

EXPOSE INTRODUCTIF

par le Professeur Giorgio PICCARDI *

Les symptômes d'un événement scientifique ou artistique nouveau sont pressentis bien avant que l'événement ne soit arrivé, reconnu ou accepté. L'Histoire nous apprend que les faits dont nous allons discuter, à savoir, l'influence de relations entre phénomènes solaires et terrestres sur des phénomènes physico-chimiques et par conséquent, biologiques et psychiques, se perdent dans la nuit des temps.

Les hommes ont toujours cru voir dans les événements extra-terrestres et surtout dans ceux du ciel, la cause d'événements terrestres ou humains, et cru pouvoir y trouver la clé de leur destinée. La science a détruit ce concept. L'astrologie ne représente plus pour nous que le désir profond qu'eurent les hommes de conduire leur vie en harmonie avec ce qui se passe dans l'espace, même le plus lointain, et l'espoir, le grand espoir, de pouvoir donner une raison à leurs actes.

Mais je me place dans le monde moderne. Quoiqu'obligé de faire un rapide historique des faits qui nous intéressent, je ne parlerai pas des croyances astrologiques. Je résumerai d'abord la situation actuelle et montrerai les raisons qui justifient notre recherche.

D'une part, la physique, la géophysique, l'astronomie et la radio-astronomie ont découvert dans l'espace qui nous environne, une foule de phénomènes *autrefois complètement ignorés*, que l'on peut enregistrer systématiquement et qui font l'objet de recherches minutieuses.

D'autre part, la biologie, la médecine, la psychologie, les sciences sociales ont découvert en étudiant les êtres vivants, l'homme et les sociétés, une foule de phénomènes *autrefois complètement ignorés* que l'on peut enregistrer systématiquement et qui font l'objet de recherches minutieuses.

Nous avons donc d'un côté les phénomènes de l'espace fluctuant sans cesse, de l'autre, le comportement sans cesse variable des êtres vivants. Il est donc inévitable de se demander s'il existe une relation entre les phénomènes de la série physique, disons spatiaux, et les phénomènes biologiques et, si elle existe, quelle est son intensité et son importance.

A cette question scientifique nous pouvons répondre avec rigueur sans recourir à des considérations irrationnelles. Nous disposons maintenant d'un outil puissant, un instrument mathématique ignoré de nos ancêtres : la *statistique*.

(*) Directeur de l'Institut de Physico-Chimie de l'Université de Florence.

C'est donc aujourd'hui seulement que l'homme peut, en s'appuyant sur des connaissances certaines, se poser cette question. Cette même question, posée trop tôt ne pouvait recevoir de réponse valable. Les récents progrès scientifiques, l'étude des satellites et des fusées en particulier, ont révélé combien l'espace est riche en matière et en énergie et combien ses propriétés fluctuent sans cesse.

On décèle les radiations électromagnétiques ou corpusculaires, les variations des champs de force de l'espace au niveau de la terre. Nous sommes capables à l'heure actuelle, de mesurer avec suffisamment de précision les phénomènes spatiaux pour pouvoir commencer un bon travail. Ceux qui rattacheraient nos recherches à l'astrologie semblent ignorer, ou veulent ignorer, l'acquis des connaissances scientifiques humaines du monde d'aujourd'hui.

Le problème que nous présentons est nouveau, car les prémices sont nouvelles. Sa nature est très générale, bien plus générale qu'on ne peut l'imaginer à première vue. Au fond, il ne s'agit pas d'un problème biologique, mais d'un problème physique, duquel le problème biologique est la conséquence.

Si les propriétés de l'espace changent sans cesse, tout ce qui existe sur la Terre subit l'action de ces changements. Le résultat de cette action peut être nul ou efficace selon la nature des objets frappés. Ceci fera précisément l'objet de nos discussions ultérieures.

Nous sommes impuissants vis-à-vis des phénomènes extérieurs. Nous ne pouvons pas empêcher qu'une tempête magnétique se déchaîne, que le potentiel atmosphérique monte soudainement de 100 à 1500 volts par mètre de dénivellation, que le Soleil se couvre de taches, que des ondes électromagnétiques de très grande longueur traversent nos laboratoires, nos maisons, nos usines, nos corps. Il existe des conditions physiques que nous ne pouvons pas dominer. Rappelons que nous ne pouvons contrôler que la température, la pression, l'humidité, l'illumination et bien peu d'autres facteurs.

La constatation que nous ne sommes pas capables de fixer toutes les conditions de nos expériences mais capables seulement d'en fixer une petite partie, en laissant les autres changer à leur caprice et à notre insu, nous oblige à reconsidérer le problème de la reproductibilité des résultats expérimentaux.

C'est, en effet, le critère général d'appréciation des résultats de l'expérience qui doit être réexaminé, sur la base de la statistique moderne.

Il n'est pas exact que seules soient valables les expériences capables de donner toujours le même résultat, dans les mêmes conditions opératoires. On peut accepter aussi comme valables des expériences qui nous donnent des résultats fluctuants dans le temps, et même contradictoires. Nous avons aujourd'hui le moyen de les apprécier.

Sans savoir, ou sans tenir compte du fait que la fluctuation des résultats peut dépendre de la fluctuation des conditions physiques gé-

nérales, on commence à introduire des critères statistiques appropriés non seulement dans les sciences biologiques, qui utilisaient les méthodes statistiques depuis longtemps, mais dans la chimie-physique et aussi dans l'industrie chimique. Des livres spécialisés ont paru récemment à ce sujet. On regrette aujourd'hui d'avoir rejeté, comme dépourvus de sens, tant de résultats expérimentaux, qui avaient seulement le tort de fluctuer, malgré des conditions opératoires qu'on supposait identiques, et d'avoir perdu, par ignorance, une foule de données précieuses. On le regrette avec une certaine honte, car notre naïf excès de rigueur nous avait fermé les yeux.

Si les fluctuations des résultats ne sont pas déterminées uniquement par le hasard, c'est-à-dire par les erreurs casuelles de l'expérience, c'est le problème général de la méthode scientifique qui est en jeu. Que faire en présence de résultats fluctuants ou apparemment erratiques?

Comment savoir si une fluctuation est due uniquement aux erreurs de l'expérience? Nous nous trouvons encore devant un problème tout à fait général : *le problème de la méthode.*

Une fois arrivés à la constatation de l'impossibilité de reproduire exactement (au moins en principe) les conditions opératoires, un autre problème se présente : *le problème du temps.*

S'il est vrai que les conditions extra-expérimentales peuvent dans certains cas au moins, provoquer des effets sensibles, nous devons nécessairement tenir compte de l'instant ou de l'intervalle de temps, pendant lequel nous avons travaillé. Nous pouvons alors retrouver, au moins en partie, quelles étaient les conditions correspondantes de l'espace. Nous disposons pour cela des bulletins météorologiques, des données géophysiques, des données ionosphériques, des nombres de Wolf, des listes des éruptions solaires et, en quelques lieux aussi, des données au sujet des ondes « atmosphériques ». Ce n'est pas suffisant, naturellement, mais c'est déjà quelque chose de très considérable. Les phénomènes les plus puissants que nous connaissons sont tous enregistrés.

Le temps n'est pas alors quelque chose d'uniforme du point de vue physique. Une heure n'est pas identique à une autre heure. Les biologistes le savent bien. Les conditions physiques existantes à un instant déterminé peuvent ne plus exister un quart d'heure, ou quelques heures, ou quelques jours plus tard.

La date, caractérise une situation physique de l'espace. On pourrait dire que le temps possède une *valeur absolue* aussi en chimie-physique. Il n'est pas seulement une *durée*, mais une *coordonnée*.

Jamais les chimistes n'avaient pensé qu'une heure ne valait pas l'autre ou, s'ils l'ont pensé, ils ne l'ont pas dit. C'était trop dangereux.

Malheureusement, presque toutes nos données numériques ne sont pas référables à une date précise. Celle de la publication n'est qu'approximation grossière. Quelle source inépuisable d'observations précieuses eurent pu être pour nous les Tables des données et des constantes numé-

riques si celles-ci avaient été accompagnées de la date de leur détermination.

D'importance fondamentale peut être la fluctuation de la valeur numérique de certaines constantes, pouvant résulter de la fluctuation des propriétés de l'espace. Cette question sera soulevée par M. Becker au cours de ce symposium.

* * *

La nécessité de revoir les critères susdits, est évidemment limitée aux expériences effectuées sur des systèmes sensibles aux actions extérieures. Il y a, en effet, des systèmes qui sont parfaitement insensibles à ces actions et des systèmes qui sont par contre très sensibles, et tous les degrés intermédiaires possibles existent. Ceux qui étudient les systèmes non sensibles peuvent ignorer les sciences qui explorent l'espace. Les autres, non.

Quels sont les systèmes sensibles ?

L'expérience nous a montré une sensibilité aux actions extérieures de certains liquides appartenant à la catégorie des liquides polaires, et de certains colloïdes.

Les liquides, et en particulier les liquides polaires, possèdent une structure très compliquée, délicate, labile, qu'un rien peut perturber. Cette structure échappe encore à une détermination expérimentale valable, et à une étude théorique approfondie, malgré les efforts d'éminents hommes de science. Les moyens dont nous disposons sont trop grossiers pour un sujet aussi délicat : l'état liquide reste le grand inconnu.

Ne pouvant pas effectuer directement des mesures sur les liquides pour déceler les changements de leur structure intime, nous suivons ces changements par leurs effets, en utilisant les liquides d'une façon appropriée.

Ce sont ces effets dont nous parlerons en détail par la suite en présentant ce que nous avons appelé les tests chimiques.

Un de ces liquides polaires est l'eau. L'eau, le liquide de la Terre, le liquide de la Vie. Si l'eau est sensible aux facteurs extra-terrestres, combien de systèmes qui la contiennent ne le seront-ils pas ?

Voilà d'où vient notre intérêt pour les phénomènes biologiques.

Les colloïdes sont aussi sensibles aux actions extérieures, qu'ils soient inorganiques, organiques ou biologiques.

La vie se passe dans des systèmes colloïdaux. Parler des colloïdes est encore parler de la vie.

Il peut se faire que les colloïdes soient sensibles, soit à cause de la sensibilité du milieu liquide, soit à cause de la constitution de leurs particules, soit pour les deux raisons.

Vous voyez que le champ où les actions extérieures peuvent jouer est vaste et important du point de vue physico-chimique et biologique.

Nous savons ainsi que l'eau et d'autres liquides, les colloïdes inorganiques et organiques, sont sensibles aux grands phénomènes solaires

et terrestres. Si l'eau et les colloïdes inorganiques ressentent avec une telle évidence des phénomènes extérieurs, qu'advient-il des colloïdes des organismes vivants ?

Voilà encore une question de caractère général. Puisqu'il est certain que les phénomènes extérieurs agissent sur un colloïde inorganique aussi bien que sur un colloïde organique, l'action de ces phénomènes ne concerne pas l'un ou l'autre organisme, l'une ou l'autre maladie, l'une ou l'autre fonction biologique, mais l'état complexe de la matière vivante.

Les organismes doivent maintenir, autant que possible, leurs conditions vitales, et pour cela, doivent réagir aux fluctuations des propriétés de l'espace où ils vivent et lutter pour leur stabilité. De là, une souffrance profonde et décelable, une « fatigue » de tous leurs systèmes colloïdaux, de toute leur substance matérielle. On peut supposer que c'est la matière vivante qui est perturbée *in toto*. Les réactions visibles aux perturbations extérieures, si elles se produisent, sont de genres très différents selon les cas. C'est pour cela que les travaux de Duell, de Reiter et d'autres, montrent que tous les phénomènes biologiques et psychologiques qu'ils ont considérés, répondent aux mêmes causes extérieures. Inversement, les causes les plus différentes peuvent produire le même effet biologique. Le « temps de réaction » personnel, la douleur des amputés, le nombre de suicides, présentent une variation analogue, en rapport avec les taches solaires ou les ondes atmosphériques ou le magnétisme terrestre.

Les tests chimiques, qui sont indépendants de tout facteur biologique et psychologique (constitution, santé, hérédité, nourriture, maladie, fatigue, mauvaise humeur, etc...), répondent plus objectivement aux actions extérieures.

Leur réponse n'est pas aussi dispersée que celle des tests biologiques. Ils répondent avec une très grande vitesse, de sorte qu'ils peuvent nous donner un grand nombre de réponses en un temps très court, ce qui permet de bien utiliser les méthodes statistiques. Voilà un avantage vraiment unique pour élucider la nature des facteurs en jeu et ouvrir la voie à la compréhension de leur mode d'action.

J'essaierai maintenant d'esquisser les traits historiques de nos recherches.

Le problème des relations entre les phénomènes météorologiques et cliniques ont été abordés par quelques chercheurs isolés depuis le début de ce siècle, mais les travaux importants des pionniers ont paru après 1930. En 1931, DE RUDDER (*Grundriss einer Meteorobiologie des Menschen*), en 1935, PETERSEN (*The Patient and the Weather*), en 1941, DUELL (*Wetter und Gesundheit*). DUELL donna à ses recherches un caractère plus vaste en considérant aussi certains phénomènes solaires et certains phénomènes géophysiques. En Allemagne, en Suisse, en Autriche, on a créé plus tard des Instituts, des laboratoires ou obser-

vatoires destinés surtout à l'étude de la bioclimatologie, de la médecine météorologique, etc...

Le champ limité à la biométéorologie, la bioclimatologie, etc... est aujourd'hui bien cultivé. Je ne peux pas citer tous les résultats obtenus. Je sais que ces résultats donnent lieu à beaucoup de discussions. Mais il ne faut pas croire que les études s'étendent uniquement dans le champ médical. On a fondé depuis 1937 une *Gesellschaft für biologische Rhythmus Forschung* dont l'œuvre sera précieuse, car les rythmes biologiques seront vraisemblablement à relier aux variations périodiques de phénomènes physiques généraux.

Depuis 1957, la I.S.B.B. (Société Internationale de Bioclimatologie et Biométéorologie) a été amenée à considérer aussi sous la dénomination de *climat* les phénomènes cosmiques. Ses nombreuses sections, recueillent des données dans tous les domaines possibles : médecine, biologie, entomologie, agriculture, allergie, zootechnie.

N'étant pas biologiste, je ne peux pas parler des résultats obtenus dans ces domaines jusqu'à présent. J'estime cependant qu'il n'est pas suffisant d'établir simplement des corrélations entre les données biologiques et les données météorologiques. Il y a lieu de considérer aussi les relations possibles avec les grands phénomènes physiques terrestres et solaires, bien plus généraux que la situation météorologique, qui d'ailleurs en dépendrait.

En ce qui concerne mes propres recherches, je dirai qu'en 1935 j'avais commencé à m'occuper des phénomènes dits « d'activation » de l'eau, résultant de l'action sur celle-ci de certains agents physiques.

C'était un biologiste très célèbre qui me les avait signalés, le Prof. BECCARI. Des brevets industriels concernaient la façon de traiter l'eau physiquement afin que, une fois introduite dans les chaudières, le carbonate de chaux qu'elle précipite, par chauffage, au lieu de former une croûte dure et compacte, s'évacue aisément sous forme boueuse. Le phénomène était mystérieux et par cela intéressant. Aucun fondement théorique, aucune explication. Seulement des données empiriques. Mais ce phénomène était compréhensible dans ses lignes générales.

Sous l'effet de certains facteurs physiques l'eau subit une modification de ses propriétés les plus subtiles. Depuis 1933 maints hommes de science étudient la structure de l'eau et essayent de l'identifier soit théoriquement, soit expérimentalement. Il n'y a aucun doute, aujourd'hui, que l'eau possède une structure de laquelle dépendent ses propriétés.

On peut alors concevoir « l'activation » de l'eau comme la modification de sa structure, imposée par des moyens physiques différents, à l'exclusion de la température.

C'est en essayant de me rendre compte de ce phénomène que j'observai que des précipitations chimiques, effectuées simultanément dans l'eau normale et dans l'eau activée, se passaient d'une façon différente. Mais cette différence n'était pas constante et fluctuait continuellement.

J'observai aussi tout de suite, qu'une paroi métallique mince influençait beaucoup l'allure des précipitations.

