fréquemment observées, en vue d'en déterminer en particulier le coefficient de traînée.

7. Télémétrie des nuages.

Le C.T.M. étudie un télémètre enregistreur, dérivé de la série des télémètres de nuages type T.N.R., dans lequel la mesure de la hauteur des nuages est effectuée au moyen d'un dispositif radar à impulsions lumineuses.

8. Mesures diverses.

a) Pour l'enregistrement sur bande perforée de la houle à partir de l'appareil "Tucker" installé sur le navire météorologique stationnaire "France II", le dispositif suivant a été adapté : la tension de sortie du Tucker attaque un voltmètre numérique auquel est associée une perforatrice de bande télétype. Le voltmètre effectue une mesure toutes les secondes et le résultat est perforé en code binaire sur la bande. Ce procédé permettra d'entrer directement les données ainsi enregistrées dans le calculateur KL 901 de la Météorologie nationale et un programme de calcul établi une fois pour toutes permettra d'effectuer l'analyse harmonique complète de l'agitation de la mer.

b) Le C.T.M. étudie la réalisation d'un appareil de prise d'air en altitude. Constitué d'un corps semi-rigide, d'une contenance de deux litres, qui peut se déplier à l'aide de deux compas ressort internes

déclenchables par un dispositif, le récipient se libère du ballon porteur et sa chute est ralentie par un parachute ; une balle de caoutchouc assure l'obturation automatique de l'orifice dès que la prise a été faite.

c) G. SOULAGE (Observatoire du Puy de Dôme) a mis au point, en collaboration avec la société Névé, un nouvel analyseur de pouvoir glaçogène à mélange. Cet appareil est utilisable pour une campagne internationale d'étude de ce paramètre [105].

d) P. ADMIRAT (Observatoire du Puy de Dôme) a étudié un compteur de cristaux de glace utilisable en avion ou en ballon dans les nuages naturels et capable de déceler de faibles concentrations (0,01/1) de petits cristaux ($d > 10\mu$).

e) A l'Observatoire du Puy de Dôme, J. DESSENS étudie la réalisation d'un capteur à lame unique permettant un captage surveillé et dimensionné de particules atmosphériques. L'étalonnage de cet appareil comporte l'étude, pour chaque dimension de particules, de paramètres tels que : rapport du nombre de particules se déposant sur la lame au nombre de particules pénétrant dans l'appareil. On comparera ces rapports avec ceux qu'on obtient à l'aide d'un "cascade impactor".

f) Dans les Monographies de Météorologie, collection publiée sous la direction de A. VIAUT, par les éditions Gauthier-Villars, A. PERLAT a rédigé le volume "Mesures en météorologie", qui doit paraître dans le courant de l'année 1961.

II - Etudes synoptiques de l'évolution naturelle du temps.

1. Prévision à courte échéance.

Dans le cadre de l'amélioration des méthodes de prévision à courte échéance, la Division "Prévision" du Service météorologique métropolitain a entrepris diverses études consacrées principalement :

- aux quantités d'eau précipitable et à la recherche d'analogies en fonction des types de temps;
- à des essais de classement des précipitations en catégories d'intensité (E. BONTROND), pour les besoins synoptiques, dans le cadre d'un groupe de travail de la Commission de Météorologie synoptique de l'Organisation Météorologique Mondiale;
- à l'évolution du temps sur la côte d'Azur, par régime de mistral (E. BONTROND);
- aux causes météorologiques de quelques crues de saison chaude sur les rivières alpestres occidentales (communication présentée par P. FONTAINE, au 6° congrès de Météorologie alpine, septembre 1960, Bled, Yougoslavie);
- à l'épisode pluvieux du 27 novembre au 2 décembre 1959 sur la côte d'Azur et les massifs voisins et ses rapports avec les situations météorologiques responsables de fortes pluies sur le sud-est de la France (P. FONTAINE);
- à la situation météorologique au Sahara en janvier 1958 (R. JALU) [70];
- à quelques particularités des perturbations intéressant le Sahara (M. BÉRENGER) [14].

2. Prévision du temps à moyenne échéance.

La division "Prévision" du SMMA a continué ses recherches sur la définition synoptique des types de temps et étudié les rapports entre les indices de circulation et les types de temps.

On a également examiné les relations entre anomalies mensuelles de pression, température et précipitations.

3. Relations entre le temps et l'activité solaire.

A la suite des travaux d'A. PRUDHOMME, sur la nature des phénomènes solaires susceptibles de modifier la circulation atmosphérique (thèse de doctorat, Lyon, 1952), on a essayé, au Laboratoire de Météorologie et Physique de l'atmosphère de la Faculté des Sciences de Paris, de mettre en évidence une relation entre les orages magnétiques à débuts brusques et les situations anticycloniques sur l'Europe occidentale et le proche océan; on a cherché à voir les liens qui pouvaient exister entre les couches voisines du sol et le niveau 25 mb en traçant plusieurs cartes sur l'hémisphère nord à ce niveau.

III. - Climatologie.

1. La Division de Climatologie du SMMA a poursuivi la préparation de l'Atlas climatique de la France. Les premières cartes (précipitations de la période 1921-1950) sont en cours de reproduction. La documentation sur l'insolation en France, le nombre de jours de brouillard et le nombre de jours d'orages, pour la période 1946-1960 est maintenant entièrement dépouillée.

Les statistiques relatives aux données en altitude ont été publiées pour Alger, Aoulef et Colomb-Béchar (recueils n° 1, 2 et 3). Les recueils n° 4 et 5 (Trappes et Nîmes) sont établis; ceux de Brest, Bordeaux, Nancy, Tamanrasset, et du point K, vont être achevés.

De nombreuses études relatives à la pluie, aux orages, aux brouillards, à l'occurrence de diverses conditions de visibilité, de plafond, de nébulosité ou de vent, ont été préparées pour un nombre accru de stations. La documentation peut, dans beaucoup de cas, être établie sur des papiers translucides se prêtant facilement à la reproduction par procédé héliographique et permettant une satisfaction assez rapide des demandes.

2. Sous la direction de J. DUBIEF, les recherches climatologiques ont été poursuivies et amplifiées dans la haute montagne touarègue et de nouveaux types d'enregistreurs essayés avec succès. Pour compléter le réseau, une autre station d'étude a été créée sur le plateau de l'Akarakar (1750 m). Les résultats obtenus depuis deux ans permettent de préciser notamment la variation de la température et de l'humidité avec l'altitude.

Un réseau de 70 pluviomètres totalisateurs, à mailles serrées, a d'autre part été mis en service depuis le début de l'année 1960. Il a permis d'étudier sérieusement la répartition en 1960 de la pluie dans le massif du Hoggar et sa variation avec l'altitude. Deux pluviographes implantés en haute montagne complètent le dispositif. Les premiers résultats obtenus sont très encourageants.

3. L'évapotranspiration potentielle et son calcul. La formule mise

au point par R.J. BOUCHET [20, 21, 22], à la Station centrale de Bioclimatologie de Versailles, présente l'avantage sur celles qui ont été proposées antérieurement par divers auteurs (Penmann, Blaney et Criddle) d'être plus simple, de ne faire appel qu'aux données habituelles de la Météorologie et de permettre le calcul de l'évapotranspiration potentielle en valeur journalière. Elle a notamment permis en 1959 de suivre d'une manière particulièrement suggestive l'évolution de la sécheresse dans la moitié nord de la France [56, 67]. Elle a permis, de même, en fixant des ordres de grandeur valables, de répondre à un certain nombre de questions posées par la pratique agricole.

Toutefois, à la lumière des recoupements effectués à partir de déterminations expérimentales directes de l'évapotranspiration potentielle, il s'est confirmé que la formule proposée n'était applicable en toute rigueur qu'en zone normalement humide. En régions arides, par suite de l'effet "d'oasis" plus ou moins accusé, les valeurs trouvées surestiment l'évapotranspiration potentielle, de l'ordre de 50 pour cent par exemple à Tunis. Les expérimentations se poursuivent à l'heure actuelle, notamment en Tunisie, en vue d'une adaptation de la formule à ces régions.

4. V. FROLOV (Muséum National d'Histoire naturelle) poursuit ses recherches sur la composante annuelle des pluies et des températures dans divers pays [51]; il a également étudié le signe de la différence entre deux termes consécutifs des séries météo et hydrométriques [52].

5. Dans le cadre de recherches sur la formation et la prévention de la grêle dans le bassin rhodanien, G. SOULAGE a entrepris l'étude de la répartition des chutes de grêle affectant cette région et l'étude des vents y soufflant au niveau du sol en période préorageuse [106].

IV. - Mécanique et Thermodynamique de l'atmosphère.

1. Circulation générale.

P. QUENEY s'est occupé du mécanisme d'entretien de la circulation générale dans la troposphère, en supposant cette circulation définie par des moyennes de dix jours au moins, combinées à des moyennes zonales et en la rapportant au système des coordonnées géographiques : longitude λ, latitude φ, altitude Z. Ce travail [91] a fait l'objet d'un exposé à l'Assemblée générale de l'U.G.G.I. à Helsinki (juillet-août 1960).

2. Circulation atmosphérique à haute altitude.

La réalisation de sondages à haute altitude a permis à G.D. BARBÉ, grâce à l'utilisation d'un radar à poursuite automatique, de continuer l'étude de la structure fine des courants jets et des phénomènes stratosphériques qui leur sont liés : masses d'air différenciées au-dessus des jets troposphériques, mousson stratosphérique. On a notamment mis en évidence, en régime d'hiver, l'existence de périodes de plusieurs jours successifs pendant lesquels l'orientation des vents, entre 20 et 30 à 35 km d'altitude, est de secteur est. Il s'agirait là d'un phénomène brutal intéressant une grande partie de l'hémisphère nord et soumis - ce point demande à être confirmé - à un déplacement du pôle vers l'équateur [8, 10].

3. Gradient thermique vertical.

Des considérations théoriques sur les propriétés des champs barotropes ont conduit J. ROULLEAU, en collaboration avec A. GIÃO, à la détermination des valeurs possibles du gradient thermique vertical dans une atmosphère barotrope.

En relation avec les travaux précédents, une étude entreprise par Mme M. ROULLEAU (C.N.R.S.), sur les valeurs de la différence de température en altitude entre le jour et la nuit, dans le but de séparer la variation diurne proprement dite et l'effet de l'action du rayonnement solaire sur le thermomètre, fait apparaître une variation diurne très faible au-delà de 3 à 4 km; l'action de la turbulence est prépondérante dans les basses couches, celle du rayonnement à plus haute altitude.

4. Turbulence.

Le problème de la diffusion a fait, à l'E.E.R.M., l'objet des travaux de J. SAÏSSAC qui, après une mise au point sur les différents procédés permettant d'évaluer le coefficient de diffusivité thermique de l'atmosphère, a déterminé, à l'aide des mesures de gradient vertical de température faites par G. DUCROS, les caractéristiques du profil du vent entre deux points d'altitude donnée. J. COREAU a obtenu par ailleurs des résultats intéressants en utilisant le montage réalisé pour la mesure de la diffusion de la chaleur, tandis que A. THÉRON a appliqué la méthode photométrique mise au point par J. SAÏSSAC à la variation, avec l'altitude, de la diffusivité verticale des particules solides.

5. Mouvement de l'air près du sol.

Le travail de P. de FÉLICE [50], signalé l'année dernière, a été publié. W. BRANDES a poursuivi l'étude des rides formées par le vent sur une nappe d'eau. Il s'est attaché plus spécialement à déceler un éventuel mouvement ondulatoire de l'air au voisinage de l'eau.

6. Thermodynamique du nuage à grêle.

R. GENÈVE (E.E.R.M.) a établi une formule donnant le temps de croissance de grêlons d'un diamètre initial donné, à l'intérieur d'un nuage formé d'un mélange de particules surfondues et solides, en supposant la température et la concentration invariables pendant toute la durée de la transformation.

7. Modèles d'atmosphère pour la prévision du temps selon les méthodes numériques.

En vue d'essais de prévision par le modèle barotrope, la Division "Prévision" du S.M.M.A. étudie un programme de calcul sur le calculateur électronique KL 901. Ce calculateur est installé et en cours de mise au point tant du point de vue technologique que des programmes fondamentaux.

G. DADY a exposé divers compléments à la théorie des fonctions d'influence de la météorologie dynamique. En particulier, un calcul basé sur l'exploitation de l'information continue fournie suivant la verticale par les stations de radiosondage remplacerait la méthode classique d'analyse météorologique.

8. Relations avec les phénomènes solaires.

P. BERNARD a continué ses recherches sur la contribution des microséismes aux relations "soleil-temps" [15], sur le bilan mécanique de l'influence solaire sur les phénomènes terrestres [16] et notamment sur le problème de la variation du moment angulaire de l'atmosphère avec l'activité solaire [17].

V. - Physique de l'atmosphère.

1. Composition de l'atmosphère.

a. Ozone

Pour la mesure de l'ozone, deux appareils ont été mis au point ou perfectionnés, au Laboratoire de Physique de l'atmosphère de la Faculté des Sciences de Paris. L'ozonomètre enregistreur de Mme A. VASSY a été rendu plus pratique et surtout plus facile à transporter par l'emploi de vannes électromagnétiques [114] ; pour l'ozone total, un appareil simple à filtres [115] a été réalisé qui donne une précision d'environ 5 % tout à fait satisfaisante eu égard au faible prix de l'instrument et à sa facilité d'emploi.

Les résultats de plusieurs années concernant la hauteur de la tropopause et l'épaisseur réduite d'ozone pour diverses stations d'Europe, d'Afrique et des Indes ont été analysés afin de chercher une relation avec certains phénomènes extra-terrestres. On a vu que :

- la hauteur de la tropopause croît quand le nombre de taches solaires augmente et d'autant plus que la latitude est plus basse. Le maximum de la hauteur de la tropopause au méridien de Greenwich se situe à l'équateur magnétique et non à l'équateur géographique. Il en est de même de la croissance de la hauteur avec le nombre de taches [92].

- les orages magnétiques sont associés à une nette augmentation de l'épaisseur réduite de l'ozone atmosphérique précédée d'une diminution. Une étude portant sur deux ans montre également des variations semblables pour les deux phénomènes [111].

Une analyse statistique a montré que la série des valeurs d'ozone est organisée tandis que celle des tropopauses ne montre pas une telle organisation.

Les valeurs moyennes d'ozone sur le réseau d'observation européen (10 stations) pour les mois d'octobre, novembre et décembre, montrent une variation présentant plusieurs maximums. Comparant cette variation à celle des poussières au-dessus de 40 km donnée par BIGG, on trouve une corrélation inverse très nette, l'ozone ayant un retard de deux à trois jours [93].

Les répartitions verticales d'ozone déterminées à partir de radiosondages et les observations d'effet Götz effectuées aux stations françaises pendant l'A.G.I. ont été étudiées. La fréquence très élevée (50 %) de répartitions complexes, c'est-à-dire à double ou triple maximum, a été mise en évidence surtout aux latitudes moyennes. A Tamanrasset, la quantité d'ozone contenue dans les couches plus basses que 21 km semble varier dans le même sens que la hauteur de la tropopause [112].

Les enregistrements de la concentration d'ozone au niveau du sol à Dumont d'Urville (Terre Adélie) ont été dépouillés et les moyennes

journalières établies par planimétrie. La courbe annuelle montre un important maximum de printemps débutant vers le 15 août et se prolongeant jusqu'en décembre. Deux maximums secondaires, un au mois de mars et un autre, plus faible, en juin, sont également présents [113].

Les premières mesures d'ozone faites aux îles Kerguelen à partir d'un appareil à filtre [115] ont été dépouillées et publiées [94]. Elles montrent un maximum de printemps très prononcé et des valeurs très élevées que l'on n'avait encore jamais observées.

La comparaison de diverses techniques utilisées pendant l'A. G. I. pour les mesures d'ozone total a été effectuée à l'Observatoire de Haute-Provence, en collaboration avec D. CHALONGE, en vue d'homogénéiser les résultats des mesures avec le réseau mondial. Les résultats de ces comparaisons sont en cours de publication.

Enfin, le travail de dépouillement des données d'ozone de l'A. G. I. est terminé et toutes les données ont été transmises au Centre mondial de Genève. Le premier fascicule de la publication française comprenant les mesures de répartition verticale et celles de l'épaisseur réduite a été remis à l'impression.

A l'Institut d'Astrophysique, E. VIGROUX et Melle DEBAIX ont dépouillé les observations faites à Arosa de 1956 à 1958 d'une façon continue en étudiant les corrélations entre ces données et les situations météorologiques (relations avec la température, l'altitude de la tropopause, essais d'interprétation des mouvements verticaux stratosphériques). On doit mentionner ici la publication, dans le numéro d'avril-juin 1960 des Annales de Géophysique, des résultats de la comparaison des diverses méthodes (sondage électrochimique, sondage optique, effet "Umkehr", méthode infrarouge) proposées pour déterminer la distribution verticale de l'ozone atmosphérique [120].

Dans le cadre du groupe du four solaire de Montlouis, un laboratoire de l'ozone sera installé à la forteresse de Montlouis à la fin de 1961. Il fonctionnera sous la direction de E. VIGROUX qui pense obtenir, en conjonction avec la station d'Arosa, des résultats intéressants sur la météorologie des hautes couches perturbées par le massif des Alpes.

b. Chimie de la troposphère.

Melle TANAEVSKY [107] a effectué des mesures systématiques de la radioactivité naturelle et artificielle de l'air et des précipitations au niveau du sol ainsi qu'à diverses altitudes. Elle a étudié [108] en particulier l'influence des conditions météorologiques (intensité et direction du vent, inversion de température, durée des brouillards) sur les variations des concentrations de la radioactivité naturelle. Ces mesures sont faites à Paris, dans la région parisienne, dans le Vaucluse, les Pyrénées et au Sahara.

c. Rayonnement.

En utilisant un récepteur thermoélectrique directif dont la mise au point avait été faite antérieurement, G. FROMENT (E. E. R. M.) a effectué des mesures du rayonnement atmosphérique de jour et de nuit, afin de déterminer la répartition de la brillance électrique du ciel et son évolution au cours de la journée, suivant son origine : rayonnement atmosphérique et diffusion de l'énergie solaire.

En collaboration avec J. F. TROCHU, en vue d'une étude expérimentale sur l'absorption par la vapeur d'eau, les principaux aspects

théoriques de l'absorption par un spectre de raies ont été examinés respectivement selon les modèles régulier d'Elsasser et statistique de Goody.

2. Optique atmosphérique.

a) A l'Observatoire du Puy de Dôme, S. GODARD a préparé un appareillage pour l'étude optique des couronnes apparaissant dans un nuage dense éclairé par une source ponctuelle. Le nuage est produit en laboratoire par détente brusque d'un certain volume d'air. Les colorations des couronnes sont très vives dès la fin de la détente mais s'estompent rapidement dans le blanc au bout de quelques secondes, alors que le nuage persiste durant une à deux minutes.

b) Dans le domaine expérimental, des enregistrements du rayonnement ultraviolet du ciel ont été obtenus, au Muséum National d'Histoire naturelle, par Melle LENOBLE, en collaboration avec MM. CLOS-ARCEDUC et RAY et Melle COULOUMÈRE. Les premiers résultats, étalés sur une année, à raison d'une dizaine de jours par mois, sont étudiés avant de reprendre de nouvelles mesures.

Les études sur modèle réduit diffusant et absorbant ont été également poursuivies.

c) Sur le plan des études théoriques, Melle J. LENOBLE a poursuivi, en collaboration avec le groupe du Professeur SEKERA (Université de Los Angeles), l'étude des corrections à apporter au calcul de la luminance du ciel pour tenir compte de la courbure de la Terre. Elle a aussi abordé l'étude de l'éclairage d'un milieu diffusant par une source artificielle, supposée ponctuelle et isotrope [77, 78].

3. Physique des nuages et des précipitations.

a) Analyse des précipitations.

Les analyses chimiques des précipitations fractionnées, par F. BORREL (E.E.R.M.), ont montré l'influence de la pollution de l'air sur la teneur en ions divers de l'eau des pluies, prélevée au début des précipitations, phénomène qui masque partiellement la teneur du nuage origine en noyaux de condensation ou de congélation.

b) L'aérosol atmosphérique.

A l'Observatoire du Puy de Dôme, Melle M.J. TOYE a terminé la rédaction d'une thèse de doctorat "Etudes sur la sursaturation de solutions salines. Applications à l'aérosol atmosphérique naturel", qu'elle espère soutenir dans le courant de l'année 1961.

Grâce à un système permettant de mesurer et de régler l'humidité relative d'un jet d'air, elle a recherché les valeurs de l'humidité relative pour lesquelles se dessèchent des gouttelettes de solution de chlorure de sodium, maintenues sur des fils d'araignée, dans une humidité relative décroissante. Cette étude a été effectuée principalement en fonction du diamètre des gouttelettes et du temps pendant lequel elles se sont maintenues à l'état sursaturé.

S. GODARD a mis au point un procédé simple pour mesurer les dimensions des gouttelettes constituant un brouillard ou un nuage. Une solution de collargol à 10 ou 20 % est étendue sur une lame de verre ou un film d'acétate de cellulose. L'impact d'une gouttelette arrivant sur une lame ou un film ainsi préparé est composé d'une tache

circulaire claire entourée d'un anneau sombre. Il existe un rapport constant entre le diamètre de l'anneau sombre et celui de la gouttelette [64]. Ce procédé donne des résultats qui s'accordent correctement avec la méthode consistant à observer au microscope l'arrivée des gouttelettes sur un réseau de fils d'araignée très fins.

c) Noyaux glaçogènes et noyaux de condensation.

Dans le domaine réservé aux études de laboratoire, R. SERPOLAY a continué ses recherches sur les noyaux glaçogènes appartenant aux classifications "oxydes de métaux" et "catalyseurs-oxydes".

L'étude de la relation entre le pouvoir glaçogène et la grêle [104 , 106] a été poursuivie par G. SOULAGE dans une région peu polluée (Mézilhac , Ardèche , altitude : 1130 m). Ses efforts ont porté cette année sur le nombre minimal de noyaux glaçogènes à disperser pour diminuer les chutes de grêle. G. SOULAGE a d'autre part étudié l'influence de la forme du spectre des noyaux de congélation naturels sur la formation de ce fléau.

Au Hoggar, Mme F. DUCLAUX a effectué une mission du C.N.R.S. pour des questions d'étude des noyaux de condensation [43].

En se basant sur la croissance rapide du nombre de noyaux actifs à des températures de plus en plus basses, Mme M. ROULLEAU (C.N.R.S.) envisage la possibilité d'une action de ces noyaux dans les cumulo-nimbus à - 35° C; cette hypothèse permet d'expliquer la congélation par un phénomène non spontané, s'accordant avec les dimensions moyennes des gouttelettes et des valeurs des courants verticaux dans de tels nuages.

d) Niveau de congélation des cumulus congestus.

Le dépouillement des clichés pris au cours de huit années d'études d'orages permet à J. DESSENS (Observatoire du Puy de Dôme) de dire que le résultat précédemment trouvé, relatif aux cumulus équatoriaux, est valable pour les cumulus du sud-ouest de la France, à savoir que la congélation massive, constituant une discontinuité optiquement apparente dans la vie des cumulus congestus, n'apparaît qu'aux environs de l'isotherme - 35° C.

Certaines anomalies, consécutives -semble-t-il- à des émissions de noyaux d'iodure d'argent, ayant été remarquées lors de l'étude mentionnée ci-dessus, il a été entrepris un ensemencement systématique des cumulus afin de pouvoir contrôler optiquement l'effet de l'iodure d'argent sur la congélation des cumulus congestus. C'est ainsi que des émissions de noyaux d'iodure d'argent ont été effectuées à partir de trois stations élevées de la chaîne pyrénéenne choisies dans les régions de convection active. Les résultats ne sont pas encore entièrement dépouillés, mais, par suite de la rareté des journées favorables à cette étude, il s'avère déjà que ce travail devra être poursuivi pendant plusieurs années pour être concluant.

e) Modification artificielle des nuages.

H. DESSENS a poursuivi les essais d'ensemencements des nuages, principalement dans le but d'exercer une influence préventive sur la formation de la grêle destructrice. Un générateur de fumées d'iodure d'argent à rendement plus élevé que les brûleurs à charbon a été mis au point (Brevet C.N.R.S.) [39] après une étude thermique de la formation des noyaux d'iodure.

L'orientation des recherches sur la grêle a dévié de la microphysique vers la dynamique du cumulus. L'influence du cisaillement, suggérée précédemment, a donné lieu à de nouvelles publications [37] et recherches.

Enfin, H. DESSENS a insisté pour faire prendre en considération la possibilité de soumettre à l'initiative humaine les énormes quantités d'énergie solaire stockées dans une atmosphère instable. L'apport d'un "petit" supplément de chaleur doit permettre le déclenchement au lieu choisi du processus orageux [36], et un appareillage permettant cet apport a été décrit [38]. Cet appareillage, appelé "Météotron", est en cours d'installation.

Avec les moyens mis à sa disposition par l'aéroport de Paris, et en collaboration avec les ingénieurs de cet établissement, R. SERPOLAY a poursuivi les recherches sur la modification et la précipitation des brouillards surfondus par ensemencement en germes de glace à partir du sol [32]. Il a également participé aux recherches sur l'utilisation de turboréacteurs comme sources thermiques pour dissiper les brouillards [32, 100].

Les injecteurs de propane liquide qui ont équipé l'installation mise en oeuvre sur l'aéroport d'Orly pour ensemencer les brouillards surfondus, en 1959-1960, s'étant avérés défectueux (Butane-Propane, 1960, n° 12, p. 46), R. SERPOLAY a contribué à l'étude, à la réalisation et à la mise au point d'un injecteur d'un nouveau type, à ouverture télécommandée, à débit variable et répondant aux exigences d'un fonctionnement continu ou intermittent. Ce type d'injecteur est actuellement à l'essai à Orly.

A partir de la théorie admise pour l'absorption de la lumière par les particules de brouillard, R. SERPOLAY a essayé de rendre compte, par le calcul, des différents facteurs qui affectent la densité optique au cours de la transformation d'un brouillard surfondu en brouillard de cristaux de glace [102].

D'après les plus récents travaux effectués tant en France qu'à l'étranger, R. SERPOLAY a élaboré une mise au point relative aux différents procédés de dissipation des brouillards [101].

De son côté, G. SOULAGE a comparé [103] les résultats d'essais de précipitation de brouillards surfondus au moyen de neige carbonique. Les dernières expériences effectuées en 1958 et 1959 ont donné des résultats positifs. Elles ont montré l'efficacité de la neige carbonique dès - 1,5 °C et l'importance d'une légère turbulence des nuages pour l'obtention de précipitations sensibles.

4. Radioélectricité.

a) Propagation troposphérique.

Les théories de la propagation troposphérique au-delà de l'horizon sont exposées par J. VOGE dans le premier numéro de 1960 des Annales des Télécommunications (tome 15, n° 11-12), qui contient aussi un exposé, par F. du CASTEL, des résultats expérimentaux obtenus dans ce domaine. P. MISME a étudié les influences climatiques sur les liaisons transhorizon [80] et examiné quelques aspects de la radiométéorologie et de la radioclimatologie.

b) Atmosphériques.

Au cours de 1960, la section "Atmosphériques" du groupe

"Ionosphère" du Centre national d'études des Télécommunications a poursuivi, dans le cadre des recommandations de l'Organisation Météorologique Mondiale, le dépouillement des enregistrements directionnels et non directionnels d'atmosphériques effectués dans les stations françaises, pendant l'Année Géophysique Internationale.

F. CARBENAY s'est plus particulièrement attaché à la définition et à la mesure du champ moyen des atmosphériques de caractère impulsif [26].

VI. - Bioclimatologie

Le rapport d'activité 1946-1960 (Institut national de la Recherche agronomique, Bioclimatologie), établi par H. GESLIN [58], analyse très clairement l'évolution des moyens, l'orientation des travaux et les résultats obtenus tant sur le plan scientifique qu'au point de vue purement agronomique, aux stations de Versailles et de Montpellier.

Les recherches poursuivies en 1960 intéressaient, outre le domaine de l'écologie, avec les études de J. NIGOND sur le rôle des facteurs du milieu dans le déterminisme physique du débourrement de la vigne, les problèmes de l'eau et des gelées de printemps.

1. Problèmes de l'eau.

Les travaux, déjà mentionnés, de R. J. BOUCHET sur l'évapotranspiration potentielle [20, 21, 22] vont de pair avec les recherches de M. HALLAIRE sur la diffusion capillaire, l'ensemble étant conduit en vue d'applications à la technique de l'irrigation, à l'écologie et à la physiologie. On a signalé en 1959 comment M. HALLAIRE avait été conduit à la notion de "potentiel efficace", fonction à la fois du potentiel capillaire et du taux de variation de l'humidité du sol. Des recherches fondamentales sont actuellement en cours pour préciser cette grandeur nouvelle et définir si possible des méthodes de mesure appropriées. Mais, dès maintenant, sur le plan biologique, la considération du potentiel efficace permet de donner une interprétation satisfaisante [65] des résultats contradictoires obtenus, d'une part par VEIHMAYER, d'autre part par RICHARDS.

Sur le plan des applications, les apports d'eau par irrigation étant généralement calculés de manière à combler le déficit correspondant aux besoins en eau maximaux d'une culture -définis en première approximation par l'évapotranspiration potentielle- on a été conduit à penser qu'une partie de ces besoins pourrait être satisfaite par une contribution effective du sous-sol et les recherches suggèrent une limite théorique de 2 mm par jour pour la valeur de cette contribution. Des essais systématiques, à l'échelle culturale, sont en cours pour tenter de vérifier ces hypothèses. Les premiers résultats obtenus en Tunisie et à Montpellier paraissent significatifs.

En marge des études précédentes, des recherches se sont révélées désirables sur le transfert accéléré de la vapeur d'eau dans le sol en régime de diffusion permanent. Les travaux entrepris à Montpellier par J. DAMAGNEZ ont permis d'aborder le problème à la fois sous son aspect théorique et sous son aspect expérimental.

Signalons, à ce propos, que le détachement de J. DAMAGNEZ auprès du gouvernement tunisien, au titre de la Convention de Coopération technique, a ouvert des possibilités nouvelles de travail, en attendant la création, en Algérie, d'une station de bioclimatologie qui

viendrait prolonger utilement en Afrique du Nord l'axe nord-sud constitué actuellement par les stations de Versailles et Montpellier. Plusieurs missions ont d'ailleurs été effectuées en Tunisie (A. VERNET, M. HALLAIRE, H. GESLIN) pour mettre au point un programme de recherches appliquées dans le domaine de la bioclimatologie et aider le gouvernement tunisien à la mise en oeuvre d'un tel programme.

2. Problème des gelées.

Dans une note [57] constituant la réponse de la France à un questionnaire d'un groupe de travail de la Commission de Météorologie agricole de l'Organisation Météorologique Mondiale, H. GESLIN a fait une mise au point très complète sur le problème des gelées de printemps et sur les méthodes de lutte.

R. J. BOUCHET, prenant comme exemple le procédé de lutte par aspersion, avait approfondi quelques aspects théoriques de la question et souligné l'attention qu'il y a lieu d'apporter, sur le plan pratique, à l'importance des "effets de bord" [23].

De son côté, R. DURAND, en collaborant aux recherches sur le mécanisme de la mort des tissus par le froid, a poursuivi ses mesures directes de seuils de résistance, notamment sur les organes floraux du poirier et du pommier, et a pu dégager quelques conclusions sur la détermination de ces seuils et sur la transposition aux conditions naturelles des résultats obtenus au laboratoire [46, 47].

