

UNIVERSITÉ DE PARIS

**PHÉNOMÈNES ASTROPHYSIQUES
ET ÉVÉNEMENTS TERRESTRES**

par

le Prof. Giorgio PICCARDI

Directeur de l'Institut de Chimie Physique de l'Université de Florence

Conférence faite au Palais de la Découverte
le 24 Janvier 1959

PHÉNOMÈNES ASTROPHYSIQUES ET ÉVÈNEMENTS TERRESTRES

LES symptômes d'un événement scientifique ou artistique nouveau sont pressentis bien avant que l'évènement soit arrivé, reconnu et accepté. L'histoire nous apprend que ceux des faits dont nous allons parler, à savoir, les relations entre les phénomènes cosmiques et solaires et les phénomènes terrestres — et par conséquent les phénomènes chimico-physiques —, et, par conséquent encore, les phénomènes biologiques et psychiques, se perdent dans la nuit des temps.

Les hommes ont toujours cru voir dans les événements extra-terrestres et surtout dans le ciel la cause d'évènements terrestres ou humains et ont 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 gestes.

Mais je me place dans le monde moderne. Je ne parlerai pas des croyances astrologiques, bien que le titre de ma conférence puisse les rappeler à notre mémoire. Je parlerai seulement des faits que la Physique, la Géophysique, l'Astrophysique d'un côté, la Chimie-physique et la Biologie d'un autre côté, nous ont révélés.

Je résumerai d'abord la situation actuelle et montrerai les raisons qui justifient notre recherche.

UN PROBLÈME MODERNE

D'une part, la Physique, la Géophysique, l'Astronomie, l'Astrophysique 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, sans cesse fluctuants, 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.

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. Nous sommes capables, à l'heure actuelle, d'étudier avec suffisamment de précision les phénomènes spatiaux pour pouvoir commencer un bon travail.

Au fond, ce problème que nous présentons est nouveau, car les prémisses sont nouvelles. Sa nature est très générale, bien plus générale qu'on ne peut l'imaginer à première vue. 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.*

Nous sommes impuissants vis-à-vis des phénomènes extérieurs. Nous ne pouvons pas empêcher qu'une tempête magnétique se déchaîne, que le potentiel atmosphérique varie soudainement, 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-nous que nous pouvons contrôler seulement la température, la pression, l'humidité, l'illumination et bien peu d'autres choses.

La constatation que nous ne sommes pas capables de fixer toutes les conditions de nos expériences, de nos travaux, 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 alors le problème de la méthode qui entre en jeu.

question

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, au moins dans certains cas, provoquer des effets sensibles, nous devons nécessairement tenir compte de l'instant ou de l'intervalle du temps pendant lesquels 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 numéros de Wolf, des listes des éruptions solaires, des « ursigrammes », et en quelque lieu aussi des données au sujet des « ondes électromagnétiques atmosphériques ». Ce n'est pas tout, 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.

L'ESPACE QUI NOUS ENTOURE

L'espace dans lequel nous vivons est vraiment immense. Que se passe-t-il dans cet espace? Ce qui se passe au delà d'une certaine distance est-il important pour nous? Avons-nous le moyen de distinguer parmi tous les autres les phénomènes qui peuvent jouer un rôle chez nous?

Afin de bien éclaircir la situation, je considérerai un espace voisin et un espace lointain.

L'espace voisin est celui occupé à peu près par l'atmosphère de la Terre, jusqu'à ses couches les plus subtiles, les plus raréfiées, on pourrait dire jusqu'où les champs des forces terrestres sont sensibles. Cet espace est lié à la Terre et se déplace (permettez-moi l'image) avec la Terre. C'est l'espace géophysique.

L'espace lointain est celui où se trouvent le Soleil et les autres étoiles que nous voyons briller dans le ciel. Cet espace est lié à la Galaxie, à la Voie Lactée, à cette immense nébuleuse spiraliforme constituée d'étoiles, de poussières et de gaz, à laquelle appartient notre Soleil. C'est dans cet espace que

le Soleil, et par conséquent la Terre, se déplacent. C'est l'*espace astrophysique galactique*.

A la rigueur, je devrais considérer aussi un espace encore plus lointain, infiniment plus étendu que l'espace galactique, celui que nos grands instruments nous révèlent. C'est celui où se meut notre Galaxie, c'est l'*espace astrophysique des nébuleuses*. Quelque chose de vraiment infini. Nos yeux ne peuvent entrevoir de cet espace que très peu d'objets : la nébuleuse Andromède, par exemple, une pâle lueur à peine percevable à l'œil nu.