Je me mis à la recherche des causes de ces fluctuations. J'essayai d'autres liquides que l'eau, polaires (nitrobenzène, aniline) et non polaires (benzène, tétrachlorure de carbone, sulfure de carbone). J'essayai plusieurs composés chimiques inorganiques précipités à l'état colloïdal : carbonate de chaux, sulfate de calcium, trisulfure d'arsenic, oxychlorure de bismuth, chlorure, bromure et iodure d'argent et plusieurs suspensions de poudres inorganiques dans l'eau : graphite, oxyde de mercure, quartz, etc... J'essayai aussi plusieurs moyens activateurs. Rien ne changeait. Il était impossible de ne pas observer des fluctuations.

En 1939, je m'aperçus que la diversité sans cesse fluctuante du comportement de l'eau activée par rapport à celui de l'eau normale, dépendait de quelque chose qui se passait dans l'espace qui nous entourait.

En 1939 déjà, j'invitai publiquement les chimistes, les physiciens et les biologistes à s'occuper de ce problème si important et à travailler en collaboration. A cette époque, j'étais professeur à l'Université de Gênes. Mais la guerre éclata et jusqu'en 1950, soit après mon retour à l'Université de Florence, je ne pus poursuivre ces recherches.

Par ce travail, qui avait surtout un caractère orientatif, j'ai pu recueillir quelques informations précieuses :

- 1°) la possibilité de faire varier les propriétés de l'eau et d'autres liquides (au moins les polaires) par des actions physiques extrêmement faibles ;
- 2°) la variabilité des résultats de ces actions ;
- 3°) la possibilité d'étudier ces variations par une opération différentielle en utilisant l'eau normale et l'eau activée ;
- 4°) la possibilité d'identifier les causes des variations observées parmi les phénomènes qui se passent dans l'espace qui nous environne.

C'était la première fois qu'on pouvait mettre en relation avec les phénomènes extérieurs, d'une part le changement des caractéristiques physico-chimiques subtiles de l'eau et d'autres liquides, d'autre part l'allure de certains processus colloïdaux inorganiques.

Huit ans plus tard, M^{me} FINDEISEN trouva que le trisulfure d'arsenic colloïdal se montrait sensible à des variations météorologiques. Mais REITER, en 1954, critiqua fortement ces expériences. De toute manière, l'opinion des connaisseurs du trisulfure d'arsenic reste que ce colloïde est « wetterempfindlich ».

En 1951, BORTELS, qui avait déjà étudié les réactions météorologiques de certains microorganismes (1942-1948) trouva une relation entre certaines réactions chimiques inorganiques et organiques (précipitation du phosphate de calcium, synérèse du gel de l'agar), les événements météorologiques et l'activité solaire. Notamment le comportement du précipité de phosphate de calcium qu'il avait obtenu d'une façon

particulière est très intéressante. Il étudia aussi (1954), la surfusion de l'eau, en relation avec ces phénomènes météorologiques.

Il est important de signaler que BORTELS observa aussi qu'un écran métallique mince, modifiait l'allure des processus chimiques et biologiques étudiés.

NEUWIRTH et collaborateurs étudièrent, à partir de 1950, encore le trisulfure d'arsenic colloïdal, la précipitation du phosphate de chaux, le polyvinylpyrrolidon colloïdal, en relation avec les phénomènes météorologiques.

CAROLI, PICHOTKA et collaborateurs, à partir de 1951, étudièrent la coagulation du sang et la variation du titre des solutions de thiosulfate de sodium, toujours en relation avec les événements météorologiques.

Voilà les symptômes chimiques des nouvelles idées. Je les appelle *symptômes* car, quoique intéressants, ils n'ont pas obtenu l'approbation inconditionnée des critères rigoureux. Cependant, nos observations ultérieures donnent, selon l'avis de M. BERG, confiance en ces symptômes.

* * *

Les phénomènes d'activation ont été étudiés, ici à Bruxelles, par M. POURBAIX et M^{me} CAPEL-BOUTE, d'une façon rigoureuse, dans des applications de caractère technique.

Les résultats de leurs études ont été publiés en 1949 et présentés à la Deuxième Réunion du Comité de Thermodynamique et de Cinétique électrochimique en 1950. Les études de ces auteurs ont eu une confirmation très brillante au point de vue pratique, publiée en 1952 en collaboration avec M. DEVIENNE, Ingénieur en chef de la Société Interbrabant. Les chaudières de la centrale électrique de l'Interbrabant à Schaerbeek marchent à l'eau distillée. Un des distillateurs fournissant l'eau aux chaudières a pu être maintenu en fonctionnement sans nettoyage, grâce à un traitement physique judicieusement contrôlé de l'eau d'alimentation, tandis qu'habituellement un nettoyage à l'acide était nécessaire après une période d'environ 700 heures de marche.

Certains considèrent encore l'activation de l'eau comme une opération « magique » et nient que l'activation puisse exister. Mais nier un fait, une donnée de l'expérience, uniquement parce qu'on ne peut lui donner une explication totalement satisfaisante, n'est pas bon signe. L'activation de l'eau est maintenant une opération très répandue dans l'industrie, où elle est effectuée suivant différents procédés (comme en témoigne la diversité des brevets). Cela ne laisse pas de doute quant à sa réalité et à l'utilité de ses applications, malgré ses inconvénients dont certains sont sans doute d'origine *extérieure*. On ne dépense pas des millions pour des installations qui ne servent à rien.

Afin d'être fidèle à l'histoire, je vous dirai que c'est justement le problème de l'activation de l'eau qui a amené M^{me} CAPEL à prendre

contact avec moi et, par la suite, à développer la collaboration entre les Universités de Bruxelles et Florence.

En 1950, j'avais repris mes recherches interrompues pendant la guerre, en essayant de standardiser mes précipitations différentielles d'oxychlorure de bismuth que je voulais employer systématiquement comme tests chimiques pour l'étude des influences extérieures.

Les essais avec les tests standardisés ont démarré en 1951 à Florence, en 1952 à Bruxelles, en 1953 à Vienne, puis dans d'autres lieux. Aujourd'hui, en 1958, on travaille systématiquement avec les tests chimiques à Bruxelles, à Tuebingen, à Vienne, à Trieste, à Gênes, à Florence, à Bari, à Léopoldville, à Libreville, à Madagascar, aux Iles Kerguelen et depuis trois mois aussi à Sapporo, au Japon. On a employé les tests chimiques pendant une période limitée aussi à Kaprun (Hohen Tauern), à la Jungfraujoch et à St. Moritz.

L'assemblée générale de la I.S.B.B. (International Society of Bioclimatology and Biometeorology, Oogstgeest, Leiden) a fondé en 1957 un « International Committee for Chemical Tests » auquel peuvent appartenir aussi les spécialistes qui ne font pas partie de la Société. La section européenne de ce Comité se réunira ici, après le symposium, grâce à la bienveillance de M. BOURGEOIS.

* * *

Les milliers de données numériques recueillies pendant sept ans (celles de la série de routine à Florence dépassant, à elles seules, désormais, les 100.000), ont permis d'effectuer un bon travail statistique. Des corrélations parfaitement significatives ont été trouvées entre les réponses des tests chimiques et les phénomènes solaires importants, taches et éruptions. Il semble qu'il y ait aussi une corrélation avec le magnétisme terrestre, ce qui serait parfaitement logique. On a pu démontrer que les champs électromagnétiques de très petite fréquence (du type des « ondes atmosphériques ») agissent sur les tests chimiques d'une façon très claire.

La variation annuelle, présentée par les tests chimiques (qui est indépendante de la température) montre aussi, à notre avis, que le mouvement de la Terre y joue un rôle. Une hypothèse à ce sujet a été avancée. Elle sera discutée au cours de ce symposium.

* * *

Nous voilà réunis pour discuter techniquement, en détail, de nos recherches physico-chimiques et pour organiser leur développement. Mais que penser de notre symposium et de nos entreprises présentes et futures ? Quel est le sens de notre travail ?

J'ai eu la grande chance et le grand honneur de parler à Bruxelles en 1958, pendant l'Exposition Universelle et Internationale. On ne participe pas à une manifestation d'un tel rang, qui réunit et montre le meilleur de ce que les hommes ont créé, sans réfléchir aux intentions

dans lesquelles cette manifestation a été organisée, aux résultats qu'elle donnera et aux espérances qu'on lui confie.

Le « Thème de l'Exposition 1958 » nous apprend qu'on a voulu, sur tous les plans de l'activité humaine, dresser le bilan du monde moderne, aider les peuples à prendre conscience de l'obligation qui s'impose à eux de rendre à ce monde figure humaine, suggérer enfin, d'une manière concrète et réaliste, les moyens à mettre en œuvre pour atteindre pareil objectif. On nous rappelle que *le rapprochement des peuples* par les transports et la technique d'information, et *la révolution par la science* devraient servir contre la misère, l'avènement de l'angoisse, la solitude de l'homme, contre enfin ce qu'on appelle la *déshumanisation de notre temps*. On souhaite, puisque toute activité humaine comporte nécessairement une incidence sur le plan social, qu'on examine les problèmes spécifiquement humains qui se posent dans le domaine relevant de notre compétence.

Je me permettrai alors, en terminant cet exposé introductif, quelques considérations à ce sujet.

Nos études placent idéalement, pour la première fois, des systèmes chimiques au milieu des forces naturelles dans un espace sans limites, tel que l'astrophysique et la géophysique nous le décrivent.

C'est notre espace réel, riche de matière, d'énergie et d'événements à ce point vastes, que notre raison réussit à peine à y faire participer notre imagination.

Nous devons alors, selon la logique, placer aussi, idéalement, dans l'espace réel, à côté des systèmes physico-chimiques, les systèmes biologiques et, par conséquent, les êtres vivants et l'homme.

Nous, chimistes ou géophysiciens ou astrophysiciens, ne pouvons pas nous occuper directement des applications au champ biologique et humain. Mais nous pouvons préparer les fondements de cette application en travaillant dans nos champs spéciaux. Nos efforts ne seront pas inutiles, même dans un domaine qui n'est pas le nôtre, et duquel nous sommes exclus. *Notre recherche franchit donc les limites de la spécialisation et touche les événements humains physiques et psychiques.*

Les conditions physiques et psychiques réelles de l'homme ne peuvent se trouver que dans un espace réel.

Il n'est pas nécessaire pour nous de projeter l'homme dans l'espace interplanétaire ni même de le sortir de son pays ou de sa maison pour le soumettre à des effets du cosmos. L'homme se trouve toujours au milieu de l'univers, car l'univers se trouve partout.

Tout ce qui nous rapproche de la réalité est bien. La puissance de la science est la puissance même de la vérité humaine. Sur le champ des faits rigoureusement constatés, on peut bâtir l'avenir avec confiance. Sur ce champ solide et accessible à notre raison, tous les hommes travaillent en parfait accord, fraternellement, et c'est alors qu'ils deviennent amis.

La fraternité des hommes ne peut être vraie que sur le champ de la vérité humaine.

Notre recherche exige, par sa nature même, une collaboration simultanée, en plusieurs endroits de la Terre. *Nous ne devons jamais être seuls !* Le contact humain fait partie de notre travail.

Nous avons déjà réalisé une amitié véritable entre nous et avec d'autres hommes très lointains, par le fait de nos recherches, qui désormais touchent trois continents. La science n'est pas le privilège d'un homme, mais le résultat des efforts de tous les hommes. Elle appartient à la collectivité, à l'humanité. Avec quel sens de reconnaissance nous pensons aux amis ici présents et aux amis inconnus, lointains, que peut-être nous ne verrons jamais, qui travaillent comme nous, dans le même champ, liés à la même destinée que la nôtre. L'espoir que notre recherche, qui envisage des faits très généraux, soit utile à d'autres hommes dans un domaine qui n'est pas le nôtre, nous pousse tous dans un élan fraternel.

Quoiqu'elle s'occupe de faits infiniment éloignés et puissants, *notre recherche possède des dimensions humaines*. Elle pourra montrer à l'homme comment il est lié aux choses qui l'entourent par des liens qui échappent sinon à sa sensibilité, du moins à sa compréhension directe. *C'est seulement en sachant par quel mécanisme il est lié à la terre et au ciel que l'homme pourra comprendre mieux sa position physique et psychique dans l'univers d'aujourd'hui.* Cela l'aidera. Replacé dans l'univers véritable, l'homme retrouvera sa figure naturelle.

Nous espérons alors, dans un sens moderne, que l'homme étale ses bras, comme dans le dessin de Leonardo, et touche le cercle de la parfaite harmonie.

Nos recherches poussent notre esprit vers l'espace avec émerveillement, vers la vie avec admiration, vers l'homme avec gratitude et amitié.

Je crois sincèrement que le thème scientifique que nous allons développer est, par son humanisme moderne, un des aspects scientifiques du thème de l'Exposition.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Ne pouvant pas donner une bibliographie complète au sujet des observations et des recherches effectuées dans les champs biologique, médical et social, qui constituent l'arrière-plan de mon exposé, je donne seulement les indications des ouvrages d'ensemble les plus connus et d'un très petit nombre de travaux spéciaux, les plus récents, afin que le lecteur puisse éventuellement initier sa recherche bibliographique. Avec l'aide des ouvrages et des travaux cités, le lecteur pourra retrouver la partie fondamentale de la bibliographie.

ŒUVRES D'ENSEMBLE :

1. ASSMAN D. : *Die Weisheitsfähigkeit des Menschen*, Jena, 1955.
2. BERG H. : *Wetter und Krankheiten*, Bonn, 1948.

3. BERG H. : *Solar-terrestrische Beziehungen in Meteorologie und Biologie*, Leipzig, 1957.
4. CURRY M. : *Bioklimatik*, Riederau/Ammersee, 1946.
5. DONLE W. : *Jahreszeit und Witterung im Sengesehen*, Stuttgart, 1956.
6. DUELL B. : *Wetter und Gesundheit*, Dresden und Leipzig, 1941.
7. DE RUDDER B. : *Grundriss einer Meteorobiologie des Menschen*, Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1952.
8. EUGSTER J. : *Weltraumstrahlung*, Bern und Stuttgart, 1955.
9. EUGSTER B. & HESS V.F. : *Die Weltraumstrahlung und ihre biologische Wirkung*, Zürich und Leipzig, 1940.
10. MUECHER H. : *Psychische und physiologische Wirkungen des Wetters*, Aulendorf/Württ., 1957.
11. PETERSEN W.F. : *The Patient and the Weather*, Chicago, 1935.
12. PETERSEN W.F. : *Mau, Weather, Sun*, Springfield, Ill., 1947.
13. VERING F. : *Zur Hygiene der Arbeit*, Wien, 1948.

TRAVAUX SPECIAUX :

1. BERGTER F. & NOACK D. : *Naturwissenschaften*, 43, 208, 1956.
2. BORTELS H. : *Naturwissenschaften*, 38, 165, 1951 ;
3. » *Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie*, Serie B, 5, 324, 1955.
4. » *Wiss. Zeitschrift der Humboldt-Universität Berlin*, 2, 116, 1956/57.
5. BORTELS H. & KOPPE H. : *Meilland Textilber.*, 37, 1011, 1956.
6. CAROLI G. & PICHOTKA J. : *Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie*, Serie B, 5, 403, 1954.
7. FINDEISEN E. : *Bioklim. Beibl.*, 10, 23, 1943.
- 8-10. GIORDANO A. : *Geofisica e Meteorologia*, 4, 49, 1956 ; 5, 51, 1957 ; 6, 24, 1958.
11. » *Tecnica Italiana*, Nuova Serie Anno XXIII, 547, 1958.
12. » *La Settimana Medica*, 46, 212, 1958.
14. » *Int. Journ. of Bioclimatology and Biometeorology*, 2, IV, 1958.
15. NEUWIRTH R. & HUMMEL K. : *Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie*, Serie B, 5, 388, 1954.
16. NEUWIRTH R. : *Meteorologische Rundschau*, 7/8, 108, 1955.
17. PICCARDI G. : *Sichere Arbeit*, 2, 4, 1956.
18. PRIMAULT B. : *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 97, 412, 1955.
19. REITER R. : *Berichte des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone*, N° 35, 235, 1952.
20. » *Medezin-Meteorologische Hefte*, N° 9, 35, 1954.
21. » *Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie*, Serie B, 4, 327, 1953.
22. TAKATA M. : *Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie*, Serie B, 2, 486, 1951.
23. UNGEHEUER H. *Berichte des Deutschen Wetterdienstes*, 3, N° 16, 1955.
24. VERING F. : *Wiener Medizinische Wochenschrift*, 101, 310, 1951.