3. Recherches diverses.

Une étude théorique réalisée à Versailles par R. DURAND, sur les mesures d'éclairement et leur signification en physiologie végétale [45], a eu essentiellement pour but d'attirer l'attention des chercheurs intéressés par ces questions sur la difficulté d'interpréter correctement les mesures d'éclairement que l'on peut être amené à effectuer notamment avec les luxmètres classiques, compte tenu des sources de rayonnement utilisées. Elle fait état d'un certain nombre de données, souvent approximatives d'ailleurs, relatives aux spectres des lampes, aux courbes d'efficacité photosynthétique et aux courbes de sensibilité spectrale des luxmètres. Elle montre que, même avec des sources de lumière classiques, la représentation des besoins des plantes en unités lumineuses ne fournit qu'un ordre de grandeur de la valeur que l'on veut mesurer. Elle souligne enfin que les luxmètres ne peuvent donner que des indications approximatives sur la valeur d'un éclairement au point de vue photosynthétique.

VII. - Activités diverses.

1. G. BARBÉ, avec la collaboration d'A. REBUCHON et P. ERVET, a entrepris la mise au point d'un ensemble calculateur digital à cartes perforées, asservi au radar à poursuite automatique pour l'étude des jets signalée précédemment et prévu pour commander lui-même une table traçante.

Il a également fait réaliser, en juillet 1960, une série de mesures dans les Alpes, pour étudier l'influence d'un relief élevé sur la circulation de l'air et les caractéristiques des nuages stationnaires liés au relief.

2. R. EYRAUD a étudié l'effet du vent sur le décollage des avions

et les moyens de déterminer expérimentalement les éléments de cette performance en l'absence de vent.

3. L'installation du Laboratoire d'études de la neige au col de Porte (Isère) a été poursuivie par A. POGGI. Les premières mesures ont commencé en novembre 1960; des résultats intéressants ne pourront en être déduits qu'après une période de quelques mois, nécessitée par une mise au point des appareils dans les conditions normales de fonctionnement.

4. Les travaux météorologiques aux îles Kerguelen ont été assurés normalement en 1959-1960 : relevés météorologiques de 00 à 18h TU, les autres observations étant rétablies d'après les données des enregistreurs. Le radiothéodolite pour l'étude du régime des vents à haute altitude n'a pas donné satisfaction, le ballon étant trop rapidement entraîné horizontalement par les vents lorsqu'ils soufflent de l'ouest. Un radar du type Cotal a été installé à la dernière relève et donne des résultats convenables à des distances en site supérieures à 80 km. Une carte synoptique à 6h TU est élaborée chaque jour. L'ensemble des données qu'elle comprend ne comporte toutefois que deux sondages thermodynamiques (Marion et Nouvelle-Amsterdam) pour des étendues de centaines de km^2; ceux-ci ne sont en outre pas situés aux endroits intéressants de cyclogénèse dont le lieu de prédilection est dans la région des Crozet.

Une étude importante entreprise en collaboration avec la station tripartite de séismologie et la station goniométrique des Atmosphériques apportera sans doute une contribution non négligeable à la connaissance de la circulation générale dans l'hémisphère sud.

Bibliographie

[1] ALT J. - *Quelques considérations générales sur la météorologie de l'Antarctique.* La Météorologie, janvier-mars 1960, p. 17-41.

[2] ALT J. - *Le réchauffement stratosphérique de printemps de l'atmosphère antarctique.* La Météorologie, janvier-mars 1960, p. 43-63.

[3] ARGENCE E. - *Contribution à l'étude de l'optique géométrique de l'ionosphère (I).* Journal de mécanique et de physique de l'atmosphère, janvier-mars 1960, p. 7-37.

[4] ARGENCE E. et al. - *Sur le calcul de l'effet Faraday relatif à l'ionosphère.* Annales de Géophys., tome 16, n° 2, 1960, p. 272-275.

[5] ARNULF A. et al. - *Nébulogranulomètre pour l'étude des brouillards naturels et artificiels.* Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air, n° 86, 1959, 26 pages.

[6] ARNULF A. et DUPUY O. - *Contribution à l'étude des microfluctuations d'accommodation de l'oeil.* Revue d'optique théorique et instrumentale, tome 39, n° 5, mai 1960, p. 195-208.

[7] AVY A.P. - *Le problème de la pollution atmosphérique.* L'Usine nouvelle, mai 1960, p. 315-335.

[8] BARBÉ G.D. - *Circulations atmosphériques à haute altitude. Etude expérimentale de la mousson stratosphérique.* La Météorologie, octobre-décembre 1959, p. 275-302.

[9] BARBÉ G.D. - *Analyse de la structure fine transversale d'un courant jet à l'aide de sondages rapprochés dans le temps exécutés au-dessus de la région parisienne les 6 et 7 janvier 1958.* La Météorologie, juillet-septembre 1960.

[10] BARBÉ G.D. - *Etude expérimentale de la mousson stratosphérique.* U.G.G.I., Helsinki, 1960, Publication de l'Ass. Int. de Météo. et Phys. de l'Atmosphère, n° 12/b, Report of Proceedings, p. 133-136.

[11] BARBIER D. et GLAUME J. - *Sur l'existence possible de nouvelles zones aurorales.* C.R. Acad. sci., t. 250, 1960, n° 11, p. 2043-2044.

[12] BARBIER D. - *Sur les variations systématiques des intensités des principales radiations de la lumière du ciel nocturne à l'Observatoire de Haute-Provence.* Annales de Géophys., juillet-septembre 1959, p. 412-414.

[13] BARBIER D. et GLAUME J. - *Corrélations entre les intensités de diverses radiations de la luminescence atmosphérique nocturne.* Annales de Géophys., janvier-mars 1960, p. 56-76.

[14] BÉRENGER M. - *Quelques remarques sur les perturbations intéressant le Sahara.* La Météorologie, avril-juin 1960, p. 325-334.

[15] BERNARD P. - *Contribution of microseisms to solar-weather relationships.* Communication au Symposium «Soleil-Temps». Univ. de Californie, 15-22 avril 1960.

[16] BERNARD P. - *Sur le bilan mécanique de l'influence solaire sur les phénomènes terrestres.* C.R. Acad. sci., t. 250, 1960, n° 16, p. 2738-2739.

[17] BERNARD P. - *Le problème de la variation du moment angulaire de l'atmosphère avec l'activité solaire.* Colloque du Comité national français d'Astronomie, 8 juin 1960.

[18] BLANC D., FONTAN J. et VEDRENNE G. - *Un procédé de dosage direct et continu du radon dans l'air.* C.R. Acad. sci., t. 250, 1960, n° 22, p. 3629-3631.

[19] BOUCHET R.J. et RIOU C. - *Essai d'interprétation de la variation de la «constante psychrométrique».* C.R. Acad. sci., t. 250, 1960, n° 26, p. 4419-4421.

[20] BOUCHET R.J. - *Evapotranspiration potentielle et évaporation sous abri.* Sixièmes journées de l'Hydraulique, Nancy, juin 1960, Société hydrotechnique de France.

[21] BOUCHET R.J. - *Evapotranspiration potentielle d'un couvert végétal. Sa signification et sa mesure à partir de l'évaporation sous abri.* C.R. Acad. sci., tome 251, 1960, n° 11, p. 1231-1233.

[22] BOUCHET R.J. - *Evapotranspiration potentielle et évaporation sous abri.* Deuxième Congrès international de Bioclimatologie, Londres, 4-10 septembre 1960, Société internationale de Bioclimatologie et Biométéorologie.

[23] BOUCHET R.J. - *Quelques aspects théoriques de la lutte contre les gelées, notamment en ce qui concerne le procédé de lutte par aspersion.* Mitteilungen der Informations stelle für Frostschutz, Institut für Physik und Meteorologie der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim, n° 6, juin 1960, p. 10-24.

[24] BRUN E.A. et PLUM H. - *Etude expérimentale d'une couche limite le long d'une plaque rugueuse.* C.R. Acad. sci., tome 251, 1960, n° 11, p. 1157-1159.

[25] CALVET P. - *Etude, en régime non permanent, d'un cas de convection ou de diffusion forcée unidimensionnelle.* C. R. Acad. sci., tome 251, 1960, n° 6, p. 846-848.

[26] CARBENAY F. - *Définition et mesure du champ moyen des atmosphériques de caractère impulsif.* C. R. Acad. sci., tome 251, 1960, n° 17, p. 1756-1758.

[27] CARLIER M. - *L'intérêt agricole des Sixièmes journées de l'Hydraulique (Nancy, juin-juillet 1960).* C. R. Acad. d'Agriculture de France, 1960, n° 14, p. 793-802.

[28] CHAUSSARD A. et LAPLACE L. - *Les perturbations dans le sud-ouest de l'Océan Indien. Saison chaude 1958-1959.* La Météorologie, octobre-décembre 1959, p. 323-366.

[29] CHESNEAU J. - *Variation de la nébulosité des nuages élevés et moyens à la base Dumont d'Urville.* La Météorologie, janvier-mars 1960, p. 135-140.

[30] CHEVALLIER G. - *Abaque de l'atmosphère de référence et abaques altitudes - vitesses - mach - pressions - températures.* Docaéro, n° 60, janvier 1960, p. 17-22. (Service de documentation et d'information technique de l'aéronautique, Paris).

[31] CORCUFF Y. - *Choix d'un paramètre caractérisant les sifflements radioélectriques.* Annales de Géophys., tome 16, n° 1, 1960, p. 128-139.

[32] COT P. D. et SERPOLAY R. - *Etude de divers procédés tendant à l'atténuation du brouillard.* C. R. Acad. sci., tome 250, 1960, n° 20, p. 3277-3278.

[33] DADY G. - *Caractères particuliers de la mécanique des fluides en météorologie.* La Météorologie, octobre-décembre 1959, p. 263-271.

[34] DAMAGNEZ J. - *Le sol, l'eau et la plante. Quelques problèmes de bioclimatologie.* La Tunisie agricole, n° 3, 1960, p. 39-55.

[35] DAUVILLIER A. - *Sur l'état convectif du Globe et les phénomènes hydromagnétiques.* C. R. Acad. sci., tome 251, 1960, n° 15, p. 1449-1450.

[36] DESSENS H. - *Orages sur un foyer convectif artificiel.* Bulletin de l'Observatoire du Puy de Dôme, janvier-mars 1960, p. 27-30.

[37] DESSENS H. - *Severe hailstorms are associated with very strong winds between 6000 and 12000 meters.* American Geophysical Union, Monograph n° 5, 1960, Physics of Précipitation, p. 333-338.

[38] DESSENS H. - *A project for a formation of cumulonimbus by artificial convection.* American Geophysical Union, Monograph n° 5, 1960, Physics of precipitation, p. 396-401.

[39] DESSENS H. - *Rapport sur la campagne 1959 d'essais de prévention de la grêle.* Association d'études des moyens de lutte contre les fléaux atmosphériques, Toulouse, Bulletin n° 8, p. 1-5 et 14-51.

[40] DESSENS H. - *La Météorologie active.* Nucleus, mars-avril 1960, p. 100-110.

[41] DESSENS H. - *La pollution atmosphérique en France.* Bulletin de l'Observatoire du Puy de Dôme, avril-juin 1960, p. 56-58.

[42] DESSENS J. - *Ensemencement des cumulus congestus par des résidus de cumulonimbus.* Association d'études des moyens de lutte contre les fléaux atmosphériques, Toulouse, Bulletin n° 8, p. 7-13.

[43] DUCLAUX Mme F. - *Quelques résultats préliminaires sur les noyaux de condensation à Tamanrasset.* Bulletin de l'Observatoire du Puy de Dôme, juillet-septembre 1960, p. 115-120.

[44] DUCLAUX Mme F. et WILL R. - *Etude de la variation demi-diurne lunaire de la pression atmosphérique à Tamanrasset.* C. R. Acad. sci., tome 251, 1960, n° 25, p. 3028-3030.

[45] DURAND R. - *Mesure et signification de l'éclairement en physiologie végétale.* Annales de Physiologie végétale, avril-juin 1960, p. 109-118.

[46] DURAND R. - *Les seuils de résistance aux gelées ; leur détermination. Température de référence.* Mitteilungen der Informations stelle für Frostschutz, Institut für Physik und Meteorologie der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim, n° 6, juin 1960, p. 21-35.

[47] DURAND R. - *Détermination des seuils de résistance aux gelées. Transposition aux conditions naturelles des résultats obtenus au laboratoire.* Deuxième congrès international de Bioclimatologie, Londres, 4-10 septembre 1960, Société internationale de Bioclimatologie et Biométéorologie.

[48] DURANDEAU M., DELLOUE J. et ROCARD Y. - *Oscillations de pression atmosphérique liées à un orage magnétique.* C. R. Acad. sci., tome 251, 1960, n° 17, p. 1807-1809.

[49] FACY L. - *Sur la genèse des précipitations dans certains nuages chauds.* Geofisica e meteorologia, janvier-avril 1959, p. 7-12.

[50] FELICE P. de - *Recherches relatives à la formation des rides de sable sous l'effet du vent.* Journal des Recherches du C. N. R. S., Laboratoires de Bellevue, n° 52, septembre 1960, p. 177-195.

[51] FROLOW V. - *La composante annuelle des pluies et des températures dans le pays entre la Volga et l'Oural.* Annales de Géogr., mars-avril 1960, p. 113-123.

[52] FROLOW V. - *Sur le signe de la différence entre deux termes consécutifs des séries météo- et hydrométriques.* Geofisica pura e applicata, Milan, vol. 45 (1960/1), p. 258-260.

[53] GARCIA R. - *Mesures du transport de neige par le vent à la station Charcot.* La Météorologie, janvier-mars 1960, p. 205-212.

[54] GARCIA R. - *Mesure des températures dans les très basses couches à Charcot.* La Météorologie, janvier-mars 1960, p. 213-218.

[55] GESLIN H. - *Aspects climatiques de la campagne agricole 1958-1959.* C. R. Acad. d'Agriculture de France, tome 46, 1960, n° 4, p. 165-172.

[56] GESLIN H., BOUCHET R. J. et HALLAIRE M. - *A propos de la sécheresse de 1959 et de ses conséquences sur les réserves en eau des vergers au printemps 1960.* C. R. Acad. d'Agriculture de France, tome 46, 1960, n° 8, p. 463-465.

[57] GESLIN H. - *Note sur les gelées de printemps (Réponse au questionnaire du Groupe de travail sur les gelées de la Commission de Météorologie agricole de l'Organisation Météorologique Mondiale),* un fascicule, 21 pages ronéotées, novembre 1960.

[58] GESLIN H. - *Bioclimatologie. Rapport d'activité 1946-1960.* Institut national de la Recherche agronomique, une brochure, 49 pages ronéotées, décembre 1960.

[59] GIÃO A. et ROULLEAU J. - *Sur la variation avec l'altitude du gradient vertical moyen dans l'atmosphère libre.* C. R. Acad. sci., t. 250, 1960, n° 5, p. 896-898.

[60] GIÃO A. et ROULLEAU J. - *Le champ de température dans quelques types de mouvements atmosphériques.* Mémorial de la Météorologie nationale, n° 47, 1960, 48 pages.

[61] GIÃO A. et ROULLEAU J. - *Le gradient vertical de température dans les champs barotropes.* C. R. Acad. sci., tome 251, 1960, n° 15, p. 1549-1550.

[62] GILBERT J. - *L'influence catabatique sur les variations du vent au sol en Terre Adélie.* La Météorologie, janvier-mars 1960, p. 113-125.

[63] GILBERT J., VALTAT B. et GARCIA R. - *Estimation de l'altitude de la station Charcot.* La Météorologie, janvier-mars 1960, p. 185-191.

[64] GODARD S. - *Mesure des gouttelettes de nuage avec un film de collargol.* Bulletin de l'Observatoire du Puy de Dôme, avril-juin 1960, p. 41-46.

[65] HALLAIRE M. - *Le problème du potentiel de l'eau dans le sol et de la disponibilité de l'eau pour la végétation.* Annales de Physiologie végétale, avril-juin 1960, p. 119-130.

[66] HALLAIRE M. - *Les conditions d'alimentation en eau des végétaux en 1959.* Fourrages, n° 2, 1960, p. 79-86.

[67] HALLAIRE M. - *La sécheresse de l'année 1959 dans la moitié nord de la France.* La Météorologie, avril-juin 1960, p. 289-301.

[68] HALLAIRE M. - *Circulation de l'eau dans le sol sous l'effet de l'évapotranspiration.* Sixièmes journées de l'Hydraulique, Nancy, juin 1960, Société Hydrotechnique de France.

[69] ISRAËL G. - *Manomètre thermique utilisable à bord de fusées depuis le sol jusqu'à 90 km.* C. R. Acad. sci., tome 251, 1960, n° 18, p. 1892-1894.

[70] JALU R. - *Etude de la situation météorologique au Sahara en janvier 1958.* Annales de Géogr., mai-juin 1960, p. 288-296.

[71] KIVÉLIOVITCH M. - *Théorie des moyennes et séries chronologiques.* Journal de mécanique et de physique de l'atmosphère, octobre-décembre 1959, p. 191-196.

[72] LACAZE J. - *Les fronts froids générateurs de microséismes.* C. R. Acad. sci., tome 250, 1960, n° 4, p. 739-740.

[73] LACHENAUD M. - *Sur les possibilités de réalisation de systèmes optiques pour le moyen et le lointain infrarouge avec des monocristaux synthétiques artificiels.* Revue d'optique théorique et instrumentale, tome 38, n° 12, p. 541-555.

[74] LAROQUE J. - *Caractères polaires de la variation annuelle de la température.* La Météorologie, janvier-mars 1960, p. 65-75.

[75] LAROQUE J. - *Esquisse des routes aériennes intercontinentales de l'hémisphère sud.* La Météorologie, janvier-mars 1960, p. 219-226.

[76] LARRAS J. et CLARIA A. - *Recherches sur l'action relative de la houle et du vent.* C. R. Acad. sci., tome 250, 1960, n° 10, p. 1801-1802.

[77] LENOBLE Melle J. - *Solution of radiative transfer in an infinite scattering medium illuminated by a point source.* University of California, Los Angeles, Scientific Report n° 6, octobre 1960, p. 2429.

[78] LENOBLE Melle J. - *Sur le régime lumineux dans un milieu diffusant éclairé par une souce ponctuelle.* C. R. Acad. sci., tome 250, 1960, n° 19, p. 3147-3149.

[79] LHERMITTE R. - *Variations de la vitesse de chute des particules d'une précipitation étendue, à différents niveaux.* C. R. Acad. sci., t. 250, 1960, n° 5, p. 899-901.

[80] MISME P. - *Influences radioclimatiques sur les liaisons transhorizon.* L'onde électrique, janvier 1960, p. 116-123.

[81] NIGOND J. - *Le retard au débourrement de la vigne par un traitement à l'acide alphanaphtalène acétique et la lutte contre les gelées.* C. R. Acad. d'Agriculture de France, tome 46, 1960, n° 7, p. 452-457.

[82] PANTCHEV S. - *Sur la théorie statistique de la turbulence.* C. R. Acad. sci., tome 250, 1960, n° 4, p. 661-662.

[83] PÉGUY C. P. - *Précis de climatologie.* Paris, Masson éd., 1961, un volume, 348 pages.

[84] PETIT M. - *Notes sur les thermomètres à fil vibrant pour sondages stratosphériques.* Journal de mécanique et de physique de l'atmosphère, octobre-décembre 1959, p. 179-190.

[85] PETIT M. - *La mesure de la température de l'air en altitude.* La Météorologie, avril-juin 1960, p. 313-324.

[86] PLANTIER M. et MAGNIEZ R. - *La vitesse ascensionnelle des ballons de radiosondage à la base Dumont d'Urville.* La Météorologie, janvier-mars 1960, p. 141-160.

[87] POGGI A. - *La fusion de la neige et les crues de juin 1957 dans les Alpes françaises.* Mémoires et travaux de la Société Hydrotechnique de France, 1959, volume 2, p. 166-173.

[88] PÔNE R. - *Perspectives de la prévision numérique des précipitations.* La Météorologie, octobre-décembre 1959, p. 303-313.

[89] PORTELA C. - *Comparaison des situations météorologiques responsables de crues dans le sud de la France.* La Météorologie, avril-juin 1960, p. 283-287.

[90] PRUDHOMME A. - *Notes sur la météorologie antarctique.* La Météorologie, janvier-mars 1960, p. 11-15.

[91] QUENEY P. - *Sur le mécanisme d'entretien de la circulation générale dans la troposphère.* U. G. G. I., Helsinki, 1960, Publication I. A. M. A. P., n° 12/b, Report of Proceedings, p. 65-66.

[92] RASOOL I. - *Relations entre la hauteur de la tropopause et l'activité solaire.* C. R. Acad. sci., tome 250, 1960, n° 22, p. 3696-3697.

[93] RASOOL I. - *Effets de certains phénomènes extra-terrestres sur l'ozone atmosphérique et la hauteur de la tropopause.* U. G. G. I., Helsinki, 1960, Publication I. A. M. A. P., n° 12/b, Report of Proceedings, p. 143.

[94] RASOOL I. et VASSY Mme A. - *L'ozone atmosphérique dans les stations françaises de l'Océan Indien.* C. R. Acad. sci., tome 252, n° 1, 1961, p. 151-153.

[95] ROCARD Y. - *Petits mouvements de la Terre dus aux fluctuations des vents.* Annales de Géophys., octobre-décembre 1959, p. 551-554.

[96] ROTA G.C. - *Une généralisation de l'espérance mathématique conditionnelle qui se présente dans la théorie statistique de la turbulence.* C.R. Acad. sci., tome 251, 1960, n° 5, p. 624-626.

[97] ROULLEAU J. - *Les grands problèmes de la Météorologie : difficultés physiques et difficultés théoriques.* La Météorologie, octobre-décembre 1959, p. 257-262.

[98] ROULLEAU Mme M. - *Température de congélation spontanée dans un nuage ascendant.* Bulletin de l'Observatoire du Puy de Dôme, janvier-mars 1960, p. 21-26.

[99] SAÏSSAC J. - *Diffusion par turbulence dans la couche limite du sol.* La Météorologie, octobre-décembre 1959, p. 315-320.

[100] SERPOLAY R. - *Sur l'utilisation des gaz chauds d'échappement de turbo-réacteur pour dissiper les brouillards.* Bulletin de l'Observatoire du Puy de Dôme, avril-juin 1960, p. 47-52.

[101] SERPOLAY R. - *Modification de la densité optique d'un brouillard surfondu consécutive à un ensemencement en germes de glace : calcul approché.* Bulletin de l'Observatoire du Puy de Dôme, juillet-septembre 1960, p. 99-114.

[102] SERPOLAY R. - *L'atténuation des brouillards sur les aérodromes.* Forces aériennes françaises, juillet 1960, p. 35-64.

[103] SOULAGE G. - *Précipitation de brouillards surfondus au moyen de neige carbonique.* Bulletin de l'Observatoire du Puy de Dôme, octobre-décembre 1959, p. 147-149.

[104] SOULAGE G. - *Influence de l'aérosol atmosphérique sur la formation de la grêle. II. Noyaux de congélation géants et noyaux de condensation à proximité d'orages à grêle.* Bulletin de l'Observatoire du Puy de Dôme, octobre-décembre 1959, p. 139-146.

[105] SOULAGE G. - *Comparaison des analyseurs de pouvoir glaçogène à détente et à mélange.* Observatoire du Puy de Dôme, Rapport préliminaire, décembre 1959.

[106] SOULAGE G. - *Recherches sur la prévention de la grêle.* Association d'études du bassin rhodanien, Rapport technique n° 1, septembre 1960.

[107] TANAEVSKY Melle O. - *Radioactivité naturelle et artificielle de l'atmosphère.* Communication à l'Association française pour l'avancement des Sciences, Grenoble, juillet 1960.

[108] TANAEVSKY Melle O. et VASSY E. - *Radioactivité de l'air et des précipitations dans les Pyrénées et la région parisienne.* U.G.G.I., Helsinki, 1960, Publication I.A.M.A.P., n° 12/b, Report of Proceedings, p. 127.

[109] VALTAT B., GILBERT J. et MAGNIEZ R. - *Le «phénomène de Loewe» en Terre Adélie.* La Météorologie, janvier-mars 1960, p. 77-112.

[110] VALTAT B. - *Note sur les modifications de structure thermique des basses couches pour divers régimes de vent au sol à Dumont d'Urville.* La Météorologie, janvier-mars 1960, p. 127-133.

[111] VASSY Mme A. et RASOOL I. - *Relations entre l'ozone atmosphérique et le magnétisme terrestre.* C.R. Acad. sci., tome 250, 1960, n° 23, p. 3865-3866.

[112] VASSY Mme A. et RASOOL I. - *Répartition verticale de l'ozone atmosphérique à différentes latitudes.* Annales de Géophys., avril-juin 1960, p. 262-263.

[113] VASSY Mme A. et ROUHANI A. - *Concentration d'ozone au niveau du sol à la Terre Adélie.* C.R. Acad. sci., tome 250, 1960, n° 2, p. 380-382.

[114] VASSY Mme A. - *Un nouvel ozonomètre enregistreur.* Beiträge zur Physik der Atmosphäre, Francfort a. Main, vol. 32, 1960, p. 277-282.

[115] VASSY Mme A. et RASOOL I. - *Un appareil simple pour la mesure rapide de l'ozone atmosphérique.* Journal de mécanique et physique de l'atmosphère, juillet-septembre 1959, p. 109-117.

[116] VASSY Mme A. - *L'étude de l'ozone atmosphérique pendant l'Année Géophysique Internationale.* La Nature, n° 3299, mars 1960, p. 101-105.

[117] VERNOTTE P. - *A propos du calcul des phénomènes thermocinétiques brefs.* C. R. Acad. sci., tome 251, 1960, n° 14, p. 1354-1355.

[118] VIGROUX E. - *Emission continue de l'atmosphère terrestre à 9,6 μ.* Annales de Géophys., octobre-décembre 1959, p. 453-460.

[119] VIGROUX E. - *Distribution verticale de l'ozone atmosphérique d'après les observations de la bande 9,6 μ.* Annales de Géophys., octobre-décembre 1959, p. 516-538.

[120] VIGROUX E. - *Distribution verticale de l'ozone atmosphérique. Comparaison de diverses méthodes. E. Méthode infrarouge.* Annales de Géophys., avril-juin 1960, p. 211-222.

[121] VIGROUX E. - *L'ozone atmosphérique. Distribution verticale d'après les observations dans l'infrarouge.* L'Astronomie, juillet 1960, p. 241-255.

Le Secrétaire de la Section de Météorologie et Physique de l'Atmosphère :

R. ARLÉRY.

SECTION DE GÉOMAGNÉTISME ET AÉRONOMIE

Rapport de la Section de Géomagnétisme et Aéronomie

I . GEOMAGNÉTISME

A. - Champ magnétique terrestre

Observatoires et campagnes magnétiques.

Au cours de l'année 1960 l'Observatoire de Chambon-la-Forêt a continué à développer son activité normale, en y incorporant définitivement :

a) les mesures absolues du champ magnétique total au moyen du magnétomètre à protons du type ABRAGAM-SOLOMON,

b) les enregistrements magnétiques et telluriques rapides qui doivent permettre d'atteindre le 1/100 de gamma et la seconde, respectivement en amplitude et en vitesse de réponse, en enregistrement permanent. De plus une surveillance continue du champ se fait à vue directe sur une composante tellurique. D'autres dispositifs sont à l'essai, notamment pour déterminer la façon la plus commode d'assurer un enregistrement statistiquement valable des "pulsations en perles" ("pp"), aussi bien par situation magnétique calme que par situation agitée. Parmi les appareils nouvellement installés à Chambon-la-Forêt, à titre expérimental, citons le maser nucléaire de H. BENOÎT, J. HENNEQUIN, dont la mise au point peut ainsi se poursuivre dans des conditions géophysiques. Rappelons que l'appareil utilise un courant de benzène, dont les protons sont initialement polarisés dans le champ élevé d'un électro-aimant et dont le moment magnétique est ensuite retourné par passage adiabatique rapide en champ inhomogène.

Au Centre d'études géophysiques de Garchy (Nièvre) la poursuite des travaux de construction a empêché la reprise des enregistrements lents du champ terrestre. Par contre des enregistrements des variations rapides magnéto-telluriques ont pu être effectués pendant quelques mois.

Les stations de Tamanrasset, M'Bour, Bangui et Tananarive ont fonctionné normalement.

Les magnéticiens de M'Bour ont fait une étude comparative des enregistrements de M'Bour et Tamanrasset et des enregistrements obtenus avec une station mobile Askania en des points situés entre 50 et 600 km de la mer. Des enregistrements magnétiques et telluriques rapides sont effectués à M'Bour, d'une façon continue, depuis fin juillet, avec le matériel qui fut utilisé à Tahiti pendant l'Année Géophysique internationale.

Conformément au voeu émis par le Comité national français de Géodésie et Géophysique, lors de l'Assemblée générale de 1960, les démarches nécessaires à la reprise des enregistrements magnétiques et telluriques rapides, à Bangui, ont été entreprises. Ces enregistrements, interrompus en 1959, par manque de crédits et de personnel, reprendront dès livraison de deux dispositifs "barres-fluxmètres" destinés à remplacer ceux qui furent endommagés par un feu de brousse.

L. CATTALA a préparé une nouvelle édition de la carte des déclinaisons magnétiques à Madagascar, à partir de mesures faites par lui-même, par la Mission hydrographique et le Service géographique de Madagascar.

Le fonctionnement de la station des Kerguelen a été assuré par P. LAMARQUE, d'avril 1959 à décembre 1960, ensuite par L. MEISTER et PATRIAT.

En Terre Adélie le fonctionnement de la station côtière "Dumont d'Urville" a été assuré par GROSSET puis, à partir de janvier 1961, par C. PORCHERAY.

Des missions du Service Hydrographique de la Marine ont effectué des mesures de D et H au Gabon, des mesures de D aux Iles sous le Vent et dans les archipels des Tuamotu, des Marquises et des Gambier.

Appareils de mesures.

Signalons, tout d'abord, le rapport "Mesure des champs magnétiques faibles du type champ terrestre" présenté au Congrès Ampère, à Pise, en 1960, par P. GRIVET (Université de Paris) et P. L. BENDER (National Bureau of Standards, Washington). Dans la première partie du rapport P. GRIVET analyse et discute très en détail les différentes méthodes de mesure basées sur la résonance nucléaire magnétique dans les liquides, dont la méthode de mesure par maser nucléaire élaborée au laboratoire de P. GRIVET par H. BENOÎT et J. HENNEQUIN. Dans la deuxième partie P. L. BENDER décrit les méthodes utilisant le principe du pompage optique. Une longue bibliographie est jointe au rapport.

Dans deux articles détaillés, J. FREYCENON et I. SOLOMON ont traité du magnétomètre à protons type ABRAGAM-SOLOMON, dont un exemplaire est en service à Chambon-la-Forêt pour la mesure de F. L'originalité de ce magnétomètre consiste essentiellement en ce que la polarisation, partielle, des protons de l'eau (polarisation nécessaire pour obtenir un signal de réponse non nul en moyenne dans le champ terrestre) est obtenue par interaction continue entre les spins électroniques d'un composé organique (nitro-sodisulfonate de potassium) ajouté à l'eau et ceux des protons (effet OVERHAUSER).

B. LEPRÊTRE a poursuivi les recherches sur l'origine des erreurs habituellement constatées dans les mesures de H et D faites avec des théodolites. Une étude expérimentale, effectuée à Alger-Bouzaréah et à Chambon-la-Forêt, l'a amené à conclure que ces erreurs pourraient s'expliquer par une attraction, légèrement dissymétrique, exercée par la cage de l'appareil sur l'aimant.

Variations du champ magnétique terrestre.

Variations régulières.