Un homme moderne, même non spécialisé, par le seul fait qu'il lit des journaux et des illustrés, écoute la radio et regarde la télévision, possède déjà pas mal d'idées au sujet de l'espace géophysique et aussi de l'espace astrophysique. A l'occasion de l'Année Géophysique Internationale, tout le monde a été bien renseigné par la presse au sujet de tant de faits insolites. Il sera donc suffisant de donner une liste des phénomènes les plus saillants qu'on observe et de montrer par quelques exemples combien ces phénomènes sont importants pour nous et pourquoi ils méritent d'être étudiés soigneusement.

LES PHÉNOMÈNES DE L'ESPACE

Dans l'espace géophysique, nous observons des phénomènes :
atmosphériques ou météorologiques : variations de la température, de la pression, de l'humidité de l'air; vents, précipitations, déplacement des masses d'air, fronts météorologiques et grandes perturbations de la basse atmosphère, cyclones, etc;
électriques, magnétiques et électromagnétiques : potentiel électrique atmosphérique, ionisation de l'air, charge spatiale, courant vertical, décharges électriques; tempêtes magnétiques, courants telluriques; ondes électro-magnétiques des fronts météorologiques : les « atmosphériques »;

de la haute atmosphère : perturbations de l'ionosphère, de l'ozonosphère, aurores polaires.

Dans l'espace astrophysique nous observons des phénomènes :

solaires : radiations ultraviolettes, visibles, infra-rouges, de fréquence radio-électrique, radiations corpusculaires; taches, protubérances, éruptions, etc., variations de la couronne solaire; phénomènes magnétiques;

cosmiques : rayons cosmiques et radiations corpusculaires en général; ondes électromagnétiques de fréquence radio-électrique d'origine planétaire, stellaire, ou intrastellaire.

De l'espace encore plus éloigné, l'espace des nébuleuses extra-galactiques, arrivent des ondes de fréquence radio-électrique. Ce sont vraiment les messages de l'infini.

Les phénomènes géophysiques sont-ils indépendants des

phénomènes astrophysiques et en particulier des phénomènes solaires? Pas du tout. Le Soleil domine la Terre. Certains phénomènes géophysiques sont liés aux phénomènes solaires. Tout le monde sait désormais (les journaux ont parlé de cela tant de fois) que, lorsqu'une éruption se produit sur le Soleil, les signaux radio à onde courte s'affaiblissent, les signaux à onde longue se renforcent, l'aiguille magnétique sursaute. Après un temps plus ou moins long, en général une trentaine d'heures, les particules éjectées par l'éruption arrivent sur la Terre, la haute atmosphère est de nouveau perturbée et voilà des aurores polaires, des tempêtes magnétiques, des perturbations aux signaux radio, des courants électriques telluriques, etc. Une phénoménologie vraiment imposante.

D'autre part, si dans les fronts météorologiques et dans les orages les décharges engendrent des ondes électromagnétiques de très grande longueur, ces ondes, au lieu de se disperser dans l'espace, viennent sur la Terre, réfléchies par une partie de la haute atmosphère : l'*ionosphère*. Mais l'état de l'ionosphère est réglé par la radiation solaire, de sorte que l'intensité de la radiation électromagnétique d'origine terrestre est, elle aussi, contrôlée par le Soleil.

Il sera peut-être intéressant de dire que, quelquefois, les bruits que l'on entend à la radio ne sont pas causés par les décharges d'un appareillage électrique proche de notre maison, ou par des « atmosphériques », mais par les ondes électromagnétiques engendrées par les formidables tempêtes qui se déchaînent dans l'atmosphère de Jupiter ou de Vénus.

Onze ans est la longueur moyenne du cycle de l'activité solaire.

Ce rythme de l'activité solaire reste imprimé, gravé ou peint, peut-on dire, partout. L'*analyse périodale* montre, en effet, l'existence d'une période de onze ans (en moyenne) parmi les événements les plus différents : croissance des arbres, niveau de la mer, pluviosité, mortalité par certaines maladies, pression atmosphérique, température de l'hiver, heures de soleil, déplacement des pôles, certaines opérations biochimiques, tests chimiques, les *varves*. Les varves sont les couches extrêmement subtiles, sédimentées les unes sur les autres sur le fond des marais, des lacs, etc. On retrouve le rythme de onze ans soit sur les varves actuelles, récentes, soit sur les varves très anciennes, fossilisées.

On pourrait continuer longtemps, mais je pense que ces exemples seront suffisants.

COMMENT LES PHÉNOMÈNES GÉOPHYSIQUES OU ASTROPHYSIQUES AGISSENT SUR LES ORGANISMES VIVANTS

Maintenant, sans parler de l'intérêt purement scientifique, je donnerai quelques exemples afin de montrer comment l'étude des phénomènes qui se passent dans l'espace soit géophysique, soit astrophysique, est importante pour nous et les autres êtres vivants.

