COLLECTION "HIPPOCRATE"
DIRECTEUR : *Professeur Laignel-Lavastine*
Membre de l'Académie de Médecine

PROFr-Dr A.-L. TCHIJEVSKY

LES ÉPIDÉMIES
ET LES PERTURBATIONS ÉLECTROMAGNÉTIQUES DU MILIEU EXTÉRIEUR

Avec 120 illustrations et graphiques

PARIS

DÉPÔT GÉNÉRAL : LE FRANÇOIS, 91, BOULEVARD SAINT-GERMAIN

LES ÉPIDÉMIES

ET LES PERTURBATIONS ÉLECTROMAGNÉTIQUES DU MILIEU EXTÉRIEUR

DU MÊME AUTEUR

Les Phénomènes électrodynamiques dans le sang et le moyen de les diriger.
Un vol. in-8° : **10** fr. — (Collection Hippocrate)

PROF^r-Dr A.-L. TCHIJEVSKY

LES ÉPIDÉMIES ET LES PERTURBATIONS ÉLECTROMAGNÉTIQUES DU MILIEU EXTÉRIEUR

Avec 110 illustrations et graphiques.

PARIS
ÉDITIONS HIPPOCRATE
7, rue des Grands-Degrés
1938

65€
14/05/11
RP/578/83 BRAS

Copyright by Hippocrate, 1938.

PRÉFACE

Voici bientôt vingt ans que j'ai commencé l'étude systématique des perturbations électriques, magnétiques et électromagnétiques du milieu extérieur sur l'apparition, la diffusion et le degré de gravité des épidémies.

Déjà, en 1922, *dans un rapport fait à Kalouga sous le titre :* L'Influence de l'activité périodique du soleil sur l'apparition et le développement des épidémies, *j'avais exposé les caractéristiques générales de cette influence et j'avais émis des considérations théoriques. Malheureusement, en raison de circonstances indépendantes de ma volonté, ce rapport n'a pas été publié.*

Depuis, dans mon livre Les facteurs physiques du processus historique (*Kalouga,* 1922-1924), *j'ai exposé, sous une forme condensée, mes investigations sur le choléra asiatique* (p. 46-48).

Cette même question a été traitée en décembre 1926, *à Philadelphie, au Congrès annuel de l'« American Association for the advancement of Science » et, en janvier* 1927, *à l'Académie des sciences de New-York dans un rapport sur mes travaux, présenté par mon ami, le professeur V. de Smitt (Columbia University). En* 1926-1927, *j'ai fait plusieurs communications détaillées devant un certain nombre de sociétés savantes de Moscou et de Leningrad. En septembre* 1927 *a été publié dans « Deutsch-russische medizinische Zeitschrift » mon travail :* Uber die Wechselbeziehungen zwischen der periodischen Tâtigkeit der Sonne und den Cholera- und Grippe Epidemien. *Un second travail :* Uber der Periodizitât der europeischen Typhus recurens, *figurait au sommaire du numéro*

de décembre 1928 *de ce même journal. Dans l'édition russe, il a paru sous le titre :* Sur la périodicité du typhus recurrent européen.

Mes études ultérieures concernant le développement des autres maladies (diphtérie, peste, méningite, typhoïde, paludisme, etc.), mes recherches sur la corrélation entre la mortalité générale et l'activité solaire, sur le synchronisme des décès, sur le rapport étroit entre la mortalité tuberculeuse et le degré d'intensité du champ électrique de l'atmosphère, enfin mes autres travaux de 1928 *à* 1930, *m'ont amené à émettre la proposition suivante :*

Les fonctions vitales des micro-organismes pathogènes sont en relation étroite avec les perturbations électriques et électromagnétiques de l'espace extérieur cosmo-tellurique, autrement dit : la virulence des bactéries est fonction des radiations du milieu cosmo-tellurique.

Dès 1928, *j'entrepris l'étude expérimentale de ce problème et, en* 1929, *j'obtins une intéressante confirmation de mon point de vue. Je la publiai dans mon article « Les radiations cosmiques comme facteurs biologiques. Résultats de recherches expérimentales sur l'influence des radiations solaires et astrales sur les cellules et les tissus. »* (Bulletin de l'Association Internationale Biocosmique, *n°* 13, *Toulon,* 1929). *Dans ce travail sont exposés brièvement mes expériences relatives à l'influence des radiations spécifiques solaires sur la croissance et la division des micro-organismes.*

En 1931-1932, *j'ai étudié le rôle de l'ionisation atmosphérique dans les fonctions vitales des bactéries. Enfin mes expériences de laboratoires de* 1928-1929 *reçurent une entière confirmation en* 1935, *grâce aux travaux remarquables du docteur S.-T. Welhover.*

J'ai pu constater avec une vive satisfaction que depuis la publication de mes travaux de 1922-1924, *ce problème a attiré, tant en Europe qu'en Amérique, l'attention des chercheurs, lesquels ont confirmé mes propositions fondamentales et continué mes recherches.*

Je voudrais signaler ici tout particulièrement les travaux de mon ami, le docteur Faure, président de l'Institut international d'études des radiations solaires, terrestres et cosmiques ; des docteurs Sardou et J. Vallot (Nice) qui ont démontré, indépendamment de mes travaux, que la mortalité se trouve en relation avec l'activité

périodique du soleil ; du docteur Budaï (Budapest) ; du professeur F. Vlès (Strasbourg) ; du docteur G. Edström (Lund) ; du professeur H. Gleitsmann (Berlin).