Dans le travail très étendu de R. SCHLICH et H. LARZILLIÈRE (publié par les Editions du CNRS) sur les résultats du dépouillement des mesures absolues et des magnétogrammes (Z et H) réalisés à la station Charcot (Terre Adélie), en 1957 et 1958, toute une partie est consacrée à l'étude des valeurs horaires, des variations diurnes, mensuelles, séculaires, etc.. des composantes du champ magnétique.

Agitation.

A partir des enregistrements de Port-aux-Français (Kerguelen), d'octobre 1957 à février 1958, M. BOCKEL a mis en évidence deux propriétés caractéristiques de l'agitation magnétique aux Kerguelen :

1°) une agitation du matin qui paraît être le prolongement, sous une forme en général modérée et parfois remarquablement régulière, de l'agitation J de l'Antarctique (définie par P.N. MAYAUD); les oscillations correspondantes peuvent atteindre, certains jours, une amplitude qui les apparente aux pulsations géantes classiques,

2°) des baies, de forme caractéristique, appelées "bps aurorales", toujours associées à des phénomènes auroraux.

D'une étude de l'agitation magnétique à la station Charcot, en 1957 et 1958, R. SCHLICH et H. LARZILLIÈRE ont dégagé des caractéristiques intéressantes. L'une des principales est que l'activité J des régions polaires atteint son maximum d'intensité suivant la composante verticale, alors que l'agitation N se manifeste avec le plus d'intensité suivant la composante horizontale du champ magnétique terrestre.

Au cours d'une étude des variations magnétiques rapides, faite à l'aide du concentrateur-magnétophone de Chambon-la-Forêt, par A. CECCHINI, G. DUPOUY, Melle J. ROQUET et E. SELZER, on a mis en évidence des signaux magnétiques précurseurs (de périodes : 1 à 5 sec. environ, mais plus marqués autour de 1 et 2 sec.), commençant à se manifester respectivement 30 et 20 h environ avant le début brusque des deux orages magnétiques mondiaux du 11 février 1958 et du 16 août 1959.

E. SELZER et R. SCHLICH ont établi une liste de ssc dont les heures d'apparition, à Chambon-la-Forêt, Charcot et Dumont d'Urville, furent déterminées avec une précision de quelques secondes. Les auteurs ont souligné l'intérêt qu'il y aurait à ce que cette liste soit complétée par des données précises fournies par le plus grand nombre possible d'observatoires.

P. SIMON a étudié les effets ionosphériques et géomagnétiques des éruptions chromosphériques associées aux sursauts radioélectriques de type IV (identifiés par BOISCHOT en 1957). Il a mis en évidence que ces éruptions étaient étroitement liées aux perturbations ionosphériques à début brusque et à une recrudescence de l'activité géomagnétique d'autant plus forte que les éruptions étaient plus importantes du point de vue optique. L'effet géomagnétique est d'ailleurs lié à l'effet ionosphérique plutôt qu'à l'importance du phénomène radioélectrique.

A Bora-Bora, Makatéa et Tahiti (stations distantes de 200 à 400 km environ) ont été enregistrées, le 1er avril 1960, des oscillations de la pression barométrique dont les périodes étaient de l'ordre de

3 minutes et qui ont duré à peu près 1/2 h. L'étude en a été faite par Melle M. DURANDEAU, J. DELLOUE et Y. ROCARD. Comme il y a eu un orage magnétique le 1er avril, ils ont émis l'hypothèse que les oscillations de pression pourraient avoir été causées par un flot de particules cosmiques provoquant, d'une part l'orage magnétique, d'autre part une action mécanique sur l'atmosphère, par exemple un brusque échauffement.

R. BENOÎT et TRAN THE HIEN ont enregistré, dans la région de Saigon, les signaux électromagnétiques dans la bande 5 - 50 c/s. L'appareillage comportait un cadre relié à un amplificateur à transistors avec sortie sur galvanomètre. Les signaux se présentaient sous forme d'impulsions, l'orage (météorologique) se manifestant par une suite ininterrompue de signaux, durant de quelques minutes à plusieurs heures. Les fréquences très basses n'étant pas transmises à grandes distances, selon les auteurs, ils ont suggéré que les enregistrements des basses fréquences du bruit atmosphérique pourraient être utilisés pour séparer les orages régionaux des orages lointains dans la radiogoniométrie des centres orageux.

P.N. MAYAUD a montré comment, pour l'étude des phénomènes de la haute atmosphère qui dépendent de la zone aurorale, il lui paraissait nécessaire de substituer aux coordonnées du dipôle un système basé sur les lignes de force du champ réel en altitude telles qu'elles ont été calculées par HULQVIST. Il a donné des abaques pour le calcul des nouvelles coordonnées.

D'autre part, dans le cadre du Comité n° 9 de l'I.A.G.A., P.N. MAYAUD a étudié la question de la mesure des indices K par temps calme.

Pulsations.

R. SCHLICH et H. LARZILLIÈRE ont donné les résultats de l'étude morphologique des pc, pt et micropulsations enregistrées à Charcot, en 1957-1958, avec le dispositif "barres-fluxmètres". Rappelons que les enregistrements n'étaient pas continus; on ne peut donc tirer des conclusions générales.

Au Centre d'études géophysiques de Garchy (Nièvre), H. FOURNIER a entrepris l'étude des variations très rapides magnéto-telluriques, à l'aide de lignes telluriques et de bobines à noyau de mumétal connectées, par l'intermédiaire d'un amplificateur, soit à un galvanomètre, soit à un dispositif enregistreur dérivé d'un appareil d'encéphalographie "Alvar". La sensibilité varie de 0,001 à 0,0005 γ/mm dans la gamme de périodes : 0,025 à 30 sec. Le dépouillement de 4 mois d'enregistrement à mis en évidence les allures très différentes des variations "rapides" et des variations "très rapides" c'est-à-dire, d'après H. FOURNIER, de périodes inférieures à la seconde. Pour ces dernières on ne décèle pas de variation diurne de la fréquence d'apparition et de l'amplitude, sauf peut-être pour les pulsations dont la période est de 0,12 sec. environ. La correspondance des variations très rapides magnétiques et telluriques est excellente.

R. STEFANT a poursuivi, à l'Observatoire de Chambon-la-Forêt, les enregistrements des variations du champ magnétique terrestre, dans la bande 5-50 hz. La bobine à noyau précédemment utilisée a été remplacée par un ensemble de 5 bobines, à noyaux de ferrite, connectées en série et orientées suivant H. L'étude du spectre de fréquences,

par balayages successifs de 20 minutes, a montré, pour une période d'une dizaine de jours analysée, une agitation accrue de 40 à 20 hz (présentant une nette variation diurne), une décroissance assez brutale vers 15 hz et une légère reprise de l'activité vers 5 hz.

Dans le cadre d'une étude générale dont nous ne parlerons pas ici, une équipe de l'Institut de Physique du Globe de Paris, composée de A. LEBEAU, G. PETIAU, R. SCHLICH et E. SELZER, a participé, en juin 1960, à Colomb-Béchar, à la campagne de fusées Véronique organisée par le Comité d'action scientifique de Défense nationale et le Service d'Aéronomie du CNRS. Le but de cette participation était l'enregistrement des effets magnétiques et telluriques qui pourraient être engendrés par une explosion non nucléaire, de faible puissance (65 kg de TNT), en altitude (environ 150 km). Cette expérience, qui s'est déroulée dans de bonnes conditions de précision, permet d'affirmer qu'aucun effet supérieur à 1/200 γ n'a été engendré par une telle explosion. De nouvelles expériences sont prévues pour des explosions de plus hautes altitudes et avec des enregistreurs plus sensibles. Un des à-côtés intéressants de cette campagne a été la comparaison des microstructures naturelles, magnétiques et telluriques, obtenues de façon semi-permanente pendant une quinzaine de jours, en deux stations du champ de tir distantes d'environ 100 km.

S. ESCHENBRENNER, L. FERRIEUX, R. GODIVIER, R. LACHAUX, H. LARZILLIÈRE, A. LEBEAU, R. SCHLICH et E. SELZER ont fait l'analyse comparative des effets magnétiques et telluriques de l'expérience "Argus", enregistrés dans les stations françaises suivantes : Chambon-la-Forêt, Bangui, Kerguelen, Dumont d'Urville et Charcot. Une analyse analogue a été réalisée sur les enregistrements de Tamanrasset, par Mme L. LAUNAY et M. BECCARIA.

A. SANTACREU a évalué l'amplitude des pulsations de H, de périodes : 6 à 120 sec., enregistrées à Tamanrasset d'avril 1958 à mars 1959. Il a comparé cette amplitude au caractère K de Tamanrasset et au caractère Kp.

Théories sur le champ magnétique terrestre.

Dans trois notes à l'Académie, L. CAGNIARD a esquissé une théorie générale du magnétisme terrestre d'origine interne. Le point de départ réside dans la constatation faite par N. STOYKO d'une corrélation indiscutable entre les variations aléatoires du magnétisme et celles de la vitesse de rotation du Globe. L. CAGNIARD associe à chaque station magnétique S un "moment associé", variable en fonction du temps et de la position de S, défini comme le moment magnétique d'un dipôle central qui engendrerait en S le champ observé. Le dipôle géomagnétique du Globe est la moyenne des moments associés. Dans la première note il est montré que Mz, projection du moment associé sur l'axe de rotation, peut être représenté par : $Mz = \alpha + \beta_a + \gamma\ (\Delta T_m)_{a-\delta}$ $\alpha, \beta, \gamma, \delta$: constantes caractéristiques d'une station; a : millésime de l'année; ΔT_m : terme correctif par lequel on affranchit l'heure, déduite des observations astronomiques, de l'effet des variations aléatoires de la rotation; δ, nombre positif, est un retard qui est de 6 ans à Paris. La théorie exposée dans la seconde note justifie quantitativement la relation empirique précédente. Le champ magnétique est considéré comme un

"effet Rowland" compliqué de phénomènes d'induction électromagnétique dans le Globe électriquement conducteur. Tout se passe comme si une double couche électrique tapissait la surface de séparation du noyau et du manteau. Il faut admettre que la conductibilité électrique, dans l'intercouche, est énorme et que la conductibilité moyenne du manteau (responsable du retard δ) est de l'ordre de grandeur de celle des électrolytes. Dans sa troisième note L. CAGNIARD généralise la théorie. Les digressions du pôle de rotation à la surface du Globe sont responsables des variations des deux autres composantes du moment associé. Il suffit d'infimes variations de la rotation terrestre ou d'infimes digressions du pôle, à condition qu'elles soient durables, pour modifier profondément le magnétisme terrestre. Par contre les variations ou digressions, annuelles ou chandlériennes, ont une cadence beaucoup trop rapide pour altérer sensiblement les composantes magnétiques. En somme le Globe emmagasine, sous forme de courants induits plus ou moins persistants, le souvenir des variations de sa vitesse de rotation. Le magnétisme terrestre représente essentiellement la somme des souvenirs plus ou moins anciens, plus ou moins estompés, que la Terre a pu garder des fluctuations passées de sa rotation.

A. DAUVILLIER a discuté l'échelle et la vitesse des courants convectifs thermiques internes de la Terre, sur la base de la radioactivité des météorites. Ces vitesses s'accordent bien avec la durée des cycles volcano-orogéniques mais pas avec la théorie hydrodynamique du géomagnétisme.

Mme J. BONNEFOY et G. GRENET ont établi des formules pour le calcul du champ électromagnétique produit par un courant rectiligne de longueur infinie. Ils ont indiqué comment ces formules devaient être modifiées pour les appliquer au cas de la propagation des pulsations du champ magnétique terrestre entre la Terre et l'Ionosphère.

Les mêmes auteurs ont présenté une théorie de la propagation des pulsations électromagnétiques aux ultra-basses fréquences, c'est-à-dire pour les périodes supérieures à 0;42 sec., pour lesquelles la durée de propagation peut être négligée. Les calculs ont été faits, en négligéant l'effet Hall dans l'ionosphère et l'amortissement, à partir d'un dipôle vertical, parcouru par un courant $I_1 \sin \omega t$ et placé entre la Terre et l'Ionosphère.

Paléomagnétisme.

C. BORBIER a fait une vaste étude structurale et morphologique de la plaine et du horst du Forez. C'est un travail de géologue, mais avec une introduction de la méthode paléomagnétique. C. BORBIER a prélevé des roches volcaniques orientées sur une quarantaine de gisements et, ayant déterminé leur direction d'aimantation rémanente au laboratoire de E. THELLIER à Saint-Maur, il a tenté d'en tirer des relations d'âge entre les formations; cet essai, conduit avec la prudence qui s'impose, doit retenir l'attention des géophysiciens.

J. LACAZE a examiné des échantillons de roches volcaniques permiennes prélevés dans plusieurs gisements de la région de Donon (Vosges). Les résultats étendent et précisent les mesures antérieurement exécutées par A. E. M. NAIRN pour le Nideck. Les matériaux examinés sont des ignimbrites et des tufs. Il n'y a aucune différence dans les résultats obtenus, quelle que soit la température à laquelle ces matériaux

se sont mis en place. Les valeurs trouvées pour les directions de l'aimantation sont de caractère inversé et s'encadrent parmi les valeurs obtenues par ailleurs pour l'ensemble des gisements permiens d'Europe occidentale.

Magnétisme des sols.

E. LE BORGNE s'est intéressé à l'influence du feu sur les propriétés magnétiques du sol, du schiste et du granite. Il avait observé à la suite de combustions provoquées sur des sols en place, une augmentation considérable de la susceptibilité magnétique de la couche superficielle d'où il avait déduit que les susceptibilités élevées de certains sols seraient dues aux feux subis au cours de leur histoire. Des expériences de laboratoire l'ont ensuite conduit à attribuer l'augmentation de susceptibilité à des phénomènes d'oxydo-réduction se traduisant par la série de transformations : $Fe_2\,0_3\ \alpha \rightarrow Fe_3\,0_4 \rightarrow Fe_2\,0_3\ \gamma$ stabilisé. Chauffé dans les mêmes conditions le schiste a un comportement analogue à celui des sols, le comportement du granite est nettement différent.

D'autre part R. BÉTREMIEUX, E. LE BORGNE et G. MONNIER ont comparé l'évolution de la stabilité structurale du sol et celle de la susceptibilité magnétique sous l'influence du chauffage.

Prospection magnétique.

L. LLIBOUTRY a mis au point et expérimenté une méthode de mesures des mouvements d'un névé. Des tubes d'acier aimanté ont été enfouis, en automne 1959, dans des trous verticaux creusés dans un névé du haut de la Vallée Blanche, au pied du laboratoire de l'Aiguille du Midi. De la position des tubes, déterminée en mai 1960, par des mesures avec une B. M. Z., on a pu déduire les mouvements du névé.

B. - Prospection électrique et courants telluriques.

Prospection.

L. MIGAUX, J. L. ASTIER et P. REVOL ont effectué, dans le Massif granitique de Mortagne, en Vendée, un essai de détermination de la résistivité électrique des couches profondes de l'écorce terrestre (jusqu'à quelques dizaines de km). La méthode employée était celle du quadripôle classique, mais c'est par la mise en oeuvre de moyens matériels plus importants et par l'amélioration de la précision des mesures qu'a été réalisée une profondeur d'investigation supérieure à celles atteintes jusqu'alors. La tension était de 400 à 800 V, les prises d'envoi distantes de 70 km au maximum, le courant injecté de 1 A. L'interprétation de la courbe de résistivité apparente conduit à des valeurs de résistivité élevées à grande profondeur.

Appareils de mesures.

R. MORIN, R. UTZMAN et B. FAVRE se sont attaqué à la difficulté que présente la constitution de milieux ayant des rapports de résistivités aussi différenciés que dans la nature, pour l'étude sur modèles réduits de l'effet de certaines structures, en prospection électrique ou tellurique. Ils ont proposé, pour le cas d'un champ tellurique normal à une structure cylindrique, d'utiliser des plaques métalliques matérialisant la section droite. Compte tenu des résistivités propres des métaux employés, on peut agir dans une certaine mesure sur les

épaisseurs des diverses plaques, de façon que l'écoulement de courant corresponde au rapport des résistivités désiré.

Plusieurs communications ont été présentées à des Congrès tenus en 1960. Elles seront analysées ultérieurement, après publication. Nous avons, toutefois, analysé quelques communications présentées à la XIIème Assemblée générale de l'U. G. G. I. ; à Helsinki, dont les textes ont été très largement diffusés.

Bibliographie

BENOÎT H. - *Un maser à résonance magnétique nucléaire.* Ann. Physique, 1959, p. 1439-1483. Thèse, 1959, Faculté des Sciences de Paris.

BENOÎT R. et TRAN THE HIEN. - *Etude du champ géomagnétique dans la bande 5-50 c/s.* C. R. Acad. sci., 250, 1960, p. 893-895.

BÉTRÉMIEUX R., LE BORGNE E. et MONNIER G. - *Evolution de certaines propriétés du sol sous l'influence du chauffage.* C. R. Acad. sci., 251, 1960, p. 2753-2755.

BOCKEL M. - *Magnétisme terrestre à Port-aux-Français (îles Kerguelen). Premiers résultats (1er octobre 1957 au 28 février 1958).* C. R. Acad. sci., 250, 1960, p. 4417-4418.

BONNEFOY Mme J. et GRENET G. - *Le champ électromagnétique produit par un courant de longueur infinie. Application aux pulsations du champ magnétique terrestre se propageant entre la Terre et l'ionosphère.* Ass. générale, U. G. G. I., 1960, Helsinki.

BONNEFOY Mme J. et GRENET G. - *Les pulsations du champ magnétique terrestre aux ultra-basses fréquences.* Ass. générale, U. G. G. I., Helsinki.

BORBIER C. - *Contribution à l'étude du versant oriental des monts du Forez et de la plaine de Montbrison.* Diplôme d'études supérieures, 1960, Fac. des Sci. de Paris.

CAGNIARD L. - *Relation empirique approximative entre la variation séculaire magnétique et les fluctuations de la rotation terrestre.* C. R. Acad. sci., 251, 1960, p. 1142-1144.

CAGNIARD L. - *La variation magnétique séculaire interprétée comme un « effet Rowland » accompagné de phénomènes d'induction électromagnétique.* C. R. Acad. sci., 251, 1960, p. 2053-2055.

CAGNIARD L. - *Panorama du magnétisme terrestre.* C. R. Acad. sci., 252, 1961, p. 148-150.

CECCHINI A., DUPOUY G., ROQUET Melle J. et SELZER E. - *Mise en évidence, au moyen du « concentrateur-magnétophone » de l'Observatoire de Chambon-la-Forêt, de signaux magnétiques précurseurs, lors des orages du 11 février 1958 et du 16 août 1959.* C. R. Acad. sci., 250, 1960, p. 4023-4025.

DAUVILLIER A. - *Sur l'état convectif interne du Globe et les phénomènes hydromagnétiques.* C. R. Acad. sci., 251, p. 1449-1450.

DURANDEAU Mˡˡᵉ M., DELLOUE J. et ROCARD Y. - *Oscillations de pression atmosphérique liées à un orage magnétique.* C. R. Acad. sci., 251, 1960, p. 1807 - 1809.

ESCHENBRENNER S., FERRIEUX L., GODIVIER R., LACHAUX R., LARZILLIERE H., LEBEAU A., SCHLICH R. et SELZER E. - *Analyse expérimentale des effets magnétiques et telluriques de l'expérience «Argus» enregistrés par les stations françaises.* Ann. Géophys., 16, 1960, p. 264-271.

FOURNIER H. - *Description des installations d'une station d'enregistrement des variations très rapides du champ magnétique terrestre.* C. R. Acad. sci., 251, 1960, p. 671-673.

FOURNIER H. - *Quelques aspects des premiers enregistrements magnéto-telluriques obtenus à Garchy dans la gamme des variations très rapides.* C. R. Acad. sci., 251, 1960, p. 962-964.

FREYCENON J. et SOLOMON I. - *Magnétomètre à champ terrestre utilisant la résonance paramagnétique nucléaire avec polarisation dynamique des noyaux :*
1) Notions théoriques. L'onde électrique, 40, 1960, p. 590-595.

FREYCENON J. - *2) Réalisation et mise en oeuvre.* L'onde électrique, 40, 1960, p. 596-601.

GRIVET P. et BENDER P. L. - *Mesure des champs magnétiques faibles du type champ terrestre.* Colloque Ampère, Pise, 1960.

HENNEQUIN H. - *Maser à résonance nucléaire en champ très faible.* C. R. Acad. sci., 250, 1960, p. 2711-2713.

LACAZE J. - *Etude paléomagnétique des roches volcaniques permiennes de la région du Nideck.* Diplôme d'Etudes supérieures, 1960, Fac. des Sci. de Strasbourg.

LAUNAY Mᵐᵉ L. et BECCARIA M. - *Perturbations magnétiques et telluriques enregistrées à Tamanrasset à la suite des explosions nucléaires à haute altitude dites «Expérience Argus» (août-septembre 1958).* Ann. Géophys., 16, 1960, p. 289-290.

LE BORGNE E. - *Influence du feu sur les propriétés magnétiques du sol et sur celles du schiste et du granite.* Ann. Géophys., 16, 1960, p. 159-195.

LEPRÊTRE B. - *La correction de barreau dans les mesures magnétiques effectuées à l'aide d'un théodolite.* Ann. Géophys., 16, 1960, p. 276-277.

LLIBOUTRY L. - *Mesure des mouvements d'un névé par prospection magnétique.* C. R. Acad. sci., 250, 1960, p. 4415-4416.

MAYAUD P. N. - *Un nouveau système de coordonnées magnétiques pour l'étude de la haute atmosphère : Les coordonnées de l'anneau équatorial.* Ann. Géophys., 16, 1960, p. 278-288.

MAYAUD P. N. - *On the measure of K indices.* I. A. G. A. Bulletin, n° 121, p. 271-281.

MIGAUX L., ASTIER J. L. et REVOL P. - *Essai de détermination expérimentale de la résistance électrique des couches profondes de l'écorce terrestre.* C. R. Acad. sci., 251, 1960, p. 567-569 - Ass. générale, U. G. G. I., 1960, Helsinki.

MORIN P., UTZMAN R. et FAVRE B. - *Utilisation des modèles métalliques pour l'étude des champs telluriques sur structures cylindriques.* Rev. Inst. Pétrole, 1960, p. 467-479.

SANTACREU A. - *Pulsations géomagnétiques enregistrées à Tamanrasset, avril 1958-mars 1959.* Ass. générale, U. G. G. I., 1960, Helsinki.

SCHLICH R. et LARZILLIÈRE H. - *Magnétisme terrestre. Etude des observations réalisées à la station Charcot en Terre Adélie, 1) avril 1957 à janvier 1958, 2) février à décembre 1958.* Editions du C. N. R. S. 1960.

SCHLICH R. et LARZILLIÈRE H. - *Activité magnétique à la station Charcot en Terre Adélie.* Ass. générale, U. G. G. I., 1960, Helsinki.

SELZER E. et SCHLICH R. - *Essais de déterminations précises des instants d'apparition de mêmes ssc à Chambon-la-Forêt et en Terre Adélie, en vue d'une généralisation à l'échelle internationale.* Ass. générale, U. G. G. I., 1960, Helsinki.

SIMON P. - *Les éruptions chromosphériques associées aux sursauts radioélectriques de type IV : effets ionosphériques et géomagnétiques.* Ann. Astrophys., 23, 1960, p. 102-110.

STEFANT R. - *Détection de l'activité du champ magnétique terrestre dans la bande 5-50 hz.* C. R. Acad. sci., 251, 1960, p. 857-859.

Le Secrétaire de la Section (Géomagnétisme) :

A. LEBEAU.

II . AERONOMIE

A. - Phénomènes optiques de la haute atmosphère

Ciel nocturne.

D. BARBIER, discutant un travail de Roach, Mc Caulley et Marovich, a rappelé les différences qui existent entre l'émission de la raie verte par l'aurore et par le ciel nocturne de basse latitude. Dans nos régions, un écart à la corrélation des radiations violettes (3670) et de la raie verte permet de caractériser l'aurore de façon certaine. Par contre, la présence de l'aurore n'affecte que très peu l'intensité de la raie verte et n'en affecte pas les histogrammes, dont la structure s'interprète aisément dans l'hypothèse d'un mécanisme de Chapman (chocs triples).

D. BARBIER et Mme J. GLAUME ont effectué une analyse statistique portant sur 3000 heures d'observations photométriques du ciel nocturne, obtenus depuis 1953 à l'Observatoire de Haute-Provence étudiant notamment l'intercorrélation des intensités observées en diverses radiations; ils ont pu ainsi séparer ces diverses radiations en trois groupes co-variants :

a) Raie verte à 5377 A, bandes de Herzberg et fond continu d'émission,
b) Bandes de OH, doublet jaune du sodium,
c) Raie rouge à 6300 A.

Cette analyse a permis de préciser les effets de contamination qui affectent chacun des filtres et d'en corriger les mesures. Les corrélations non proportionnelles entre les intensités des radiations du groupe c) sont interprétées à partir des théories existantes pour l'émission de ces radiations.

Les mêmes auteurs ont décrit le comportement des raies interdites de l'oxygène à la station de Tamanrasset, annonçant la découverte d'un arc d'émission orienté est-ouest; cet arc qui apparaît à la latitude de Tamanrasset pendant l'hiver pourrait être lié à la zone interne de Van Allen, de même que la zone aurorale classique est liée à la zone externe. L'étude des propriétés morphologiques et de l'altitude de l'arc ont fait l'objet de deux missions aux mois de janvier et novembre 1960.

M. et J. DUFAY ont obtenu et analysé des spectres du ciel nocturne dans la région 5800 à 6900 A, comparant les longueurs d'onde observées pour diverses radiations des bandes OH avec les valeurs thermiques. La raie Hα fine apparaît nettement sur trois clichés et les auteurs proposent une interprétation de sa présence dans la lumière du ciel nocturne.

Mme J. CONNES et H. P. GUSH ont publié une remarquable étude du spectre du ciel nocturne dans le proche infrarouge. La méthode d'observation est l'enregistrement photoélectrique avec un interféromètre de Michelson à différence de marche variable. Une transformation de Fourier permet de remonter au spectre origine avec une résolution de 1000 à 2000. La structure rotationnelle des bandes de OH ainsi résolue a permis une détermination de la température rotationnelle qui est de l'ordre de 240° K. Le rapport des intensités des branches I et P d'une

même bande est plus faible que la théorie ne le prévoit.

M. PERRIN a étudié la largeur et le profil de la raie verte du ciel nocturne à Béni-Abbès, à l'aide d'un interféromètre de Pérot-Fabry. Les premiers résultats ont indiqué des températures comprises entre 175 et 235° K.

Phénomènes crépusculaires.

J. DELANNOY a analysé et discuté les observations de la raie du lithium effectuées au cours de l'A. G. I., notamment en Terre Adélie. Il a comparé cette émission avec l'émission crépusculaire théorique de divers modèles de couche; en raison du faible volume des données, les abondances observées ne permettent pas de conclure quant à l'origine des métaux alcalins dans la haute atmosphère.

R. ROBLEY a présenté les résultats de mesures des raies rouges de l'oxygène, effectuées du Pic du Midi au cours de l'A. G. I. Analysant en particulier les phénomènes crépusculaires, il a montré l'existence d'une variation saisonnière de la hauteur d'échelle apparente de O_2 et suggéré les mécanismes auxquels ces variations pourraient être attribuées.

G. WEILL a décrit des observations photométriques de la radiation 3914 A dans l'Antarctique et analysé un fort effet crépusculaire, en déduisant une évaluation des concentrations d'ions N_2 + normalement présentes au-dessus de la zone aurorale jusqu'à des altitudes élevées.

Aurores.

L. HERMAN a procédé à une analyse semi-quantitative de nombreux spectres auroraux obtenus pendant l'Année Géophysique en Alaska, ainsi que quelques spectres de Terre Adélie, et publié une interprétation de certains résultats relatifs à la raie Hα et au premier système positif de N_2 par des effets d'altitude.

Ciel diurne.

J. E. BLAMONT et T. DONAHUE, utilisant l'appareil à résonance optique de cuves à sodium, ont comparé le fond des raies D dans le spectre du soleil et dans celui du ciel diurne; les raies du ciel ont été trouvées beaucoup moins creusées que les raies du soleil; ceci a été attribué à l'émission du sodium atmosphérique qui serait ainsi observée pendant le jour pour la première fois.

B. - Ionosphère.

E. ARGENCE, E. HARNISCHMACHER, H. A. HESS et K. RAWER ont établi un certain nombre de relations relatives à l'effet Faraday dans l'ionosphère, en vue de l'analyse des émissions radioélectriques des satellites. En particulier, la gamme $f > 100$ MhZ a été étudiée en vue de l'utilisation des échos lunaires à l'étude de la structure ionosphérique.

Un groupe d'études du C. N. E. T. et notamment DU CASTEL, P. MISME, A. SPIZZICHINO, J. VOGE, a poursuivi ses travaux sur la propagation à grande distance des ondes ultra-courtes, calculant l'effet de feuillets atmosphériques à fort gradient d'indice et des zones turbulentes sur la réflexion et la diffusion des ondes électromagnétiques.

A. HAUBERT a étudié l'effet de l'éclipse solaire du 2 octobre 1959 sur les différents niveaux ionosphériques, à l'aide des ionogrammes obtenus au Centre d'études géophysiques de Garchy.

D. LÉPÉCHINSKY, S. CARTRON, A. FRÉON et J. P. LEGRAND ont étudié les black-out ionosphériques observés à la station Dumont d'Urville (Terre Adélie) pendant l'Année Géophysique, en corrélation avec d'autres phénomènes géophysiques et solaires. Les résultats de ce travail attirent l'attention sur le caractère précurseur de certaines perturbations très à l'intérieur des zones aurorales.

L'importante étude de Melle G. PILLET (thèse), consacrée à l'absorption ionosphérique sur fréquence fixe, a été publiée. L'appareil et les méthodes de mesures utilisées y sont décrits et les résultats discutés en fonction de plusieurs paramètres (variations saisonnières, activité solaire, etc ...).

K. RAWER a étudié la transparence de la couche Es à l'échelle mondiale, à l'aide des résultats de l'A. G. I. Ainsi ont été mises en évidence trois zones distinctes par le comportement de cette couche : équatoriale (magnétique), latitudes moyennes, zones aurorales.

K. RAWER et C. TAIEB ont établi les formules d'une méthode de détermination rapide des profils de densité électronique de l'ionosphère en présence du champ magnétique terrestre, à partir de valeurs standards des ionogrammes tabulées lors du dépouillement.

H. CARRU, R. GENDRIN et M. REYSSAT ont calculé la forme des trajectoires des ondes électromagnétiques dans une ionosphère simplifiée; ils en ont déduit l'écart angulaire (site apparent moins site vrai) et la variation d'effet Doppler d'un satellite pour toutes les altitudes et pour de nombreuses valeurs du site apparent.

E. VASSY a montré la possibilité de déterminer l'absorption de l'ionosphère pour les ondes radioélectriques par l'écoute des satellites. Les formules établies permettent d'éliminer la valeur du champ par l'observation à différentes distances zénithales. Cette méthode qui présente certains avantages sur l'utilisation des riomètres, a été essayée à la station du Val Joyeux.

Melle Y. CORCUFF étudiant les sifflements atmosphériques longs, a montré que leur dispersion $D = t\sqrt{f}$ donnée pour constante par Eckersley dépend en réalité de la fréquence et a proposé d'adopter comme paramètre standard la dispersion extrapolée à la fréquence zéro.

J. DELLOUE a décrit les dispositifs expérimentaux complexes qu'il a mis en oeuvre pour la mesure des directions d'arrivée des atmosphériques siffleurs. Il a ensuite interprété ses mesures, mettant en évidence la grande complexité des phénomènes. Les polarisations observées dépendent des directions d'arrivée ainsi que des conditions rencontrées le long de la trajectoire. Les résultats ont été comparés aux prévisions des théories existantes. Enfin, cet auteur est conduit à supposer l'apparition subite et localisée de centres ionisés de faible durée de vie dans la très haute atmosphère.