Tout le monde connaît l'importance des phénomènes atmosphériques-météorologiques pour notre vie et pour celle des animaux et des plantes, pour l'agriculture, la navigation, l'aéronavigation, les radio-communications. Tout le monde sait combien les études météorologiques sont précieuses. Un chapitre très moderne de la science va paraître et se développer rapidement; la *Physique de l'Atmosphère*. Ici, la physique de l'atmosphère est bien cultivée par un groupe de savants éminents, soit au quai Branly, à la Météorologie Nationale (M. Viaut), soit à l'Université (M. Vassy), soit à Magny-les-Hameaux (M. Roulleau). Ces savants pourraient vous en parler avec une compétence vraiment unique.

Les phénomènes météorologiques sont percevables par nos sens. Mais à côté des phénomènes météorologiques et atmosphériques visibles ou sensibles, il en est d'autres *que nous ne pouvons percevoir*. Seuls nos instruments sont capables de les signaler. Ce sont les phénomènes électriques, magnétiques et électromagnétiques. L'homme ancien ne pouvait pas les connaître, sauf la foudre.

J'ai nommé le potentiel atmosphérique. Ce potentiel est ordinairement de l'ordre d'une centaine de volts par mètre de dénivellation. Entre notre tête et nos pieds, la tension électrique dans l'espace est à peu près égale à celle qui alimente nos lampes. Mais le potentiel peut soudainement monter à + 1.000 volts, descendre à - 2.000, remonter à 1.500, etc., de la façon la plus rapide et la plus imprévue. Cette gymnastique électrique est-elle indifférente pour nous et nos nerfs? Non, probablement.

J'ai nommé l'ionisation de l'air. A cause de la radioactivité du sol et de la radiation cosmique — voyez un phénomène géophysique et un phénomène astrophysique co-opérer au même fait — il y a toujours dans l'air des charges électriques positives et négatives. Nous pouvons compter combien de paires de charges, une positive et une négative, existent par millilitre et par seconde. Nous pouvons aussi mesurer s'il y a un excès de charges positives ou négatives : la charge spatiale. Ces données sont-elles importantes pour nous? A ce sujet, je ne répondrai pas : oui, probablement, mais simplement : oui.

Filtrez l'air, ôtez-lui les charges électriques, et la vie dans cet air deviendra pénible ou impossible. Depuis trente ans on étudie ces phénomènes systématiquement à l'Institut d'Aériorisation de Moscou. On les a aussi étudiés dans d'autres lieux. Aujourd'hui le problème est devenu urgent à cause des bombes atomiques.

On a conduit récemment en Suisse des expériences extrêmement significatives à ce sujet: on a effectué des essais biologiques dans le tunnel du Simplon pour avoir la protection de 3.000 mètres de rocher contre les rayons cosmiques. On a encore protégé les cultures biologiques ou par une cuirasse de fer, ou par une cuirasse de plomb, plus une couche de graphite, et on n'a employé que de l'air dépourvu de radioactivité. Ainsi faisant, au lieu de 100 ou 200 couples de charges positives et négatives par millilitre toutes les 5 secondes, comme d'ordinaire, on en avait seulement 1 ou 2. Dans ce milieu presque dépourvu de charges électriques la vie ne peut plus subsister. Tout y meurt... C'est le Pr J. Eugster, de Berne, qui a eu l'amabilité de me renseigner à ce sujet.

D'autre part, s'il y a trop de charges électriques la vie ne subsiste pas non plus.

Sans arriver aux limites extrêmes, les organismes peuvent souffrir d'une modification de l'état électrique habituel. On sait depuis longtemps que le mal de montagne est dû à un défaut de charges négatives.

Ces études touchent aussi des problèmes pratiques, par exemple la climatisation de l'air.

J'ai cité les effets produits par la situation électrique atmosphérique. Mais je pourrais citer maints phénomènes capables d'agir sur les organismes vivants, comme les *ondes électromagnétiques longues* auxquelles j'ai fait allusion — origine terrestre et contrôle solaire —, ou bien les *tempêtes magnétiques déchaînées sur la Terre par les éruptions solaires*. Les statistiques parlent avec une évidence impressionnante sinon avec une sûreté absolue : le nombre d'incidents du trafic, de suicides, les douleurs des amputés, le temps de réaction biologique, l'état de certains malades, les cas de mort soudaine, sont en relation avec ces phénomènes.

Je ne peux pas poursuivre dans ce champ, qui n'est pas encore assez cultivé. Mais, je voudrais vous montrer *comment on peut étudier les actions de l'espace par la chimie physique*.

LES TESTS CHIMIQUES

Pour pouvoir étudier les actions des phénomènes terrestres, solaires ou cosmiques, il fallait disposer de systèmes sensibles à ces actions. Rappelons-nous que ces actions se traduisent

en général en actions électriques, ou magnétiques, ou électromagnétiques. L'expérience nous a montré une sensibilité aux actions extérieures de *certaines liquides* appartenant à la catégorie des liquides polaires, et de *certaines colloïdes*.