LES TESTS CHIMIQUES

par le Professeur Giorgio PICCARDI *

Les tests chimiques.

Les études et les observations relatives à la méthode des tests chimiques se sont développés selon les circonstances et les possibilités et restent encore forcément fragmentaires. Nous sommes bien loin d'avoir terminé nos travaux. En exposant leurs résultats nous suivrons un ordre non chronologique, afin de gagner en clarté.

* * *

Lorsqu'on effectue une opération chimique et qu'on la répète plusieurs fois, dans le cours du temps, on observe des différences entre les résultats qu'on obtient. Tout le monde sait que nos opérations présentent toujours une marge d'incertitude plus ou moins grande. Cela dépend du système chimique considéré. L'écart entre les résultats est attribué, ordinairement, aux erreurs expérimentales, c'est-à-dire au *hasard*.

Mais il peut se faire que l'écart soit dû, au moins en partie, à des causes extérieures, à des conditions que nous n'avons pas fixées et qui existent et fluctuent en dehors de notre volonté et, en général, à notre insu. Comment nous en apercevoir ? Voilà le problème que j'ai essayé de résoudre en créant une méthode appropriée, capable de révéler comment les phénomènes extérieurs influencent nos opérations chimiques.

J'ai considéré deux possibilités :

- 1) il est possible qu'en modifiant les conditions extérieures, le système chimique réagisse d'une façon sensiblement différente ;
- 2) il est possible qu'en modifiant des conditions propres au système chimique, le système réagisse d'une façon sensiblement différente aux actions extérieures.

Si le système présente une de ces possibilités, on peut concevoir une *expérience différentielle* comme suit : on effectue la même opération chimique deux fois, simultanément, en utilisant les mêmes réactifs, et en assurant l'identité des conditions physiques ordinaires (température, pression, humidité, éclairage, etc.) *mais en modifiant*, d'une façon appropriée, soit :

- A) les conditions spatiales d'un des deux systèmes chimiques réagissants, soit :
- B) les conditions propres d'un des systèmes chimiques réagissants.

Les résultats donnés par les deux systèmes réagissants ne seront plus, en général, identiques, à cause de la modification imposée. On observera, par exemple, une sédimentation plus rapide, ou une couleur plus foncée, ou un précipité plus abondant, etc. dans un des deux systèmes.

Il y aura donc une différence à observer, *positive* ou *négative* (par exemple une sédimentation plus rapide ou moins rapide dans le système modifié, ou en conditions modifiées). La différence peut aussi être parfois nulle, mais ce cas est extrêmement rare, pour un système sensible bien choisi.

On a appelé *T* le cas où la sédimentation se produit plus vite dans le système modifié, et *R* le cas inverse. Le cas de la parfaite identité a été appelé *O*.

En admettant que les erreurs expérimentales jouent toujours leur rôle au hasard (je ne considère donc pas les cas d'erreurs systématiques), un effet significatif des phénomènes extérieurs apparaîtra *en effectuant un grand nombre d'essais différentiels, soit simultanément, soit en un temps très bref*. En déterminant le pourcentage des différences observées en sens *T*, sur le nombre total d'observations (10 au minimum chaque fois), nous obtenons la *réponse numérique du test chimique*.

La réponse du test chimique est donc *STATISTIQUE* et peut varier entre 0 et 100 %.

La caractéristique du test chimique est donc la suivante : *Donner une réponse numérique statistique, non pas en effectuant des mesures, mais en COMPTANT combien de fois, sur un nombre fixé d'essais, une certaine opération chimique se comporte d'une façon déterminée, relativement à une autre opération chimique du même genre.*

La réponse du test chimique est indépendante de la température, de la pression, etc. enfin de toutes les variables ordinaires.

LE TEST CHIMIQUE DANS LE CAS A.

Les phénomènes extérieurs, proches ou lointains, se manifestent dans l'espace où nous vivons, pour ce que nous en savons, par des radiations électromagnétiques ou corpusculaires, ou par des variations de champ. On peut alors modifier les conditions spatiales d'un des deux systèmes chimiques de l'expérience différentielle, en plaçant le système choisi dans une chambre métallique, ou même, plus simplement, sous une plaque métallique. Le métal que nous avons choisi est le *cuivre*. Le système subit alors l'effet d'un écran, soit totalement (cas de la chambre), soit partiellement (cas de la plaque).

Le cuivre filtre, au moins en partie, certaines radiations et modifie le champ électrique et électromagnétique.

Si l'espace est dénué de forces agissant sur le système chimique, ou s'il comporte seulement des forces qui ne sont pas modifiées par le cuivre, la réponse statistique du test chimique sera celle du hasard : 50 (50 % *T*), si le nombre d'essais est suffisant.

Mais si dans l'espace jouent des forces qui sont modifiées par le cuivre, les conditions en dessous de la plaque (ou à l'intérieur de la chambre) seront différentes par rapport à celles en dehors de tout écran métallique. Cette différence de conditions sera ressentie par un système chimique sensible.

Je donnerai à ce sujet deux exemples très significatifs.

1) Polymérisation de l'acrylonitrile.

Une solution d'acrylonitrile monomère dans l'eau a été partagée entre plusieurs récipients identiques, en verre. Ces récipients sont répartis symétriquement dans une caisse rectangulaire en bois, bien calorifugée, dont la moitié est couverte par un écran de cuivre mince (0,1 mm). Après un temps suffisant, on a retiré les récipients et on a filtré, séché et pesé le polymère solide qui s'était formé. De décembre 1951 à avril 1954 on a effectué 108 expériences et on a constaté que le poids du polymère a été *plus petit en dessous de l'écran* 80 fois sur 108, c'est-à-dire dans 75 % des cas (tableau 1).

L'effet de l'écran a donc été bien significatif du point de vue statistique. L'effet n'a pas été constant, ni en signe, ni en grandeur, et ceci est bien naturel, car les propriétés de l'espace fluctuent sans cesse.

(Tableau 1)

		Nombre des groupes d'essais qui ont donné un poids de polymère plus grand en dehors de l'écran en dessous de l'écran	
1951	décembre	7	2
1952	février	5	1
»	mars	14	6
»	avril	14	4
»	mai	5	1
»	juin	3	3
»	juillet	3	3
»	octobre	2	0
»	novembre	2	0
»	décembre	4	0
1953	janvier	8	4
»	février	10	0
1954	mars	1	4
»	avril	2	0
Total		80	28
%		74	26

2) Précipitation et sédimentation de l'oxychlorure de bismuth.

a) 1000 essais à blanc.

On a hydrolysé la même quantité de la même solution de trichlorure de bismuth, avec la même quantité de la même eau, en deux séries de béchers, distinguées par des marques respectivement rouges et bleues. On a effectué l'opération d'hydrolyse en groupant les béchers par couples (un bécher rouge, un bécher bleu) simultanément et dans des conditions identiques, pour 10 paires de béchers à la fois.

Du 15 octobre au 6 novembre 1954, on a effectué au total 1000 couples d'essais.

On a noté, pour chaque groupe de 10 couples, combien de fois la sédimentation de l'oxychlorure de bismuth avait été plus rapide dans les béchers rouges. Ce pourcentage était la réponse numérique du test à blanc.

En distribuant les différentes réponses selon leur valeur, entre 0 et 100, on a obtenu une courbe très semblable à celle de Gauss, symétrique par rapport à l'axe d'abscisse 50 %. La moyenne générale des 1000 réponses a été de 50,4 %.

Le test à blanc donne donc une répartition des résultats correspondant bien aux seuls effets du hasard (fig. 1, ligne continue).

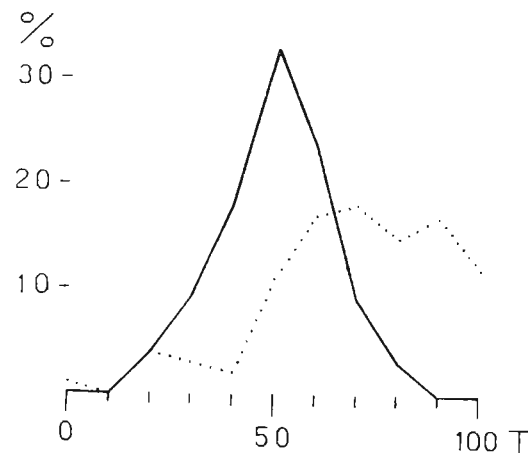


Fig. 1. — Mille essais à blanc (ligne continue) et mille essais P (ligne pointillée), effectués par groupes de 10, distribués selon la valeur du résultat (% T) de chaque groupe.

En abscisses les résultats possibles en % T de 0 à 100, en ordonnée le pourcentage de chacune de ces valeurs obtenu pour les 100 groupes. Pour les essais à blanc, noter la symétrie de la distribution autour de la valeur 50 ; pour les essais P noter la dissymétrie de la distribution.

b) 1000 essais P.

En même temps que les essais à blanc, on a effectué 1000 essais identiques aux premiers, mais en couvrant les béchers rouges avec un écran de cuivre. C'était le test P.

En distribuant les différentes réponses selon leur valeur entre 0 et 100, on a obtenu une courbe tout à fait différente de celle de Gauss, très asymétrique par rapport à l'axe d'abscisse 50. La moyenne générale des 1000 réponses a été 70,1 % (fig. 1, ligne pointillée).

Le test P a donc donné une réponse toute différente de celle du test à blanc. Ce n'était plus le hasard seul qui jouait, mais l'influence différente des actions extérieures sur les deux séries de béchers.

LE TEST CHIMIQUE DANS LE CAS B.

On peut modifier un des systèmes chimiques par des moyens chimiques ou physiques. Nous avons choisi, pour des raisons pratiques, un moyen physique d'usage très simple. Ayant adopté pour nos essais de routine, la précipitation de l'oxychlorure de bismuth, provoquée par l'hydrolyse du trichlorure, nous avons modifié l'eau destinée à l'hydrolyse par *activation physique*.

On a agité dans l'eau, doucement, une *bouée à mercure*, c'est-à-dire une ampoule de verre, contenant une goutte de mercure et du néon à pression réduite. En bougeant la bouée, le mercure glisse sur le verre ; la double couche électrique entre le mercure et le verre se déchire et produit une décharge lumineuse rougeâtre à travers le néon. L'eau qui se trouve en contact avec la bouée s'en trouve « *activée* ». Les bouées à mercure, de même que d'autres dispositifs, ont été employées dans l'industrie pour la désincrustation « physique » des chaudières (*).

Il est inutile de soulever dès à présent les problèmes physico-chimiques que nous présente cette activation de l'eau, ceux de la *structure de l'eau*, etc. Il suffit de savoir qu'il est possible de disposer de deux eaux, chimiquement identiques (de la même composition chimique centésimale) mais physiquement différentes.

Avec l'eau normale et l'eau activée, on peut effectuer une *expérience différentielle* du cas B et l'utiliser comme test chimique.

On peut effectuer un test de ce genre *au dehors*, à l'air libre, ou, pratiquement, dans une pièce dépourvue de toute partie métallique importante. C'est le test F. On peut, par contre, l'effectuer *au dedans* d'une pièce à parois de cuivre (ou en dessous d'un écran). C'est le test D (ou D').

NOS TESTS CHIMIQUES.

Les tests chimiques que nous avons employés jusqu'à présent sont les suivants :

(*) Le spectre d'émission de ces bouées à Hg a été étudié par MM. NOVODNY et HALLA. Il se caractérise par des intensités notables uniquement en B.F. (une onde fondamentale de 10 Hz est modulée par des fréquences de 3-4 kHz. (Cfr. « Metall-Reinigung und Vorbehandlung », 7, 1958, Heft 6, Seite 107-110, Verlag Brunke Garrels, Hamburg).

(Tableau 2)
On compare I avec II :

	I	II
TEST F	eau normale en dehors de tout écran métallique	eau activée en dehors de tout écran métallique
TEST D	eau normale au dedans d'une chambre en cuivre de 0,1 mm d'épaisseur	eau activée au dedans de la même chambre en cuivre
TEST P	eau normale en dehors de tout écran métallique	eau normale au dedans de la chambre en cuivre

N.B. — Comme on le verra par la suite, des tests analogues aux tests D et P ont été effectués également en remplaçant l'enceinte métallique par une simple plaque métallique horizontale. Nous les distinguerons des tests D et P effectués dans la chambre faradisée en les désignant par D' et P'.

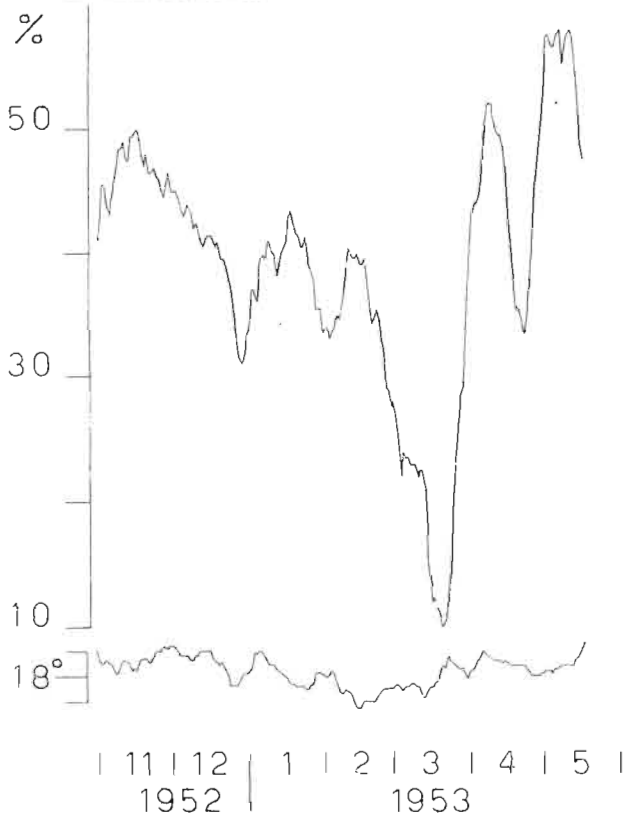


Fig. 2. — Courbe supérieure : test D en fonction du temps. Courbe inférieure :

RECHERCHES SUR LES TESTS CHIMIQUES.

On a effectué au moyen des tests chimiques deux types de recherches :

- a) des recherches de routine, destinées à l'étude des actions extérieures, dont il sera question plus loin ;
- b) des recherches spéciales, destinées à améliorer la connaissance des phénomènes propres aux tests chimiques.

Nous donnerons d'abord un résumé de ces dernières.

- 1) Ecran métallique fermé et ouvert (chambre en cuivre complètement fermée et plaque horizontale en cuivre).

Il était très important de savoir si au lieu de travailler au dedans d'une chambre de cuivre complètement fermée on pouvait travailler en dessous d'une plaque de cuivre et obtenir des résultats pas trop différents de ceux obtenus dans la chambre. Ceci en vue d'organiser des essais de routine en des lieux où il aurait été impossible de disposer d'une chambre métallique fermée.

TESTS D et D'. — Trois séries de 200 précipitations différentielles (eau normale – eau activée) ont été effectuées en mai 1953 : la première sans écran aucun, la deuxième sous une plaque de cuivre horizontale, la troisième à l'intérieur d'une chambre en cuivre fermée (épaisseur du cuivre de la chambre et de la plaque 0,1 mm). Les résultats ont été les suivants :

(Tableau 3)

Test F (à l'air libre)	54,5 % T
Test D' (en dessous de la plaque)	37,0 %
Test D (au dedans de la chambre)	37,5 %

Il n'y a donc pas eu une très grande différence entre les deux tests D et D'. On peut penser que la plupart des actions extérieures tombent de haut, sur la Terre. Le « toit » serait alors la partie la plus importante d'une chambre métallique destinée aux tests chimiques.