R. GENDRIN, analysant la propagation du mode extraordinaire dans le cas des très basses fréquences, montre que pour chaque fréquence il existe un angle d'émission θ (angle de la normale à l'onde avec le champ magnétique), tel que le rayon se propage strictement le long de la ligne de force magnétique avec une vitesse indépendante de la fréquence.

A. FRÉON, J. P. LEGRAND, M. TREILLIS, poursuivant leur

étude géophysique du rayonnement cosmique, ont montré d'après les enregistrements des stations françaises que les orages cosmiques étaient liés à la phase de l'activité solaire et que les prébaisses cosmiques et l'apparition sur le bord est du soleil de perturbations coronales étaient étroitement correlées.

J. P. LEGRAND a poursuivi l'étude du phénomène de prébaisse du rayonnement cosmique et proposé une classification de ces phénomènes en quatre types, analysant leur corrélation avec l'activité radioélectrique solaire.

J. F. DENISSE, A. BOISCHOT et Mme PICK GUTMANN ont étudié les propriétés des éruptions chromosphériques associées à la production des rayons cosmiques solaires. A quelques exceptions près, ces éruptions sont d'importance 3 et 3^+ et correspondent aux émissions radioélectriques de type IV les plus énergiques.

C. - Fusées et satellites.

Au cours d'expériences de lancement de fusées à Colomb-Béchar, J. E. BLAMONT a mesuré le rapport d'intensité et évalué la largeur Doppler des raies D du sodium, dans les nuages artificiels de sodium obtenus par fusée et étudié l'effet de la diffusion multiple de la lumière dans ces nuages concentrés. Un modèle théorique rend compte des résultats de manière satisfaisante.

M. PERRIN et Mme A. VASSY ont observé, à l'aide d'un interféromètre de Pérot-Fabry, que le profil de la raie verte 5577 dans le ciel nocturne avait été perturbé après un tir de fusée et la formation d'un nuage artificiel de sodium, et proposé une hypothèse pour l'interprétation de ce phénomène.

Mme A. VASSY a poursuivi l'étude de l'intensité relative des raies émises par le sodium éjecté.

G. ISRAËL a réalisé un manomètre thermique (type Pirani) qui permet les mesures de pression à bord des fusées depuis le sol jusqu'à 90 km d'altitude.

P. MULLER et F. BARIER ont pu améliorer leurs méthodes de mesure de la position des satellites en fonction du temps par la photographie, grâce à l'utilisation du calculateur électronique de l'Observatoire de Paris.

Signalons la création d'un Comité de recherches spatiales, présidé par le Professeur P. AUGER.

Enfin, notons la publication des comptes rendus de l'Assemblée générale de Toronto (1957) et les récentes réunions de Copenhague et d'Helsinki, au cours desquelles de nombreux travaux français ont été présentés.

Bibliographie

ARGENCE E., HARNISCHMACHER E., HESS H. A. et RAWER K. - *Sur le calcul de l'effet Faraday relatif à l'ionosphère.* Ann. Géophys., 16, n° 2, p. 272.

BARBIER D. - *Origine de (01) 5577 dans la luminescence nocturne et dans l'aurore.* Ann. Géophys., 16, n° 1, p. 143.

BARBIER D. et GLAUME J. - *Corrélation entre les intensités des radiations de la luminescence atmosphérique nocturne.* Ann. Géophys., 16, n° 1, p. 56.

BARBIER D. et GLAUME J. - *Sur l'existence possible de nouvelles zones aurorales.* C. R. Acad. sci., 250, n° 11, p. 2043.

BARBIER D. et GLAUME J. - *Les radiations de l'oxygène 6300 et de la luminescence du ciel nocturne dans une station de basse latitude.* Ann. Géophys., 16, n° 3, p. 319.

BLAMONT J. E. - *Nuages artificiels de sodium. Diffusion multiple de la lumière de résonance.* C. R. Acad. sci., 250, n° 3, p. 567.

BLAMONT J. E et DONAHUE T. - *L'émission atmosphérique des raies D du sodium observée pendant le jour.* C. R. Acad. sci., 251, 23, p. 2750.

CARRU H., GENDRIN R. et REYSSAT M. - *La réfraction ionosphérique pour des fréquences de 20, 40 et 108 MHz et son application à l'effet Doppler des satellites.* Space Research Symposium Nice, 1960, p. 286. North Holland Publishing Company.

CONNES Mme J. et GUSH H. P. - *Etude du ciel nocturne dans le proche infrarouge.* Jour. phys. radium, 21, août-septembre 1960, p. 645.

CORCUFF Y. - *Choix d'un paramètre caractérisant les sifflements radio-électriques.* Ann. Géophys., 16, n° 1, p. 128.

DELANNOY J. - *Sur les observations crépusculaires de la raie du lithium.* Ann. Géophys., 16, n° 2, p. 236.

DELLOUE J. - *La détermination de la direction d'arrivée des atmosphériques siffleurs.* Jour. phys. radium, 21, juillet 1960, p. 587.

DENISSE J. F., BOISCHOT A. et PICK GUTMANN M. - *Propriétés des éruptions chromosphériques associées à la production de rayons cosmiques par le soleil.* Space Research Symposium Nice 1960, p. 637. North Holland Publishing Company.

DU CASTEL F., MISME P., SPIZZICHINO A. et VOGE J. - *Réflexions partielles dans l'atmosphère et propagation à grande distance.* Ed. de la Rev. d'Opt. 1960.

DUFAY M. et J. - *Spectre de la luminescence nocturne dans la région de la raie Hα.* C. R. Acad. sci., 250, 25, p. 4191.

DURAND - *Les méthodes de prévision à courte échéance des perturbations ionosphériques.* C. N. E. T., Note technique n° 1209.

FRÉON A., LEGRAND J. P. et TREILLIS M. - *Relations entre les perturbations d'intensité du rayonnement cosmique et de la structure du rayonnement solaire.* C. R. Acad. sci., 250, 14, p. 2550.

GENDRIN R. - *Guidage des sifflements radio-électriques par le champ magnétique terrestre.* C. R. Acad. sci., 1960, 251, 409, p. 1085.

HAUBERT A. - *L'ionosphère à la station de Garchy lors de l'éclipse du 2 octobre 1959.* Ann. Géophys., 16, n° 3, p. 426.

HERMAN L. - *Emission spectrum of the Aurora at College Alaska.* Ann. Géophys., 16, n° 3, p. 304.

ISRAËL G. - *Manomètre thermique utilisable à bord des fusées jusqu'à 90 km.* C. R. Acad. sci., 251, n° 18, p. 1892.

LEGRAND P. - *Les prébaisses de rayons cosmiques en période d'activité solaire.* Ann. Géophys., 16, n° 1, p. 140.

LÉPÉCHINSKY D. et TAIEB C. - *Méthode de détermination des hauteurs réelles dans l'ionosphère par la trace «z» des ionogrammes.* Jour. of Atm. and Terrest. Phys. 1960, 18, 2, 3, p. 152.

MULLER P. et BARIER F. - *Sur les méthodes de l'observation photographique des satellites artificiels.* C. R. Acad. sci., 251, n° 25, p. 2886.

PERRIN M. - *Mesures interférométriques sur la raie verte de la lueur nocturne.* C. R. Acad. sci., 250, n° 13, p. 2406.

PERRIN M. et VASSY A. - *Perturbations subies par la raie verte de la lueur nocturne lors d'éjection de métaux alcalins à l'aide de fusées.* C. R. Acad. sci., 250, n° 15, p. 2740.

PILLET G. - *Contribution à l'étude de l'absorption ionosphérique sur une fréquence fixe.* Ann. Télécomm., 15, n° 7-8, p. 157.

RASOOL I. - *Relation entre la hauteur de la tropopause et l'activité solaire.* C. R. Acad. sci., 250, n° 22, p. 3696.

RAWER K. - *Etude des propriétés de transparence de la couche ionosphérique Es dite sporadique.* C. R. Acad. sci., 250, n° 8, p. 1517.

ROBLEY R. - *L'émission crépusculaire et nocturne des raies 6300 et 6364 de 01 dans la haute atmosphère.* Ann. Géophys., 16, n° 3, p. 335.

RAWER K. et TAIEB C. - *Détermination des profils de densité électronique dans l'ionosphère.* C. R. Acad. sci., 251, n° 5, p. 760.

VASSY A. - *Relative intensities of Na lines in the emission of sodium ejected from rockets.* Plan. Space. Sc., 2, 1960, p. 71.

VASSY E. - *Nouveau principe de mesure de l'absorption atmosphérique.* C. R. Acad. sci., 250, n° 25, p. 4189.

VILA M. - *Résultats atmosphériques préliminaires de l'éclipse solaire du 2 octobre 1959.* C. N. E. T., Note technique n° 1221.

WEILL G. - *Sur la répartition des ions N_2+ dans la haute atmosphère antarctique.* Ann. Géophys., 16, n° 2, p. 223.

Le Secrétaire adjoint de la Section (Aéronomie):

G. WEILL

SECTION D'OCÉANOGRAPHIE PHYSIQUE

Rapport de la Section d'Océanographie Physique

Après une année (1959) consacrée surtout à un effort de dépouillement des mesures acquises pendant l'Année Géophysique internationale, l'année 1960 a vu une certaine reprise des travaux à la mer orientés essentiellement vers les objectifs qui sont ceux de l'océanographie nationale depuis une dizaine d'années, c'est-à-dire : études dans la région de l'Atlantique nord voisine du S.W. de l'Europe occidentale, en Méditerranée et dans l'Océan Indien. Mais diverses équipes, notamment celles de l'ORSTOM, ont poursuivi d'importants travaux dans les environs des stations océanographiques de cet organisme (Pointe-Noire, Nossi-Bé, Nouméa).

L'année 1960 demeurera aussi celle de l'armement par la Marine d'un navire de recherches ("Origny") et celle de la mise au point d'importants projets de développement de notre discipline en France, à l'image de la tendance internationale.

I. - Travaux à la mer

Une part importante de ces travaux a été assurée par les navires de la Marine Nationale.

La mission de l'aviso "Elie Monnier" effectuée en février et mars 1960, sous la direction de P. TCHERNIA, dans le nord de la Méditerranée occidentale, avait pour but l'étude en période d'hiver des régions de plongées d'eau superficielle d'où dérive l'eau profonde du bassin occidental. La localisation de cette région sortira précisée de ces travaux, bien que les conditions météorologiques rencontrées (temps doux et humide) aient été peu favorables à une grande intensité du phénomène de plongée. Près de 90 stations profondes ont été ainsi occupées par l' "Elie Monnier". D'autre part, le dragueur océanique "Origny", de la Marine Nationale, a été affecté à une mission océanographique permanente, sous l'égide d'un "Bureau d'études océanographiques" dirigé à Toulon par un Ingénieur Hydrographe (actuellement G. PELUCHON). Les travaux de ce navire sont axés sur l'hydrologie du bassin occidental de la Méditerranée et, en particulier, il a réoccupé pendant l'été 1960 les stations occupées en hiver par l' "Elie Monnier".

Par ailleurs, les navires hydrographes : "Amiral-Mouchez", "Beautemps-Beaupré", "Lotus", ont effectué, en plus de leurs levés bathymétriques habituels, des études hydrologiques respectivement dans le golfe de Gascogne, le golfe de Bénin et les archipels de la Société et des Tuamotu.

Une mention particulière doit être réservée au "Commandant Robert Giraud" qui, du 1er juillet au 27 septembre, a effectué, sous la direction de M. MÉNACHÉ, océanographe physicien à l'ORSTOM, une

très importante campagne hydrologique dans l'Océan Indien occidental; 118 stations ont été occupées au cours de la difficile période de la mousson du S.W., spécialement pauvre en mesures. Cette mission est une importante contribution aux travaux préliminaires à l'Expédition internationale de l'Océan Indien, projetée pour 1962-1963.

Enfin, l' "Aventure" a exécuté une dizaine de stations dans le détroit de Davis, et le "Tiaré" a accompli un circuit d'hydrologie dans la région de la Nouvelle-Calédonie (21 stations) en liaison avec l'Institut français d'Océanie.

Les équipes d'océanographes physiciens de l'ORSTOM ont été très actives en 1960 dans le domaine des travaux à la mer. Outre la grande campagne de M. MÉNACHE à bord du "Commandant Robert Giraud" citée plus haut, l'équipe de la station océanographique de Pointe-Noire a opéré à bord de son nouveau navire l' "Ombango", dans le golfe de Guinée (25 stations), du parallèle 5 sud au parallèle 5 nord et jusqu'à 300 milles au large. Quant à l'équipe de l'Institut français d'Océanie, elle a recueilli d'importants éléments d'études grâce à des campagnes en mer de Corail à diverses époques de l'année.

L'équipe du Laboratoire d'Océanographie physique du Muséum a participé à deux campagnes à la mer : d'une part, sur l' "Elie Monnier" en février-mars 1960 (P. TCHERNIA) dans le nord de la Méditerranée occidentale selon les indications citées plus haut; d'autre part, en septembre 1960, H. LACOMBE et P. TCHERNIA ont dirigé des études conjointes de courants (à bord de la "Calypso") et d'hydrologie (à bord de l' "Espadon"), dans le détroit de Gibraltar, afin de préciser de nombreux éléments mis en évidence par les mesures de 1958. 35 stations hydrologiques ont été faites par l' "Espadon" en sept points du détroit où étaient conduits simultanément, à partir de la "Calypso" au mouillage, des enregistrements de courant à 4 immersions en général. Sept points ont été occupés pendant une marée semi-diurne, un autre a été occupé pendant neuf marées consécutives. Les observations, rendues difficiles par la grande profondeur de l'eau, la nature du fond et la violence des courants, amélioreront nettement nos connaissances sur cette région marine.

Les navires météorologiques stationnaires ont exécuté au voisinage du Point K une dizaine de stations profondes en diverses saisons.

L'équipe du Centre de recherches et d'études océanographiques (V. ROMANOVSKY, J. LE FLOCH) a opéré en Méditerranée et a spécialement étudié l'hydrologie et la dynamique (mesures de courant directes) du seuil compris entre la Corse et les îles situées à l'est (d'Elbe, Capraia, etc...). D'autres mesures de courant par grande profondeur au voisinage immédiat du fond ont pu être exécutées.

Des études d'optique sous-marine en liaison notamment avec la population planctonique ont été conduites par A. IVANOFF en divers secteurs de la Méditerranée, au large de la côte provençale et en mer d'Alboran.

A bord du bathyscaphe, J. MARTIN a pu installer des appareils de sa fabrication assurant l'enregistrement de la température de l'eau de mer avec une précision de $\pm$ 0,02 °C, de la pression ($\pm$ 2/1000), de la vitesse des ultra-sons in situ ($\pm$ 1 m. sec). En outre, il a réussi à installer un courantomètre à thermistance conçu et construit par lui-même, et qui a fourni d'intéressantes valeurs du courant, par grande

profondeur, au large, à une *dizaine de mètres au-dessus du fond.. Des* vitesses de 7 à 2 cm. sec ont été trouvées par fonds allant de 730 à 1850 mètres.

Les équipes du Laboratoire central d'Hydraulique de France ont exécuté des mesures, surtout littorales, dans des pays variés : France (embouchure de la Vilaine, Ajaccio), Chili (Constitution et Rio Maule), Colombie (Rio Magdalena).

II. - Travaux de dépouillement et d'exploitation de campagnes à la mer antérieures.

Le Service Hydrographique de la Marine a exploité les résultats de diverses campagnes telles que celles de l' "Aventure" (G. PELUCHON) dans l'Atlantique nord (1957-1958) et exécuté d'importantes études sur la prédiction de la marée à Cherbourg (M. EYRIES et R. MAURY).

Le Laboratoire d'Océanographie physique du Muséum a pratiquement achevé la publication des résultats bruts des diverses campagnes océanographiques auxquelles il a participé en 1957 et en 1958. Un début d'exploitation de ces mesures a été assuré. Mais des études de synthèse ont été également menées, notamment sur l'hydrologie générale de la Méditerranée et sur le régime dynamique et hydrologique du détroit de Gibraltar. Certaines de ces études ont été conduites, parallèlement et de façon indépendante, mais à partir des mêmes observations (assurées en grande partie par le Laboratoire), par des personnalités étrangères et notamment par le Professeur G. WUST. Il apparaît de plus en plus que l'étude détaillée du bassin méditerranéen est susceptible non seulement de renseigner sur le régime propre de cette mer, mais aussi d'améliorer la connaissance de phénomènes, tels que plongées hivernales et évaporation, qui ont un intérêt général pour l'océanographie tout entière.

L'Institut scientifique et technique des pêches maritimes a publié d'importantes études hydrologiques sur le bassin méditerranéen occidental, à la suite des campagnes du "Président Théodore Tissier" depuis 1957.

Les équipes de la station océanographique de Pointe-Noire et de l'Institut français d'Océanie, relevant de l'ORSTOM, ont exploité avec succès des mesures effectuées dans le golfe de Guinée et en mer de Corail.

III. - Etudes et recherches diverses

Les habituelles études de niveau moyen des mers ont été poursuivies à la Section de Nivellement de précision de l'I. G. N. et un intéressant rattachement par nivellement entre l'île du Planier et la côte a pu être assuré par cette Section.

D'importants travaux de morphologie littorale, de sédimentation côtière et lagunaire, d'hydrologie lagunaire, ont été poursuivies par le Laboratoire de Sédimentologie du S. P. C. N. sous la direction du Professeur A. RIVIÈRE.

Dans des domaines voisins, l'équipe de A. GUILCHER a poursuivi ses études de sédimentologie sous-marine et a participé aux travaux de la mission d'études coralliennes de la fondation SINGER-POLIGNAC, en Nouvelle-Calédonie.

D'importants travaux théoriques ont été poursuivis par

B. SAINT-GUILY au Laboratoire d'Océanographie physique du Muséum sur la formulation du problème d'Ekman, sur l'étude des mouvements plans d'un fluide parfait dans diverses conditions en présence d'une force de Coriolis variable avec la latitude et, également, grâce à la présence d'un étudiant du 3ème cycle de mécanique des fluides, sur un modèle électrique analogique de la circulation des eaux en Méditerranée.

Le Laboratoire d'Hydraulique de Chatou poursuit sur modèle des études portant sur le comportement de la marée dans le golfe de Saint-Malo, où de multiples observations de courant et de marée ont été conduites. Des études plus générales concernant, selon les idées émises par L. VANTROYS, la reproduction, sur modèle réduit fixe, des phénomènes de marée en présence de la force de Coriolis sont en cours. Enfin des études de transports littoraux - la formation des bancs de sables, l'examen de leur mécanisme grâce à des traceurs radioactifs - se poursuivent ainsi que la mise au point de techniques d'étude des phénomènes de houle.

IV. - Congrès et Réunions.

De nombreux Membres de la Section ont participé activement à la XIIème Assemblée générale de l'U. G. G. I. à Helsinki où 20 communications ont été présentées en son nom. De nombreux collègues ont également participé à de multiples réunions internationales, telles que : Conférence intergouvernementale sur la Recherche océanique (de l'UNESCO), Assemblée plénière de la Commission internationale d'exploration scientifique de la Méditerranée, Comité spécial de Recherche océanique (SCOR et groupes de travail rattachés), Sous-Comité océanographique de l'OTAN, etc ...

Enfin, à l'échelon national, de nombreux Membres de la Section ont participé aux travaux de divers Comités : Comité d'Océanographie et d'études des côtes de la Marine, Comités de direction de la "Calypso" et du Bathyscaphe, Comité français de Recherche océanique, Comité d'exploitation des océans de la Délégation générale à la Recherche scientifique et technique, qui étudie les possibilités de développement de l'Océanographie en France.

Bibliographie

La présente bibliographie donne la liste des ouvrages et articles parus, en 1960, en France et dans les territoires d'Outre-Mer et traitant de questions d'Océanographie physique, qu'ils émanent ou non de Membres de la section.

ALLAIN C. - *Topographie dynamique et courants généraux dans le bassin occidental de la Méditerranée.* Trav. Inst. pêches Marit., t. XXIV, fasc. 1, mars 1960.

Année Géophysique Internationale - *Observations du niveau marin :*

- Matawaï (Tahiti) 2me semestre 1958 - Cah. océanog. XII, 3, mars 1960
- Nossi-bé, Madagascar (août à déc. 1958) - " " XII, 4, avril 1960
- Pointe Géologie, Terre Adélie (juillet à nov. 1957) - " " XII, 5, mai 1960
- Nouméa, Nouvelle-Calédonie (janv. à mai 1958) - " " XII, 7, juil/août 1960

ARBOT M. R. - *L'influence de la force de Coriolis sur les courants de marée dans un estuaire exponentiel.* «La Houille blanche», n° 5, septembre-octobre 1960.

ASTRE G. - *Actions littorales sur la plage et les dunes de Socoburu.* Bull. Centre études Recherches scientifiques, t. 3, fasc. 1, semestre 1960.

AUBERT DE LA RÜE E. - *Etude géologique et prospection minière de la Polynésie française.* Recherche géologique et minérale en Polynésie française. Vol. publié par l'Inspection générale des Mines et de la Géologie, Paris 1959.

AUZEL Melle M. - *Observations faites aux îles de Glénan (Protection des côtes).* Cah. océanogr. XII, 5 mai 1960.

BANAL M. - *Présentation de quelques aspects de recherches récentes sur l'agitation de la mer.* «La Houille blanche», n° 2, mars-avril 1960.

BATTISTINI R. - *Quelques aspects de la morphologie du littoral Mikea (Côte S.W. de Madagascar).* Cah. océanogr. XII, 8, septembre-octobre 1960.

BERRIT G. R. - *Rapport de mission.* Institut études centrafricaines. Centre océanogr. Pointe-Noire. Campagne Jonas, 18 février - 3 avril 1960.

BERRIT G. R. - *Conditions hydrologiques en fin de saison chaude, de Pointe-Noire à Loanda.* Centre océanogr. de Pointe-Noire 1960 - Rapport campagne «Ombango» 19-23 avril 1960.

BERTHOIS L. - *Etude dynamique de la sédimentation dans la Loire.* Cah. océanogr. XII, novembre 1960.

BERTHOIS L. - *La répartition des sédiments actuels sur les plates-formes continentales.* C. R. Acad. sci., t. 250, n° 12, 21 mars 1960.

BERTHOIS L. et BRENOT R. - *La morphologie sous-marine du talus du plateau continental entre le sud de l'Irlande et le cap Ortegal, Espagne.* Cons. Perm. Intern. pour l'exploration de la mer, Journal du Conseil, vol. XXV, n° 2, mars 1960.

BERTHOIS L. et BRENOT R. - *Etude expérimentale de l'érosion des vases d'estuaire.* C. R. Acad. sci., t. 250, n° 24, 13 juin 1960.

BERTHOIS L. et MORIZE J. - *Première évaluation du débit solide de la Loire.* C. R. Acad. sci., t. 251, n° 15, 10 octobre 1960.

BLANC J. J. - *Recherches sédimentologiques dans les canyons de la Provence occidentale.* Campagne 1957 dans le Golfe de Gênes, Annales Inst. océanogr., t. 37-IV. Résultats scientifiques des campagnes de la Calypso.

BLANC J. J. - *Recherches sédimentologiques dans les canyons de la Provence occidentale.* Campagne 1956 sur les côtes de Provence, id.

BLANC M. - *Mission hydrobiologique et océanographique au Cambodge.* Cah. du Pacifique n° 2, juin 1960, Paris.

BOILLOT G. - *Sur le permo-trias en place sous l'Eocène au large de Roscoff et sur la signification des fosses de la Manche occidentale.* C. R. Acad. sci., t. 251, n° 20, 14 novembre 1960.

BOILLOT G. - *La répartition des fonds sous-marins au large de Roscoff (Finistère).* Cahiers de Biologie marine, t. 1, n° 1, 1960, Editions de la station biologique de Roscoff.

BONNEFILLE R. - *Généralisation de la similitude de M. VANTROYS en tenant compte de la variation des profondeurs marines.* «La Houille blanche», n° 3, mai 1960.

BONNEFILLE R. - *La participation du Laboratoire national d'Hydraulique à l'étude de l'influence de la rotation terrestre sur la représentation d'un phénomène de marée sur modèle réduit hydraulique.* «La Houille blanche», n° 3, mai 1960.

BOUGIS P. et CARRÉ C. - *Conditions hydrologiques à Villefranche-sur-Mer, pendant les années 1957-1958.* a) Rapport Comm. Intern. exploration scientif. mer Méditerranée, Monaco, vol. XV, fasc. 3, p. 263 ; b) Cah. océanogr. XII, 6, juin 1960.

BOURCART J. - *Compte rendu d'une mission de la «Calypso» dans la grande vallée sous-marine de Nice.* Cah. océanogr. XII, 8, sept-octobre 1960.

BOURCART J. - *Le plateau continental de la Méditerranée occidentale.* Travaux Lab. Géol. sous-marine, vol. IX, année 1959.

BOURCART J. - *Plaines, vallées et monts sous-marins.* Sciences et Vie, «La Mer», n° hors série 1960.

BOURCART J. - *Sur les propriétés physiques des vases profondes de la Méditerranée occidentale.* C. R. Acad. sci., t. 251, n° 19, 7 novembre 1960.

BOURCART J. - *Les sables profonds de la baie de Nice.* Comm. Intern. exploration scientif. mer Méditerranée, Comité Géologie Morphologie sous-marine, vol. XV, fasc. 3, 1960, p. 223.

BOURCART J. et BOILLOT G. - *Les sédiments de la baie du Mont Saint-Michel.* Travaux Lab. Géologie sous-marine, vol. IX, 1959.

BOURCART J. et BRUNN J. H. - *Vers une morpho-technique des fonds océaniques.* Revue Géographie physique et Géologie dynamique, 2ème série, vol. II, fasc. 4, octobre-décembre 1959.

BOURCART J., GENNESSEAUX M. et KLIMEK E. - *Ecoulements profonds de sables et de galets dans la grande vallée sous-marine de Nice.* C. R. Acad. sci., t. 250, n° 23, 8 juin 1960.

BOURCART J., GENNESSEAUX M., KLIMEK E. et LE CALVEZ Melle Y. - *Les sédiments des vallées sous-marines au large de Gênes.* C. R. Acad. sci., t. 251, n° 15, 10 octobre 1960.

BRIE R. - *Mission hydrographique de Madagascar, novembre 1955 à avril 1957.* Annales hydrogr., 4ème série, t. 9, 1958.

BRUNEL A. - *Les mesures d'accélération de la pesanteur en mer au moyen de gravimètres.* Rev. hydrogr. intern., vol. XXXVII, n° 2, juillet 1960.

CALLAME B. - *Caractères physico-chimiques et biologiques de la station de corrosion de La Rochelle.* Trav. du C. R. E. O., t. III, nelle série, f. III, janvier 1960.

CALLAME B. - *Etude sur la diffusion des sels entre les eaux surnageantes et les eaux d'imbibition dans les sédiments marins littoraux.* Bull. Inst. océanogr. Monaco, 1181, mai 1960.

CHABERT d'HIÈRES G. - *Etude du clapotis.* «La Houille blanche», n° 2, mars-avr. 1960.

CHANU J. - *Extraction de la substance jaune dans les eaux côtières.* Rev. Optique théor. et instrumentale, t. 38, n° 12, décembre 1959.

CHOUX J. - *Contribution à l'étude sédimentologique des formations meubles de la Rance maritime.* Bull. Sté géologique et minéralogique de Bretagne, nelle série, fasc. I, octobre 1959.

CORNET A. - *Océanographie*. Sous-Comité antarctique français de l'A. G. I. Rapport d'activité. Expéditions antarct. franç. 1957-1959.

DAJOZ R. - *Progrès récents de l'océanographie des grands fonds*. La Nature, n° 3301, mai 1960.

DANGEARD L. - *Glissements de vase sous-marine et phénomènes de compaction ; observations faites en bathyscaphe*. C. R. Acad. sci., t. 251, n° 20, 14 novembre 1960.

DESCOSSY G. - *Etude des variations comparées du niveau moyen de la mer Méditerranée*. (pages 231-236), Comm. Intern. exploration scientifique mer Méditerranée, Monaco, vol. XV, fasc. 3, 1960.

DUPLAIX S. et NESTEROFF W. - *Recherches sur les minéraux lourds du littoral du golfe de la Napoule et du golfe Juan*. Trav. Lab. Géologie sous-marine, vol. IX, 1959.

DURAND S. - *«Le tertiaire de Bretagne» - étude stratigraphique, sédimentologique*. Thèse Doctorat-Mémoires de la Sté géologique et minéralogique de Bretagne, t. XII, 1960.

DURAY G. - *Le groupe d'étude et de recherches sous-marines (GERS)*. Rev. maritime, n^{elle} série, n° 159, octobre 1959.

ELBERG S. - *Mesure de la vitesse du son dans l'eau en fonction de la température jusqu'à 300° C et de la pression jusqu'à 150 kg. cm^2*. C. R. Acad. sci., t. 251, n° 5, 1er août 1960.

ELHAI M. - *Morphologie littorale ; un havre de la côte ouest du Cotentin*. Bull. Assoc. Géographes français, n° 284-285.

ERIMESCO P. - *Le niveau moyen de la mer et la géophysique*. Bull. Inst. pêches maritimes, Maroc, n° 4, mars 1960.

EYRIÈS M. et MAURY R. - *La prédiction de la marée à Cherbourg*. Cah. océanogr. XII, 5, mai 1960.

FIZE Mme - *La première barre sableuse de la côte languedocienne, ses variations granulométriques et leurs incidences sur la répartition de la microfaune*. C. R. Acad. sci., t. 251, n° 19, 7 novembre 1960.

Frégates météorologiques - *Observations océanographiques de surface «Mermoz», «Le Verrier», traversées points A. J. K., oct. 1958 à mars 1959*. Cah. océanogr. XII, 1, janvier 1960.

FRIDMAN Melle R. - *Les sédiments récents de l'anse de l'Aiguillon et de ses limites marines à l'ouest*. Cah. océanogr. XII, 4, avril 1960.

FURNESTIN J. - *Hydrologie de la Méditerranée occidentale*. Rev. Trav. Inst. pêches maritimes, t. XXIV, fasc. 1, mars 1960.

FURNESTIN J. - *Note préliminaire sur l'hydrologie du golfe du Lion, de la mer catalane et de la mer d'Alboran*. Comm. Intern. exploration scientif. mer Méditerranée, Monaco, vol. XV, f. 3, 1960.

FURNESTIN J. - *Teneur en oxygène des eaux de la Méditerranée occidentale*. Rev. Trav. inst. pêches maritimes, t. XXIV, fasc. 4, déc. 1960, (suppl^t à l'étude hydrologique de juin-juillet 1957).

GAILLARD P. - *Des oscillations non-linéaires des eaux portuaires*. «La Houille blanche», n° 2, mars-avril 1960.

GAILLARD P. et MARCOU C. - *Etude expérimentale des phénomènes parasites décelables dans un canal à houle. Principe de la méthode.* C.R. Acad. sci., t. 251, n° 12, 19 septembre 1960.

GARABIOL R. - *Les problèmes posés par la construction d'un port sur plage de sable.* Annales Ponts & Chaussées, 130ème année, n° 3, juin 1960.

GENNESSEAUX M. - *L'oxygène, les phosphates et les nitrates dissous dans les eaux du bassin sud-ouest de la Méditerranée occidentale.* C.R.E.O., t. III, nelle série, fasc. IV.

GENNESSEAUX M. et DENAMUR J. - *Remarques sur l'eau de surface dans le bassin sud-ouest de la Méditerranée occidentale.* C.R.E.O., t. III, nelle série, fasc. IV.