Les liquides polaires possèdent une structure très compliquée, délicate et labile qu'un rien peut perturber. Un des liquides polaires est l'eau. L'eau, le liquide de la Terre, le liquide de la vie. Si l'eau est sensible aux facteurs extérieurs, combien de corps qui la contiennent ne le seront-ils pas ?

Les colloïdes, soit inorganiques, ou organiques, ou biologiques, sont eux aussi sensibles aux actions extérieures. La vie se passe dans des systèmes colloïdaux. Parler des colloïdes c'est encore parler de la vie.

Voilà d'où vient mon intérêt pour les phénomènes biophysiques.

L'étude des actions extérieures est donc doublement importante du point de vue physico-chimique et du point de vue biologique.

Nous savons aujourd'hui 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, l'action de ces phénomènes ne concerne pas l'un ou l'autre organisme, l'un ou l'autre phénomène, l'une ou l'autre maladie, mais l'état complexe de la matière vivante.

Les organismes doivent maintenir autant que possible leurs conditions vitales, et pour cela, ils doivent réagir aux fluctuations des propriétés de l'espace où ils vivent et lutter pour leur stabilité. De là une souffrance profonde et indécélable, une fatigue de tout leur système colloïdal, 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.

J'ai mis au point des *tests chimiques*, c'est-à-dire des opérations chimiques tout à fait simples et vulgaires, répétables par quiconque avec facilité, conduites de façon à pouvoir en tirer une réponse numérique.

Je ne peux expliquer en détail ce qu'est un test chimique,

ni aborder les problèmes généraux qu'ils soulèvent. Tout cela a été discuté maintes fois, à Paris même, il y a quelques années, à la Société Météorologique de France et à la Société Française de Géochimie. On en a discuté à Francfort, à Bruxelles, à Bâle, à Vienne, à Graz, à Dublin. On a tenu à ce sujet un colloque à Francfort, un Symposium international à Bruxelles en 1958, on a constitué un Comité international pour l'étude des tests chimiques. Il ne faut pas aujourd'hui reprendre les problèmes déjà discutés.

Les tests chimiques sont indépendants de tout facteur biologique et psychologique (constitution, santé, hérédité, nourriture, maladie, fatigue, mauvaise humeur, etc.) *et répondent 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, dans un temps très court, ce qui permet de bien utiliser les méthodes statistiques. Voilà un avantage vraiment unique pour élucider la nature des facteurs influençants et aussi la voie à la compréhension de leur mode d'action.

L'opération que j'ai choisie, parmi tant d'autres, est la précipitation de l'oxychlorure de bismuth, à l'état colloïdal, suivie de la floculation et de la sédimentation de l'oxychlorure même. On obtient l'oxychlorure par l'hydrolyse du trichlorure en jetant tout simplement de l'eau dans une solution de trichlorure appropriée. Cette opération est aujourd'hui rendue automatique par un *mélangeur synchrone*.

On effectue deux fois au même instant la même précipitation. Tout est identique, sauf une condition imposée par nous.

Par exemple : on couvre un des deux récipients où l'on effectue la précipitation avec une plaque de cuivre mince. Si rien ne se passe dans l'espace, la présence de la plaque n'a aucune importance. La probabilité selon laquelle la sédimentation se fait plus rapidement dans le récipient à l'air libre, ou dans le récipient muni d'un écran, est identique. Sur un nombre assez grand d'essais on trouve 50 p. 100 de précipitations plus rapides dans l'un des deux. Mais dans l'espace se passent des phénomènes électromagnétiques, par exemple : la présence de l'écran n'est plus indifférente. Sur un grand nombre d'essais, le résultat ne sera plus de 50 p. 100, mais de 75, 80 p. 100, etc.

Il est commode d'effectuer beaucoup d'essais à la fois et d'en tirer immédiatement une réponse numérique statistique.

J'ai employé trois tests différents : P, celui que j'ai décrit plus haut, D et F. Les tests D et F utilisent tous les deux de l'eau normale et de l'eau légèrement modifiée par une sorte de décharge électrique. Mais le test D est effectué dans un espace complètement protégé par des plaques de cuivre minces ; le test F est effectué à l'air libre.

A Florence, on a effectué tous les jours (y compris les jours de fête), à heures fixes, un nombre donné d'essais. Du 1^{er} mars 1951 au 31 décembre 1958 on a effectué uniquement pour la routine — sans tenir compte des essais effectués à des fins spéciales — à peu près 200.000 couples d'essais.