TEST P. — Cinq ans après (1958) on a observé que la comparaison des résultats de deux séries de tests P et P', ne confirmait pas la conclusion déduite en mai 1953 des tests D et D'. La réponse du test P' obtenue en utilisant une plaque de cuivre horizontale, montrait une allure à peu près opposée à celle présentée par la réponse du test P obtenue, simultanément, en utilisant une chambre de cuivre complètement fermée.

Cela explique peut-être pourquoi les résultats obtenus à Florence ont donné une corrélation significative et positive avec l'activité solaire, tandis que les résultats obtenus dans différentes stations, à l'occasion de l'AGI, en utilisant par nécessité une simple plaque de cuivre, ont donné une corrélation significative et négative.

Le problème de l'écran est très compliqué. D'autre part, comment confronter les résultats d'expériences effectuées en 1953 presque au minimum de l'activité solaire, avec les résultats des expériences effectuées en 1958, presque au maximum de l'activité solaire ? Le problème devra être repris et étudié à part.

2) Nature du métal de l'écran.

On a effectué de nombreuses séries d'essais en activant l'eau et en précipitant l'oxychlorure de bismuth au dedans de petites chambres en différents métaux : cuivre, aluminium, fer, plomb, afin de savoir si la nature de l'écran avait de l'importance, c'est-à-dire si l'action de l'écran était seulement électrostatique, ou bien si elle était semblable à celle d'un filtre ou d'un miroir sélectif (fig. 3).

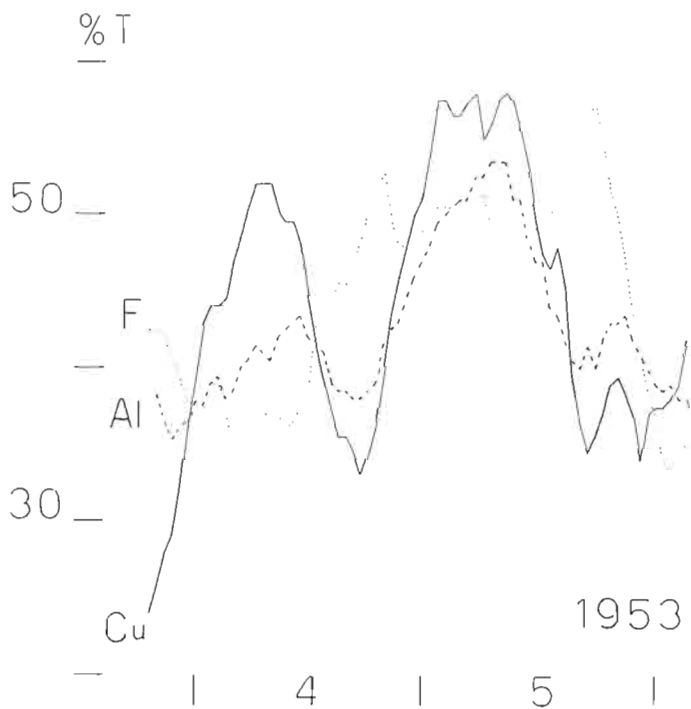


Fig. 3. — Effet de la nature de l'écran métallique sur les tests chimiques. Trait continu : écran de cuivre ; trait interrompu : écran d'aluminium ; trait pointillé : sans écran.

Le tableau 4 présente les résultats de 4 séries de 6900 essais chacune (essais eau normale – eau activée) effectuées du 6 janvier 1954 au 26 mars 1955.

(Tableau 4)

	% T	Conductibilité électrique
Test F (sans écran)	46,4	0
Test D' (sous écran de fer)	45,4	$10 \cdot 10^4$ mho cm^{-1}
Test D' (sous écran d'aluminium)	42,2	$35 \cdot 10^4$ mho cm^{-1}
Test D' (sous écran de cuivre)	36,9	$58 \cdot 10^4$ mho cm^{-1}

Il est évident que la nature du métal joue un rôle important. Il peut se faire que la caractéristique la plus importante d'un métal, vis-à-vis des tests chimiques, soit la conductibilité électrique. Malheureusement la physique ne nous donne aucun renseignement à ce sujet. Ce qu'on sait au sujet de la cage de Faraday vaut pour les phénomènes électrostatiques, mais pas pour les phénomènes que nous étudions, où une gamme entière d'ondes électromagnétiques et de particules tombe sur nos écrans.

3) Structure de l'écran.

Il n'y a pas seulement la nature du métal à considérer, mais aussi la structure de l'écran. Nous avons donc effectué des essais d'orientation avec un écran compact — c'est-à-dire une plaque métallique continue — et un écran discontinu ou écran de poudre — constitué par un vernis métallique, c'est-à-dire une poudre métallique liée par un vernis isolant.

Nous avons essayé avec une plaque en aluminium de 0,7 mm d'épaisseur et un carton peint avec un « vernis à aluminium pur ». On a effectué du 7 avril 1955 au 14 avril 1955 trois séries de 500 précipitations chacune, en opérant simultanément une précipitation à l'air libre, une en dessous du carton vernis et une en dessous de la plaque ; en comparant ensuite ces trois précipitations deux à deux on a obtenu, pour la moyenne des 500 essais, les résultats suivants :

(Tableau 5)

	% T
Dehors – Al plaque	76,8
Dehors – Al poudre	72,6
Al plaque – Al poudre	45,6

Il est évident que l'écran formé par une poudre métallique à grains isolés, produit aussi un effet notable, presque semblable à celui de la plaque métallique.

Mais cela dépend de la radiation qui tombe sur l'écran. J'ai pu observer, bien plus tard, que la plaque d'aluminium arrête notablement l'émission radioélectrique de 10 kHz de fréquence, mais que le carton verni n'offre presque pas d'obstacle à la même émission. Quelles sont alors les radiations arrêtées par l'écran discontinu ? Ce problème devrait

aussi être étudié avec des moyens adaptés, par des physiciens compétents. Il s'agit d'expérimenter avec les fréquences les plus différentes, surtout avec celles très petites, pour lesquelles on ne trouve actuellement sur le marché aucun instrument, ni émetteur, ni récepteur. Tout doit être bâti expressément.

Le problème des écrans va lentement s'imposer. A Vienne, au 1^{er} Institut de Physique de l'Université, dirigé par le Prof. G. Stetter, le Prof. Schedling va commencer des études au sujet de l'effet de l'écran vis-à-vis des ondes électromagnétiques extrêmement longues (de l'ordre d'une centaine de milliers de km), c'est-à-dire des champs électromagnétiques de 10 Hz ou moins, de fréquence. Il dispose d'un instrument enregistreur, analogue à celui bâti par le Professeur Schumann de Munich, et d'un mélangeur synchrone pour effectuer le test P.

4) Test D, test P et épaisseur de l'écran.

Afin de vérifier si l'épaisseur de l'écran joue un rôle important dans nos tests, on a effectué de longues séries de tests D', en activant l'eau au dedans de boîtes en plomb de différentes épaisseurs : 0,3, 15 et 30 mm, la précipitation se faisant dans tous les cas en dehors de tout écran métallique.

Du 25 juin 1953 ou 10 avril 1954, 7130 essais ont été effectués avec la chambre de 0,3 et 7130 simultanément avec la chambre de 30 mm. Du 26 janvier 1954 au 10 avril on a également opéré 1500 essais avec la chambre de 15 mm, au même moment que ceux faits avec les chambres de 0,3 et de 30 mm. Les résultats ont été les suivants :

(Tableau 6)

	Pb 0,3	Pb 15	Pb 30
Séries de 7130 essais	39,7	—	42,9
Séries de 1500 essais	40,4	42,9	41,4
(moyennes générales)			

L'effet de l'épaisseur n'est pas très notable pour les épaisseurs et le métal considéré, quoiqu'on ait varié l'épaisseur de 1 à 100. L'allure générale semble suivre la courbe de Rossi, car l'écran de 15 mm a donné des résultats plus grands que les écrans de 0,3 et de 30. Mais cela ne nous aide pas beaucoup pour l'étude de nos tests chimiques. Si ce qui a été observé rentre dans le domaine des interactions entre la radiation cosmique et les écrans denses et devient un problème de radiations secondaires, l'écran dense de grande épaisseur ne représente pour nous qu'une complication inutile, introduite volontairement.

Nous avons alors essayé si des écrans extrêmement minces influencent les tests chimiques, en espérant pouvoir établir une limite inférieure à l'épaisseur utile.

On a utilisé des écrans en aluminium déposé sur cellophane par sublimation dans le vide, et on les a employés selon la technique du test P'. On a toujours obtenu des effets très notables, même avec des écrans qui, regardés contre une lampe électrique, laissaient filtrer une faible lumière bleue, tellement ils étaient minces (800 Angström).

On a effectué aussi trois séries de 100 essais simples selon la technique du test P', en précipitant simultanément l'oxychlorure de bismuth à l'air libre, en dessous d'un écran en or martelé (feuille d'or employée pour la dorure, 0,5 millièmme de millimètre d'épaisseur) appliqué sur un carton et en dessous d'un écran en or déposé par sublimation sur cellophane (8-10 g d'or pour 10 mètres carrés de surface, soit à peu près 50 Angström d'épaisseur). On a obtenu les résultats suivants :

(Tableau 7)

	% T
Air libre — Au déposé	45,0
Air libre — Au martelé	71,0
Au déposé — Au martelé	76,0

Il est clair que l'or martelé donne une différence très notable par rapport au dehors, tandis que l'or déposé donne un effet très petit et négatif : 45 n'est pas loin de 50, qui serait la réponse du hasard. D'autre part, 100 essais seulement ne permettent pas de tirer des conclusions définitives. On voit cependant qu'on peut obtenir un effet encore très notable par des épaisseurs inférieures à 1 micron.

En ce qui concerne les tests chimiques, il faudra donc pousser les études sur l'effet de l'écran dans le domaine des épaisseurs très petites. Le domaine est complètement nouveau aussi, du point de vue de l'interaction des écrans avec les champs électromagnétiques. Il mériterait vraiment une étude approfondie.

5) Champs électromagnétiques de faibles fréquences et tests chimiques.

Les champs électromagnétiques naturels de fréquences radio-électriques présentent un intérêt tout à fait particulier, car ils ont le pouvoir d'influencer assez visiblement les systèmes colloïdaux en évolution, si la fréquence est suffisamment faible. Il eût été très intéressant de corréler les résultats des tests chimiques avec l'intensité des « atmosphériques ». Mais en Italie personne n'enregistre l'intensité des « atmosphériques » et, se servir de données de Munich, ou de Hambourg, etc., lieux trop éloignés de Florence, n'aurait pas eu de sens.

On a effectué alors une série d'essais simples à 2 m et une à 20 m d'un émetteur de la puissance de 10 W, réglé sur la fréquence de 10 kHz. A 20 m l'intensité du champ électromagnétique, indiquée par un

révéléateur de champ, était considérablement plus faible qu'à 2 m. On a effectué 10 couples de précipitations d'oxychlorure de bismuth à la fois, selon la technique ordinaire, et on a compté combien de fois, la sédimentation était plus rapide loin de l'émetteur. Il s'agissait donc d'un test différentiel basé sur l'atténuation du champ par éloignement, parfaitement analogue au test P, qui est un test différentiel basé sur l'effet d'écran.

Du 11 septembre 1955 au 29 février 1956 on a effectué chaque matin à 9 h 30, 10 couples de précipitations simultanées. Au total 1720 couples (fig. 4).

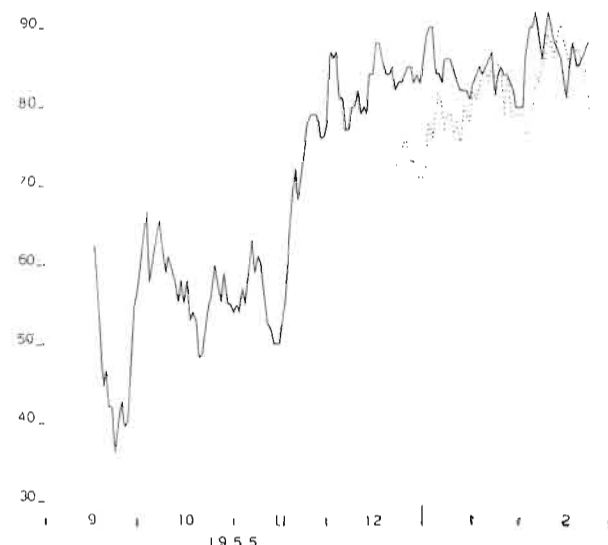


Fig. 4. — Effet d'un champ électromagnétique de la fréquence de 10 kHz sur le test chimique. Courbe continue.

En abscisse : le temps ; en ordonnée : le pourcentage des cas où la précipitation s'est effectuée plus rapidement loin de l'émetteur. Courbe pointillée : le test P.

A 20 m, la sédimentation de l'oxychlorure de bismuth a été plus rapide dans 72,7 % des cas. En moyenne la sédimentation a donc été retardée par effet du champ électromagnétique mais cet effet présente des fluctuations.

On a repris les essais du 1^{er} juin 1956 au 26 juin 1956 en essayant deux fréquences différentes : 10 et 120 kHz et en effectuant pour chaque fréquence 260 couples de précipitations. Les deux séries d'essais ont donné pratiquement des résultats semblables. L'effet de la différence d'intensité du champ, aussi bien pour la fréquence de 10 kHz que pour celle de 120 kHz présente des fluctuations parallèles à celles du test P.

Il est hors de doute que les champs électromagnétiques de faibles fréquences jouent un rôle très important vis-à-vis des tests chimiques.

6) Effet de l'altitude sur les tests chimiques.

Il était assez nécessaire de savoir, d'un point de vue général, si l'altitude du lieu où on effectuait les essais avait de l'importance, afin de pouvoir comparer les résultats obtenus en des lieux différents.

Le Professeur Fritsch, de la Technische Hochschule de Vienne, a organisé des recherches, en collaboration avec nous, à Kaprun Mooserboden, à 2000 m d'altitude, et à Kaprun Werksiedlung, à 800 m d'altitude, sur les Hohen Tauern, pendant la construction de grands barrages hydroélectriques (mai-décembre 1954).

D'autres recherches ont été menées, pendant 6 mois, d'octobre 1957 à mars 1958, par le personnel de l'Institut d'Astronomie de l'Université de Tuebingen, dirigé par le Professeur Siedentopf, à la Jungfrauoch (3578 m) et à Tuebingen (328 m). Le tableau 8 présente l'ensemble de ces résultats :

(Tableau 8)

		F	D	P
(mai-décembre 1954)				
Kaprun Werksiedlung	800 m	48,6	51,9	—
Kaprun Mooserboden	2000 m	55,0	54,7	—
(octobre 1957 - mars 1958)				
Tuebingen	328 m	38,3	45,4	64,0
Jungfrauoch	3578 m	47,3	54,3	43,2

Tandis que la différence observée entre les essais effectués à 2000 m et à 800 m était relativement faible, on a noté, à la Jungfrauoch des valeurs nettement plus élevées pour les tests F et D mais plus basses pour le test P qu'à Tuebingen.

Il faut considérer, d'une part, que les essais de Kaprun ont été effectués en 1954, c'est-à-dire pendant le minimum de l'activité solaire, tandis que les essais à la Jungfrauoch ont été effectués en 1957 et 1958, c'est-à-dire pendant le maximum de l'activité solaire. D'autre part, il faut remarquer que l'altitude de la Jungfrauoch dépasse celle de Mooserboden de 1500 m et que les essais comparés diffèrent de 3250 m dans le second cas contre 1200 m dans le premier. Il faudrait pouvoir poursuivre les essais, soit pendant un minimum soit pendant un maximum de l'activité, selon une technique identique.

7) Effet diurne.

Il était naturel de se demander s'il existait un effet diurne, mais à cause de la difficulté d'effectuer des essais continuellement pendant la nuit (chaque nuit, pendant plusieurs mois) j'ai différé cette étude.