GENNESSEAUX M. et LE CALVEZ Mme - *Affleurement sous-marin de vases pliocènes dans la baie des Anges (Nice).* C.R. Acad. sci., t. 251, n° 19, 7 novembre 1960.

GODDET J. - *Etude du début d'entraînement des matériaux mobiles sous l'action de la houle. Applications à l'étude de la couche limite oscillatoire. Critères de similitude.* «La Houille blanche», n° 2, mars-avril 1960.

GODDET J. et JAFFRY P. - *La similitude des transports de sédiments sous l'action simultanée de la houle et des courants.* - id-

GOHIN M. - *Etude des spectres de houle à proximité des côtes.* «La Houille blanche», n° 2, mars-avril 1960.

GOHIN F. - *Etude empirique des spectres de houle en un point donné au voisinage des côtes.* Cah. océanogr. XII, n° 2, février 1960.

GRINDA L. - *Ondes «T» en Méditerranée.* Comm. Intern. exploration scientif. mer Méditerranée, vol. XV, fasc. 3, p. 239, 1960.

GOUYON R. - *Contribution à la théorie des houles.* Doctorat-ès-sciences mathématiques, Toulouse, 4 juillet 1958.

GROUSSON R. - *Mission hydrographique des côtes de France et d'Afrique du Nord.* Annales hydrogr., 4ème série, t. 9, 1958.

GUILCHER A. - *Chronique océanographique.* «Norois», n° 25, 7ème année, janv.-mars 1960.

GUILCHER A. - *La région côtière du bas Dahomey occidental. Etude de géographie physique et humaine appliquée.* Bull. Inst. français Afrique Noire, t. XXI, série B, n° 3-4, 1959, Dakar.

GUILCHER A. - *Une visite du delta du Mississipi.* Bull. Association Géographes français, n° 288-289, janv.-février 1960.

HEEZEN B.C., NESTEROFF W.D. et SABATIER G. - *Répartition des minéraux argileux dans les sédiments profonds de l'Atlantique N. et équatorial.* C.R. Acad. sci., t. 251, n° 3, 18 juillet 1960.

HOUOT G. et WILLM P. - *Les bathyscaphes.* Rev. marit. nelle série, n° 159, oct. 1959.

HIÉBLOT J. et ROCARD Y. - *Contribution à la théorie des microséismes.* Annales de Géophys., t. 15, n° 4.

IVANOFF A. - *Au sujet des perfectionnements apportés à l'étude de la lumière diffusée par des échantillons d'eau de mer et des résultats ainsi obtenus au large de Monaco.* C.R. Acad. sci., t. 250, n° 4, 25 janvier 1960.

IVANOFF A. - *Au sujet de la teneur de l'eau en particules en suspension au voisinage immédiat du fond de la mer.* C.R. Acad. sci., t. 250, n° 10, 7 mars 1960.

IVANOFF A. - *Essai d'hydrologie optique entre Nice et la Corse.* Comm. intern. exploration scientifique mer Méditerranée, Monaco, vol. XV, fasc. 3, 1960.

JOLAS P. - *Passage de la houle sur le seuil.* «La Houille blanche», n° 2, mars-avril 1960.

KAHAN A.S. - *Etudes des plages en Israël.* Bull. Association intern. permanente des Congrès de navigation, vol. 1, n° 49.

LACOMBE H. - *Circulation océanique. Dynamique des courants marins.* Annuaire du Bur. des Long., 1960.

LACOMBE H. - *Quelques traits remarquables du relief sous-marin en mer Méditerranée et en mer Noire.* Deep-Sea Res., vol. 6, n° 3, avril 1960.

LACOMBE H. - *Rapport sur l'activité du Comité physique de la mer.* (p. 217-220). Rapp. Comm. intern. exploration scientif. mer Méditerranée, Monaco, vol. XV, fasc. 3, 1960.

LACOMBE H. - *Les mouvements de la mer.* Science et Vie, «La Mer», n° hors série, 1960.

LACOMBE H. - *Quelques réflexions sur le niveau moyen des mers et Rapport de la Section d'Océanographie physique.* (p. 133-152), C.R. du Com. nat. français Géodésie et Géophysique, 1959. (p. 29-41)

LACOMBE H. - *Note sur le régime du détroit de Gibraltar.* «La Houille blanche», n° B, Décembre 1960.

LACOMBE H. et TCHERNIA P. - *Projet d'organisation de la recherche océanographique en France.* Met. Mar. bulletin liaison information de la Météorologie Nationale, n° 28, 2ème trimestre, avril 1960.

LACOMBE H. et TCHERNIA P. - *Quelques traits généraux de l'hydrologie méditerranéenne.* Cah. océanogr. XII, 8, sept-octobre 1960.

LACOMBE H. et TCHERNIA P. - *Stations hydrologiques M.O.P. «Calypso» en 1957 et 1958.* Atlantique et parages Gibraltar, Cah. océanogr. XII, n° 3, mars 1960 et n° 6, juin 1960.

LACOMBE H. et LIZERAY J.C. - *Stations hydrologiques M.O.P. «Winnaretta-Singer» - Détroit de Gibraltar 1958.* Cah. océanogr. XII, n° 9, novembre 1960.

LALOU Melle C. - *Travaux de la station océanographique de Villefranche-sur-Mer.* Rev. Géogr. physique et Géologie dynamique, vol. III, fasc. 1, janv.-mars 1960.

LALOU Melle C. et GENNESSEAUX M. - *Travaux de la station océanographique de Villefranche-sur-Mer.* Rev. Géogr. phys. et Géolog. Dynam. 2ème série, vol. II, fasc. 4, oct.-décembre 1959.

LARRAS J. - *La répartition des crêtes et des creux des houles irrégulières.* Cah. océanogr. XII, 7, juillet-août 1960.

LARRAS J. et CLARIA A. - *Recherches sur l'action de la houle et du vent.* C.R. Acad. sci., t. 250, n° 10, 7 mars 1960.

LEBEL F. et GELCI R. - *La prévision numérique de l'état de la mer à l'aide d'un calculateur.* Journ. Mécanique et Physique de l'atmosphère, 1959, 1, 2.

LE BOURDIEC P. - *Contribution à l'étude géomorphologique du bassin sédimentaire et des régions littorales de Côte d'Ivoire.* Etudes éburnéennes, t. VII, 1958.

LE BOUTEILLER G. - *Les seiches : phénomène qui a retenu l'attention des naturalistes de tous les temps.* Cah. océanogr. XII, 10, décembre 1960.

LE GRAND Y. - *Les caractéristiques de l'eau de mer.* Science et Vie, «La Mer», n° hors série 1960.

LEENHARDT O. - *Sur les échos sonores enregistrés par la Marine Nationale près de Toulon.* (p. 39-42) C. R. E. O., n^{elle} série, t. III, fasc. IV, septembre 1960.

LIZERAY J. C. - *Travaux océanographiques effectués à bord du «Norsel» au mois de mars 1959.* Sous-Comité antarctique français de l'A.G.I. - Rapp. activité des expéditions antarctiques françaises 1957-1959.

MALCOR M. R. - *Rapport sur l'avancement des travaux du tunnel sous la Manche, sept. 1959.* Le Monde souterrain, vol. V, suppl. au n° 118, avril 1960.

MANNEVY P. - *Mission hydrographique de la côte ouest Afrique, 6 janv. 1955 - 13 janvier 1956.* Annales hydrogr., 4ème série, t. 9, 1958.

Marine Nationale - *Escorteur «L'Aventure»: stations hydrologiques et observations océanographique de surface, Atlantique N. et mers Nordiques, 1958.* Cah. océanogr. XII, 2, février 1960.

Marine Nationale - *Escorteur «Le Rusé» : stations hydrologiques au large du Maroc en 1957.* Cah. océanogr. XII, 4, avril 1960.

Marine Nationale - *Patrouilleur «Lotus» : stations hydrologiques, Pacifique, Polynésie française, en 1957-1958.* Cah. océanogr. XII, 8, sept.-octobre 1960.

MARTIN J. - *Rôle des bathyscaphes dans l'exploration scientifique des océans.* «L'Astronomie», 74ème année, septembre 1960.

MICHE R. - *Sur quelques spectres de houle de la Manche occidentale. Comparaison avec les spectres théoriques.* Cah. océanogr. XII, 1, janvier 1960.

NESTEROFF W. D. - *Les sédiments marins entre l'Estérel et l'embouchure du Var.* Revue Géogr. phys. et Géologie dynam., vol. III, fasc. 1, janvier-mars 1960.

NESTEROFF W. D. - *Age des derniers mouvements du graben de la mer Rouge déterminé par la méthode du C. 14 appliquée aux récifs fossiles.* Trav. Lab. Géologie sous-marine, vol. IX, 1959.

ORSTOM et Mission hydrographique des Travaux Publics A. O. F. - *Stations hydrologiques du «Léon Coursin», golfe de Guinée, 1958.* Cah. océanogr. XII, 5, mai 1960.

ORSTOM et Centre d'Océanographie de Pointe Noire - *Stations hydrologiques de l'«Ombango», au large du Gabon, 1959.* Cah. océanogr. XII, 10, décembre 1960.

OTTMANN J. M. - *Essai de détermination qualitative et quantitative de la matière organique dans un sédiment marin.* Rev. Géogr. phys. et Géolog. dynam., vol. III, f. 1, janvier-mars 1960.

OULIANOFF N. - *Transport des matériaux meubles sur les fonds océaniques.* C. R. Acad. sci., t. 250, n° 26, 27 juin 1960.

PELUCHON G. - *Observations hydrologiques effectuées par l'«Aventure» en 1957 et 1958 au nord du parallèle 48 N.* Cah. océanogr. XII, 2, février 1960.

PÉRÈS J. M. - *Observation en bathyscaphe de l'instabilité des vases bathyales méditerranéennes.* Recueil Trav. station marine d'Endoume, n° 17, fasc. 29, 1959.

PÉRÈS J. M. - *Exploration sous-marine.* Science et Vie, «La Mer», n° hors série, 1960.

PETIT G. et SCHACHTER D. - *Les étangs et lagunes du littoral méditerranéen français et le problème de la classification des eaux saumâtres.* Archivio Océanografia e limnolog., vol. XI, Venise 1959.

ROMANOVSKY V. - *La conquête des fonds marins.* 1 vol., Editions du Seuil, novembre 1959.

ROMANOVSKY V. - *L'énergie des mers.* Science et Vie, «La Mer», n° hors série, 1960, p. 31-37.

ROMANOVSKY V. - *Les courants dans le détroit de Bonifacio.* C. R. E. O., t. III, n^elle série, fasc. IV, septembre 1960.

ROMANOVSKY V. et LE FLOCH J. - *Mesures de courants au voisinage du fond.* C. R. Acad. sci., t. 251, n° 19, 7 novembre 1960.

ROTSCHI H. - *Récents progrès des recherches océaniques entreprises dans le Pacifique S. W.* Cah. océanogr. XII, 4, avril 1960.

ROTSCHI H. - *Sur la détermination colorimétrique du phosphate.* Cah. océanogr. XII, 7, juillet-août 1960.

ROTSCHI H. - *Remarques sur la relation entre l'oxygène et le phosphore minéral dissous en mer de Corail.* C. R. Acad. sci., t. 250, n° 13, mars 1960.

ROTSCHI H. - *Résultat de la croisière «Choiseul», 1ère partie, Océanographie physique.* Inst. français d'Océanie, Centre océanographique, Nouméa.

ROTSCHI H. - *Après l'ère des capitaines, celle des savants.* UNESCO, Le Courrier, 13ème année, juillet-août 1960.

ROTSCHI H. - *Sur la circulation et les masses d'eau dans le N. E. de la mer de Corail.* C. R. Acad. sci., t. 251, n°7, 17 août 1960.

ROTSCHI H. - *Sur la distribution du p_H en mer de Corail.* C. R. Acad. sci., t. 251, n° 12, 19 septembre 1960.

ROTSCHI H. - *ORSOM III. Résultats croisières diverses 1959, Océanographie physique.* Inst. français d'Océanie. Centre d'océanographie. Rapport scientifique n° 17, juin 1960, Nouméa.

ROTSCHI H. - *ORSOM III. Résultats de la croisière «Dillon», 1ère partie, Océanographie physique.* Inst. français d'Océanie. Centre d'océanographie. Rapport scientifique n° 18, novembre 1960, Nouméa.

ROUCH J. - *Une lettre inédite de NANSEN sur l'océanographie de l'Océan Arctique.* Bull. section géographie, Comité Trav. historiques et scientifiques, t. LXXI, 1958.

ROUCH J. - *Vagues et houle ; nouvelles observations.* Scientia, 6ème série, mars 1960.

De ROUVILLE A. - *Analyse d'un ouvrage russe sur la houle.* Bull. Ass. intern. permanente des congrès de navigation, vol. 1, n° 49, 1959.

SACHET M. H. - *Histoire de l'Ile Clipperton.* Cahiers du Pacifique n° 2, juin 1960.

SAINT-GUILY B. - *Ecoulement plan autour d'un cercle en présence d'une force de Coriolis de paramètre variant avec la latitude.* C. R. Acad. sci., t. 250, n° 17, 25 avril 1960.

SAINT-GUILY B. - *Influence de la force de Coriolis dans la dynamique des mers.* «La Houille blanche», n° 3, mai 1960.

SAINT-GUILY B. - *Danger. Raz de marée à 800 km/heure.* UNESCO, Le Courrier, 13ème année, juillet-août 1960.

SAINT-GUILY B. - *La dynamique des courants marins.* «Experientia», vol. XVI, 8, 1960, Bâle.

SITARZ J. - *Côtes africaines. Etudes des profils d'équilibre de plage.* C.R.E.O., p.43-62, t. III, n^{elle} série, fasc. IV, septembre 1960.

SOMMET J. - *Sur le calcul de la masse virtuelle d'un navire animé d'un mouvement oscillatoire en profondeur finie.* C. R. Acad. sci., t. 250, n° 26, 27 juin 1960.

STEINBERG M. - *Contribution à l'étude morphologique et sédimentologique de la côte des Maures (Saint-Raphaël - Sainte-Maxime).* Thèse doctorat 3ème cycle, Géolog. sédimentol. Paris 1959.

TAILLIEZ J. - *Introduction au monde de la plongée.* Rev. maritime, n° 159, n^{elle} série, octobre 1959.

TCHERNIA P. - *Hydrologie d'hiver en Méditerranée occidentale.* (p. 277), Rapp. Comm. intern. exploration scientif. mer Méditerranée, vol. XV, fasc. 3, 1960 - et Cah. océanogr. XII, 3, mars 1960.

TCHERNIA P. et LIZERAY J.C. - *Océan Indien : observations relatives à l'hydrologie du bassin nord-australien.* Cah. océanogr. XII, 6, juin 1960.

TRICART J. - *Désagrégation du granit par la cristallisation du sel marin.* Cah. océanogr. XII, 5, mai 1960.

TRICART J. - *Observations géomorphologiques dans le nord de l'Ile du Sel, Cap Vert.* Bull. Inst. français Afrique noire, t. 22, n° 4, série A, Sciences Natur., oct. 1960.

VALEMBOIS J. - *La question des courants de densité. VIIIème Congrès de l'A. I. R. T. H., Montréal août 1958.* Mémoires et Trav. Sté hydrotechnique de France, vol. 1. 1960.

VALEMBOIS J. et BONNEFILLE R. - *Etude de l'action de la force de Coriolis sur la propagation des marées, en fonction de l'étendue de la zone marine considérée.* «La Houille blanche», n° 3, mai 1960.

VANTROYS L. - *Séance du 19 mars 1959. Allocution de M. BRUNEL, Président de séance : hommage de M. R. GIBRAT ; mémoire posthume sur la structure formelle de l'équation des marées, présenté par M. CHAPOUTHIER.* Mém. et Trav. de la Sté hydrotechnique de France, vol. 1, 1959.

VANTROYS L. - *Structure formelle attachée à l'équation du problème des marées.* (mémoire posthume), «La Houille blanche», n° 3, mai 1960.

VANTROYS L. - *Note sur l'utilisation de la surface libre des mers dans les opérations de nivellement.* Bull. géodésique, n^{elle} série, année 1959, n° 52.

VARLET F. - *Le régime de l'Atlantique près d'Abidjan, Côte d'Ivoire.* Etudes éburnéennes, t. VII, 1958.

VOGT H., GOMÈS A. et TRICART J. - *Note préliminaire sur la morphologie du cordon littoral actuel entre Tramandaï et Torrès, Rio Grande do Sul (Brésil).* Cah. océanogr. XII, 7, juillet-août 1960.

WOLF R. - *Le courantographe type Chausey.* Cah. océanogr. XII, 4, avril 1960.

Cette bibliographie a été établie en grande partie par notre collègue V. ROMANOVSKY, que je tiens à remercier ici.

Le Secrétaire
de la Section d'Océanographie physique :

H. LACOMBE.

SECTION DE VOLCANOLOGIE

Rapport de la Section de Volcanologie

La Section de Volcanologie s'est réunie le 7 février 1961.

I. - Assemblée générale d'Helsinki.

Le Président L. GLANGEAUD a donné un compte rendu de l'Assemblée générale qui s'est tenue du 25 juillet au 6 août 1960 à Helsinki.

Au cours de celle-ci ont eu lieu des colloques sur les sujets annoncés : Plutons et Volcans, Arcs volcaniques, Gaz volcaniques. Par suite de l'absence de volcans actifs en France, la Section de Volcanologie avait décidé d'orienter ses communications sur une seule des questions mises à l'ordre du jour : rapports entre Plutons et Volcans. Un ensemble de travaux sur ce sujet avait été réuni par le Professeur L. GLANGEAUD et publié dans la Revue de Géographie physique et de Géologie dynamique. Ils ont été présentés à Helsinki. D'autres travaux sur le même sujet seront publiés ultérieurement et donneront un aperçu général des travaux français entrepris récemment sur cette question. Diverses autres communications ont été également présentées par les membres présents.

Des réunions sur des sujets connexes à la Volcanologie ont également eu lieu, en particulier sur le Paléomagnétisme et la Séismologie, Ondes longues.

Les travaux de Volcanologie ont été suivis par de nombreux délégués. L'importance de la Volcanologie au sein de l'U.G.G.I. s'est trouvée de ce fait mise en évidence.

Un symposium sur la surveillance des volcans actifs et la protection des régions menacées s'était tenu à Paris en 1959. Il avait adopté diverses résolutions et le Professeur B. GÈZE avait fait un résumé de ses travaux. Ces documents ont été présentés à l'Assemblée générale d'Helsinki qui a adopté une résolution demandant leur diffusion et leur communication aux autorités responsables de tous les pays intéressés, où ils doivent servir de base aux dispositions destinées à assurer la protection des populations.

M. B. GÈZE a été réélu Président de la Section de Paléovolcanologie et Plutonisme de l'Association internationale de Volcanologie.

II. - Colloques internationaux.

Le Secrétaire du Comité national français a fait savoir que trois réunions internationales de Volcanologie étaient prévues pour les prochaines années :

- 1961, à Catane (Italie),
- 1962, au Japon,

- 1963, lors de la prochaine Assemblée générale qui se tiendra à Berkeley (USA).

Aucun crédit n'a été jusqu'à maintenant prévu pour permettre aux membres français d'assister aux deux premiers de ces colloques.

Une réunion de l'UNESCO doit se tenir prochainement à Rome sur le sujet suivant : les Sources d'énergie nouvelles dans les pays sous-développés. Il y sera, en particulier, question de l'Energie géothermique.

III. - Observatoire volcanologique de l'île de la Réunion

Un observatoire séismologique et volcanologique doit être construit à l'île de la Réunion pour la surveillance du Piton de la Fournaise. La Section s'intéresse spécialement à cette réalisation et elle a émis le voeu que cet observatoire soit organisé de la même manière que ceux déjà existants à la Guadeloupe et à la Martinique.

IV. - Bulletin des Eruptions volcaniques.

Le Japon a fait connaître son intention de publier régulièrement un Bulletin des Eruptions volcaniques dans le monde, destiné à les signaler et à donner à leur sujet un minimum de renseignements dans un délai suffisamment court. La Section participera, le cas échéant, à la collecte des informations qui seront ainsi publiées.

V. - Institution internationale pour la Recherche volcanologique.

Cette nouvelle institution vient d'être créée à Catane (Italie) par l'association des organismes de Recherche volcanologique d'Italie et de Belgique. Elle est présidée par M. RITTMANN. La Section souhaite que la France ne reste pas étrangère à ce nouvel organisme et elle espère que la participation française pourra se manifester par la collaboration de chercheurs munis de moyens matériels suffisants.

VI. - Lexique de Volcanologie.

Le principe de la réalisation d'un tel lexique ayant été admis, sa réalisation pose des problèmes délicats, car il nécessitera un travail long et compliqué, qui ne pourra être assuré que par des spécialistes disposant d'une abondante documentation bibliographique. M. B. GÈZE a entrepris un travail préalable, à partir de documents existants; il se propose de le soumettre à la Section pour une mise au point définitive.

VII. - Compte rendu d'activité de la Section

La Section souhaiterait pouvoir diffuser ses comptes rendus d'activité auprès des volcanologues du monde. Des tirés à part ont été demandés dans ce but au Secrétariat du Comité national; mais celui-ci, pour raisons financières, n'a pas cru jusqu'ici pouvoir satisfaire cette demande.

VIII. - Eruptions volcaniques.

Deux éruptions volcaniques ont été signalées au Piton de la Fournaise, à la Réunion, au début de 1960; elles ont été étudiées par M. DUCROT.

Une éruption a eu lieu au cours de l'été aux Nouvelles-Hébrides (Volcan de Lopévi); elle a été étudiée par M. RÉMY.

TRAVAUX des VOLCANOLOGUES FRANÇAIS en 1960.

A. Etudes théoriques.

Dans un article qui sert d'introduction à la publication française sur Plutons et Volcans présentée au Congrès d'Helsinki, L. GLANGEAUD précise son point de vue sur cette question : il présente en particulier les modèles-types de la croûte terrestre que l'on peut concevoir à partir des données de la Géophysique, de la Géologie et de la Thermodynamique.

B. GÈZE précise les rapports entre Volcanisme et Agriculture. L'expérience ancestrale a enseigné aux hommes l'intérêt que présente la culture des terrains volcaniques, malgré les risques inhérents à la présence de ces dangereux voisins.

A un tout autre point de vue, le même auteur pense que les émissions volcaniques qui se sont autrefois produites au Hoggar, étaient susceptibles d'y provoquer des phénomènes de condensation et de précipitation, et d'y entretenir une humidité maintenant disparue. La végétation dont on connaît l'existence au Quaternaire récent était peut-être due à cette cause. Peut-on espérer qu'une reprise d'activité volcanique ferait reverdir le Sahara ?

B. Travaux de laboratoire.

Des remarques faites sur le terrain avaient conduit P. BORDET à penser que les verres rhyolitiques sont susceptibles d'échanger aisément leurs alcalins. Les études entreprises par J. CHENEBAUX et G. SABATIER, ont permis de confirmer cette hypothèse : Na, K et à un moindre degré Ca, peuvent se remplacer l'un l'autre, en présence de vapeur d'eau sous pression à une température inférieure à celle qui provoque la cristallisation du verre.

C. Paléomagnétisme.

J. LACAZE a repris l'étude du paléomagnétisme des roches volcaniques du Nideck. Ce critère fournit un bon argument pour les considérer comme des ignimbrites.

A. ROCHE poursuit l'étude de l'aimantation des laves miocènes d'Auvergne. Il y a là un critère d'identification, mais surtout, on peut espérer préciser certains des facteurs qui ont commandé l'inversion du sens du magnétisme terrestre.

D. Etudes volcanologiques en France.

Alpes.

C. ALZAC étudie la nature pétrographique des albitophyres du Dôme de Rémolon. Il y a là des roches sodiques, d'autre potassiques. Malgré la nature énigmatique de ces laves, il semble que ces caractères chimiques soient probablement d'origine primaire.

R. MICHEL et J.L. TANE signalent pour la première fois l'existence de pillows lavas dans les coulées spilitiques du Trias recouvrant les massifs cristallins externes (Massif du Rochail). Avec L. MORET, ces auteurs signalent la nature orthosique de ces roches et insistent sur ce caractère aberrant. Ils envisagent pour elles, un mode de formation épimagmatique. Les faciès spilitiques seraient des faciès convergents dont l'origine pourrait être très diverse.

Melle N. PARJADIS DE LARIVIÈRE a étudié des roches analogues qui affleurent dans la couverture triasique du Massif du Grand Chatelard. Au nord de ce massif (Montvernier), ces roches sont des cinérites et des tufs; au sud (Locella), par contre, il s'agit d'une coulée de basanite.

Massif armoricain.

C. KLEIN a étudié les rhyolites qui affleurent près d'Ecouves et de Perseigne (Orne). Il a montré que ces laves sont antérieures à la transgression du Cambrien.

Massif central.

P. BOUT consacre la troisième partie de sa thèse à l'étude du volcanisme du Velay et de ses relations avec les remblaiements villafranchiens du bassin du Puy et de la vallée de l'Allier. Il étudie successivement les brèches basaniques du Puy et leurs rapports avec les sables à mastodons de ce bassin, les éruptions basaltiques du plateau du Velay, enfin les éruptions du Mont-Dore en rapport avec le remblaiement de Perrier.

R. BROUSSE a repris l'étude minéralogique et pétrographique des roches volcaniques du Mont-Dore; son étude l'a conduit à revoir et à modifier beaucoup des déterminations de minéraux considérés comme classiques dans cette région. La pétrographie des laves s'en trouve précisée et souvent modifiée.

L. GLANGEAUD et C. BOBIER ont repris l'étude paléovolcanologique du Forez oriental et de la plaine de Montbrison. Quatre cycles d'érosion permettent de séparer trois phases éruptives : oligocène, miocène et ponto-pliocène. Ces résultats sont confirmés par les études du paléomagnétisme.

P. GRANGEON a publié les résultats de son étude stratigraphique, tectonique et volcanologique du Massif du Coiron. Les laves sont presque exclusivement des basaltes à olivine présentant un déficit de silice et une prédominance de la soude sur la potasse. Elles ont été mises en place, en rapport avec une tectonique cassante, depuis le Miocène jusqu'au Quaternaire.

B. GÈZE attire l'attention sur l'importence du volcanisme calédonien dans le versant méridional de la Montagne Noire. Plusieurs épanchements d'andésites et de dacites se sont produits à l'Ordovicien supérieur (Caradoc).

KLOOSTERMAN a repris l'étude du volcanisme récent de la région d'Agde.

Provence.

J. BOURCART, Melle LE CALVEZ et M. SIFFRE estiment que les tufs volcaniques conservés entre Antibes et Monaco reposent localement sur du Plaisancien typique dans lequel ils seraient interstratifiés. Les conglomérats qu'ils forment contiennent, en outre, des galets de roches cristallines ou sédimentaires provenant d'un ancien relief actuellement effondré dans le golfe de Gênes.

Melle C. CORNET a montré que les basaltes qui affleurent au château de Bandol ont un âge postérieur au Pontien inférieur, et non Sannoisien comme on le pensait jusqu'ici.

Vosges.

J.P. VON ELLER a étudié le massif de Kagenfels et montré

comment ce granite hercynien a donné naissance à une phase volcanique tardive qui date du carbonifère. Il admet que le magma s'est réanimé au Stéphanien supérieur et qu'il a donné naissance aux formations rhyolitiques de la région du Nideck.

H. SAUCIER, G. MILLOT et R. JOST ont soulevé la question de la nature volcanologique des laves interstratifiées dans ce même Permien. Ils ont montré qu'il s'agit d'un gros ensemble d'ignimbrites, probablement les plus typiques que l'on connaisse en France.

E. Etudes volcanologiques hors de France.

Europe.

A. CAIRE et R. TRUILLET signalent l'existence d'appareils andésitiques à amphibole dans la chaîne calcaire des Monts Péloritains en Sicile. Ce sont les plus septentrionaux que l'on connaisse dans cette île.

M. ROLLET signale et décrit un petit gisement ophiolitique dans la vallée du Lepenac (Macédoine yougoslave). Son âge est probablement crétacé et sa mise en place en rapport avec des mouvements tectoniques de style cassant.

J.H. BRUNN, résumant les travaux de HEEZEN, THARP et EWING, insiste sur l'existence d'une Rift Valley accidentant la dorsale médio-atlantique sur toute sa longueur. Il compare cette structure et les roches qui forment la dorsale à ce que les études récentes ont permis de déceler dans le domaine ophiolitique de la Grèce septentrionale.

P. VIALON a découvert des pillows lavas dans les gorges de Subiasco (Dora Maira). Il s'agit probablement de formations permo-carbonifères légèrement métamorphiques analogues à celles de la Vanoise en France.

Afrique.

M. CHAIGNEAU, H. TAZIEFF, R. FABRE ont étudié la composition des gaz recueillis sur le lac de lave permanent du Nyragongo (Congo). Ils ont identifié principalement CO_2, SO_2, CO, H. Ils insistent sur la nécessité de conserver le gaz en présence d'un deshydratant énergique, pour éviter les réactions secondaires.

B. GÈZE, H. HUDELEY, P. VINCENT et Ph. WACRENIER ont publié une étude sur les volcans du Tibesti. Ce travail peut servir d'introduction à la thèse présentée sur le même sujet par P. VINCENT. L'étude de cet auteur met en évidence la complexité des phénomènes volcaniques au Tibesti et montre comment l'interprétation que l'on peut en donner se rapproche de ce qui était déjà connu dans le Massif central français.

M. GRAVELLE a étudié les rapports entre granites et roches volcaniques acides dans le Précambrien supérieur du Hoggar occidental. En particulier, le massif de l'Iskel présente un stade intermédiaire entre granite intrusif et granite migmatique, compliqué par des phases à affinité volcanique.

M. RÉMY a cherché à expliquer la genèse des curieux appareils volcaniques du Hoggar nord-oriental qu'il a étudiés dans sa thèse. Un magma basalto-andésitique aurait favorisé la formation d'un magma trachytique. Celui-ci est à l'origine de volcans divers : soit classiques, soit mixtes, vulcano-plutoniques, soit de venues franchement plutoniques. Il y a donc eu formation de roches grenues à partir de laves.

F. JOULIA, M. BONIFAS, T. CAMEZ, G. MILLOT, R. WEIL

ont découvert un curieux sédiment formé principalement d'analcime dans le continental intercalaire de l'Air (Sahara central). Après discussion, l'origine volcanique du matériel initial de ce sédiment leur semble possible sinon probable.

C. VOUTE donne une description du graben de la Mer Rouge et montre le rôle important du volcanisme qui a accompagné sa formation : trois périodes successives d'épanchements basaltiques ont pu être distinguées.

Extrême Orient.

E. AUBERT DE LA RÜE signale l'existence d'enclaves de calcaire sédimentaire dans les projections des volcans insulaires de l'Océan Indien. Comme à la Réunion, aux Nouvelles-Hébrides, à Rurutu des enclaves de ce type, mais datées (Paléocène), ont été trouvées à Heard ainsi qu'aux Kerguelen.

Le même auteur signale le cas d'enclaves de roches grenues ou même de masses de roches grenues dans divers volcans d'Extrême-Orient. Il en conclut un rapport possible entre Plutons et Volcans dans ces régions.

P. BELLAIR a eu l'occasion d'étudier sur place les récentes éruptions qui se sont produites au Kilauea (Hawaï), en novembre 1959 et janvier 1960. Il s'agit de l'activité de fontaines de laves en rapport avec l'effondrement du plancher de la caldeira de l'Halemaumau.

Amérique.

O. DOLLFUS a donné une vue d'ensemble de la structure des Andes péruviennes, dans lesquelles le volcanisme occupe une place très importante.

Bibliographie

ALSAC C. - 1960 - *Nature pétrographique et origine des albitophyres du Dôme de Rémolon (Hautes-Alpes).* C. R. Acad. sci., T. 250, p. 1681.