A partir du 1^{er} octobre 1952, les essais de routine ont été initiés aussi par M^{me} Capel Boute, Chef de Travaux au Laboratoire d'Électrochimie et Métallurgie de l'Université Libre de Bruxelles, dirigé par M. Decroly et, depuis le commencement de l'Année Géophysique Internationale, à l'Observatoire Royal de Belgique, dirigé par M. Bourgeois.

À partir du 13 février 1953, on a initié des essais de routine à Unter-Tullnerbach, près de Vienne, à la Wiental-Wasserleitung. Malheureusement les essais ont été interrompus le 31 décembre 1957. Pendant l'Année Géophysique Internationale on a mis en marche des essais de routine en plusieurs endroits de la terre :

Stations où on a effectué des essais pendant l'Année Géophysique Internationale :

1. BRUXELLES : Institut d'Électrochimie et Métallurgie de l'Université Libre.
2. UCCLE-BRUXELLES : Observatoire Royal de Belgique.
3. TUEBINGEN : Astronomisches Institut der Universitaet.
4. JUNGFRAUJOCH : Observatoire Météorologique.
5. UNTER-TULLNERBACH (N. Oest.) : Wiental-Wasserleitung.
6. VIENNE : Institut fuer Analytische Chemie der Technischen Hochschule.
7. GÈNES : 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 GROTTA I (Bari) : Istituto di Fisica dell'Università di Bari.
12. CASTELLANA GROTTA 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.

Une 18^e Station fonctionne depuis novembre 1958 à l'Université de Kumamoto au Japon.

Les données recueillies à Florence ont été étudiées soit par moi-même, soit par le P^r O. Burkard, Université de Graz; le D^r U. Becker, Fraunhofer Institut, Fribourg-en-

Brisgau; le D^r F. Mosetti, Osservatorio Geofisico, Trieste; le P^r H. Berg, Université de Cologne; le D^r U. Mayer, Université de Tuebingen.

La relation entre mon test D et l'activité solaire a paru tout de suite évidente. Il fallait tout de même établir statistiquement son degré de certitude et découvrir d'autres relations qui ne pouvaient apparaître aussi ouvertement. C'est dans ce domaine que l'œuvre des spécialistes cités a été vraiment précieuse.

Ne pouvant décrire en détail ce que l'on a fait, je résumerai brièvement les résultats obtenus.

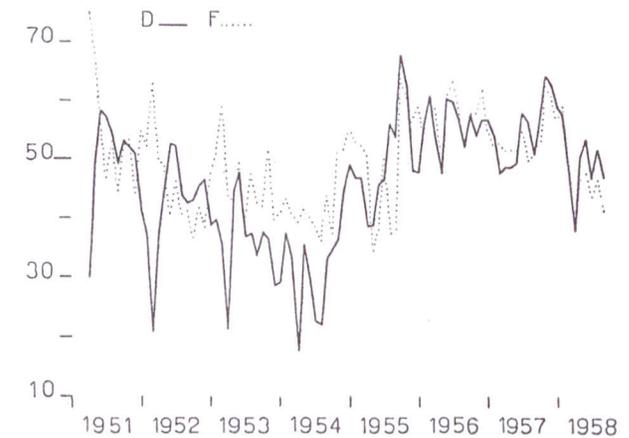


FIG. 1.

TEST D

Variation séculaire. — Les moyennes soit annuelles, soit mensuelles (fig. 1), soit journalières peréquatées par décades, 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. — Les moyennes mensuelles et journalières réparties par décades montrent (fig. 2) une variation annuelle marquée par un minimum très profond, correspondant au mois de mars. 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. — Les moyennes journalières, réparties par décades, montrent des 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 P^r Steinmaurer au Hafelekar, près d'Innsbruck.

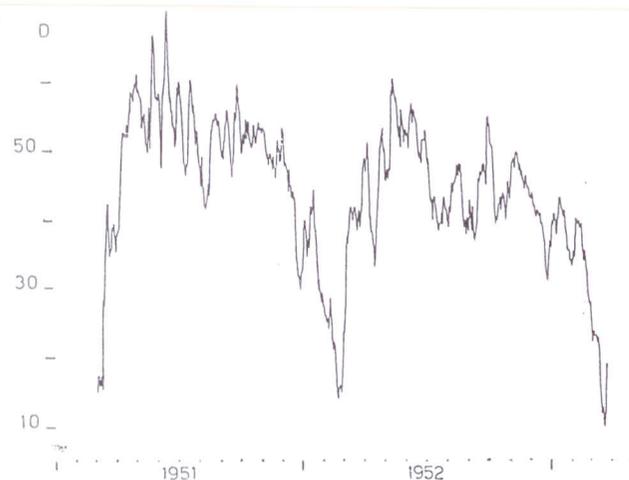


FIG. 2.

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 correspondance de 1954, mais moins profond que celui du test D. 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 sinusoidale et par là 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 brillant des *éruptions solaires* et M. Burkard qu'il existe un effet des *tempêtes magnétiques*.