A l'Observatoire astronomique de Tuebingen, dirigé par le Professeur Siedentopf, M^{lle} Dr. U. Mayer a effectué des essais à midi et des essais à minuit, pendant les mois de mai, juin et juillet 1958. Au total 860 précipitations différentielles à midi et 780 à minuit. Les résultats ont été les suivants :

(Tableau 9)

	Moyennes mensuelles					
	Jour			Nuit		
	F	D	P	F	D	P
Mai	32,8	60,0	23,3	36,7	63,3	13,3
Juin	42,1	55,2	45,7	45,0	58,8	49,4
Juillet	38,0	48,8	39,7	39,7	52,3	39,3
Moyennes	37,6	54,7	36,2	40,4	58,1	34,0

J'ai obtenu ces données en communication privée de M^{lle} Mayer, que je veux remercier ici pour sa vaillante collaboration.

D'après les résultats de Tuebingen, on dirait qu'il n'y a pas d'effet jour-nuit notable. Mais le problème de la variation diurne doit encore faire l'objet d'études plus étendues. M^{me} Capel qui a fait effectuer des essais pendant la nuit à Uccle-Bruxelles, reprendra ce thème.

10) Effet de la turbulence.

L'attention de maint homme de science est attirée aujourd'hui par les plasmas, les fluides constitués par des particules chargées électriquement : ions positifs et électrons. Dans le domaine de l'astrophysique on considère comme plasmas les atmosphères des étoiles, la matière inter-stellaire, les nébuleuses gazeuses, les comètes. Dans le domaine de la physique et de la chimie physique, on considère comme plasmas les li- quides métalliques et les flammes (surtout les flammes salées, les flam- mes de l'arc électrique, etc.). On ne sait pas encore si une solution électrolytique pourra être considérée comme un plasma d'un genre par- ticulier.

On a développé récemment une théorie des plasmas (Alfven et autres) qui a donné lieu aussi à des expériences de laboratoire ; cette théorie s'appuie sur un chapitre particulier de l'hydrodynamique : la magnétohydrodynamique. Celle-ci, comme son nom l'indique, est l'étude

du mouvement d'un fluide conducteur de l'électricité dans un champ magnétique. Alfven a développé sa théorie en envisageant l'existence de champs magnétiques produits par la turbulence de la matière interstel- laire, et par conséquent liés à celle-ci Il les a dénommés « champs gelés » et a expliqué par cette hypothèse certains grands phénomènes solaires comme les éruptions. D'autre part, les courants électriques résultant du mouvement d'un fluide conducteur dans un champ magnétique modifient le champ et en même temps produisent des forces mécaniques qui modi- fient le mouvement du fluide.

Puisque l'eau, les solutions salines et les solutions colloïdales sont aussi des fluides contenant des particules chargées électriquement, il était bon de vérifier si le mouvement, la turbulence d'un liquide comme l'eau devaient être considérés comme des facteurs importants ou non dans nos tests chimiques.

Nous avons effectué dans ce but, du 19 mars au 12 avril 1955, 300 couples d'essais différentiels avec de l'eau restée longuement au repos en dessous d'un écran en carton et en dessous d'un écran en cuivre. Les précipitations ont été effectuées à l'air libre. Moyenne générale : 50,0 %. C'est le résultat du hasard.

Nous avons effectué du 19 mars au 14 mai 1955, 350 couples d'es- sais différentiels avec de l'eau agitée mécaniquement à l'intérieur d'une boîte de carton et à l'intérieur d'une boîte en cuivre. Les précipitations ont été effectuées à l'air libre. Moyenne générale : 56,8 %. Ce n'est plus le hasard. Il y a un faible effet.

Nous avons encore effectué du 28 avril au 5 juillet 1956, 790 cou- ples d'essais différentiels avec de l'eau agitée par barbotage d'air, à l'in- térieur d'une boîte en carton et à l'intérieur d'une boîte en cuivre, dans les mêmes conditions. Moyenne générale : 54,4 %. On observe encore une fois un effet faible, mais significatif (fig. 5).

Les données journalières péréquâtées par décades, ont fluctué entre 45 et 65 % et leurs fluctuations correspondent parfaitement aux fluc- tuations du test P (à une autre échelle, naturellement). Cela nous montre que les mêmes facteurs qui ont influencé le test P ont influencé notre expérience.

Nos expériences ont donc montré un fait très insolite : l'agitation, la turbulence semblent capables de rendre l'eau sensible à l'effet de l'écran. Mais tout cela n'est qu'un commencement. Malheureusement, le problème des écrans est encore à étudier. Il sera très important, lorsque des expériences définitives seront accomplies, de pouvoir adapter la théorie magnétohydrodynamique créée pour les plasmas, disons « astro- physiques », aux plasmas électrolytiques.

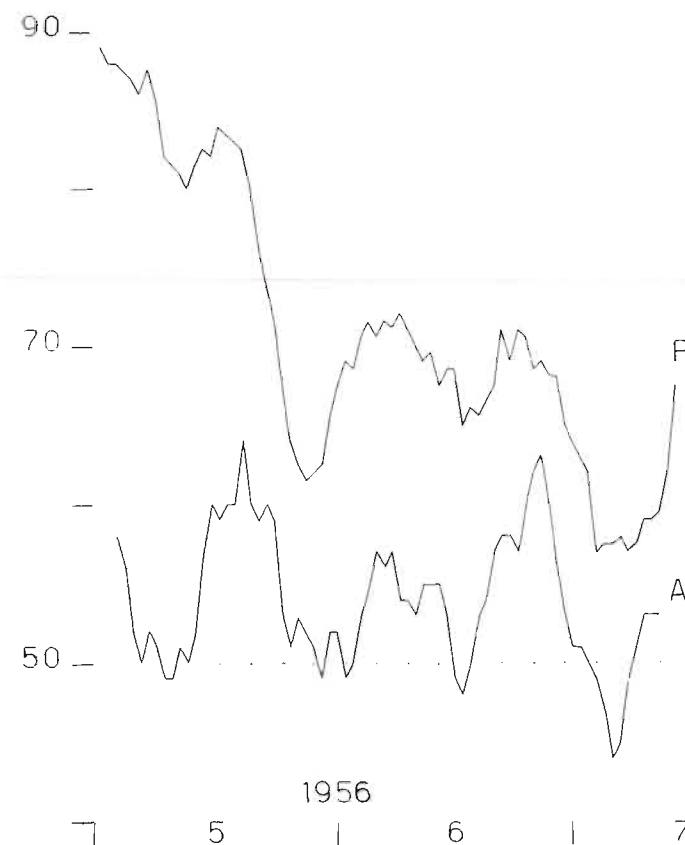


Fig. 5. — Courbe supérieure : le test P en fonction du temps. Courbe inférieure : effet de l'agitation de l'eau en dessous d'un écran, en fonction du temps.

Les deux tests marquent à une échelle différente les mêmes fluctuations.

LES ESSAIS DE ROUTINE.

Nous avons ainsi montré les résultats des recherches organisées spécifiquement dans le but de préciser les particularités des tests chimiques, observations qui mettent en évidence les problèmes encore à résoudre dans l'avenir. Il nous reste à rendre compte des recherches de routine, effectuées uniquement aux fins de savoir si nos tests chimiques manifestent réellement les effets d'actions extérieures et, dans le cas affirmatif, si on peut établir quels sont les phénomènes extérieurs qui influencent les résultats des tests chimiques.

Je ferai d'abord le bilan du travail effectué dans ce domaine :

(Tableau 10)

	Nombre d'essais effectués du 1 ^{er} mars 1951 au 30 septembre 1958			
	8 h 30	14 h 30 ou 12 h 00	18 h 30	Total
Test F	28.415	28.090	13.170	69.675
Test D	28.418	28.089	13.170	69.677
Test P (chambre)	14.530	14.490	11.930	40.950
Test P' (plaque)	—	5.260	—	5.260
Total général				185.562

Ces chiffres concernent la période qui va du 1^{er} mars 1951 au 1^{er} octobre 1958 ; 7 ans et demi, au total. Les essais de routine F, D et P ont été effectués tous les jours, y compris les jours de fête.

A partir du 1^{er} octobre 1952 des essais de routine ont été commencés à Bruxelles par ma vaillante collaboratrice M^{me} Capel-Boute, au Laboratoire d'Electrochimie et Métallurgie de l'Université Libre, avec l'assentiment, l'aide et le conseil du Professeur Decroly, Directeur des Services de Chimie et Métallurgie de la Faculté des Sciences Appliquées. Depuis quelques mois les recherches sont effectuées à l'Observatoire Royal de Belgique, grâce à la bienveillance de M. Bourgeois. M^{me} Capel parlera plus tard, en détail, de ses travaux.

A partir du 13 février 1953 des essais de routine ont été effectués à Untertullnerbach, près de Vienne, à la Wiental-Wasserleitung, grâce à l'intérêt que l'ingénieur H. Doat, directeur de la Société, a bien voulu apporter à ces questions. Les essais ont été interrompus le 31 décembre 1957, car la W.W. a été absorbée par la Gemeinde Wien. Il est vraiment dommage qu'une série d'observations de routine, poursuivies depuis 4 ans déjà, ait été interrompue juste au milieu de l'Année Géophysique Internationale, précisément au moment où des essais de routine ont été mis en route en divers points de la Terre.

(Tableau 11)

Stations d'observations organisées pendant l'Année Géophysique Internationale.

1. *Bruxelles* : Laboratoire d'Electrochimie et Métallurgie de l'Université Libre.
2. *Uccle-Bruxelles* : Observatoire Royal de Belgique.
3. *Tuebingen* : Astronomisches Institut der Universität.

4. *Jungfraujoch* : Observatoire Météorologique.
5. *Unter-Tullnerbach* (N. Oest.) : Wiental-Wasserleitung.
6. *Vienne* : Institut für Analytische Chemie der technischen Hochschule.
7. *Gênes* : Istituto di Geodesia e Geofisica dell'Università.
8. *Trieste* : Osservatorio Geofisico.
9. *Trieste* : Istituto Sperimentale Talassografico.
10. *Florence* : Istituto di Chimica Fisica dell'Università.
11. *Castellana Grotte I (Bari)* : Istituto di Fisica dell'Università di Bari.
12. *Castellana Grotte II (Bari)* : Istituto di Fisica dell'Università di Bari.
13. *Libreville* (Afrique équatoriale française) : Service Météorologique Régional du Gabon.
14. *Léopoldville* : Service Météorologique du Congo Belge.
15. *Fort Dauphin (Madagascar)* : Service Météorologique de Madagascar, des Comores et de la Réunion.
16. *Iles Kerguelen* : Météorologie Nationale Française.
17. *Sapporo (Japon)* : School of Medicine, Dept. of Physiology, Hokkaido University.
18. *Kumamoto (Japon)* : Department of Physiology and Hygiene, Kumamoto University.

Les données recueillies à Florence ont été étudiées soit par moi-même, soit par des spécialistes : Prof. O. Burkard, Université de Graz ; Dr. Becker, Fraunhofer Institut Freiburg i/B., Dr. Mosetti, Osservatorio Geofisico di Trieste ; Prof. Berg de l'Université de Cologne ; Dr. U. Mayer, Université de Tuebingen.

La relation entre mon test D et l'activité solaire a semblé évidente à première vue (fig. 6). Il fallait cependant établir statistiquement son degré de certitude et découvrir d'autres relations qui ne pouvaient pas apparaître aussi ouvertement. C'est dans ce domaine que l'œuvre des spécialistes cités a été vraiment précieuse. Je veux les remercier ici chaleureusement.

Ne pouvant décrire en détail ici tout ce qui a été fait, je me contenterai de résumer les résultats obtenus.

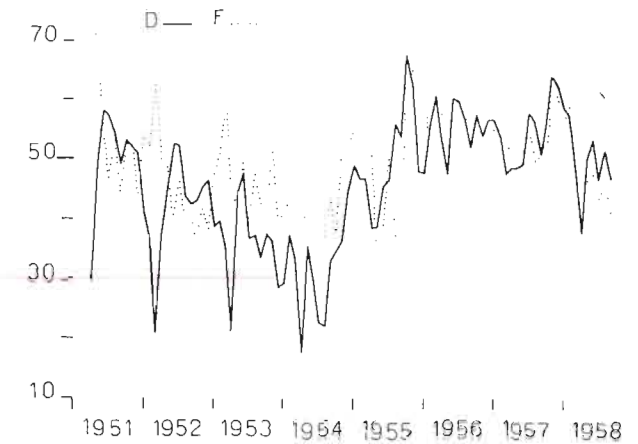


Fig. 6. — Test D (courbe continue), et test F (courbe pointillée) en fonction du temps. Moyennes mensuelles.

TEST D

Variation séculaire. — Les moyennes, soit annuelles, soit mensuelles, soit journalières péréquâtées par décades (fig. 7_I et 7_{II}), montrent une variation séculaire, marquée par un minimum très profond en 1954, en parfaite correspondance avec le minimum de l'activité solaire. M. Becker a démontré que cette correspondance est statistiquement réelle.

Variation annuelle. — On observe une variation annuelle marquée par un minimum très profond, correspondant au mois de mars. On observe aussi un minimum secondaire au mois d'août. M. Becker a démontré que le minimum de mars est statistiquement bien significatif tandis que celui du mois d'août ne l'est pas encore. Il faut attendre d'avoir plus de données. L'existence d'un rythme annuel exige qu'on envisage une relation entre la réponse du test D et le mouvement de la Terre. Je reviendrai sur ce point.

Variations de courte durée. — Ces variations souvent très accentuées, peuvent être reliées à différents phénomènes. Pendant de longues périodes, on a constaté un parallélisme entre l'allure du test D et l'allure de l'intensité de la radiation cosmique enregistrée par le Professeur Steinmaurer au Hafelekar, près de Innsbruck. Mais on n'a pas pu poursuivre longtemps cette recherche (fig. 8).

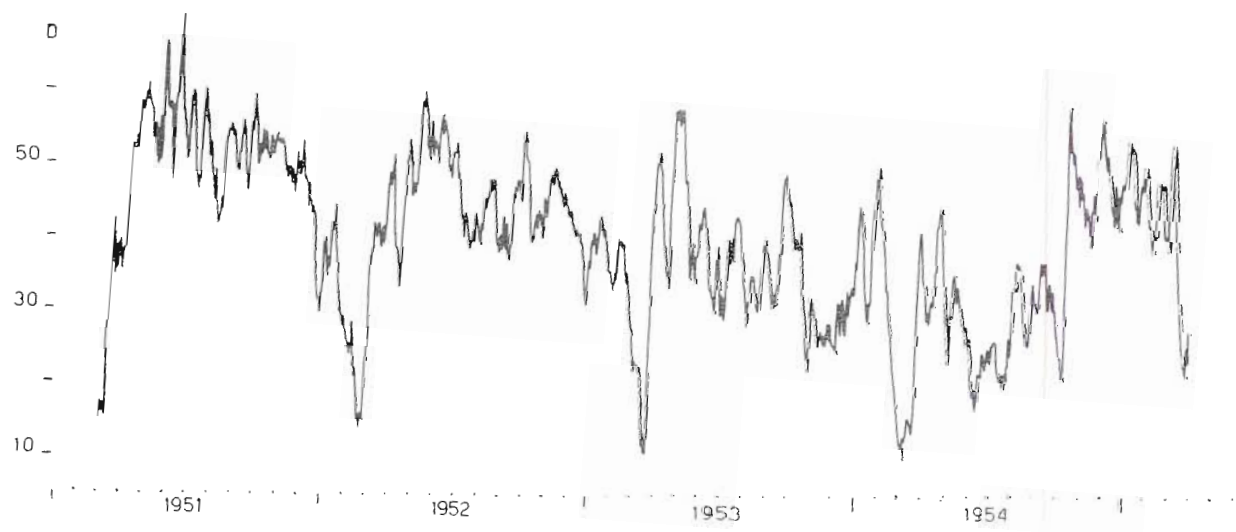


Fig. 7i. — Le test D en fonction du temps (mars 1951 à mars 1955).
Moyennes journalières pénétrées par décades.