AUBERT DE LA RÜE E. - 1960 - *Remarque sur les liaisons possibles entre Plutons et Volcans dans quelques territoires français d'outre-mer.* Rev. Géogr. phys. Géol. dyn. 2° s., T. 3, p. 109.

AUBERT DE LA RÜE E. - 1960 - *A propos des enclaves calcaires des volcans insulaires de l'Océan Indien.* C. R. som. Soc. géol. France, p. 179.

BELLAIR P. - 1960 - *L'éruption du Kilauea (Hawaï) de novembre 1959 et de janvier 1960.* C. R. som. Soc. géol. France, p. 79.

BORBIER C. - *Contribution à l'étude du versant oriental des Monts du Forez et de la plaine de Montbrison.* Diplôme Etudes supérieures, Paris.

BOURCART J. - 1960 - *Galets anciens dans les cinérites pliocènes du Cap d'Ail.* Bull. Soc. géol. France, 7° s, T. 2, p. 38.

BOURCART J., LE CALVEZ Melle Y. et SIFFRE M. - 1959 - *Du nouveau sur l'âge des tufs volcaniques du Pays niçois.* Bull. Soc. géol. France, 7° s., T. 1, p. 551.

BOURCART J., ROBERT P. et SIFFRE M. - 1960 - *Les dépôts de cendres du volcan sous-marin du large de Nice.* C. R. Acad. sci., T. 251, p. 1106.

BOUT P. - 1960 - *Le Villafranchien du Velay et du bassin hydrographique moyen et supérieur de l'Allier.* Corrélations françaises et européennes. Le Puy-en-Velay.

BROUSSE R. - 1960 - *Minéralogie et pétrographie des roches volcaniques du Massif du Mont-Dore (Auvergne).* Thèse Faculté des Sciences, Paris.

BRUNN J. H. - 1959 - *La dorsale médioatlantique et les épanchements ophiolitiques.* C. R. som. Soc. géol. France, p. 234.

CAIRE A. et TRUILLET R. - 1960 - *Appareils éruptifs dans la chaîne calcaire des Monts Péloritains (Sicile).* C. R. som. Soc. géol. France, p. 229.

CHAIGNEAU M., TAZIEFF H. et FABRE R. - 1960 - *Composition du gaz volcanique du lac de lave permanent du Nyragongo (Congo ex-Belge).* C. R. Acad. sci., T. 250, p. 2482.

CHENEBAUX J. - 1960 - *Etude des échanges d'ions alcalins dans les verres granitiques : obsidiennes et rétinites.* C. R. Acad. sci., T. 250, p. 1046.

CHENEBAUX J., BORDET P. et SABATIER G. - 1960 - *Sur les conditions de formation des obsidiennes et des rétinites.* id., p. 1679.

CHENEBAUX J., BORDET P. et SABATIER G. - 1960 - *Sur les teneurs en sodium et en potassium des verres granitiques : obsidiennes et rétinites.* id. p. 2394.

CORNET Melle C. - 1960 - *Note sur l'âge du conglomérat basaltique du Château de Bandol (Var).* C. R. som. Soc. géol. France, p. 153.

DOLLFUS O. - 1959 - *Présentation de la structure des Andes centrales péruviennes.* Trav. Inst. fr. Etudes andines, T. 7, p. 53.

VON ELLER J. P. - 1960 - *Développement subvolcanique et volcanique d'un granite hercynien des Vosges septentrionales : le granite de Kagenfels.* Rev. Géogr. phys. Géol. dyn., 2° s., T. 3, p. 101.

GÈZE B. - 1960 - *Volcanisme et agriculture.* Ac. Agric. France, p. 395.

GÈZE B. - 1960 - *L'utilisation des volcans pour accroître la pluviosité dans le Sahara est-elle utopique.* Bull. volcan., 2° s., T. 23, p. 213.

GÈZE B. - 1960 - *Sur l'importance du volcanisme calédonien dans le versant méridional de la Montagne Noire.* C. R. som. Soc. géol. France, p. 116.

GÈZE B., HUDELEY H., VINCENT P. et WACRENIER Ph. - 1959 - *Les volcans du Tibesti (Sahara du Tchad).* Bull. volcan., 2° s., T. 22, p. 135.

GLANGEAUD L. - 1960 - *Introduction aux études sur Plutons et Volcans.* Rev. Géogr. phys. Géol. dyn., 2° s., T. 3, p. 77.

GLANGEAUD L. et BOBIER C. - 1960 - *Morphotectonique et paléovolcanologie du Forez oriental et de la plaine de Montbrison.* C. R. Acad. sci., T. 250, p. 162.

GRANGEON P. - 1960 - *Contribution à l'étude des terrains tertiaires, de la tectonique et du volcanisme du Massif du Coiron (S. E. du Massif central français).* Trav. Labo. Géol. Grenoble, T. 36, p. 143.

GRAVELLE M. - 1960 - *Exemple de relations entre granites et roches volcaniques ou hypovolcaniques acides dans le Précambrien de la région de Silet (Sahara central).* Rev. Géogr. phys. Géol. dyn., 2° s., T. 3, p. 86.

JOULIA F., BONIFAS M., CAMEZ T., MILLOT G. et WEIL R. - 1959 - *Découverte d'un important niveau d'analcimolite gréseuse dans le continental intercalaire de l'ouest de l'Aïr (Sahara central).* Notes Serv. Géol. Prosp. min., Dakar, 1959, n° 4.

KLEIN C. - 1960 - *Sur la position stratigraphique des rhyolites d'Ecouves et de Perseigne (Orne).* C. R. Acad. sci., T. 251, p. 2382.

KLOOSTERMAN - 1960 - *Le volcanisme de la région d'Agde (Hérault) France.* Thèse Utrecht, 79 p.

LACAZE J. - 1960 - *Etude paléomagnétique des roches volcaniques permiennes de la région du Nideck.* Diplôme Etudes supérieures, Strasbourg.

MICHEL R. et TANE J. L. - 1960 - *Découverte de laves en coussius (pillows lavas) dans le Trias de la zone dauphinoise (Massif du Pelvoux).* C. R. Acad. sci., T. 250, p. 2735.

MICHEL R., MORET L. et TANE J. L. - 1960 - *Sur la présence de spilites potassiques dans la couverture du Massif du Pelvoux (Alpes dauphinoises).* C. R. Acad. sci., T. 251, p. 184.

PARJADIS DE LARIVIÈRE Mᵉˡˡᵉ N. - 1960 - *Quelques précisions sur les formations spilitiques de la couverture triasique du massif cristallin du Grand Chatelard (Savoie).* Bull. Soc. géol. France, 7° s., T. 2, p. 108.

RÉMY M. - 1960 - *Les manifestations éruptives du S. E. de l'Amadror en Ahaggar.* Rev. Géogr. phys. Géol. dyn., 2° s., T. 3, p. 95.

ROCHE A. - 1960 - *Sur l'aimantation de laves miocènes d'Auvergne.* C. R. Acad. sci., T. 250, p. 377.

ROLLET M. - 1960 - *Remarques sur un gisement ophiolitique dans la vallée du Lepenac (Macédoine yougoslave).* C. R. Acad. sci., T. 250, p. 4184.

SAUCIER H., MILLOT G. et JOST R. - 1959 - *Les ignimbrites permiennes de la région du Nideck.* Bull. Serv. Carte géol. Alsace-Lorraine, T. 12, p. 33.

SAUCIER H., MILLOT G. et JOST R. - 1959 - *Les coulées rhyolitiques du Nideck (Permien, Vosges) sont-elles des ignimbrites.* Géol. Rundsch., T. 48, p. 95.

VIALON P. - 1960 - *Sur la présence de coulées basiques sous-aquatiques dans le massif cristallin de la Dora Maira (Alpes piémontaises cottiennes).* C. R. Acad. sci., T. 251, p. 3010.

VINCENT P. - 1960 - *Les volcans tertiaires et quaternaires du Tibesti occidental et central (Sahara du Tchad).* Thèse Fac. des Sci., Paris.

VOUTE C. - 1960 - *La nature et l'âge des derniers mouvements en bordure de la mer Rouge.* C. R. som. Soc. géol. France, p. 86.

Le Secrétaire de la Section de Volcanologie :

P. BORDET.

SECTION D'HYDROLOGIE SCIENTIFIQUE

Rapport de la Section d'Hydrologie scientifique

Depuis la dernière Assemblée générale du Comité national français, la Section d'Hydrologie scientifique a tenu quatre séances au cours desquelles ont été présentées et discutées diverses communications se rapportant à l'hydrologie des eaux de surface ou des eaux souterraines et à la glaciologie.

Elle a participé d'autre part aux travaux (présentation de Mémoires et de Communications) de diverses Assemblées scientifiques internationales qui se sont tenues,

- soit en France :
  Comité consultatif de recherches sur la zone aride - UNESCO - Paris - (mai 1960),
  Colloque sur l'hydrogéologie de la craie - Douai et Lille (mai 1960),
  VI° journées de l'Hydraulique - Société hydrotechnique de France - Nancy (juin 1960);
- soit à l'Etranger :
  XII° Assemblée générale de l'U. G. G. I. - Helsinki (juillet-août 1960),
  Conférence de Nairobi - janvier 1961.

D'une façon plus détaillée l'activité des Membres de la Section d'Hydrologie scientifique s'est exercée dans les domaines suivants :

I. - EAUX DE SURFACE.

A. Exploitation des réseaux de stations de jaugeage.

L'effort entrepris pour étendre et améliorer le réseau existant s'est poursuivi au cours de l'année 1960 :

- pour le territoire métropolitain : lecture journalière ou enregistrement continu des hauteurs d'eau, jaugeages périodiques au moulinet ou par la méthode chimique de dilution pour le contrôle des courbes de tarage, élaboration des débits journaliers en plus de 540 stations ordinaires et 182 stations usines;
- pour l'Algérie et les territoires d'outre-mer : exploitation de près de 700 stations dont les trois quarts peuvent être considérées comme complètement étalonnées;
- publication de trois Annuaires hydrologiques (Annuaire hydrologique de la France, Annuaire hydrologique de l'Algérie, Annuaire hydrologique des Pays d'outre-mer) donnant des renseignements détaillés (débits journaliers) pour près de 200 stations caractérisant les régimes des diverses régions considérées.

L'exploitation et l'extension des réseaux hydrométéorologiques (lecture journalière ou enregistrement des précipitations et des températures - mesures de neige par carottage et pesée) a été poursuivie.

En plus du renforcement des réseaux de mesures de débits,

de précipitations et de températures par de nouveaux postes équipés d'appareils de type courant, on notera l'installation de limnigraphes parlants et de pluviographes munis de dispositifs télécompteurs et téléenregistreurs.

B. Etudes hydrologiques.

1). L'exploitation d'un terrain expérimental au sud du Massif central poursuivie depuis 1951 a permis de préciser l'importance relative de divers paramètres conditionnant l'écoulement (P. CAPPUS), d'évaluer la validité des observations recueillies en un pluviomètre unique ou un groupe de pluviomètres (J. JACQUET), de déterminer les lois de l'évaporation (G. d'HARCOURT), les variations de niveau des nappes souterraines et les formes analytiques des courbes de tarissement (L. SERRA). D'autres études importantes ont porté sur les hydrogrammes de crues: elles ont montré une excellente concordance entre les débits "calculés" et les débits effectivement observés.

L'équipement au cours de l'année 1960 d'un nouveau groupe de bassins versants expérimentaux sur la haute Dordogne (ouest du Massif central) doit permettre grâce à l'analyse des données hydrométéorologiques recueillies, de poursuivre sur une échelle plus étendue le contrôle hydrologique des bassins versants de "taille normale". Une étude de l'influence des facteurs géologiques sur l'écoulement (S. VALET) est en cours.

L'analyse détaillée des facteurs météorologiques conditionnant les précipitations (G. TSCHIRHART) et celle des relations pluie-débit ont conduit à un essai expérimental de prévisions d'apports à 24h et 48h. Les premiers résultats obtenus sont très encourageants.

L'établissement de bulletins périodiques de prévisions d'apports à échéance de plusieurs mois en fonction du stock neigeux s'est également effectuée régulièrement (F. LUGIEZ) pour les principaux bassins versants alimentant les réservoirs de l'E.D.F., des Alpes, des Pyrénées et du Massif central.

2). L'utilisation des bassins versants expérimentaux s'est également étendue dans les territoires d'outre-mer. Des études analytiques portant sur des bassins ou groupes de bassins s'étendant de la zone subdésertique à la zone équatoriale sud ont permis de compléter et de préciser le tableau des débits spécifiques de crues décennales pour différents climats, différents sols et différentes conditions géographiques (J. RODIER - M. ROCHE).

On citera plus particulièrement à ce propos :

- en Mauritanie, l'étude hydrométéorologique de la région du lac d'Aleg et du Massif de l'Afolle;
- au Mali, les mesures effectuées sur le lac Faguibine;
- au Niger, l'étude de l'alimentation de la cuvette de Koulou dans le lit majeur du Niger (étude hydroagricole) et une campagne hydrologique dans le Massif de l'Aïr;
- au Cameroun, les études pour la prévision des décrues de la Sanaga;
- au Tchad, l'étude des conditions d'alimentation et de drainage des plaines d'inondation du Logone - l'étude des conditions d'écoulement pour différents projets de ponts, des reconnaissances dans le Tibesti, etc...;

- à la Réunion, des études hydrogéologiques par forages, des recherches d'eau en différents points de l'île, et des études hydroagricoles diverses (G. DOMERGUE).

3). Etude des débits extrêmes (crues et sécheresses).

L'importance et la difficulté de la prévision des fortes crues ou des périodes de sécheresses prolongées sont bien connues des hydrologues. Divers membres de la Section d'Hydrologie scientifique ont au cours de l'année 1960 participé activement aux travaux d'une Commission de la Société hydrotechnique de France sur l'étude des crues, en décrivant et appliquant à des exemples réels (G. RÉMÉNIÉRAS - J. RODIER - J. JACQUET) les méthodes aujourd'hui classiques d'analyse des crues par utilisation d'hydrogrammes unitaires.

Lorsque les séries de relevés dont on dispose ne sont pas assez longues pour permettre l'étude statistique de lois de distribution des débits extrêmes (crues ou sécheresses) il peut être intéressant d'utiliser d'autres méthodes basées davantage sur des lois physiques, c'est-à-dire analyser les circonstances météorologiques qui sont la cause du phénomène considéré.

On est ainsi conduit à rechercher :

- la probabilité d'apparition des types de temps successifs (L. SERRA) et plus particulièrement des temps anticycloniques secs ou des temps à fort potentiel de précipitation,
- la probabilité de persistance et d'extension des pluies exceptionnellement abondantes et la hauteur maximum des précipitations pouvant être atteintes en 24h, 12h etc... sur un bassin versant d'étendue donnée.

Il convient de signaler au chapitre de l'étude des débits extrêmes les nombreuses monographies de crues établies pour divers cours d'eau du territoire métropolitain ou des territoires d'outre-mer.

C. Etudes hydrométéorologiques.

Etude des précipitations. Bien que cette question paraisse appartenir plus spécifiquement au domaine de la Météorologie, comme d'ailleurs un certain nombre d'autres questions intéressant les hydrologues, elle a fait l'objet de recherches attentives.

L'étude de la structure fine des précipitations au moyen de réseaux très denses de pluviomètres a été signalée (J. JACQUET). Des études statistiques portant sur les lois de la distribution des pluies journalières (R. VÉRON) ont confirmé que la répartition ne suivait pas les lois normales du hasard mais peut être ajustée sur une loi binomiale dont les paramètres peuvent être déterminés au moyen des données d'observation.

Des précisions ont d'autre part été apportées sur la variabilité temporelle et spatiale des précipitations (G. TSCHIRHART - L. SERRA).

Les essais à échelle industrielle de déclenchement artificiel des précipitations ont été poursuivis dans le Massif central (bassins versants de la Truyère et de la Cère Maronne). On notera à ce propos le perfectionnement apporté dans les méthodes de contrôle des résultats par une analyse statistique des jours avec et sans insémination classés par types de temps, et, au point de vue instrumental, la mise au point d'un nouveau type de générateur à coke imprégné d'iodure d'argent.

D. Etudes nivo-glaciologiques.

Le Centre d'études et de documentation nivo-glaciologiques de Grenoble continue à centraliser tous les renseignements climatologiques sur les Alpes françaises qu'il publie régulièrement sous forme d'un bulletin trimestriel.

Il diffuse également une documentation sur les manteaux neigeux et des avis de prévisions d'avalanches.

La Faculté des Sciences de Grenoble a pour sa part créé un Certificat d'études supérieures de Géophysique générale, où parmi d'autres branches de la géophysique un cours de glaciologie est professé par L. LLIBOUTRY.

Les études sur le terrain entreprises au cours des années précédentes ont été poursuivies :

- mesures de la température de la neige, de la transformation du manteau neigeux, du mouvement et du tassement du névé (L. LLIBOUTRY);
- étude météorologique et nivologique de l'alimentation de la Mer de glace - mesures de déformation - réalisation et mise au point de plusieurs géophones de haute sensibilité (quelques dizièmes de microvolts) de types nouveaux destinés à l'étude des vibrations dans la glace (R. MILLECAMPS);
- essais de mesures de radiation à la Mer de glace (R. MILLECAMPS-C. LORIUS);
- participation aux campagnes en Terre Adélie et au Groenland - dépouillement et publication des résultats des campagnes de l'Expédition glaciologique internationale au Groenland (A. BAUER);
- rédaction d'un projet d'étude des variations des glaciers, et d'un programme de recherches d'études glaciologiques à effectuer en collaboration avec le Commissariat à l'Energie atomique;
- exploitation du réseau de nivopluviomètres totalisateurs comprenant pour le territoire métropolitain 180 appareils à des altitudes situées entre 1500 et 3000 m - exploitation du réseau de mesures d'enneigement par sondages (hauteur et densité) en 600 emplacements (F. LUGIEZ et P. GUILLOT);
- équipement de stations nivométriques à l'aide de transmetteurs radio permettant la connaissance instantanée à distance de la valeur en eau d'une couche de neige (C. HERMANT et R. WOLF).

E. Etudes hydro-agronomiques.

En matière d'hydrologie de surface la Direction générale du Génie rural a porté ses efforts sur les deux plans suivants :

- étude hydrologique détaillée du bassin de la Loire;
- mise en place d'un bassin expérimental sur des affluents du Grand-Morin (Bassin parisien) afin d'étudier en détail l'hydrologie des bassins de plaine.

Des études détaillées sont en cours d'achèvement (M. DARLOT) tendant à évaluer les besoins en eau optimaux d'irrigation de la France. Elles expriment sous forme de tableaux et de cartes la fréquence de ces besoins et doivent permettre de vérifier la validité des formules actuellement employées pour déterminer les besoins en eau d'irrigation.

On notera par le Laboratoire des techniques culturales de Versailles une étude sur l'effet des couvertures de matière organique qui limitent l'évaporation et accroissent le volume d'eau disponible pour les plantes (S. HÉNIN et P. MONNIER).

Des recherches ont d'autre part porté sur l'évapotranspiration : à la suite de ses études qui l'avaient conduit à proposer une nouvelle formule climatique, J. BOUCHET s'est penché sur le problème de l'effet "oasis" où les équilibres climatiques présentent de brusques discontinuités et où les formules habituelles se trouvent ainsi en défaut.

F. Publications.

Les différentes notes et études publiées dans des revues spécialisées par les membres de la Section sont mentionnées dans une "Bibliographie hydrologique" éditée par l'A. I. H. S. Une mention spéciale doit être faite aux ouvrages de G. REMÉNIÉRAS : "Eléments d'hydrologie appliquée" et "l'Hydrologie de l'Ingénieur" parus dans le courant de l'année.

II. - EAUX SOUTERRAINES.

A. Hydrogéologie.

Les principales études poursuivies dans le domaine des eaux souterraines se répartissent en deux groupes :

- Activités de recherches scientifiques et techniques (B. R. G. M.).

Etude des caractéristiques hydrogéologiques des nappes. Application pratique des méthodes de non équilibre (formule de THEIS) à l'étude des nappes alluviales des vallées du Rhône et de la Moselle et de la craie dans le nord de la France (G. CASTANY).

Etude de l'infiltration : mise au point de projets de grands lysimètres-blocs de 100 m^2 dans la craie et calcul de bilans de nappes alluviales.

Méthodes de mesure en place du gradient d'humidité dans les sols.

- Inventaire des ressources hydrauliques.

Travaux d'inventaire des ressources hydrauliques dans le nord de la France (Pas-de-Calais et Nord), l'est (Moselle, Meuse), la Gironde, la Seine-Maritime et l'Yonne.

Etudes hydrogéologiques régionales : zone du canal du Nord - alluvions de la Moselle - bassin de la Meuse - exhaure des mines de fer - bassins hydrogéologiques de Vittel et Contrexéville - alluvions et craie de la Basse-Seine et de l'Yonne.

On signalera aussi la participation de la Section d'Hydrologie scientifique aux travaux :

- de l'Association internationale des hydrogéologues sur les problèmes de pollutions naturelles et artificielles des eaux souterraines et plus particulièrement par les effluents des installations nucléaires - sur l'étude des bilans et réserves des nappes et l'établissement des cartes hydrogéologiques;
- du colloque sur l'hydrogéologie de la craie où ont été envisagées en particulier les questions relatives à l'infiltration et la chimie de l'eau et la dynamique de la nappe.

B. Hydraulique souterraine agricole.

En ce qui concerne l'état de l'eau dans le sol, sa circulation et sa disponibilité pour le végétal, un ensemble de résultats d'ordre physique et biologique laissent penser que le potentiel efficace est essentiellement lié à la vitesse de dessèchement. En appliquant ces

données nouvelles au problème de l'irrigation on a surtout tenté de les expliquer sur la base de la thermodynamique des systèmes irréversibles (M. HALLAIRE).

Ces diverses recherches sont appliquées en Tunisie (J. DAMAGNEZ) pour établir la carte des évapotranspirations potentielles et préciser l'utilisation qui peut en être faite en matière d'irrigation.

A noter également une étude de la capacité de rétention d'un sol pour l'eau par M. FEODOROFF.

L'activité du Centre de recherches et d'expérimentation du Génie rural s'est exercée principalement dans les domaines suivants :

- Hydraulique souterraine :
  - exploitation de la méthode Vergière pour la mesure des caractéristiques hydrodynamiques des sols et étude des perfectionnements à apporter à cette méthode;
  - recherches sur la détermination pratique de l'humidité des sols en place et sur sa répartition;
  - études se rapportant au problème du drainage : relations entre les débits de drainage, la pluviométrie et l'évapotranspiration des cultures;
  - étude de la forme et de l'évolution dans le temps de la table d'eau dans le sol drainé en régime variable;
- Radioactivité (en collaboration avec le Commissariat à l'Energie atomique) :
  - mise au point et exploitation d'une méthode pour déterminer la rétention dans le sol en place des radioéléments, principalement du 90 Sr et des produits de fission (J. BOURRIER);
  - mesure de la vocation des sols à la rétention des radioéléments et étude de la contamination des sols en place (J. BOURRIER - BOVARD et GRAUBY);
  - étude de la propagation dans le sol et de son exportation dans les plantes du 106 Ru.

C. Utilisation des eaux.

Les besoins en eau potable pour l'alimentation de la Ville de Paris étant en augmentation constante on a dû procéder à une prospection systématique de l'horizon aquifère que l'on trouve dans la tête de la craie senonienne (vallée de la Seine et de ses tributaires). Elle a confirmé l'existence d'un gîte aquifère important qui donne lieu à une exploitation systématique d'un débit de 100.000 m^3 par jour.

D'autres études entreprises notamment au Maroc ont confirmé les théories précédemment émises pour expliquer les phénomènes (abaissement systématique et généralisé de la nappe) constatés dans l'exploitation de la nappe albienne du Bassin parisien (A. VIBERT).

Les perturbations apportées dans le comportement de la nappe alluviale de l'Eyrieux (Ardèche) par l'exhaussement du plan d'eau du Rhône causé par la création du barrage de Baix - Logis - Neuf ont également été étudiées par A. VIBERT.

D. Contrôle de la qualité des eaux.

L'activité du Service de Contrôle des eaux de la Ville de Paris s'est exercée sur les mêmes bases que les années précédentes (A. LE STRAT).

Les difficultés particulièrement aigües rencontrées en 1959 dans le traitement de filtration des eaux du fait de la prolifération du

plancton dans les rivières au cours d'une période anormalement longue se sont sensiblement atténuées en 1960.

Des séries d'essais sur la résistance des poissons dans des eaux courantes traitées au cuivre ou à la chaux ont été entreprises.

On signalera en outre :

- les travaux de recherche sur la circulation des eaux dans les nappes alluviales en cours d'exploitation, pour étudier notamment l'influence des modifications survenues dans la composition de l'eau de la rivière et celle de l'eau de la nappe;
- la lutte contre le mauvais goût de l'eau distribuée aux populations, basée sur l'emploi d'antiseptiques puissants : ozone et bioxyde de chlore.

III. - TRAVAUX des LABORATOIRES d'HYDRAULIQUE DANS le DOMAINE de l'HYDROLOGIE.

A. Laboratoire national d'Hydraulique de Chatou (H. GRIDEL).

- Perfectionnement de la méthode des traceurs radioactifs pour la détermination du cheminement des galets et des sables dans les rivières et sur les plages,
- Création artificielle de circulation transversale dans le lit des rivières au moyen de panneaux de surface ou de fond permettant l'approfondissement des chenaux de navigation, la stabilisation des chenaux, la tenue des berges,
- Installation d'une station de mesures permanentes de débits sur la Somme permettant la détermination des faibles débits avec contrôle par enregistrement graphique permanent,
- Etude théorique et expérimentale de la propagation des intumescences de grande dimension et application à des cas particuliers.

B. Laboratoire central d'Hydraulique de France, de Maisons-Alfort (J. LAURENT).

- Essais sur modèle concernant l'aménagement du confluent du Rhône et de la Durance - Etude du régime des crues de ces deux fleuves et de leur concomitance,
- Définition des conditions d'exploitation d'un bassin versant expérimental avec application à un affluent du Grand-Morin,
- Etude hydrologique du Rio Maule au Chili en vue de l'aménagement d'un port à l'embouchure de ce fleuve,
- Confirmation des phénomènes précédemment étudiés sur modèle par la Laboratoire (approfondissement de la barre) à l'embouchure du Rio Magdalena en Colombie,
- Etudes diverses sur la sédimentation des sables, vases, boues, tant en milieu marin qu'en eau douce.

Le Secrétaire
de la Section d'Hydrologie scientifique :

L. SERRA.

COMPOSITION

du

COMITÉ NATIONAL FRANCAIS

de

GÉODÉSIE ET GÉOPHYSIQUE

ABRÉVIATIONS

utilisées dans les pages qui suivent

a) Abréviations comportant l'adresse :

S.H.M. - Service Central Hydrographique de la Marine, 13, rue de l'Université, Paris (7°), Lit. 53-95.

I.G.N. - Institut Géographique National, 136bis, rue de Grenelle, Paris (7°), Inv. 66-62 et 2 Avenue Pasteur, St-Mandé (Seine), Dau. 66-80.

I.P.G. Paris - Institut de Physique du Globe de l'Université de Paris, 191, rue Saint-Jacques, Paris (5°), Odé. 77-16.

I.P.G. Strasbourg - Institut de Physique du Globe de l'Université de Strasbourg, 38, boulevard d'Anvers, Strasbourg (Bas-Rhin), Strasbourg 511-09.

C.G.G. - Compagnie Générale de Géophysique, 50, rue Fabert, Paris (7°), Inv. 46-24 et Inv. 49-81.

B.R.G.M. - Bureau de Recherches Géologiques et Minières, 74, rue de la Fédération, Paris (15°), Suf. 94-00.

b) Abréviations diverses :

Acad. Sci., Académie des Sciences.

Adj., Adjoint.

Astr., Astronome.

Aven., Avenue.

Boulev., Boulevard.

Bur. des Long., Bureau des Longitudes.

B. I. H., Bureau international de l'Heure.

Cad. rés., du Cadre de réserve.

Cap. Vais., Capitaine de Vaisseau.

C. N. R. S., Centre national de la Recherche Scientifique.

Charg. rech., Chargé de recherches.

Col., Colonel.

Com. nat., Comité national de Géodésie et Géophysique.

Cdt., Commandant.

Corresp., Correspondant.

Dir., Directeur.

Doct., Docteur.

Doct. ès Sci., Docteur ès Sciences.

Ec., Ecole.

E. D. F., Electricité de France.

Fac., Faculté.

Fac. des Sci., Faculté des Sciences.

Faub., Faubourg.

Gén., Général.

Géogr., Géographe, Géographie.

Géol., Géologue, Géologie.

Géom. et Aéron., Géomagnétisme et Aéronomie.

Géoph., Géophysique.

Gravim., Gravimétrie.

H. C., Hors cadres.

Hon., Honoraire.

Hydraul., Hydraulique.

Hydrog., Hydrographe.

Hydro. sci., Hydrologie scientifique.

Ing., Ingénieur.

Ing. Ch., Ingénieur en Chef.

Insp., Inspecteur.

Inst., Institut.

Labo., Laboratoire.

Lieut. Col., Lieutenant-Colonel.

Lieut. Vais., Lieutenant de Vaisseau.

Maît. conf., Maître de conférences.

Maît. rech., Maître de recherches.

Météo., Météorologie.

Min., Mines (des).

Nat., National(e).

Obs., Observatoire.

Océan. phys., Océanographie physique.

O. R. S. T. O. M., Office de la Recherche scientifique et technique outre-mer.

Phys., Physicien, Physique.

P. et Ch., Ponts et Chaussées (des).

P. et T., Postes et télécommunications.

Présid., Président.

Prof., Professeur.

Rech., Recherches.

Rés., de réserve.

Retr., en retraite.

Sci., Science (s).

Secr., Secrétaire.

Sect., Section.

Séism., Séismologie.

Serv., Service.

Triang., Triangulations (des).

Univ., Université.

Volcan., Volcanologie.

Composition du Comité national français de Géodésie et Géophysique

(Juin 1961)

Président d'Honneur : Ch. MAURAIN.

BUREAU

Président : P. TARDI.

Vice-Présidents : J. COULOMB, A. VIAUT.

Secrétaire Général : A. GOUGENHEIM.

Trésorier : G. LACLAVÈRE.

LISTE DES MEMBRES

ALLARD (Pierre), Ing. Hydrogr. principal, H. C., 29, rue du Faub. St-Honoré, Paris (8°), 1a (5), Anj. 51-71.

ANTHOINE (Georges), Ing. Hydrogr., Ch., S. H. M., 1b (1a, 5).

ARLÉRY (Raymond), Ing. Ch. de la Météo., Secr. de la Sect. de Météo. du Com. nat., 2 aven. Rapp, Paris (7°), 3 (7), Sol. 40-70.

AUBERT (Jean), Insp. Gén. P. et Ch., Prof. Ec. Nat. des P. et Ch., 8, rue La Boétie, Paris (8°), 7, Anj. 28-10.

AUBERT DE LA RÜE (Edgar), Ing. Géol., 18, rue Ribéra, Paris (16°), 6, Jas. 49-76.

AUBRAT (Jean), 19, rue Gambetta, Montreuil-sous-Bois (Seine), 2.

AUGER (Pierre), Prof. à la Sorbonne et Dir. du Serv. aéron. et de phys. cosmique du C. N. R. S., 12, rue Emile Faguet, Paris (14°), 4.

AYNARD (Claude), Comp. française des Pétroles, 19 aven. de Messine, Paris (8°), 2.

BACHET (Noël), Ing. Ch. P. et Ch., Ministère des Travaux Publics, des Transports et du Tourisme, 244, boulev. St-Germain, Paris (7°), 7, Lit. 46-40.