TEST P

Le test P a été étudié soit par M. Becker, de Fribourg-en-Brigau, soit par M^{lle} le D^r Mayer, de l'Université de Tuebingen. Les auteurs n'ont pas encore publié leurs résultats, qui sont tout à fait récents, mais je peux dire en général que *le test P est aussi à relier avec l'activité solaire*.

Puisque des essais de laboratoire ont démontré que des champs électromagnétiques de fréquence relativement petite font retarder la floculation et la sédimentation de l'oxychlorure de bismuth, il faudrait aussi relier la réponse du test P aux *atmosphériques* ou, en général, à l'*émission radio-électrique* terrestre, solaire et cosmique. Par conséquent, il faudrait la relier aussi à l'état de l'ionosphère, c'est-à-dire encore aux phénomènes solaires.

Vous voyez que, 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, conduite selon une nouvelle méthode, relative et statistique, on peut déceler si, dans l'espace qui nous entoure et surtout sur le soleil, se passe quelque phénomène important.

C'est la première fois, enfin, qu'on peut déceler par des moyens chimiques si quelque chose perturbe nos systèmes colloïdaux en évolution et par conséquent nos systèmes biologiques.

Le chemin est encore long, mais on a déjà la certitude de ne pas marcher en vain.

UNE HYPOTHÈSE SOLAIRE

Les données de l'expérience. — Parmi les recherches conduites en routine 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.

La réponse du test D est corrélable à l'activité solaire : R.

La correspondance entre D et R est montrée par la *figure 3*. En abscisses, le temps (en années); en ordonnées, la moyenne annuelle de D et de Log. R. J'ai reporté Log. R et non R, en considérant que si l'activité solaire R était vraiment la cause de la fluctuation générale du test D, l'effet aurait dû varier selon le logarithme de l'activité même.

Le parallélisme des deux courbes est parfait; le minimum du test D tombe en coïncidence du minimum de Log. R, c'est-à-dire de R.

Mais le test D, en plus de la variation séculaire dont j'ai parlé, présente aussi une variation annuelle marquée par un minimum très profond correspondant au mois de mars (en moyenne).

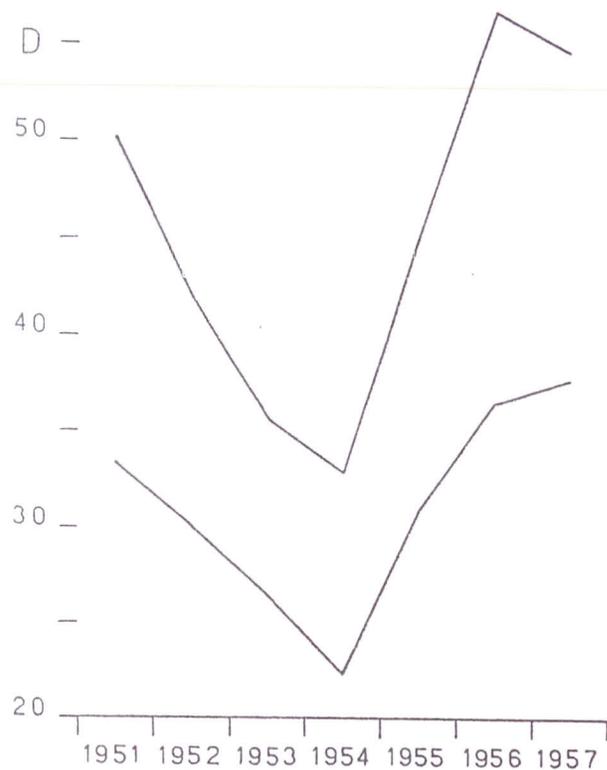


FIG. 3.

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

Log. R, au contraire, ne présente aucune variation annuelle; ce fait est montré par la *figure 4.*

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

A quoi attribuer l'existence de ce minimum si profond, revenant chaque année à peu près à la même époque, avec une

constance surprenante? Ce minimum est apparu pendant sept années consécutives, très marqué lorsque l'activité du Soleil était petite, 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