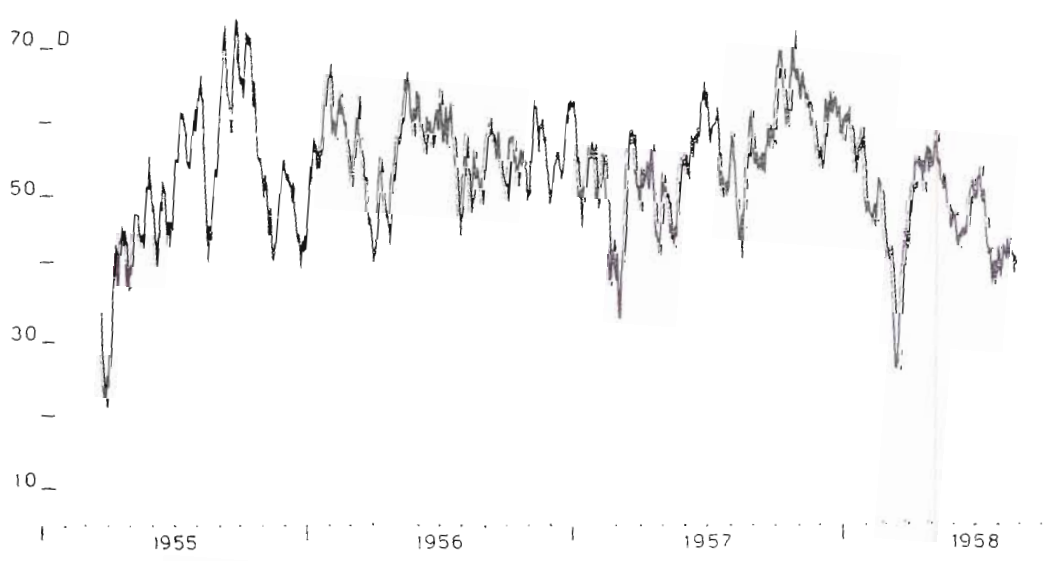


Fig. 7ii. — Le test D en fonction du temps (mars 1955 à sept. 1958).
Moyennes journalières pénétrées par décades.

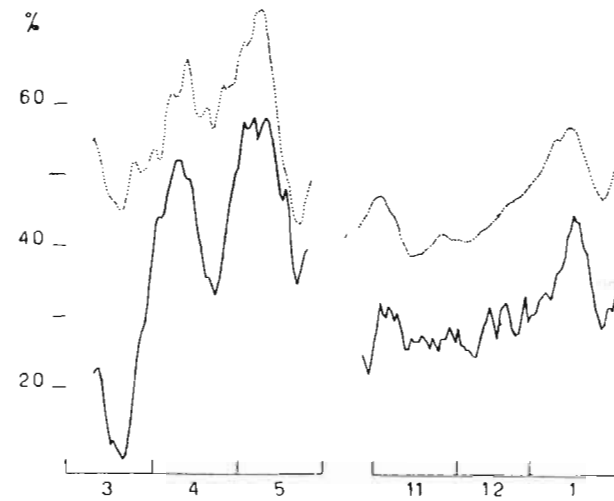


Fig. 8. — Ligne continue : test D à Florence, en fonction du temps. Ligne pointillée : intensité de la radiation cosmique mesurée au Hafelekar (Innsbruck), en fonction du temps. Moyennes journalières péréquâtées par décades.

TEST F

Variation séculaire. — Le test F présente une variation séculaire très évidente, quoique moins marquée que celle du test D. La variation présente aussi un minimum en 1954, mais moins profond que celui du test D (fig. 6). On dirait que l'allure séculaire du test F est perturbée. La chose ne doit pas surprendre, car le test F n'est pas protégé, comme le test D, contre les champs électromagnétiques naturels. M. Becker a démontré que la relation générale entre le test F et l'activité solaire est statistiquement réelle.

Variation annuelle. — Le test F présente une variation annuelle moyenne sinusoïdale et par cela très différente de celle du test D. Le minimum tombe en été, le maximum en hiver. Cette variation a été étudiée par M. Becker.

Variations de courte durée. — Le test F présente des variations de courte durée qui peuvent être reliées à différents phénomènes. M. Becker a montré qu'il existe un effet très marqué des éruptions solaires et M. Burkard, de l'Université de Graz, qu'il existe un effet des tempêtes magnétiques. (fig. 9_I et 9_{II}).

TEST P

Le test P a été étudié par M. Becker et par M^{lle} Dr. Mayer de l'Université de Tuebingen. Je ne peux citer que très sommairement les nouvelles qu'on m'a donné en communications privées. Les auteurs n'ont pas encore publié leurs résultats, qui sont tout à fait récents.

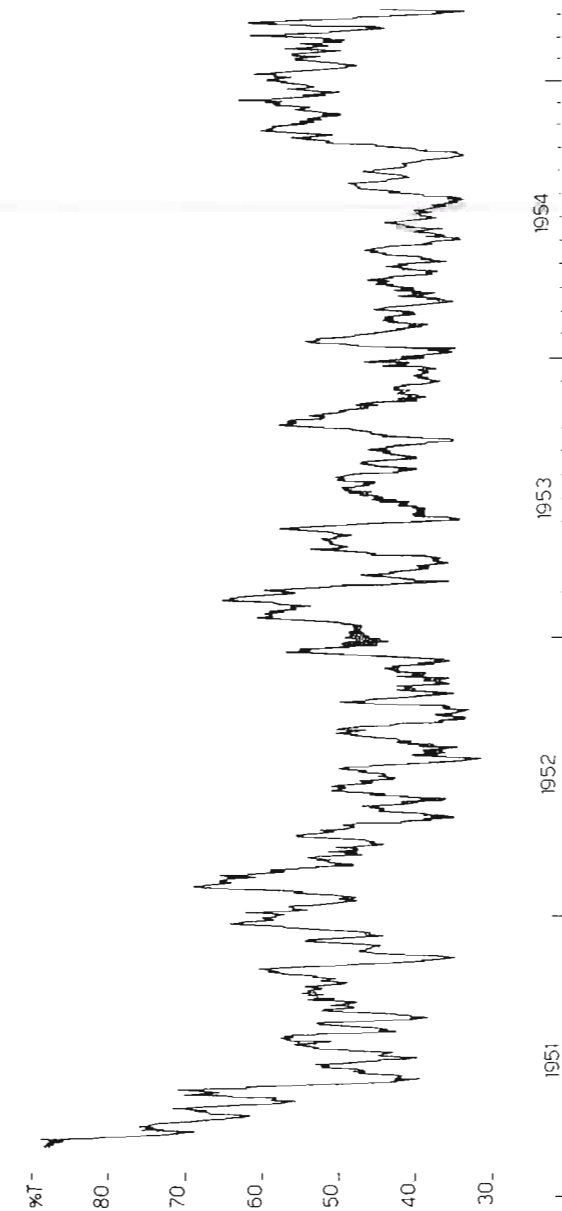


Fig. 9_I. — Le test F en fonction du temps (mars 1951 à mars 1955). Moyennes journalières péréquâtées par décades.

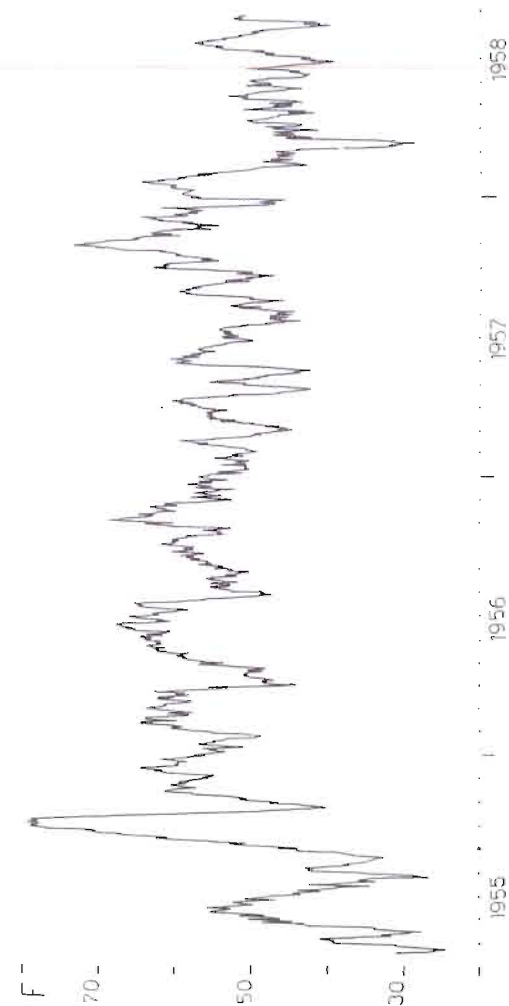


Fig. 9n. — Le test *F* en fonction du temps (mars 1955 à sept. 1958). Moyennes journalières péréquâtées par décades.

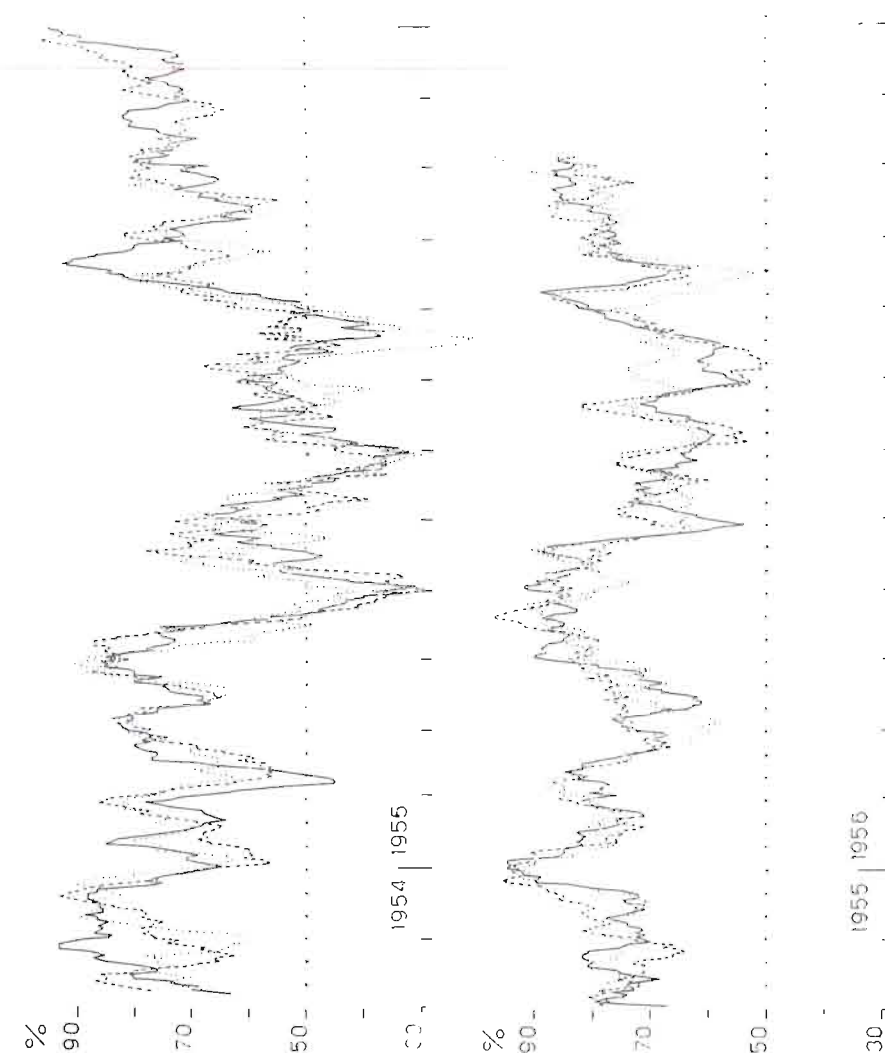


Fig. 10. — Le test *P* en fonction du temps.

Moyennes journalières péréquâtées par décades. Ligne continue : série effectuée à 8 h 30 ; ligne interrompue : série effectuée à 14 h 30 ; ligne pointillée : série effectuée à 18 h 30. Noter l'accord entre les trois courbes.

Le test *P* est aussi à relier avec l'activité solaire. La corrélation est significative et positive, pour le test *P* de Florence (fig. 10), significative et négative pour les tests *P'* enregistrés à Tuebingen et à la Jungfraujoch. Comme je l'ai fait remarquer auparavant, on ne dispose qu'à Florence d'une chambre en cuivre complètement fermée. Les autres stations ne

disposent que d'une simple plaque de cuivre avec laquelle on couvre la moitié des béchers où on effectue l'hydrolyse du trichlorure de bismuth. Comme je l'ai dit précédemment, le problème du test P est lié au problème de écrans.

Puisque des essais de laboratoire ont démontré que des champs électromagnétiques de fréquence relativement faible font retarder la floculation et la sédimentation de l'oxychlorure de bismuth (fig. 11), il faudrait aussi chercher dans les fluctuations du test P un lien avec les

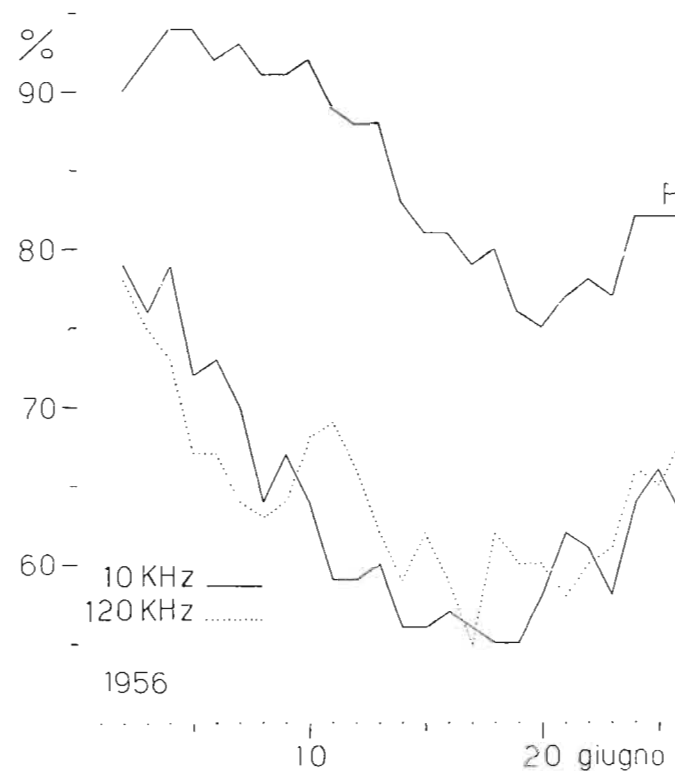


Fig. 11. — En haut : le test P en fonction du temps (effet d'écran). En bas : ligne continue, le test chimique, effet de la distance à l'émetteur, pour la fréquence de 10 kHz ; ligne pointillée, le test chimique, effet de la distance à l'émetteur, pour la fréquence de 120 kHz. Juin 1956.

ondes atmosphériques ou, en général, avec l'émission radioélectrique terrestre, solaire et cosmique. Par conséquent, on pourrait y trouver aussi des liens avec l'état de l'ionosphère, c'est-à-dire encore avec des phénomènes solaires. Tout est lié en une unité sans cesse fluctuante. M. Becker vous

parlera plus en détail de corrélations entre les résultats des tests chimiques et les phénomènes solaires.

* * *

CONCLUSION.

L'étude des tests chimiques, effectuée à l'Institut de Chimie physique de Florence, n'est ni complète, ni définitive. J'ai déjà dit que la masse de phénomènes nouveaux à considérer dans l'étude des tests chimiques était tellement grande, qu'elle dépassait nos possibilités. Que notre étude ne soit pas complète, c'est évident. Nous avons laissé en suspens beaucoup de questions. Qu'elle ne soit pas définitive, même au sujet des expériences déjà accomplies, est tout aussi évident. On a vu que les phénomènes naturels qui agissent le plus puissamment, directement ou indirectement, sur les tests chimiques sont les phénomènes solaires. Nous possédons des résultats très sûrs, enregistrés pendant le minimum, et nous en avons d'autres, aussi sûrs, enregistrés pendant le maximum de l'activité solaire. Pour étayer nos connaissances de façon satisfaisante il faudrait répéter certaines expériences selon le cas, pendant un maximum ou pendant un minimum, soit afin de les vérifier dans des conditions semblables, soit afin d'évaluer dans quelle mesure l'activité solaire influençait nos essais.

A côté des grands phénomènes solaires, il y en a d'autres, qui influencent aussi puissamment au moins un des nos tests. J'en parlerai plus tard.

Il serait vraiment indispensable de répéter au moins une partie de nos expériences, pendant la période calme du Soleil.