BAILLAUD (René), Dir. Honor. Obs. Besançon, 22, rue des Fontenottes, Besançon (Doubs), 1b (1a, 2).

BANAL (Michel), Dir. adj. des Etudes et recherches E. d. F., 6 Quai Watier, Chatou (Seine-et-Oise), 5. 966. 35. 20.

BARANOV (Wladimir), Ing. à la C. G. G., Vice-Présid. Sect. Gravim. du Com. nat., 110, aven. Verdier, Montrouge (Seine), 1b (4), Alé. 37-74.

BARBÉ (Georges), Ing. Gén. Météo., 1 Quai Branly, Paris (7°), 3, Sol. 40-70.

BARBIER (Daniel), Astr. tit. Obs. de Paris, Inst. d'Astrophysique, Vice-Présid. Sect. Géom. et aéron. du Com. nat., 98bis, boulev. Arago, Paris (14°), 4, Dan. 99-25.

BARRILLON (Emile), Membre Acad. Sci., Ing. Gén. des Constructions navales, 29, aven. Félix-Faure, Paris (15°), 5 (1a), Lec. 67-77.

BATTEUX (Henri), Ing. Ch. Géogr., retr., Chantemerle, Route de Grasse, Le Rouret (Alpes-Maritimes), 1a.

BAUDRIMONT (Henri), Ing. Géogr., I. G. N., 2 aven. Pasteur à St-Mandé (Seine), 1b (1a).

BAUER (Albert), Prof. Ec. Nat. Ing. de Strasbourg, 46, rue Geiler, Strasbourg (Bas-Rhin), 7, Strasbourg 37-27-00.

BAUSSART (Maurice), Ing. Géogr., en disponibilité, I. G. N., 1a. (7).

BAZERQUE (Jean), 19, rue Corbon, Paris (15°), 2 (1a, 1b, 4).

BEAU (Christian), Insp. Gén. P. et Ch., 31, aven. de Louvois, Chaville (Seine-et-Oise), 7. Car. 31-04.

BEAUFILS (M[lle] Yvonne), I.P.G. Paris, 109, boulev. Carnot, Le Vésinet (Seine-et-Oise), 2.

BENOÎT (René), Institut des Hautes Etudes, Labo. de Phys., 8, rue de Rome, Tunis (Tunisie), 2.

BERNARD (Pierre), Doct. ès Sci., Maît. rech. au C. N. R. S., I. P. G., Paris, 2 (3, 4, 5).

BERNARD (René), Prof. Fac. des Sci., 18, quai Claude-Bernard, Lyon (Rhône), 4.

BERRIT (Georges), Maît. rech., Océan. Phys. O.R.S.T.O.M., 24, rue Bayard, Paris (8°), 5.

BERTHOIS (Léopold), Doct. ès Sci., Maît. Conf. à l'Ec. Nat. d'agriculture de Rennes 30, Quai St-Cast, Rennes (Ille-et-Vilaine), 7 (5), Rennes 40-82-40.

BESAIRIE (Henri), Membre correspondant Acad. Sci., Direct. du Serv. Géol. de Madagascar, Tananarive (Madagascar), 6.

BESSEMOULIN (Jean), Insp. Gén. de la Météo., 2, aven. Rapp, Paris (7°), 3, Sol. 40-70.

BLACHÈRE (Gérard), Dir. du Centre scientifique et technique du Bâtiment, 4, aven. du Recteur Poincaré, Paris (16°), 2.

BLAMONT (Jacques, Emile), Agrégé de Phys., Doct. ès Sci., Prof. Fac. des Sci. de Paris, Serv. d'aéron. du C. N. R. S., Obs. de Meudon (Seine-et-Oise), 4, Obs. 42-49.

BLONDEL (Fernand), Ing. Ch. Min., Dir. du Bureau d'études géol. et minières, 18, rue Léonard de Vinci, Paris (16°), 6, Klé. 22-00.

BLOT (Claude), Institut français d'Océanie, Nouméa (Nouvelle-Calédonie), 2, (6).

BLUM (Pierre Antoine), Aide Phys., Obs. géoph., Chambon-la-Forêt (Loiret), 1b, (4).

BOIS (Charles), Doct. ès Sci., 1bis, aven. de Montespan, Paris (16°), 3 (2).

BOLLO (Robert), Ing. géophys., B. R. G. M., 1b. (2).

BONIFACJ (Georges), Ing. Ch. Géogr., Secr. Sect. Triang. du Com. nat., I.G.N., 136bis rue de Grenelle, Paris (7°), 1a.

BORDET (Pierre), Prof. à l'Inst. Catholique, Secr. Sect. Volcan. du Com. nat., 21, rue d'Assas, Paris (6°), 6, Bab. 54-86.

BOST (René), Chef des Missions scientifiques, Terres australes et antarctiques françaises, 27, rue Oudinot, Paris (7°), 2 (3).

BOURCART (Jacques), Membre Acad. Sci., Prof. de Géol. dynamique à la Fac. des Sci. de l'Univ. de Paris, 1, rue Victor-Cousin, Paris (5°), 5 (6), Odé. 24-13.

BOURGOIN (Jean), Ing. hydrog. S. H. M., 5.

BOURRIER (Jean), Ing. Ch. du Génie rural, Centre Recherches et d'Exp. du Génie rural, Parc de Tourvoie, Antony (Seine), 7, Ber. 07-94.

BOUT (Pierre), Att. de rech. au C.N.R.S., Villa Mondom, Le Puy-en-Velay (Haute-Loire), 6.

BRICARD (Jean), Maît. conf., Fac. des Sci., Inst. Optique, 3, boulev. Pasteur, Paris (15°), 3 (4).

BRUNEL (André), Ing. Hydrogr. Gén., Présid. Sect. Triang. du Com. nat., Maît. conf. Ec. Polytechnique, S. H. M., 1a (1b, 5).

BRUZON (Etienne), Insp. Gén. de la Météo. nat., Retr., 1, rue Emile Duclaux, Paris (15°), 3 (4, 5, 6, 7).

BUREAU (Robert), Présid. hon. de la Sect. de Géom. et Aéron. du Com. nat., 24, aven. Duquesne, Paris (7°), 4 (3), Suf. 68-27.

BURGAUD (R. P. Maurice), s.j., Obs. astr. de Madagascar, Tananarive (Madagascar), 4.

CAGNIARD (Louis), Prof. à la Fac. des Sci., I. P. G., Présid. Sect. Géom. et Aéron. du Com. nat., Paris, 4 (1b, 2, 3).

CAHIERRE (Loïc), Insp. Gén. Géogr., I. G. N., 48bis, rue d'Auteuil, Paris (16°), 1a (1b, 5), Jas. 79-21.

CALVET (Emile), Insp. Gén. des Eaux et du Génie rural, 11, rue de la Pleau, Toulouse (Haute-Garonne), 7 (3).

CAMICHEL (Charles), Membre Acad. Sci., Dir. hon. de l'Inst. électrotechnique de l'Univ. de Toulouse, 4, boulev. Riquet, Toulouse (Haute-Garonne), 7.

CARBENAY (Fernand), Ing. Ch. au Labo. nat. de Radio-électricité, 196, rue de Paris, Bagneux (Seine), 4 (3), Alé. 31-17.

CASTANY (Gilbert), Doct. ès Sci., Ing. Géol. en Chef B. R. G. M., 74, rue de la Fédération, Paris (15°), 7, Suf. 94-00.

CATTALA (R. P. Louis), s.j., Grand Séminaire, Ambatoroka-Tananarive (Madagascar), 1b.

CHALONGE (Daniel), Astr. titulaire de l'Obs. de Paris, Inst. d'Astrophysique, 98bis, boulev. Arago, Paris (14°), 3, Dan. 99-25.

CHAPOUTHIER (Paul), Insp. Gén. à l'E. d. F., 20, rue Hamelin, Paris (16°), 2, (7).

CHÂTEL (Guy), Ing. Hydrog. Ch., S. H. M., 5.

CIZANCOURT (Henri de), 701 Hill Crest Avenue, Calgary (Alberta) Canada, 1b.

CLOS-ARCEDUC (Albert), Ing. Ch. Géogr., I. G. N., 2, aven. Pasteur à St-Mandé (Seine). 1a.

COCHIN (Jean), Cap. Vais., Retr., 12, rue Oudinot, Paris (7°), 5.

COMMIOT (Jean), Ing. Géo., I. G. N., 2, aven. Pasteur à St-Mandé (Seine), 1a.

CORON (Mlle Suzanne), Doct. ès Sci., Secr. Sect. Gravim. du Com. nat., 5, square de l'Alliance, Massy (Seine-et-Oise), 1b, Odéon 77-46.

COULOMB (Jean), Membre Acad. Sci. Dir. Gén. du C. N. R. S., Prof. Fac. des Sci., Vice-Présid. du Com. nat., 13, quai Anatole-France, Paris (7°), 4 (1a, 1b, 2, 3, 6), Inv. 45-95.

COUSTEAU (Jacques-Yves), Dir. du Musée océanographique de Monaco, Monaco (Principauté), 5 (ès qualités).

COUTAGNE (Aimé), Membre corresp. Acad. Sci., Ing. conseil, 3, aven. Georges-Clémenceau, Saint-Genis-Laval (Rhône), 7 (3).

COVILLAULT (Pierre), Ing. hydrog. en Ch., S. H. M., 1a.

CRENN (Mlle Yvonne), Dir. de rech., O. R. S. T. O. M., Serv. de Géophysique, 24, rue Bayard, Paris (8°), et Centre géophysique de M'Bour (Sénégal), 1b (2).

CRUSET (Jean), Ing. Ch. Géogr., I. G. N., 2 aven. Pasteur à St-Mandé (Seine), 1b (1a).

CUNIN (Jean), Dir. de la C. G. G., 1b.

DADY (Guy), Ing. de la Météo. (E. E. R. M.), 2, rue du Colonel Marchand à Chaville (Seine-et-Oise), 3.

DAMIANI (Léon), Ing. Hydrogr. Gén., 2° Sect., Dir. du Bureau hydrographique international, quai des Etats-Unis, Monaco (Principauté), 5 (1a).

DANEL (Pierre), Dir. du Labo. dauphinois d'hydraul., aven. de Beauvert, Grenoble (Isère), 5.

DANIEL (Roger), Ing Ch. Géogr., I. G. N., 2, aven. Pasteur à St-Mandé (Seine), 1a.

DANJON (André), Membre Acad. Sci. et du Bur. des Long., Dir. Obs. de Paris, Prof. Fac. des Sci., 61, aven. de l'Observatoire, Paris (14°), 1b (1a, 3).

DAUVILLIER (Alexandre), Membre Corresp. Acad. Sci., Prof. au Collège de France, 11, Place Marcelin Berthelot, Paris (5°), Obs. du Pic du Midi, Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 4.

DAVID (Charles), Dir. Gén. du Génie rural et de l'Hydraul. agricole, Ministère de l'Agriculture, 78, rue de Varenne, Paris (7°), 7, Inv. 50-20.

DEBRACH (Jean), Chef du Service de Phys. du Globe et de Météo. du Maroc, 2, rue de Foucauld, Casablanca (Maroc), 2.

DECAE (André), Ing. Ch. Géogr., I. G. N., I. C. S. U., Palais Noordeinde The Hague (Pays-Bas), 1a.

DECAUX (Bernard), Ing. Ch. des Télécommunications, Prof. à l'Ec. nat. des Sci. géographiques, Labo. de Radio-électricité, 196, rue de Paris, Bagneux (Seine), 1b (1a), Alé. 31-17.

DECK (Michel), Ing. Géogr. I. G. N., 2, aven. Pasteur à St-Mandé (Seine), 1a.

DELHAYE (Jean), Doct. ès Sci., Dir. de l'Obs. de Besançon (Doubs), 2.

DELHOMME (François), Ing. Ch. Géogr., Direction des Industries mécaniques et électriques, 23, aven. Franklin-Roosevelt, Paris (8°), 1b (1a).

DELOBEAU (Francis), Ch. de la Sect. scientifique au Service de prévision ionosphérique militaire, 30, rue J. B.-Potin, Issy-les-Moulineaux (Seine), 3 (4).

DENISSE (Jean-François), Astr., Obs. Astrophysique de Meudon, Meudon (Seine-et-Oise), 4.

DESCOSSY (Germain), Ing. Ch. Géographe, retraité, 25, rue George Sand, Paris XVI°.

DESSENS (Henri), Dir. Obs. du Puy de Dôme, 12, aven. des Landais, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme), 3, (2, 4).

DOLLÉ (Léon), Prof. hon. à la Fac. des Sci., 52, rue Faidherbe, La Madeleine-les-Lille (Nord), 7.

DONNER (Maier), Ing. à la C. G. G., 2.

DUBERTRET (Louis), Ing. civ. Min, 10, rue Ernest-Renan, Sèvres (Seine-et-Oise), 6, (7).

DUBIEF (Jean), Phys. adj., Inst. de Météo. et de Phys. du Globe, Univ. d'Alger, Alger (Algérie), 4 (3).

DUBOUL-RAZAVET (Mme Christiane), Doct. ès Sci., Maît. Conf. Institut Hautes études de Tunis, Labo. de Géologie, 8, rue de Rome, Tunis (Tunisie).

DUCHER (Guy), Ing. Géogr., I. G. N., 2, aven. Pasteur à St-Mandé (Seine), 1b.

DUCLAUX (Mme Françoise), Doct. ès Sci., 26, rue Bezout, Paris (14°).

DUFAY (Jean), Dir. Obs. de Lyon et de l'Obs. de Haute-Provence, Saint-Genis-Laval (Rhône), 4.

DUFAY (Maurice), Fac. des Sci., Inst. Phys., 18, rue Claude-Bernard, Lyon (Rhône).

DUFOUR (Henri-Marcel), Ing. Géogr., I. G. N., 2, aven. Pasteur à St-Mandé (Seine), 1a.

DUHAMEL (Michel), Ing. Ch. Géogr., I. G. N., 2, aven. Pasteur à St-Mandé (Seine), 1a.

DUPOUY (Georges), Ing. Ch. P. et Ch., I. P. G. Paris, 4 (2, 7).

DUPUY (Michel), Ing. Géogr., 104, rue d'Assas, Paris (6°), 1a.

DYÈVRE (Henri), Ing. Hydrogr. Gén., 2° Sect., 10, aven. de Camoëns, Paris (16°), 5 (1a).

ÉBLÉ (Louis), Phys. adj. hon., 32, rue St-Placide, Paris (6°), 4 (1b, 2).

EYRIÈS (Marc), Ing. Hydrogr. Principal, Secr. Gén. Adj. de l'Association internationale d'Océan. Phys., S. H. M., 5 (2).

FACY (Léopold), Ing. Ch. de la Météo. Nat., 1, quai Branly, Paris (7°), 3 (2), Sol. 40-70.

FAGE (Louis), Membre Acad. Sci., Prof. hon. au Muséum d'Histoire naturelle et à l'Inst. Océanographique, 17, rue Pierre-Nicole, Paris (5°), 5, Odé. 16-07.

FAVRE (Bernard), Chef du Département de Géoph., Inst. français du Pétrole, 4, Place Bir-Hakeim, Rueil-Malmaison (Seine-et-Oise), 1b, Mal. 21-12.

FAYET (Gaston), Membre Acad. Sci. et du Bur. des Long., Dir. de l'Obs. Bischoffsheim du Mont-Gros, à Nice, 3, Villa Hallé, 36, rue Hallé, Paris (14°), 1b (1a).

FOURNIER (Frédéric), Dir. du Bureau interafricain des Sols, 57, rue Cuvier, Paris (5°), 7, Por. 36-25.

FRIEDEL (Edmond), Ing. Gén. Min., Dir. Ec. Nat. Supérieure Min., 60, boulev. St-Michel, Paris (6°), 1b (2), Dan. 63-60.

FROLOW (Vladimir), Ing. Doct., 63, rue Claude-Bernard, Paris (5°), 3, Gob. 36-27.

FURNESTIN (Jean), Dir. Inst. scientifique et technique des Pêches maritimes, 59, aven. Raymond-Poincaré, Paris (16°), 5, Klé. 77-32.

GAIN (Louis), Doct. ès Sci., Dir. hon. de l'Office Nat. Météorologique, Retr., Domaine de Foulonval, Dreux (Eure-et-Loir), 3 (5).

GALLAVARDIN (Jean), Col. Ch. du Bur. scientifique de l'Armée de l'Air, 26, boulev. Victor, Paris (XV°), 3.

GARRIGUE (Hubert), Phys. adj. à l'Obs. du Puy de Dôme, par Orcines, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme), 4.

GENESLAY (Raymond), Ing., C. G. G., 50, rue Fabert, Paris (VII°), 2.

GENTY (Robert), Col. retr., Comité de recherches spatiales, 78, rue de Lille, Paris (7°),4 (1a, 2, 3).

GEORGE (Victor), Ing. Hydrogr. Principal, S. H. M., 1a.

GERLIER (Pierre), Dir. Gén. adj. du Labo. central d'Hydraul. de France, 10, rue Eugène Renault, Maisons-Alfort (Seine), 7 (5), Ent. 30-59.

GESLIN (Henri), Dir. de la Station centrale de Bioclimatologie, Centre nat. de Rech. agronomiques, route de St-Cyr, Versailles (Seine-et-Oise), Vice-Présid. Sect. Météo. du Com. nat., 3 (7), Ver. 75-22.

GESLIN (Marcel), Maît. rech. au C.N.R.S., 55, rue Claude-Bernard, Paris (5°), Por. 62-02, 7.

GÈZE (Bernard), Prof. de Géol., Inst. Nat. Agronomique, 16, rue Claude-Bernard, Paris (5°), Présid. Sect. Volcan. du Com. nat., 6 (7, 2), Por. 39-79.

GIBAULT (Gaston), à Sandillon (Loiret), 4.

GILBERT (Jacques), Ing. Ch. Météo., 1, quai Branly, Paris (7°), 3.

GIRAUD (Paul), Dir. à la C. G. G., 96, aven. Verdier à Montrouge (Seine), Alé. 37-74, 1b.

GLANGEAUD (Louis), Prof. à la Fac. Sci., Labo. de Géogr. Phys., Fac. des Sci., 1, rue Victor-Cousin, Paris (5°), 6 (1b, 2, 5, 7), Odé. 24-13.

GODARD (Marcellin), Dir. de la Station de Bioclimatologie agricole, Domaine de Bel-Air, Chemin de la Pailhade, Montpellier (Hérault), 3.

GODARD (Louis), Doct. ès Sci., 32, rue de la Procession, Paris (15°), 4 (3).

GODFROY (René), Vice-Amiral, 2° Sect. Le Maquis, Valescure, Saint-Raphaël (Var), 5.

GOGUEL (Jean), Ing. Gén. Min., Dir. Serv. Carte géol. France, Présid. Sect. Gravim. du Com. nat., 100, rue du Bac, Paris (7°), 1b (2, 4, 6), Lit. 76-13.

GOSSELIN (Marcel), Ing. Gén. P. et Ch., Min. des Trav. publics, Transports, Tourisme, 155, rue de la Croix Nivert, Paris (15°), Vau. 34-20, Vice-Prés. Sect. Hydro. Sci. du Comité nat. *f*.

GOUDEY (Raoul), 14, Grande-rue, Besançon (Doubs), 1b.

GOUGENHEIM (André), Ing. Hydrogr. Gén., Dir. du S. H. M., Membre du Bur. des Long., Secr. Gén. et Vice-Présid. Sect. Océan. phys. Com. nat., Examinateur à l'Ec. Polytechnique, 5 (1a, 1b, 4).

GRANDJEAN (M[lle] Alice), Inst. de Météo. et de Phys. du Globe, Univ., Alger-B.P. 1296, Alger (Algérie), 2.

GRAU (Gérard), Institut français du pétrole, 115, boulev. Bessières, Paris (17°), 2.

GRAVELLE (Michel), Assistant de minéralogie à la Fac. des Sci. de Besançon, Besançon (Doubs), 6.

GRENET (Gaston), Phys. tit. I. P. G. Paris, Vice-Présid. Sect. Séism. Com. nat., 2 (3, 4, 6).

GRIDEL (Henri), E. d. F. Chef du Serv. des Labo. et essais hydrauliques, 6, quai Watier, Chatou (Seine-et-Oise), Prof. Ecole Centrale des Arts et Manuf., 7 (5), 966-35-20.

GRINDA (L.J.H.), Cap. Frégate Rés., Musée Océanogr. de Monaco, Monaco (Principauté), 2.

GRISOLLET (Henri), Ing. Ch. de la Météo., Chef du Serv. d'études et de statistiques climatiques de la Météo. Nat., 26, boulev. Jourdan, Paris (14°), 3.

GRIVET (Pierre), Prof. à la Fac. des Sci. de Paris, 16, rue Dulac, Paris (15°), 4.

GROUSSON (Roger), Ing. Hydrogr. Ch., S. H. M., 1a (5).

GUÉRIN (J. Maurice H.), Gén., Présid. du Com. d'Action scientifique de Défense Nat., 8, boulev. des Invalides, Paris (7°), 2 (3, 4), Inv. 66-70.

GUILCHER (André), Prof. à la Sorbonne, Institut de Géographie, 191, rue St-Jacques, Paris (5°), 5, Dan. 79-36.

GUILLAUD (Charles), Dir. du Labo. de Magnétisme appliqué, C. N. R. S., Bellevue (Seine-et-Oise), 4, Obs. 07-50.

HALLAIRE (Marc), Ing. Doct. Dir. rech. Station centrale de Bioclimatologie, route de St-Cyr, Versailles (Seine-et-Oise), 7 (3), 950-75-22.

HÉE (Mme Arlette), aven. Foch à Vimoutiers (Orne), 2 (4).

HÉNIN (Stéphane), Dir. du Labo. des Sols, Prof. Inst. Nat. Agronomique, 16, rue Claude-Bernard, Paris (5°), Por. 39-79, 7.

HERMAN (Louis), Labo. de Rech. phys., 1, rue Victor-Cousin, Paris (5°), 4.

HOLTZSCHERER (Jean-Jacques), Ing. Géophys., Département Exploration, Esso-Standard, 210, cours Victor-Hugo, Bègles (Gironde), 2.

HURAULT (Louis), Insp. Gén. Géogr., Retr., 7, rue Eugène-Loeuil, Vincennes (Seine), 1a (1b).

IVANOFF (Alexandre), Sous-Dir. du Labo. de Phys. du Muséum, Prof. à l'Ec. de Phys. et Chimie, 57, rue Cuvier, Paris (5°), 5, Gob. 43-30.

JACQUET (Joseph), Ing. Serv. des études et rech. de l'E. d. F., 6, quai Watier à St-Cloud (Seine-et-Oise), 966-35-20, 7.

JACQUINET (Pierre), Insp. Gén. Géogr. Retr., 65, boulev. Garibaldi, Paris (15°), 1a (1b, 4).

JANICOT (Roger), Insp. Gén. Géogr., I. G. N., 136bis, rue de Grenelle, Paris (7°), 1a.

JÉRÉMINE (Mme Elisabeth), Doct. ès Sci., Maît. rech. au C. N. R. S., 15, rue Daubenton, Paris (5°), 6.

JOBERT (Georges), Phys. Adj. à l'I. P. G., Paris, 1b, (2).

JOBERT (Mme Nelly), I. P. G., Paris, 2.

JOLIVET (Jean), Doct. ès Sci., I. P. G. Paris, 6.

JULIEN (André), Insp. Gén. Adj. des P. T., Dir. du Serv. des câbles sous-marins, 20, rue Las Cases, Paris (7°), 5 (ès qualités).

JUNG (Jean), Prof. à la Fac. des Sci., 1, rue Victor-Cousin, Paris (5°), 6 (1b), Odé. 86-48.

KASTLER (Alfred) Prof. à la Fac. des Sci., Labo. de Phys. de l'Ec. Normale Supérieure, 24, rue Lhomond, Paris (5°), 4, Por. 42-00.

KOCH (Pierre), Insp. Gén. des P. et Ch., Dir. technique des Eaux et de l'assainissement de la Ville de Paris, 9, rue Schoelcher, Paris (14°), Gob. 70-00, 7.

KUNETZ (Gésa), Ing. à la C. G. G., 50, rue Fabert, Paris (7°), 4.

LABROUSTE (Mme Yvonne), Doct. ès Sci., Phys. à l'I. P. G. Paris, 26, rue Censier, Paris (5°), 2 (3, 4, 6), Gob. 11-44.

LACLAVÈRE (Georges), Insp. Gén. Géogr., Secr. Gén. de l'U. G. G. I., Trésorier du Com. nat., 53, aven. de Breteuil, Paris (7°), 1a (1b, 5), Inv. 03-27.

LACOMBE (Henri), Ing. Hydrogr. Ch. H.C., Secr. Sect. Océan. Phys. du Com. nat., Prof. au Muséum d'Histoire Naturelle, 57, rue Cuvier, Paris (5°), 5 (1a, 3), Por. 85-44.

LAFFARGUE (Camille), Maît. conf., Fac. des Sci., de Bordeaux, Bordeaux (Gironde), 3 (4).

LAFFINEUR (Marius), Ing. Inst. d'Astrophysique, 21, boulev. Brune, Paris (14°), 4, Vau. 44-83.

LAGRULA (Jean), Dir. Inst. Météo. Phys. Globe, Algérie, B.P. 1296, Alger, R.P.

LAQUEUILLE (Adrien), Ing. Ch. Géogr., Chef des Services topographiques du Ministère de la Reconstruction et du Logement, 2, rue Goethe, Paris (16°), 1a.

LAURENT (Jean), Doct. ès Sci., Dir. Gén. du Labo. central d'Hydraul. de France, 10, rue Eugène-Renault, Maisons-Alfort (Seine), Ent. 28-50, 7 (5).

LEBEAU (André), I.P.G. Paris, Sec. Sect. Géom. et Aéron. du Com. nat., 4.

LEBORGNE (Eugène), Phys. Adj. à l'I.P.G. Paris, 4.

LECOLAZET (Robert), Prof. à la Fac. des Sci., I.P.G. Strasbourg, 4 (3, 1b).

Le FLOCH (Jean), Charg. rech., Centre de rech. et d'études océanographiques, 1, quai Branly, Paris (7°), 5, Sol. 40-70.

Le FUR (Alain), Ing. Hydrog. Ch., S.H.M., 5. (1a).

Le GRAND (Yves), Prof. au Muséum d'Histoire Naturelle et à l'Inst. Océanographique, Examinateur à l'Ec. Polytechnique, 57, rue Cuvier, Paris (5°), 5, Gob. 43-30.

LEJEUNE (Jean), Ing. en Ch. Géo. I.G.N., 2, Aven. Pasteur à St-Mandé (Seine), 1a.

LELUBRE (Maurice), Maît. conf., Labo. de Géol., Fac. des Sci., Toulouse (Haute-Garonne),6.

LENOBLE (Mlle Jacqueline), Charg. rech., Labo. de Phys. appliquée du Muséum Nat. d'Histoire Naturelle, 57, rue Cuvier, Paris (5°), 3 (5), Gob. 43-30.

LEPAPE (Adolphe), Prof., 52, rue de Bourgogne, Paris (7°), Inv. 41-07, 7.

LÉPÉCHINSKY (Dimitri), Ing. au Bureau ionosphérique français, 196, rue de Paris, Bagneux (Seine), 4, Alé. 31-17.

Le STRAT (André), Chef du Serv. de Contrôle des eaux de la Ville de Paris, 26, boulev. Jourdan, Paris (14°), Por. 26-80, 7.

LEVALLOIS (Jean), Ing. Ch. Géogr., Secrét. Général de l'Ass. Inter. de Géodésie, Vice-Présid. Sect. Triang. du Com. nat., I.G.N., 2, Aven. Pasteur à St-Mandé (Seine), 1a, (1b).

LHERMITTE (Roger), Charg. rech. à l'Etablissement d'études et rech. météo., 1, quai Branly, Paris (7°), 3, Inv. 89-35.

LLIBOUTRY (Louis), Prof. Fac. des Sci., Université de Grenoble, Institut Fourrier, Place du Doyen Gosse, Grenoble (Isère), Grenoble 44-61-29, 7.

LORIUS (Claude), Membre du C.N.F.R.A., Labo. de Géol. du Collège de France, 11,Place Marcelin Berthelot, Paris (5°), Odé. 81-60, 7.

LUGIEZ (Fernand), Chef de la Div. tech. générale, Serv. Production Hydraulique de l'E.D.F., 37, rue Diderot, Grenoble (Isère), Grenoble 44-58-00, 7 (3).

LUTAUD (Louis), Prof. à la Fac. des Sci., Labo. Géogr. phys., 1, rue Victor-Cousin, Paris (5°), 6, Odé. 24-13.

MAILLARD-SALIN (Georges), Insp. Gén. Géogr., Dir. de l'Ec. Nat. des Sci Géographiques, I. G. N., 2, aven. Pasteur à St-Mandé (Seine), 1a (5).

MANNEVY (Pierre), Ing. Hydrog. en Chef S. H. M., 1a (5).

MARTIN (Jean), 3, rue Jules-Lemaître, Paris (12°), 1b (2, 5), Dor. 64-43.

MAURAIN (Charles), Membre Acad. Sci. et du Bur. des Long., Prés. hon. du Com. nat., Doyen hon. de la Fac. des Sci. et Dir. hon. de l'I. P. G. Paris, 79, rue du Faub. St-Jacques, Paris (14°), 4 (1a, 1b, 2, 3), Por. 04-70.

MAYAUD (Pierre-Noël), R.P., Doct. ès Sci., Maison La Colombière à Paray-le-Monial (Saône-et-Loire), 4.

MAYET (François), Ing. Ch. Géogr., I. G. N., 136bis rue de Grenelle, Paris (7°), 1a.

MÉDINGER (Georges), Chef de la Sect. Hydrol. et de l'Equipement rural, à la Délégation générale, Birmandreis «Clairbois», Banlieue d'Alger, 7.

MÉNACHÉ (Maurice), Charg. rech., O. R. S. T. O. M., 20, rue Monsieur, Paris (7°), 5, Suf. 46-71.

MERMIN (Marcel), Ing. topographe, E. D. F., Serv. topographique, 41, rue de la République, Albertville (Savoie), Tél. 591, 1a.

METZGER (Joseph), Centre géophysique de M' Bour, République du Sénégal, 2.

MICHE (Robert), Doct. ès Sci., Dir. technique des Entreprises de grands travaux hydraul., 29, rue de Miromesnil, Paris (8°), 5, Anj. 09-30.

MICHEL (Robert), Doct. ès Sci., Prof., Univ. de Grenoble, Labo. de Géol. et de Minéralogie, Place Notre-Dame, Grenoble (Isère), 6 (7).

MIGAUX (Léon), Président Dir. Gén. de la C. G. G., Président Sect. Séism. Com. nat., 2 (1b, 4).

MILLECAMPS (Roland), Attaché de rech. au C.N.R.S., Lab. de Géol. du Collège de France, Place Marcelin-Berthelot, Paris (5°), Odé. 81-60, 7.

MUNCK (Fernand), Ing. Géoph., B. R. G. M., 1b.

NAUDY (Henri), Ing. à la C. G. G., 96, aven. Verdier à Montrouge (Seine), 1b.

NÉEL (Louis), Membre Acad. Sci., Prof. à la Fac. des Sci. de Grenoble, Institut Fourier, Place du Doyen Gosse, Grenoble (Isère), 4.

NEUMANN (Robert), Ingénieur C. G. G., 96, aven. Verdier, Montrouge (Seine), 1b, Alé. 37-74.

NEVIÈRE (Jean), Col., retr., E.D.F., 3, rue de Messine, Paris (8°), 1a, Car. 76-20.