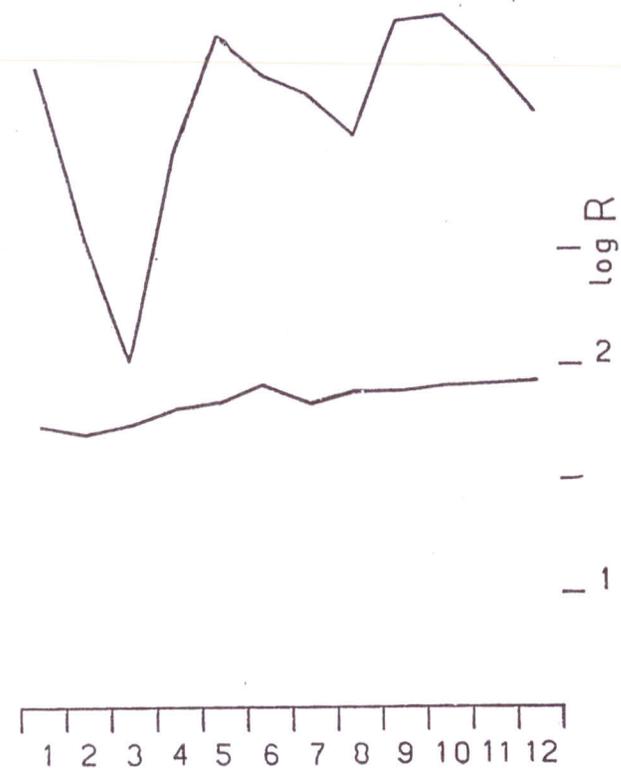


FIG. 4.

enregistré aussi à Vienne en 1953 et en 1954 pendant le minimum de l'activité solaire.

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

L'hypothèse solaire. — On sait que le Soleil se transporte, avec tous les corps qu'il entraîne avec lui, 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) = 19-20 km./sec.

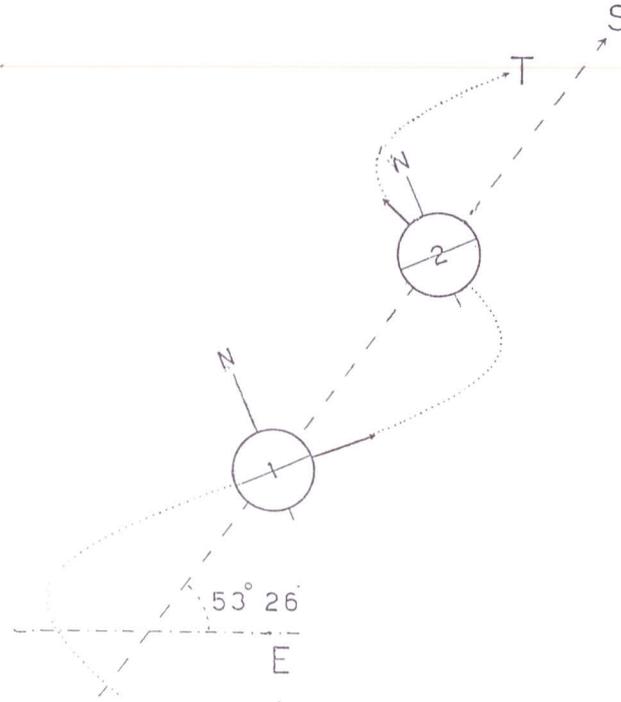


FIG. 5.

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, l'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. 5).

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, dans une direction pas trop écartée de celle du pôle N (l'écart est de $28^\circ 30'$);

3) la vitesse de déplacement de la Terre dans la Galaxie varie pendant l'année et passe d'un maximum en mars (45 km./sec.) à un minimum en septembre (24 km./sec.);

4) la Terre se déplace avec l'hémisphère N 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 on sait aujourd'hui que, au lieu de cela, dans l'espace existent soit de la matière, soit des champs de forces.

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

En considérant le mouvement de la Terre dans la Galaxie, il était nécessaire de préciser de quelle façon la Terre se déplace par rapport au centre galactique.

Les coordonnées galactiques standard sont : $\zeta = 325^\circ$, $\beta = 0^\circ$, celle de l'Apex du Soleil : $\zeta = 23^\circ$, $\beta = +22^\circ$. 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 pendant ce mois, la Terre se dirige à peu près, à la vitesse maxima, vers le centre galactique, c'est-à-dire le long des lignes de forces d'un champ radial et perpendiculairement aux lignes de forces d'un champ dipolaire galactique. Cette double condition ne se reproduira plus au long de l'année. Les conditions de mars sont donc tout à fait particulières.

Les caractéristiques de l'orbite hélicoïdale de la Terre ont été calculées récemment par le D^r Quilghini, de l'Institut de Mécanique Rationnelle de l'Université de Florence.

Un modèle animé du mouvement de la Terre dans la Galaxie, construit à Florence, d'après mon projet, par l'Usine Salvadori, a été exposé en 1958 au Planetarium de Bruxelles, pendant l'Exposition Mondiale.

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 correspondant au 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 la dissymétrie tombe en correspondance du mois de septembre.

J'avais déjà envisagé une différence persistante entre les données D de Florence, Vienne et Bruxelles, enregistrées pendant la période du minimum annuel : janvier, février, mars, avril, pour les années 1953, 1954 et 1955.