Malgré l'extrême complexité de la recherche, malgré les difficultés d'ordre matériel et personnel, nos tests chimiques ont donné des résultats très sûrs et très clairs.

C'est la première fois que, par le moyen d'une opération chimique banale, organisée selon une nouvelle méthode relative et statistique, on peut déceler systématiquement les effets de certains phénomènes importants survenant dans l'espace qui nous entoure et surtout sur le Soleil.

C'est la première fois enfin, qu'on peut révéler par des moyens chimiques, des facteurs physiques naturels, capables de perturber nos systèmes colloïdaux en évolution et, par conséquent, nos systèmes biologiques.

Le chemin à parcourir est encore long, mais on a déjà l'assurance de ne pas marcher en vain.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1951
- 1 PICCARDI G. : *Tecnica Italiana*, Nuova Serie Anno VI, 577, 1951.
- 1952
- 2, 3 PICCARDI G. : *Tecnica Italiana*, Nuova Serie Anno VII, 393, 433, 1952.
- 1953
- 4, 5, 6, 7 PICCARDI G. : *Geofisica e Meteorologia*, 1, 18, 42, 80, 103, 1953.
 - 8 PICCARDI G. & BOUTE C. : *ibidem*, 1, 84, 1953.
 - 9 PICCARDI G. & DOAT H.Y. : *ibidem*, 1, 106, 1953.
 - 10 PICCARDI G. : *Tecnica Italiana*, Nuova Serie Anno VIII, 65, 1953.
- 1954
- 11, 12, 13 PICCARDI G. : *Geofisica e Meteorologia*, 2, 9, 70, 100, 1954.
 - 14 PICCARDI G. : *Tecnica Italiana*, Nuova Serie Anno IX, 581, 1954.
 - 15 PICCARDI G. : *Naturwissenschaften*, 41, 549, 1954.
 - 16 PICCARDI G. : *Wetter und Leben*, 6, Heft 11-12, 1954.
 - 17 PICCARDI G. & FRITSCH V. : *Geofisica e Meteorologia*, 2, 57, 1954.
- 1955
- 18 PICCARDI G. : *Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie*, Serie B, 6, 486, 1955.
 - 19 BURKARD O. : *ibidem* Serie B, 6, 506, 1955.
 - 20 BECKER U. : *ibidem* Serie B, 6, 511, 1955.
 - 21 MOSETTI F. : *ibidem* Serie B, 6, 517, 1955.
 - 22 BOUTE C. : *ibidem* Serie B, 7, 147, 1955.
 - 23 BOUTE C. : *Tecnica Italiana*, Nuova Serie Anno X, 13, 1955.
 - 24 BOUTE C. : *Industrie Chimique Belge*, 20, n° 4, 1955.
 - 25 PICCARDI G. & DOAT H.Y. : *Geofisica e Meteorologia*, 3, 30, 1955.
 - 26 PICCARDI G. : *ibidem*, 3, 31, 1955.
 - 27 PICCARDI G. : *Wetter und Leben*, 7, Heft 7, 1955.
 - 28 PICCARDI G. & DANTI M. : *ibidem*, 7, Heft 7, 1955.
 - 29 PICCARDI G. : Conseil International des Unions Scientifiques — Commission mixte pour l'étude des relations entre les phénomènes solaires et terrestres. Réunion du 6 septembre 1955, à Dublin.
 - 30 PICCARDI G. : Atti del Simposio di Chimica Macromolecolare, Milano-Torino, 1954. *Supplemento alla Ricerca Scientifica*, Anno 25, 89, 1955.
- 1956
- 31 PICCARDI G. : *Geofisica e Meteorologia*, 4, 22, 1956.
 - 32 PICCARDI G. & CINI R. : *ibidem*, 4, 25, 1956.
 - 33 PICCARDI G. : *Ciel et Terre*, 27^e année, n° 5/6, 1956.
 - 34 PICCARDI G. : *La Settimana Medica*, 44, 389, 1956.
 - 35 PICCARDI G. : *Wiener Medizinische Wochenschrift*, 106, 975, 1956.
 - 36 PICCARDI G. : *Sichere Arbeit*, 9, n° 2, 4, 1956.
 - 37 MOSETTI F. : *Tecnica Italiana*, Anno XXI, Nuova Serie, 235, 1956.
- 1957
- 38 MOSETTI F. : *ibidem*, Anno XXI, Nuova Serie, 341, 1956.
 - 39 MATSCHINSKI M. : *Chroniques des Mines d'Outre-mer*, Société française de Géochimie, n° 243, 221, 1956.
 - 40 PICCARDI G. : *ibidem*, n° 243, 222, 1956.
 - 41 PICCARDI G. : *Journ. Atmosph. Terr. Phys.*, Suppl. Vol. 6, 1956 (abstract).
- 1957
- 42 PICCARDI G. & MOSETTI F. : *Int. Journ. of Bioclimatology and Biometeorology*, 1, 1 F, 1957.
 - 43, 44 PICCARDI G. : *Geofisica e Meteorologia*, 3, 11, 13, 1957.
 - 45 PICCARDI G., BARBOLANI DI MONTAUTO E. & MOSETTI F. : *Tecnica Italiana*, Anno XXII, Nuova Serie, 1, 1957.
 - 46 PICCARDI G. & BARBOLANI DI MONTAUTO E. : *ibidem*, Anno XXII, Nuova Serie, 13, 1957.
- 1958
- 47 PICCARDI G. : *Tecnica Italiana*, Anno XXI, Nuova Serie, 1, 1958.
 - 48, 49, 50 PICCARDI G. : *Geofisica e Meteorologia*, 6, 18, 19, 21, 1958.
 - 51 PICCARDI G. : *Wiener Medizinische Wochenschrift*, 108, 126, 1958.
 - 52 PICCARDI G. : *Int. Journ. of Bioclimatology and Biometeorology*, 2, part V, sect. A, 1958.

DISCUSSION

Après une brève discussion entre le Professeur Timmermans et le Professeur Piccardi au sujet de la pureté du nitrobenzène soumis à l'activation, il est décidé de reporter la suite de la discussion à l'après-midi, pour permettre la visite du laboratoire de M^{me} Capel-Boute où sont effectués à 12 h les essais quotidiens.

UNE HYPOTHESE SOLAIRE

par Giorgio PICCARDI (*)

Les données de l'expérience.

Parmi les recherches de routine organisées depuis le 1^{er} mars 1951, il y en avait une qui méritait, à mon avis, d'être développée du point de vue astronomique et géophysique : celle qu'on effectuait en employant le test D (fig. 1).

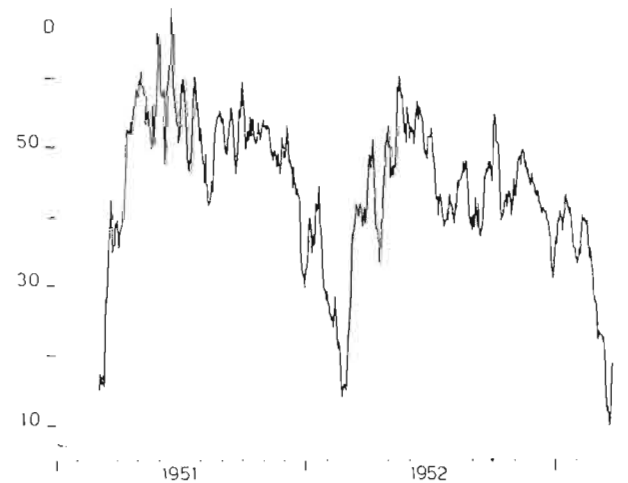


Fig. 1. — Test D en fonction du temps (en période d'activité du Soleil rapidement décroissante). Moyennes journalières péréquatées par décades. Noter le minimum annuel au printemps.

Une corrélation significative a été établie entre la variation séculaire du test D et l'activité solaire. Pour des raisons pratiques on a pris comme mesure de l'activité solaire, le nombre R des taches, publié à Zurich par le Prof. Waldmeyer (nombre de Wolf).

La correspondance entre D et R est montrée par le graphique 2. En abscisse : le temps (en années); en ordonnée : la moyenne annuelle de D et de log R. J'ai reporté log R et non R, en considérant que si l'activité solaire était vraiment la cause de la fluctuation générale du

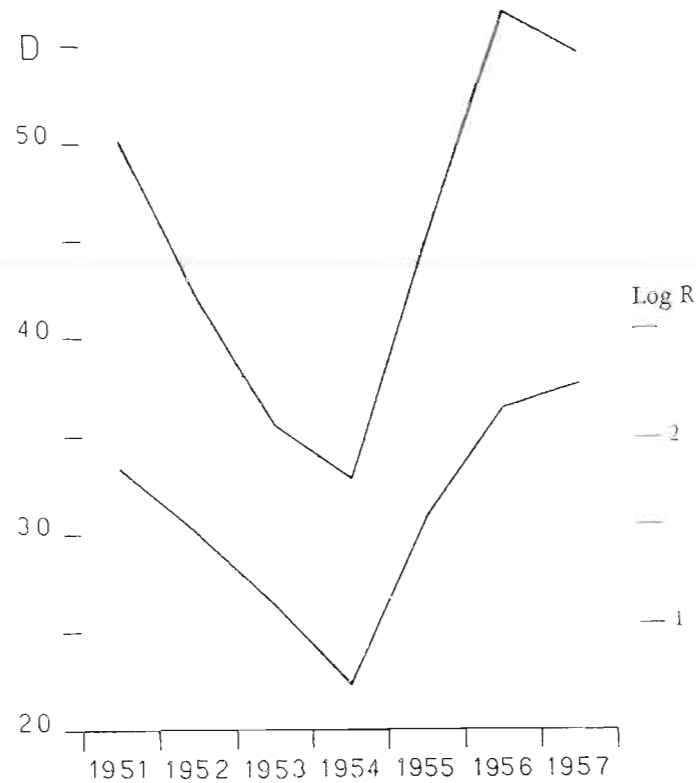


Fig. 2. — Courbe supérieure : Test D. Moyennes annuelles de 1951 à 1957 inclus. Courbe inférieure : Log R (R = Nombre de Wolf, moyennes annuelles) de 1951 à 1957 inclus. Noter le parallélisme des deux courbes.

test D, l'effet devrait varier plutôt selon le logarithme de l'importance des taches elles-mêmes, conventionnellement représentée par R.

J'ai reporté ici les moyennes annuelles pour simplifier, mais M. Becker a étudié en détail la corrélation entre D et R sur les moyennes de rotation. Chaque donnée annuelle D est la moyenne de 7300 observations pour les années ordinaires et de 7340 pour les années bissextiles.

Le parallélisme des deux courbes est parfait : le minimum du test D coïncide bien avec le minimum de log R, c'est-à-dire de R.

Mais, le test D présente, en plus de cette variation séculaire, une variation annuelle marquée par un minimum très profond au mois de mars (en moyenne).

Il n'y a plus de doute aujourd'hui au sujet de l'existence réelle de ce minimum annuel, du point de vue statistique. Ce minimum n'est pas

Log R, par contre, ne présente aucune variation annuelle ; ce fait est montré par le graphique 3. En abscisse : les 12 mois de l'année ; en ordonnée : la moyenne des moyennes mensuelles D de 7 ans, et le logarithme de la moyenne pour les sept mêmes années des moyennes mensuelles de R.

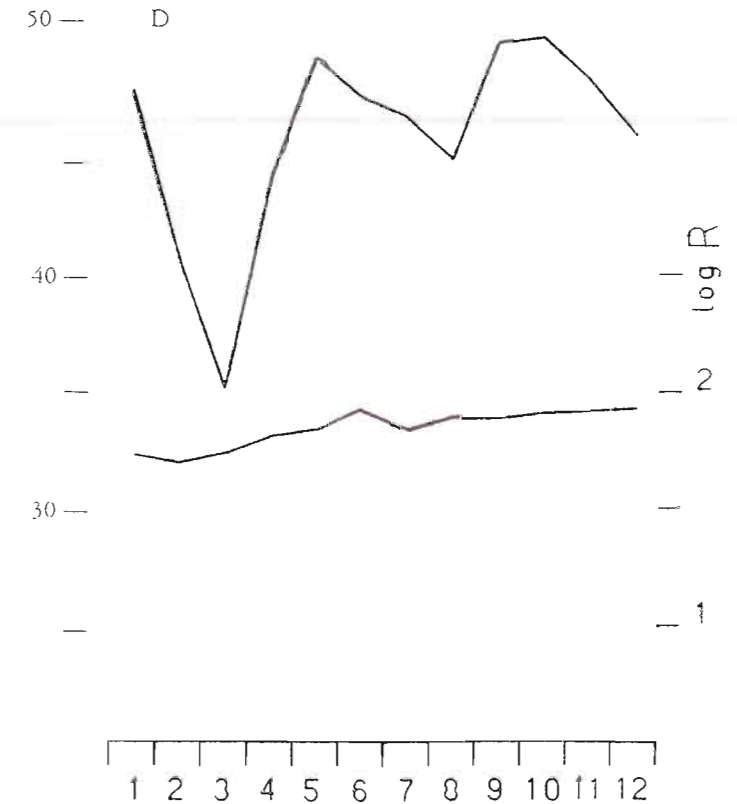


Fig. 3. — Courbe supérieure : Test D. Moyennes mensuelles de 7 ans. Courbe inférieure : Log R (R = Nombre de Wolf, moyennes mensuelles de 7 ans).

L'allure annuelle moyenne du log R est complètement différente de celle du test D. Le minimum annuel de D n'est donc pas à relier avec l'activité solaire.

A quoi attribuer l'existence de ce minimum si profond, réapparaissant chaque année, à peu près à la même époque, avec une constance surprenante ? Ce minimum est apparu pendant 7 années consécutives, très marqué lorsque l'activité du Soleil était réduite, moins marqué et plus ou moins déformé lorsque l'activité du Soleil était imposante et tumultueuse, comme pendant le début du dernier cycle solaire. Le minimum annuel a été enregistré aussi à Vienne en 1953 et en 1954 pendant le minimum de l'activité solaire.

La variation annuelle de D n'est pas sinusoïdale, mais trochoïdale. L'étrange caractère de cette variation m'a poussé à rechercher dans l'espace qui nous entoure un phénomène qui pouvait présenter une allure semblable, tout en se déroulant avec un rythme annuel, et je suis arrivé à l'hypothèse solaire qui forme l'objet de cette relation.

L'hypothèse solaire.

On sait que le Soleil se déplace, avec tous ses satellites, vers la constellation d'Hercule. Apex standard : $\alpha = 270^\circ$, $\delta = 30^\circ$ (en coordonnées équatoriales). Son mouvement est uniforme et rectiligne ; sa vitesse (constante pour nous) : 19 km/sec.

On sait que la Terre tourne autour du Soleil, à la vitesse moyenne approximative de 30 km/sec.

De la combinaison de ces deux mouvements, un rectiligne et uniforme, l'autre circulaire et uniforme (en première approximation) il résulte que la Terre parcourt dans la Galaxie une trajectoire hélicoïdale (fig. 4).

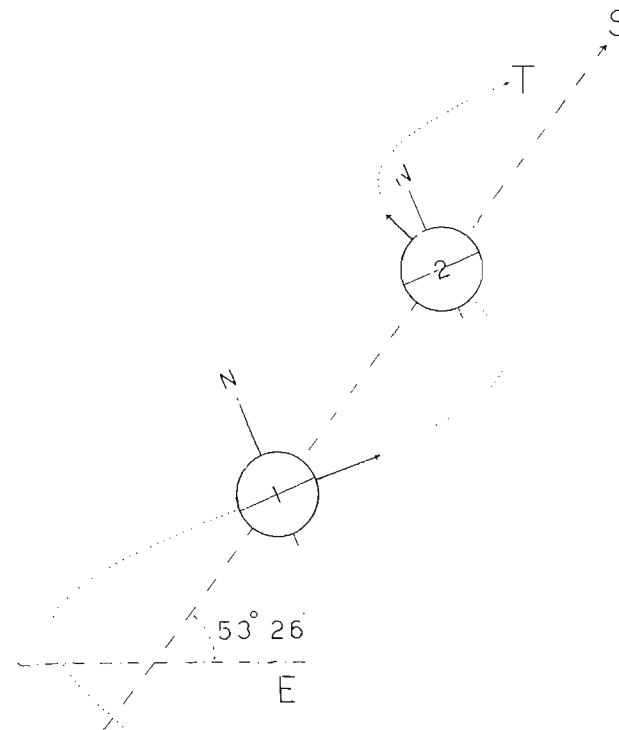


Fig. 4. — *Orbite hélicoïdale de la Terre dans la Galaxie.* Noter la direction de la Terre en mars (1) et en septembre (2), indiquée par les flèches. En mars la vitesse de la Terre est double de celle en septembre. E = plan de l'écliptique vu du profil ; S = direction du mouvement du Soleil (APEX) ; T = orbite hélicoïdale de la Terre ; N = direction du pôle nord.