NOBLANC (Oswald), Dir. de l'Obs. magnétique du Petit-Port, Nantes (Loire-Atlantique), 4.

NOETZLIN (Jacques), Inst. de Phys. de l'Université de Genève, 44, route de Vandoeuvres-Cologny, Genève (Suisse), 6.

ORCEL (Jean), Prof. de Minéralogie au Muséum, 61, rue de Buffon, Paris (5°), Vice-Prés. Sect. Volcan. Com. nat., 6, Gob. 36-27.

PALOQUE (Ernest), Dir. de l'Obs., Toulouse (Haute-Garonne), 1b (ès qualités).

PARDÉ (Maurice), Prof. à l'Ec. des Ing. hydrauliciens et à l'Inst. de géographie alpine, chaire de Potamologie, 2, rue Très-Cloîtres, Grenoble (Isère), Grenoble 44-18-05, 7.

PASTEUR (Edmond), Médecin Gén., Cad. Rés., 22, rue Ballu, Paris (9e), Tri. 73-87, 7.

PÉGUY (Charles), Directeur du Labo. de Climatologie à la Fac. des Lettres de l'Univ. de Rennes, Place Hoche, Rennes (Ille-et-Vilaine), Rennes 40-38-93, 7 (3).

PELUCHON (Georges), Ing. Hydrog. Principal, S. H. M., 5.

PÉRÈS (Jean-Marie), Prof. à la Fac. des Sci. de Marseille, Station marine d'Endoume, rue Batterie des Lions, Marseille (Bouches-du-Rhône), 5, Dr. 50-51.

PERLAT (André), Insp. Général de la Météo., 1, quai Branly, Paris (7°), 3, Inv. 89-35.

PETERSCHMITT (Elie), Chef de Travaux à la Fac. des Sci., 38, boulev. d'Anvers, Strasbourg (Bas-Rhin), 2.

PETIT (Robert), Ing. Géogr., en dispon., 11, rue Brière de Boismont, St-Mandé (Seine), 1b (1a).

PIOGER (Raoul), Ing. Ch. du Génie rural et de l'Hydraul. agricole, 10, rue Henri-Duchêne, Paris (15°), 7.

PLASSARD (R.P.), s.j., Dir. de l'Obs. de Ksara, par Zahlé (République libanaise), 3 (2) (ès qualités).

PLUVINAGE (Philippe), Prof. à la Fac. des Sci., 14, rue Louis-Apfell, Strasbourg (Bas-Rhin), 4 (2).

POISSON (R.P. Charles), s.j., Membre corresp. Acad. Sci., Dir. de l'Obs., Tananarive (Madagascar), 2 (3, 4).

POIVILLIERS (Georges), Membre Acad. Sci., Dir. de l'Ec. Centrale des Arts et Manufactures, Prof. au Conservatoire Nat. des Arts et Métiers, 11, boul. Levallois, Neuilly-sur-Seine (Seine), 1a, Mai. 46-86.

PONCET (Irénée), Col. de réserve, Géovreisset par Oyonnax (Ain).

PÔNE (Robert), Ing. Ch. de la Météo., 2, aven. Rapp, Paris (7°), 3, Sol. 40-70.

QUEILLE (Mme Colette), Attachée de rech. au C.N.R.S., Labo. de Géoph. appliquée, 191 rue St-Jacques, Paris (5°), 1b.

QUENEY (Paul), Prof. à la Fac. des Sci., 1, rue Monticelli, Paris (14°), 3, Por. 92-91.

RAINOIRD (Jean), Ing. Ch. Géogr., I.G.N., 136bis, rue de Grenelle, Paris (7°), 1a.

REIGNIER (François), Ing. Ch. Géogr. retr., 22, rue Léonie Rouzade, Meudon (Seine-et-Oise), 1a (1b, 4).

RÉMÉNIÉRAS (Gaston), Prof. à l'Ecole du Génie rural, Chef du Service des études hydraul., E.D.F., 6, quai Watier à Chatou (Seine-et-Oise), 966-35-20, 7.

RÉMY (Marcel), Labo. de Géologie, Université de Montpellier (Hérault) 6.

REYT (Albert), Ing. Ch. Géogr., I.G.N., 2, aven. Pasteur, St-Mandé (Seine), 1a.

RICHARD (Henri), Ing. à la C.G.G., 2.

RIVALS (Pierre), Maît. conf. à la Fac. des Sci., 4, rue Merlane, Toulouse (Haute-Garonne), 6.

RIVAULT (René), Prof. à la Fac. des Sci., La Plaine, Poitiers (Vienne), 4.

RIVIÈRE (André), Prof. à la Fac. des Sci. de Paris, Labo. de Sédimentologie du S.P.C.N., Orsay (Seine-et-Oise), 5.

ROBLEY (Robert), Doct. ès Sci., Phys. adj. à l'Obs. du Pic du Midi, Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées) et 3, rue Genty-Magre, Toulouse (Haute-Garonne), 4.

ROCARD (Yves), Prof. à la Fac. des Sci., Labo. de Phys. de l'Ec. Normale Supérieure, 24, rue Lhomond, Paris (5°), 4, Odé. 06-45.

ROCHE (Alexandre), Maît. conf., I.P.G. Strasbourg, 6 (2, 4).

RODIER (Jean), E.D.F., Inspection générale Union française, Chef de la Division hydrologie, 1 rue Léon-Cladel, Paris (2°), Cen. 54-80, 7.

ROMANOVSKY (Vsevolod), Ing. Doct., Dir. Centre de rech. et d'études océanographiques, 1, quai Branly, Paris (7°), 5 (7), Sol. 40-70.

ROMER (André), Insp. Gén. de la Météo., Dir. du Serv. Météo. de la Métropole et de l'Algérie, 2, aven. Rapp, Paris (7°), 3, Sol. 40-70.

ROQUES (Maurice), Prof. Fac. des Sci., Labo. de Géol., 3, aven. Vercingétorix, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme), 6.

ROQUET (M[lle] Juliette), Charg. rech., I.P.G. Paris, 4, Odé. 77-16.

RÖSCH (Jean), Dir. de l'Obs. du Pic du Midi, Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), 2.

ROTHÉ (Jean), Dir. I.P.G. Strasbourg et Prof. à la Fac. des Sci., Secr. Sect. Séism. du Com. nat., Secr. Gén. de l'Association intern. de Séism. et Phys. de l'intérieur de la Terre, 2 (3, 4, 6).

ROTSCHI (Henri), Océanographe Phys., O.R.S.T.O.M., 20, rue Monsieur, Paris (7°), 5, Suf. 46-71.

ROUBAULT (Marcel), Dir. de l'Ec. Nat. Supérieure de Géol. et de prospection minière, 94, aven. de Strasbourg, Nancy (M.-et-Mos.), 2.

ROUCH (Jules), Membre corresp. Acad. Sci., Cap. Vais. retr., Présid. Sect. Océan. Phys. du Com. nat., 36, boulev. des Moulins, Monte-Carlo (Monaco), 5 (2, 3, 4), Tél. 042-07.

ROUGERIE (Paul), Doct. ès Sci., Aide Phys. à l'I.P.G. Paris, 4.

ROUILLON (Charles), Chef de Mission, Expéditions polaires françaises, 7, rue Alcide Delepierre à Chaville (Seine-et-Oise), 1b.

ROULLEAU (Jean), Insp. Gén. de la Météo., Dir. de l'Etablissement d'études et de rech. météorologiques, Présid. Sect. Météo. du Com. nat., 1, quai Branly, Paris (7°), 3, Inv. 89-35.

ROULLEAU (M[me] Maud), Doct. ès Sci., Charg. rech. au C.N.R.S., 7, rue de Varize, Paris (16°), 3.

ROUMÉGOUX (Louis), Ing. Hydrogr. Ch., S.H.M., 5.

ROUTHIER (Pierre), Maît. conf., Labo. de Géol. appliquée, Fac. des Sci., 191, rue St-Jacques, Paris (5°), 6, Odé. 32-72.

RUMEAU (Armand), Insp. Gén. Géogr., Directeur de l'I.G.N., 136bis, rue de Grenelle, Paris (7°), 1a.

RUSSO (Philibert), Doct., Ing. hydrogéologue, Clos de Cabaran, à Sainbel (Rhône), 7.

SAINT-GUILY (Bernard), Doct. ès Sci., Charg. rech. au C.N.R.S., Labo. d'Océan. Phys. du Muséum, 43, 45, rue Cuvier, Paris (5°), 5, Por. 85-44.

SAÏSSAC (Joseph), Etablissement d'études et recherches météo., 1, quai Branly, Paris (7°), 3.

SANDRÉA (André-Philippe), Labo. de Minéralogie du Muséum, 61, rue de Buffon, Paris (5°), 6, Gob. 36-27.

SARTON du JONCHAY (Yvan), Cap. de Frégate, retr., Champagne-au-Mont d'Or (Rhône), 3.

SAUCIER (Henri), Doct. ès Sci., Prof. Fac. des Sci. de Strasbourg, Labo. Minéralogie et Pétrographie, 1, rue Blessig, Strasbourg (Bas-Rhin), 6.

SCHLICH (Roland), I. P. G. Paris, 4.

SCHMERBER (Charles), Insp. Gén. Géogr. retr., 51, boulev. Garibaldi, Paris (15°), 1a (1b), Suf. 20-51.

SCHOELLER (Henri), Prof. de Géol. Fac. des Sci. Univ. de Bordeaux, Vice-Présid. Sect. Hydro. Sci. Com. nat., 20, Cours Pasteur, Bordeaux (Gironde), 7, Bordeaux 859-64.

SEGONS (Jean), Ing. Ch. Géogr., I. G. N., 2, aven. Pasteur, St-Mandé (Seine), 1a (1b).

SELTZER (Paul), Ing. Ch. de la Météo., 17, rue Bastide, Alger (Algérie), 3 (2).

SELZER (Edouard), Agrégé de l'Univ., Phys. Adj. I. P. G., Paris, 4.

SENTENAC (François), Insp. Gén. P. et Ch., Dir. Gén. des Serv. techniques de la Préfecture de la Seine, 15, rue Philibert Delorme, Paris (17°), 7.

SERPOLAY (Roger), Doct. ès Sci. Charg. rech. C. N. R. S. Obs. du Puy de Dôme, 3.

SERRA (Louis), Chef Division Hydrol. à la Dir. études et rech. de l'E. D. F., Secrét. Sect. Hydro. Sci. du Com. nat., 6, quai Watier à Chatou (Seine-et-Oise), 7, (3), 966-35-20.

SIMON (Abbé Paul), Charg. rech. au C.N.R.S., Obs. de Meudon, Serv. de Radio-Astronomie, Meudon (Seine-et-Oise), 4, Obs. 11-39.

SOULAGE (Guy), Doct. ès Sci., Charg. rech. au C. N. R. S., Obs. du Puy de Dôme, 12, aven. des Landais, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme), 3.

STAHL (Pierre), Expéditions polaires françaises, 47, aven. du Maréchal Fayolle, Paris (16°), et B. P. 66 à Chiraz (Iran), 1b (2).

STEINBERG (Jean, Louis), Astr. adj. à l'Obs. de Paris, Obs. de Meudon, Serv. de radio-astronomie, Meudon (Seine-et-Oise), 4, Obs. 11-39.

STEINMETZ (Léon), Stag. rech. au C. N. R. S., I. P. G., 38, boulev. d'Anvers à Strasbourg (Bas-Rhin), 1b.

STOYKO (Nicolas), Astr. titulaire à l'Obs. de Paris, 61, aven. de l'Obs., Paris (14°), 1a (1b, 2, 4).

STOYKO (Mme Anna), Collaboratrice scientifique au B. I. H., Obs. de Paris, 61, aven. de l'Obs., Paris (14°), 4.

SULZLÉE (Charles), Ing. des Eaux et Forêts, Direction Eaux et Forêts, Tamanar, par Mogador (Maroc), 7.

TANAEVSKY (Mlle Olga), Assistante Fac. des Sci. de Paris, 4, Square Albin-Cachot, Paris (13°), 3.

TARDI (Pierre), Membre Acad. Sci., Insp. Gén. Géogr., Présid. du Bureau des Longitudes et du Com. nat., Prof. à l'Ec. Polytechnique, 4, villa de Ségur, Paris (7°), 1a (1b), Suf. 26-34.

TATON (Robert), Ing. Géogr. hon., 132, boulev. du Montparnasse, Paris (14°), 1a (5).

TCHERNIA (Paul), Sous-Dir. du Labo. d'Océan. Phys. du Muséum d'Histoire Naturelle, 57, rue Cuvier, Paris (5°), 5, Por. 85-44.

TEISSIER (Pierre), Gén. 2° Sect., 41, boulev. Masséna, Paris (13°), 2.

TERMIER (Henri), Prof. de Géol. à la Fac. des Sci., 1, rue Victor-Cousin, Paris (5°), 6, Odé. 86-48.

THELLIER (Emile), Prof. à la Fac. des Sci., Dir. de l'I. P. G. Paris, Obs. Parc St-Maur, 4, aven. de Neptune, Saint-Maur-des-Fossés (Seine), 4 (6), Odé. 77-16.

THELLIER (Mme Odette), Doct. ès Sci., Chef de travaux à la Fac. des Sci. de l'Univ. de Paris, Obs. géoph. du Parc Saint-Maur, 4, aven. de Neptune, Saint-Maur-des-Fossés (Seine), 4, Gra. 01-45.

TRAIZET (Pierre), Ing. Ch. Géogr., Chef du Serv. Géogr. à Tananarive (Madagascar), 1a.

URBAIN (Pierre), Dir. des Labo. de Chimie analytique et d'Hydrologie générale à l'Inst. d'Hydrologie et de Climatologie, 1, rue Victor-Cousin, Paris (5°), Odé. 24-13, 7.

VALEMBOIS (Jean), Ing. Chef de Div., Labo. nat. d'Hydraul., Prof. à l'Ecole des Travaux publics, 6, quai Watier, Chatou (Seine-et-Oise), 7 (5), 966-35-20.

VAN de CASTEELE (Charles), Ing. en Chef Géogr., 5, aven. Constant Coquelin, Paris (7°), 1a.

VARLET (François), Inst. des pêches maritimes, boulev. des Mutilés, Casablanca (Maroc), 5.

VASSY (Etienne), Prof. Fac. des Sci., Phys. de l'Atmosphère, 1, quai Branly, Paris (7°), 3 (4), Sol. 40-70, poste 507.

VASSY (Mme Arlette), Doct. ès Sci., Maît. rech. au C. N. R. S., Phys. de l'Atmosphère, 1, quai Branly, Paris (7°), 4 (2, 3), Sol. 40-70, poste 507.

VATAN (André), Doct. ès Sci., Chef de Labo. à l'Institut français du Pétrole, place Bir-Hakeim, Rueil-Malmaison (Seine-et-Oise), 7.

VIAUT (André), Dir. du Serv. de la Météo. nat., Présid. de l'O. M. M., Vice-Présid. du Com. nat., 1, quai Branly, Paris (7°), 3, Inv. 89-35.

VIBERT (Auguste), Ing. Gén. à la Direction technique des Eaux et de l'assainissement de la Ville de Paris, Présid. de la Sect. Hydro. Sci. Com. nat., 9, rue Schoelcher, Paris (14°), 7, Gob. 70-00.

VIGNAL (Jean), Ing. Gén. Min., Dir. hon. du Serv. du Nivellement général de la France, Prof. à l'Ec. Polytechnique, 6, rue Joseph-Bara, Paris (6°), 1a (1b, 5), Dan. 44-44.

VINCENT (Pierre), Doct. ès Sci., Géologue principal, Institut de Rech. géol. et minières, B. P. R., Brazzaville (Congo), 6.

VIVIER (Paul), Conservateur des Eaux et Forêts, Dir. de la Station centrale d'Hydrobiologie appliquée, 12, aven. de Saint-Mandé, Paris (12°), Did. 97-84, 7.

VOGE (Jean), Ing. Ch. Télécom. C. N. E. T., 40, rue du Gal Leclerc, Issy-les-Moulineaux (Seine), 4.

WÉBER (Paul), Ing. Géogr., I. G. N., 2, aven. Pasteur, St-Mandé (Seine), 1a.

WEILL (Gilbert), Att. de rech. au C. N. R. S., Inst. d'Astrophysique, 98bis, boulev. Arago, Paris (14°), 4.

WENDLING (Emile), Ing. Géophys., Mines domaniales de Potasse d'Alsace, 11, faub. d'Altkirch, Mulhouse (Haut-Rhin), 1b.

WYART (Jean), Membre Acad. Sci., Prof. à la Fac. des Sci., Labo. de Minéralogie, 1, rue Victor-Cousin, Vice-Présid. Sect. Volcan. Com. nat., Paris (5°), 6, Odé. 24-13.

MEMBRES ASSOCIÉS

CHOUDHURY (Mansur), Doct. ès Sci., Ing. au C. N. R. S., 26, rue Censier, Paris (5°), 2.

VOLET (Charles), Dir. du Bureau international des Poids et Mesures, Pavillon de Breteuil, Sèvres (Seine-et-Oise), 1b, Obs. 00-52.

COMPOSITION DES SECTIONS

I *a*. - Triangulations

Président : A. BRUNEL.

Vice-Président : J. J. LEVALLOIS.

Secrétaire : G. BONIFACJ.

Membres titulaires : Allard, Batteux, Baussart, Bonifacj, Brunel, Cahierre, Clos-Arceduc, Commiot, Covillault, Daniel, Decae, Deck, Descossy, Dufour, Duhamel, Dupuy, George, Grousson, Hurault, Jacquinet, Janicot, Laclavère, Laqueuille, Lejeune, Levallois, Maillard-Salin, Mannevy, Mayet, Mermin, Nevière, Poivilliers, Rainoird, Reignier, Reyt, Rumeau, Schmerber, Segons, Stoyko, Tardi, Taton, Traizet, Van de Casteele, Vignal, Wéber.

Membres appartenant en propre à d'autres sections : Anthoine, Baillaud (René), Barrillon, Baudrimont, Bazerque, Coulomb, Cruset, Damiani, Danjon, Decaux, Delhomme, Dyèvre, Fayet, Genty, Gougenheim, Lacombe, Le Fur, Maurain, Petit.

I *b*. - Gravimétrie

Président : J. COGUEL.

Vice-Présidents : W. BARANOV, J. LAGRULA.

Secrétaire : Mlle CORON.

Membres titulaires : Anthoine, Baillaud (René), Baranov, Baudrimont, Blum, Bollo, R. P. Cattala, de Cizancourt, Mlle Coron, Mlle Crenn, Cruset, Cunin, Danjon, Decaux, Delhomme, Ducher, Favre, Fayet, Friedel, Giraud, Goguel, Goudey, Jobert, Lagrula, Martin, Munck, Naudy, Neumann, Petit, Mme Queille, Rouillon, Stahl, Steinmetz, Wendling.

Membre ès qualités : Paloque.

Membre associé : Volet.

Membres appartenant en propre à d'autres sections : Bazerque, Brunel, Cagniard, Cahierre, Coulomb, Descossy, Mme Duclaux, Eblé, Glangeaud, Gougenheim, Hurault, Jacquinet, Jung, Laclavère, Lecolazet, Levallois, Maurain, Migaux, Reignier, Schmerber, Segons, Stoyko, Tardi, Vignal.

II. - Séismologie et Physique de l'Intérieur de la Terre

Président : M. MIGAUX.

Vice-Président : G. GRENET.

Secrétaire : J. ROTHÉ.

Membres titulaires : Aubrat, Aynard, Bazerque, Mlle Beaufils, Benoît, Bernard (Pierre), Blachère, Blot, Bost, Chapouthier, Debrach, Delhaye, Donner, Geneslay, Mlle Grandjean, Grau, Grenet, Grinda, Guérin, Mme Hée, Holtzscherer, Mme Jobert, Mme Labrouste, Metzger, Migaux, Peterschmitt, R. P. Poisson, Richard, Rösch, Rothé, Roubault, Teissier.

Membre associé : M. Choudhury.

Membres appartenant en propre à d'autres sections : Baillaud (René), Bois, Bollo, Cagniard, Coulomb, Mlle Crenn, Dessens, Mme Duclaux, Dupouy, Eblé, Eyriès, Facy, Friedel, Genty, Gèze, Glangeaud, Goguel, Jobert, Lagrula, Martin, Maurain, R. P. Plassard, Pluvinage, Roche, Rouch, Seltzer, Stahl, Stoyko, Mme Vassy.

III. - Météorologie et Physique de l'Atmosphère

Président : J. ROULLEAU.

Vice-Président : H. GESLIN.

Secrétaire : R. ARLÉRY.

Membres titulaires : Arléry, Barbé, Bessemoulin, Bois, Bricard, Bruzon, Chalonge, Dady, Delobeau, Dessens, Facy, Frolow (Vladimir), Gain, Gallavardin, Geslin (Henri), Gilbert, Godard (Marcellin), Grisollet, Laffargue, Mlle Lenoble, Lhermitte, Perlat, Pône, Queney, Romer, Roulleau, Mme Roulleau, Sarton du Jonchay, Saïssac, Seltzer, Serpolay, Soulage, Mlle Tanaevsky, Vassy, Viaut.

Membres ès qualités : R. P. Plassard.

Membres appartenant en propre à d'autres sections : Bernard (Pierre), Bost, Bureau, Cagniard, Calvet, Carbenay, Coulomb, Coutagne, Danjon, Dubief, Genty, Godard (Louis), Grenet, Guérin, Hallaire, Mme Labrouste, Lacombe, Lecolazet, Lugiez, Maurain, Péguy, R. P. Poisson, Rothé, Rouch, Serra, Mme Vassy.

IV. - Géomagnétisme et Aéronomie

Président : L. CAGNIARD.

Présidents d'honneur : C. MAURAIN, R. BUREAU.

Vice-Président : D. BARBIER.

Secrétaire : A. LEBEAU.

Membres titulaires : Auger, Barbier, Bernard (René), Blamont, Bureau, R. P. Burgaud, Cagniard, Carbenay, Coulomb, Dauvillier, Denisse, Dubief, Mme Duclaux, Dufay (Jean), Dufay (Maurice), Dupouy, Eblé, Garrigue, Genty, Gibault, Godard (Louis), Grivet, Guillaud, Herman, Kastler, Kunetz, Laffineur, Lebeau, Leborgne, Lecolazet, Lépéchinsky, Maurain, Mayaud, Néel, Noblanc, Pluvinage, Poncet,

Rivault, Robley, Rocard, Mlle Roquet, Rougerie, Schlich, Selzer, Simon, Steinberg, Mme Stoyko, Thellier, Mme Thellier, Mme Vassy, Voge, Weill.

Membres appartenant en propre à d'autres sections : Baranov, Bazerque, Bernard (Pierre), Blum, Bricard, Bruzon, Delobeau, Dessens, Goguel, Gougenheim, Grenet, Guérin, Mme Hée, Jacquinet, Mme Labrouste, Laffargue, Migaux, R. P. Poisson, Reignier, Roche, Rothé, Rouch, Stoyko, Vassy.

V. - Océanographie physique

Président : J. ROUCH.

Vice-Président : A. GOUGENHEIM.

Secrétaire : H. LACOMBE.

Membres titulaires : Banal, Barrillon, Berrit, Bourcart, Bourgoin, Châtel, Cochin, Damiani, Danel, Mme Duboul-Razavet, Dyèvre, Eyriès, Fage, Furnestin, Godfroy, Gougenheim, Guilcher, Ivanoff, Lacombe, Le Floch, Le Fur, Le Grand, Ménaché, Miche, Peluchon, Pérès, Rivière, Romanovsky, Rotschi, Rouch, Roumégoux, Saint-Guily, Tchernia, Varlet.

Membres ès qualités : Cousteau, Julien.

Membres appartenant en propre à d'autres sections : Allard, Anthoine, Bernard (Pierre), Berthois, Brunel, Bruzon, Cahierre, Descossy, Gain, Gerlier, Glangeaud, Gridel, Grousson, Laclavère, Laurent, Mlle Lenoble, Maillard-Salin, Mannevy, Martin, Taton, Valembois, Vignal.

VI. - Volcanologie

Président : B. GÈZE.

Vice-Présidents : J. WYART, J. ORCEL.

Secrétaire : P. BORDET.

Membres titulaires : Aubert de la Rüe, Bésairie, Blondel, Bordet, Bout, Dubertret, Gèze, Glangeaud, Gravelle, Mme Jérémine, Jolivet, Jung, Lelubre, Lutaud, Michel, Noetzlin, Orcel, Rémy, Rivals, Roche, Roques, Routhier, Sandréa, Saucier, Termier, Vincent, Wyart.

Membres appartenant en propre à d'autres sections : Blot, Bourcart, Bruzon, Coulomb, Goguel, Grenet, Mme Labrouste, Rothé, Thellier.

VII. - Hydrologie scientifique

Président : A. VIBERT.

Vice-Présidents : M. GOSSELIN, H. SCHOELLER.

Secrétaire : L. SERRA.

Membres titulaires : Aubert, Bachet, Bauer, Beau, Berthois, Bourrier, Calvet, Camichel, Castany, Coutagne, David, Dollé, Fournier, Gerlier, Geslin (Marcel), Gosselin, Gridel, Hallaire, Hénin, Jacquet, Koch, Laurent, Lepape, Le Strat, Lliboutry, Lorius, Lugiez, Médinger, Millecamps, Pardé, Pasteur, Péguy, Pioger, Réméniéras,

Rodier, Russo, Schoeller, Sentenac, Serra, Sulzlée, Urbain, Valembois, Vatan, Vibert, Vivier.

Membres appartenant en propre à d'autres sections : Arléry, Baussart, Bruzon, Chapouthier, Dubertret, Dupouy, Geslin (Henri), Gèze, Glangeaud, Michel, Romanovsky.

AVIS IMPORTANT

Les membres du Comité sont priés de signaler au Secrétaire général les erreurs qu'ils relèveraient dans les listes ci-dessus.

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES

Année 1960

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DU 7 FÉVRIER 1961.

Procès-verbal

	Pages
Modifications aux Bureaux des Sections	7
Nouveaux membres admis au Comité national	7
Inscriptions dans les Sections	8
Allocution du Président	8
Rapport du Secrétaire général pour l'année 1960	10
Activité de l'U. G. G. I. Exposé de M. LACLAVÈRE, Secrétaire général de l'U. G. G. I.	12
Assemblée générale d'Helsinki - Exposé de J. COULOMB	13
Vœux	15
NOTICES NÉCROLOGIQUES concernant les Membres du Comité national décédés depuis la dernière Assemblée générale (9 février 1960)	17
COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES présentées à l'Assemblée générale du 7 février 1961 :	
- La Carte Gravimétrique de la France par J. GOGUEL	27
- Quelques aspects nouveaux de l'hydrologie du Bassin parisien par G. CASTANY .	39

RAPPORTS DES SECTIONS :

Pages

Section des Triangulations

Rapport de la Section des Triangulations par G. BONIFACJ. .. 63

I. - Travaux de triangulation, de nivellement et de recherches exécutés par l'Institut Géographique National (I. G. N.) au cours de l'année 1960 63

A. - Géodésie et Astronomie 63

B. - Nivellement de précision 66

C. - Travaux techniques 68

D. - Instruments scientifiques 69

II. - Travaux de Géodésie exécutés par le Service hydrographique de la Marine (S. H. M.) en 1960 71

A. - Opérations sur le terrain 71

B. - Matériel 72

III. - Communications 72

Bibliographie 73

Section de Gravimétrie

Rapport de la Section de Gravimétrie par Melle S. CORON. .. 75

I. - Appareils de mesure absolue et relative de la pesanteur. 75

II. - Mesures françaises de la pesanteur et publications des résultats 76

A. - Réseaux gravimétriques de France 76

B. - Réseaux gravimétriques de l'Afrique du Nord et du Sahara 76

C. - Réseaux gravimétriques de l'Afrique occidentale, équatoriale et de Madagascar 76

D. - Résultats gravimétriques en Antarctique 77

III. - Bureau gravimétrique français 77

IV. - Commission des Marées terrestres 78

A. - Calcul des effets luni-solaires théoriques 78

B. - Variations de l'intensité de la pesanteur 78

C. - Variations de la direction de la verticale 79

V. - Etudes diverses 79

VI. - Travaux internationaux 79

Bibliographie 80

Section de Séismologie et Physique de l'intérieur de la Terre

Pages

Rapport de la Section de Séismologie par J. ROTHÉ. 81

I. - Activité générale 81

II. - Travaux de recherches 86

III. - Questions étudiées par la Section 92

Bibliographie 94

Section de Météorologie et de Physique de l'atmosphère

Rapport de la Section de Météorologie par R. ARLÉRY. 97

I. - Recherches sur les instruments de mesure et les méthodes d'observation 97

II. - Etudes synoptiques de l'évolution naturelle du temps 100

III. - Climatologie 101

IV. - Mécanique et thermodynamique de l'atmosphère 102

V. - Physique de l'atmosphère 104

VI. - Bioclimatologie 109

VII. - Activités diverses 110

Bibliographie 111

Section de Géomagnétisme et Aéronomie

Rapport de la Section de Géomagnétisme et Aéronomie par A. LEBEAU et G. WEILL. 119

I. - Géomagnétisme 119

A. - Champ magnétique terrestre 119

B. - Prospection électrique et courants telluriques 125

Bibliographie 126

II. - Aéronomie 129

A. - Phénomènes optiques de la haute atmosphère 129

B. - Ionosphère 130

C. - Fusées et Satellites 132

Bibliographie 132

Section d'Océanographie physique

Pages

Rapport de la Section d'Océanographie physique par H. LACOMBE. 135

I. - Travaux à la mer 135

II. - Travaux de dépouillement et d'exploitation de campagnes à la mer antérieures 137

III. - Etudes et recherches diverses 137

IV. - Congrès et Réunions 138

Bibliographie 138

Section de Volcanologie

Rapport de la Section de Volcanologie par P. BORDET. 147

I. - Assemblée générale d'Helsinki (Compte rendu) 147

II. - Colloques internationaux 147

III. - Observations volcanologiques de l'Ile de la Réunion .. 148

IV. - Bulletin des éruptions volcaniques 148

V. - Institution internationale pour la recherche volcanologique 148

VI. - Lexique de volcanologie 148

VII. - Compte rendu d'activité de la Section 148

VIII. - Eruptions volcaniques 148

IX. - Travaux des volcanologues français en 1960 149

A. - Etudes théoriques 149

B. - Travaux de laboratoire 149

C. - Paléomagnétisme 149

D. - Etudes volcanologiques en France 149

E. - Etudes volcanologiques hors de France 151

Bibliographie 152

TABLE DES MATIÈRES

Section d'Hydrologie scientifique

	Pages
Rapport de la Section d'Hydrologie scientifique par L. SERRA	155
I. - Eaux de Surface	155
A. - Exploitation des réseaux de stations de jaugeage	155
B. - Etudes hydrologiques	156
C. - Etudes hydrométéorologiques	157
D. - Etudes nivo-glaciologiques	158
E. - Etudes hydro-agronomiques	158
F. - Publications	159
II. - Eaux Souterraines	159
A. - Hydrogéologie	159
B. - Hydraulique souterraine agricole	159
C. - Utilisation des eaux	160
D. - Contrôle de la qualité des eaux	160
III. - Travaux des Laboratoires d'hydraulique dans le domaine de l'Hydrologie	161
A. - Laboratoire national d'Hydraulique de Chatou	161
B. - Laboratoire central d'Hydraulique de France, de Maisons-Alfort	161

COMPOSITION DU COMITÉ NATIONAL FRANCAIS DE GÉODÉSIE ET GÉOPHYSIQUE

Abréviations	165
Bureau	167
Liste des Membres	167
Membres associés	180
Composition des Sections	180
TABLE DES MATIÈRES	185

IMP. LOUIS-JEAN – GAP

Dépôt légal n° 216 – 1961