Mais les stations de Florence, Vienne et Bruxelles n'occupaient qu'une zone de la Terre trop petite pour tirer de nos observations un sens général.

L'A. G. I. nous a donné l'occasion de recueillir des données en des lieux très éloignés, et aussi dans l'hémisphère S. Les stations qui nous ont fourni des données régulièrement ou

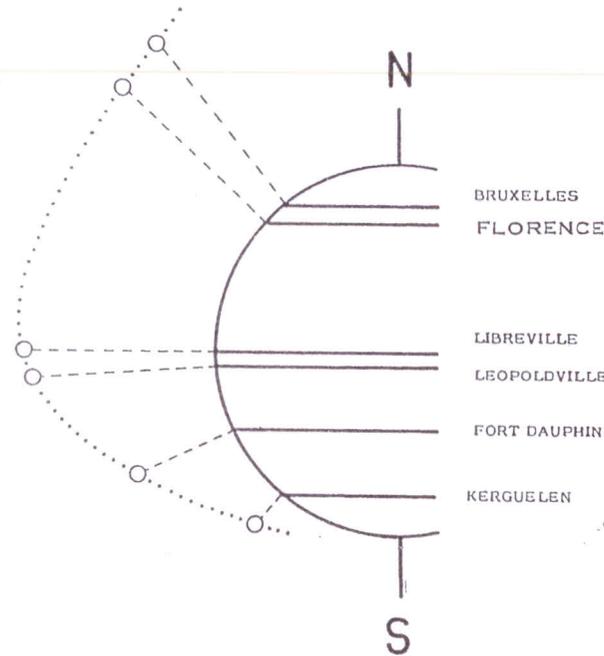


FIG. 6.

presque, pendant une longue période, ont été : Bruxelles, Florence, Libreville, Léopoldville, Fort-Dauphin et, après mai 1958, aussi les Iles Kerguelen. Cette dernière station, la plus au S., était pour nous extrêmement importante.

En étudiant les moyennes mensuelles des réponses *F* de mai, juin, juillet, août, septembre et octobre 1958, on a trouvé que *F* présente à l'équateur une valeur moyenne, monte légèrement en se déplaçant vers le N. et tombe rapidement en se déplaçant vers le S. La variation de *F* est tout à fait régulière. Le test *D* montre aussi une dissymétrie. Effet de latitude et dissymétrie entre les deux hémisphères se montrent donc finalement évidents, grâce à la réponse des tests chimiques. La figure 6 montre l'allure de *F* au maximum de la dissymétrie.

L'allure du test D dans les deux hémisphères. — L'hypothèse solaire nous pose un autre problème : si le mouvement de la Terre dans la Galaxie est la cause du minimum annuel du test *D*, on devrait observer ce minimum non seulement dans l'hémisphère N., mais aussi, et en même temps, dans l'hémisphère S. Toute la Terre devrait ressentir le changement de conditions, consécutif au mouvement hélicoïdal.

Malheureusement, pendant le printemps, les recherches avec les tests chimiques ont subi une interruption de deux mois à Léopoldville, et n'étaient pas encore commencées aux Kerguelen. Nous disposons donc seulement des données de Libreville et de Fort-Dauphin, à Madagascar.

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 en mai et remonter après, très modestement. A Fort-Dauphin, le test *D* a présenté un minimum très bien marqué, qui comprend la deuxième moitié de février et la plus grande partie de mars.

Dans l'hémisphère S., l'allure générale du test *D* semble donc la même que dans l'hémisphère N.

On a supposé jusqu'à maintenant que les champs existant dans l'espace sont faibles, mais la variation annuelle du test *D* est si importante qu'il est difficile de pouvoir l'interpréter par l'interaction de champs faibles. Une cause bien plus générale et profonde doit entrer en jeu. Le Pr Gioa a pris en considération l'hypothèse solaire du point de vue cosmologique relativistique et peut aujourd'hui expliquer théoriquement la variation annuelle du test *D* d'une façon tout à fait générale.

L'hypothèse solaire a prévu et encadré beaucoup de résultats expérimentaux obtenus pendant l'A. G. I. On peut donc la considérer 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 vaillante collaboration.

Dans l'hémisphère S. et la zone équatoriale, les données utilisées ont été recueillies soit par le Service Météorologique du Congo Belge et Ruanda Urundi, soit par la Météorologie Nationale Française et ses Services Météorologiques d'Outre-Mer du Gabon, de Madagascar, des Comores et de La Réunion, à l'occasion de l'A. G. I. Il faut vraiment être reconnaissants à ceux qui ont travaillé pour nous, avec une rigueur et une ponctualité admirables, en des lieux si éloignés, et à ceux qui ont décidé d'effectuer nos recherches chimiques et les ont organisées. Je dois dire que, sans la collaboration des savants français pendant l'A. G. I., on n'aurait pas pu vérifier