Un calcul élémentaire ou un simple graphique montrent que, de ce fait :

- 1) pendant le mois de mars la translation de la Terre par rapport à la Galaxie se fait sensiblement dans le plan de l'équateur terrestre ;
- 2) pendant le mois de septembre la translation de la Terre se fait sinon le long de son axe, en une direction peu écartée de celle du pôle N. ;
- 3) la vitesse du déplacement de la Terre dans la Galaxie varie pendant l'année et passe d'un maximum en mars, à un minimum en septembre ;
- 4) la Terre se déplace avec l'hémisphère N plus ou moins en avant, sauf pendant une petite partie du mois de mars.

Si l'espace était vide, dépourvu de champs et inactif, une considération de ce genre n'aurait aucune importance. Mais aujourd'hui on sait au contraire, que dans l'espace existent de la matière et des champs.

Il n'est dès lors pas indifférent pour un corps comme la Terre, de se déplacer dans l'une ou l'autre direction. Ses conditions physiques générales doivent varier au cours de l'année.

J'ai émis cette hypothèse pour donner une interprétation de la variation annuelle du test D. Mais il me semble qu'elle peut aussi être prise en considération en soi, tout à fait indépendamment des faits expérimentaux qui l'ont suggérée. L'hypothèse que le mouvement hélicoïdal de la Terre par rapport à la Galaxie peut apporter une modification régulièrement récurrente des conditions physiques générales de la Terre, avec un rythme annuel *non sinusoïdal*, caractérisé par un point singulier au mois de mars, mérite peut-être d'être confrontée avec la conception traditionnelle des saisons. Voilà mon *hypothèse solaire*.

Dans la considération du mouvement de la Terre dans la Galaxie, il est utile de préciser de quelle façon la Terre se déplace par rapport au centre galactique.

Les coordonnées galactiques standard du centre sont : $l = 325^\circ$, $b = 0^\circ$, celle de l'apex du Soleil : $l = 23^\circ$, $b = +22^\circ$. De ce fait on déduit aisément que, pendant le mois de mars, la Terre se dirige, à peu près, vers le centre galactique. L'angle formé par sa vitesse et la direction du centre est minimum. En résumé : pendant le mois de mars, et seulement à cette époque de l'année, la Terre se dirige à peu près, à sa vitesse maximum, vers le centre galactique, c'est-à-dire suivant les lignes de forces d'un champ radial gravitationnel et perpendiculairement aux lignes de forces d'un champ dipolaire magnétique, liés à la Galaxie. Cette double condition ne se reproduira plus à aucune autre période de l'année. Les conditions du mois de mars sont donc tout à fait exceptionnelles.

Les caractéristiques exactes de l'orbite hélicoïdale de la Terre ont été calculées récemment par le Dr. Quilghini de l'Institut de Mécanique Rationnelle de l'Université de Florence.

Un modèle animé du mouvement de la Terre dans la Galaxie, bâti à Florence, d'après mon projet, par l'Usine Salvadori, a été exposé cette année au Planétarium de Bruxelles. Ce modèle a été transporté ici, à l'Observatoire Royal de Belgique à l'occasion du Symposium.

L'effet de latitude et la dissymétrie des hémisphères N et S.

Le fait que la Terre se déplace avec le pôle N plus ou moins en avant, pendant toute l'année, sauf une très courte période du mois de mars, devrait conduire à une dissymétrie entre les deux hémisphères N et S de la Terre et à un effet de latitude. Le maximum de cette dissymétrie devrait se manifester au mois de septembre.

J'avais déjà constaté une différence persistante entre les données D de Florence, de Vienne en Autriche et de Bruxelles, enregistrées pendant la période encadrant le minimum annuel : janvier, février, mars, avril, des années 1953, 1954 et 1955 (voir tableau).

(Tableau 1)

	C.T. du test D		
	Florence	Vienne	Bruxelles
1953	31,8	46,3	51,8
1954	29,9	40,2	54,7
1955	38,4	48,7	53,4
Moyennes	33,3	45,0	53,3

Mais l'écart des latitudes entre les stations de Florence, Vienne et Bruxelles était insuffisant pour tirer de nos observations une conclusion générale, les résultats ne portant aussi que sur une période bien particulière de l'année.

L'AGI nous a donné l'occasion de recueillir des données en des lieux très éloignés et même dans l'hémisphère S. Les stations qui nous ont fourni des données systématiques ou tout au moins assez régulières pendant une longue période ont été celles de Bruxelles, Florence, Libreville, Léopoldville, Fort Dauphin et, après mai 1958, aussi celle des Iles Kerguelen. Cette dernière station, la plus au Sud, était pour nous extrêmement importante.

En effectuant les moyennes générales des résultats des tests F, D' et P recueillis pendant les mois de mai, juin, juillet, août et septembre, on trouve ce qui suit :

Le test F présente à l'équateur une valeur assez moyenne ; les valeurs croissent légèrement pour les stations s'en écartant vers le Nord et tombent rapidement pour les stations s'en écartant vers le Sud. Les résultats du test F décroissent donc continûment du Nord au Sud mais

avec un gradient beaucoup plus fort dans l'hémisphère austral. *Effet de latitude et dissymétrie entre les deux hémisphères sont donc très évidents.*

Le test D' présente également à l'équateur une valeur moyenne, qui croît légèrement vers le Nord et tombe rapidement vers le Sud, mais sa variation en fonction de la latitude n'est pas aussi régulière que celle du test F. Cependant, *l'effet de latitude et la dissymétrie entre les deux hémisphères sont encore très évidents.*

Le test P présente une distribution des valeurs plus irrégulière, dont on ne peut jusqu'à présent tirer de conclusions générales.

Le comportement différent des trois tests trouve vraisemblablement sa justification dans leurs modalités expérimentales. Le test F consiste dans la précipitation différentielle de l'oxychlorure de bismuth avec eau normale et eau activée à l'air libre : les modalités opératoires ont donc toutes chances d'être identiques dans toutes les stations. Le test D' est semblable au test F, mais effectué en dessous de l'écran de cuivre. Il est difficile de préciser comment les écrans ont été employés dans les différentes stations. Ont-ils la même forme ? Ont-ils été placés à la même hauteur au-dessus de l'appareil ? Y a-t-il un effet de l'orientation ? On peut douter que les modalités opératoires soient rigoureusement identiques pour toutes les stations. Cependant, puisque dans les deux cas F et D', ce qui différencie les précipitations comparées est l'activation de l'eau et non l'écran, l'effet de latitude et la dissymétrie des deux hémisphères peuvent apparaître avec évidence dans les deux tests.

Le test P, par contre, consiste simplement en deux précipitations d'oxychlorure de bismuth effectuées l'une à l'air libre et l'autre en dessous de l'écran de cuivre. La cause de la différence est justement l'écran. Il peut se faire que la position, la forme, l'orientation de l'écran jouent un rôle notable, ce qui pourrait expliquer l'irrégularité des résultats. Cependant il n'est pas exclu que le test P, enregistrant simplement l'effet de radiations de l'espace modifiées par la paroi métallique, donne des résultats très différents d'un lieu à l'autre, par suite de facteurs locaux.

Les moyennes des trois tests de mai à septembre 1958 sont reportées dans le tableau 2 :

(Tableau 2)

	F	D'	P
Bruxelles	54,6	55,7	51,6
Firenze	48,6	49,9	52,5
Libreville	42,6	50,9	48,8
Léopoldville	46,9	49,4	32,3
Fort Dauphin	29,7	25,7	29,2
Kerguelen	15,0	25,1	65,3

La dissymétrie des deux hémisphères selon l'hypothèse solaire devrait être minima en mars et maxima en septembre. Les essais n'ont pas été effectués en mars à Léopoldville et aux Kerguelen ; pour septembre, par contre, nous possédons la série complète des valeurs. Le test F, qui est, comme nous l'avons vu plus haut, le plus sûr pour une comparaison générale, présente, sur ces premiers résultats partiels, une différence d'allure en mars et septembre dans le sens prévu par notre hypothèse de travail (tableau 3).

(Tableau 3)

	mars	septembre 1958
Bruxelles	47,1	55,0
Firenze	39,3	48,0
Libreville	37,1	51,6
Léopoldville		49,3
Fort Dauphin	27,1	28,7
Kerguelen		10,4

L'allure du test D dans les deux hémisphères.

L'hypothèse solaire nous pose un autre problème : si le minimum annuel du test D dépend du mouvement de la Terre dans la Galaxie.

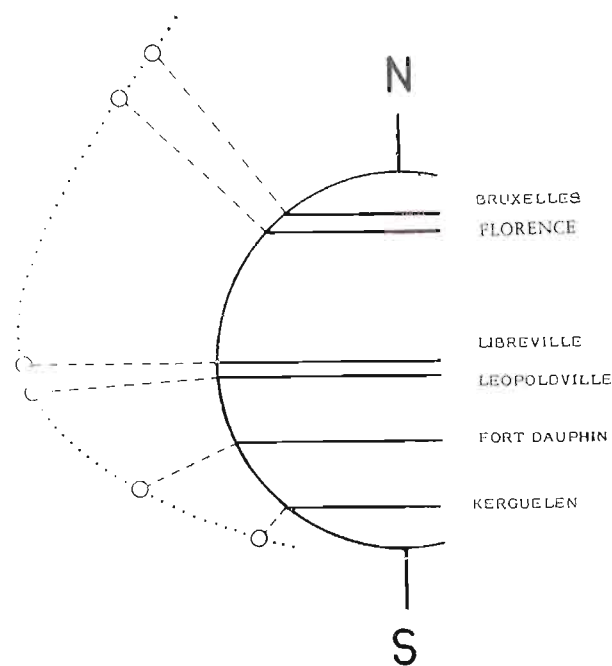


Fig. 5. — Résultats du test F à différentes latitudes. Septembre 1958. Moyennes mensuelles. Les valeurs des moyennes sont reportées à partir de la circonférence qui représente la surface de la Terre. Noter la diversité de l'allure dans les deux hémisphères.

on devrait observer ce minimum non seulement dans l'hémisphère N, mais aussi, et simultanément, dans l'hémisphère S. Toute la Terre devrait ressentir le changement de conditions, résultant du mouvement héli-coïdal.

Malheureusement, au printemps 1958, les recherches avec les tests chimiques ont subi une interruption de deux mois à Léopoldville et n'étaient pas encore commencés aux Kerguelen. Nous disposons donc seulement des données de Libreville et de Fort Dauphin, à Madagascar. Libreville se trouve à une fraction de degré au nord de l'équateur, Fort Dauphin un peu au sud du tropique du Capricorne.

A Libreville le test D' a présenté une très grande chute pendant le mois de mars, s'est relevé un peu en avril pour retomber encore légèrement en mai avant de remonter à nouveau très faiblement. A Fort Dauphin, le test D' a présenté un minimum très bien marqué, s'étendant de la deuxième moitié de février à la plus grande partie de mars.

Il apparaît ainsi déjà que, dans l'hémisphère S, l'allure générale du test D' puisse être la même que dans l'hémisphère N.

Par conséquent, si on effectue la moyenne des données enregistrées mensuellement dans toutes les stations excepté Florence, on trouve une allure parfaitement semblable à celle présentée par les données de Florence.

La variation annuelle du test D est si importante qu'il est difficile de pouvoir l'interpréter par l'interaction de champs faibles, comme les champs terrestres et les champs extérieurs dans lesquels la Terre se meut. Jusqu'à présent, ces champs sont supposés être très faibles, mais cette supposition n'est plus aussi accréditée qu'autrefois et pourrait être révisée dans l'avenir. Il peut se faire qu'une cause bien plus générale et profonde soit en jeu: Le Professeur Gião a pris en considération l'hypothèse solaire du point de vue de la cosmologie relativiste et exposera personnellement le résultat de ses études.

Conclusion.

L'hypothèse solaire encadre, aujourd'hui, comme j'ai montré, beaucoup de résultats expérimentaux obtenus pendant l'AGI.

C'est grâce à cette hypothèse qu'on a prévu ces faits et qu'on les a cherchés, trouvés et étudiés.

Il faut donc la considérer, tout au moins, comme une hypothèse de travail très utile.

Dans l'hémisphère N les données utilisées pour étudier l'effet de latitude et la dissymétrie N-S de la Terre ont été recueillies à Bruxelles et à Florence, dans le cadre d'une ancienne et précieuse collaboration. Je veux encore adresser mes remerciements les plus vifs au Professeur Cl. Decroly, Directeur des Services d'Electrochimie et Métallurgie à l'Université Libre de Bruxelles et à M^{me} Capel-Boute, Chef de Travaux aux mêmes Laboratoires. Les données de Vienne, malheureusement, nous ont fait défaut en 1958.

Dans l'hémisphère S et la zone équatoriale, les données utilisées ont été recueillies, au cours de l'AGI, par le Service Météorologique du Congo belge et Ruanda-Urundi, par la Météorologie Nationale française en liaison avec les Services Météorologiques du Gabon, de Madagascar, des Comores et de la Réunion. Nous devons une grande reconnaissance à la fois à ceux qui ont travaillé pour nous, avec une rigueur et une ponctualité admirables, en des lieux si éloignés, et à ceux qui ont pris la décision de faire exécuter nos recherches chimiques et qui les ont organisées. Je veux pour cela remercier personnellement au nom de tous, M. Van der Elst, M. Viaut et M. Roulleau, leurs fonctionnaires et leurs techniciens. C'est à eux que nous devons aujourd'hui la connaissance de la partie la plus intéressante de l'effet de latitude.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1954

- 1, 2, 3 PICCARDI G.: *Geofisica e Meteorologia*, 2, 9, 70, 100, 1954.

1955

- 4 PICCARDI G.: *Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie*. Serie B. 6, 486, 1955.

1956

- 5 PICCARDI G.: *Ciel et Terre*, 72^e Année, n° 5/6, 1956.
6 PICCARDI G.: *Rend. Acc. Naz. Lincei*, Serie 8, 21, 84, 1956.
7 PICCARDI G. & BECKER U.: *Geofisica e Meteorologia*, 4, 103, 1956.

1957

- 8 PICCARDI G.: *Rend. Acc. Naz. Lincei*. Serie 8, 23, 419, 1957.
9 GÍAO A.: *Supplemento alle Memorie della Società Astronomica Italiana*, n° 2, 1957.

1958

- 10, 11 PICCARDI G.: *Geofisica e Meteorologia*, 6, 18, 19, 1958.
12 PICCARDI G.: *Rend. Acc. Naz. Lincei*. Serie 8, 24, 427, 1958.
13 GÍAO A.: *ibidem* Serie 8, 25, 65, 1958.
14 PICCARDI G.: *ibidem* Serie 8, 25, 485, 1958.
15 LECCE B. & DEL TRONO F.: *Geofisica e Meteorologia*, 6, 1, 1958.
16 LECCE B. & DEL TRONO F.: *Rivista di Meteorologia Aeronautica*, Anno XVIII, n° 3, 1958.

DISCUSSION

M. DEFAY demande si on a observé le minimum en mars également dans l'autre hémisphère.

M. PICCARDI : Je ne peux pas donner aujourd'hui de réponse définitive. Au printemps, les essais dans l'hémisphère sud n'étaient pas encore commencés aux Iles Kerguelen et avaient été interrompus à Léopoldville. Je ne dispose donc que des données enregistrées à Madagascar. A Madagascar on a observé un beau minimum en février. Mais une seule série d'essais ne nous autorise pas à généraliser. Je suis cepen-