Ces savants ont obtenu des résultats, rendus publics depuis peu, qui ont concordé entièrement avec mes conclusions concernant l'histoire naturelle des affections épidémiques. Les beaux travaux du docteur Traute Düll et du docteur Bernard Düll (Nauheim), parus en 1934-1935, *ont également confirmé en tous points mes théories sur le rapport entre la mortalité et les radiations spécifiques du soleil.*

Les points de vue épidémiologiques et microbiologiques exposés dans la présente étude posent des problèmes entièrement nouveaux qui devraient être résolus par la science dans le plus proche avenir.

Il s'agit de la lutte contre les épidémies, dont nous envisagerons l'étiologie sur une base jusqu'ici inconnue aux épidémiologistes et aux microbiologistes. Il est naturel que les travaux exposés dans cette étude ne puissent constituer qu'une amorce pour les recherches futures dans ce domaine ; de nombreux points demandent encore à être vérifiés. Mais c'est avec un réel espoir que dès maintenant nous pouvons envisager l'avenir. Les nouvelles données sur les éléments étiologiques du mécanisme épidémique et sur la variabilité de la virulence des bactéries ouvrent visiblement des perspectives inattendues sur une lutte rationnelle contre les épidémies, sur leur prophylaxie rationnelle et la thérapie des différentes affections. D'autre part, cette nouvelle façon de voir inaugure un chapitre inédit de la science des microbes, considérés comme des résonnateurs électriques. Cette théorie doit être étendue à toutes les cellules vivantes en général.

Dans la seconde partie de mon étude, j'exposerai les grandes lignes des mesures préservatrices que la science contemporaine peut recommander contre les influences nocives des radiations spécifiques du milieu eosmo-tellurique.

Je dois faire remarquer ici que, bien que cet important problème ait été posé par moi depuis tantôt 20 *ans, peu d'efforts ont été tentés pour approfondir le côté scientifique de la question. Les nouvelles idées pénètrent très difficilement, même dans les sphères scientifiques les plus avancées. Les quelques noms de chercheurs men-*

tionnés plus haut ne forment qu'une goutte de lucidité dans un océan d'indifférence et de malveillance. Pour convaincre l'humanité, il faut visiblement de longues années de courage et d'efforts patients.

Je suis heureux que mon travail soit publié en France, grâce à l'attention bienveillante du professeur Laignel-Lavastine. L'esprit français s'est toujours distingué par sa large compréhension, par sa vision aiguë et claire des choses et par son humanisme profond qui, à travers tous les domaines de la science, cherche la synthèse philosophique.

Je suis également très obligé à mes amis, le professeur-docteur Jules Regnault (Toulon) ; le professeur-docteur M. Piéry (Lyon), ainsi qu'au docteur Ch. Grollet (Paris), d'avoir rendu compte régulièrement de mes travaux dans la presse scientifique française.

Mes efforts pour exposer systématiquement mes théories seraient pleinement justifiés s'ils pouvaient servir de point de départ à de nouvelles investigations dans un domaine si riche. Et je suis convaincu que c'est à la science française que reviendra la première place dans la solution des problèmes soulevés par la présente étude.

A.-L. T.

FIG. 1. — *Les « Signes » dans le Ciel.*
(Gravure du XVe siècle).)

FIG. 2. — *Les trois soleils de* 1492.
(Gravure de l'époque).

CHAPITRE I

Le milieu cosmo-tellurique et les organismes vivants.

De nos jours, un mouvement de la plus haute importance se précise dans le domaine de la science; l'application des méthodes d'une science à une autre et l'unification synthétique des différentes sciences. Ainsi, de plus en plus étroitement, se trouvent liées entre elles mathématiques, physique, chimie, biologie, etc.

Mais il existe des domaines scientifiques où les rayons de cette bienfaisante synthèse pénètrent avec la plus grande difficulté. Un groupe de sciences, avec un étrange entêtement, défend son indépendance et garde ses positions et frontières séculaires, malgré les attaques de plus en plus fréquentes de ses adversaires qui entassent des faits nouveaux et mettent au jour des lois nouvelles.

Cependant, dans les tréfonds de la pensée humaine mûrissent les premières tentatives élémentaires des grandioses généralisations auxquelles aboutira l'avenir. Oui, si quelques-uns se moquent de nos efforts qui tendent à lier le monde des phénomènes astronomiques à celui des manifestations biologiques, il n'en reste pas moins que dans les profondeurs de la conscience humaine, depuis des millénaires, s'accroît la foi en l'interdépendance incontestable de ces deux univers. Cette foi, lentement enrichie par de nouvelles observations, devient aujourd'hui de la science. Les faits les plus étonnants, les découvertes les plus extraordinaires, finissent par ne plus nous étonner. Nous pouvons affirmer que, dans la science de la nature, l'idée de l'unité et de la dépendance de tous les phénomènes ainsi que le sentiment que le monde forme un tout indivis n'ont jamais atteint la clarté et la profondeur qu'ils manifestent de nos jours. Malheureusement la science des orga-

nismes vivants et de leurs manifestations reste encore étrangère à cette idée d'universalisme, de communauté avec l'univers. Elle en est encore à soutenir que le monde organique est détaché de la nature, qu'il se trouve placé arbitrairement au-dessus et en dehors de celle-ci, et que pour la matière vivante il n'est qu'un milieu : la vie. Selon cette doctrine, la vie coule dans une sphère indépendante, privée de tout rapport avec l'univers ambiant : la matière vivante n'est que le vainqueur de la matière morte, sans plus. De ce point de vue, la matière vivante cesse d'être une réalité et devient une abstraction, une formule géométrique ou un signe algébr:que. Cette opinion courante perdra toute créance le jour où quelque cataclysme universel frappera la matière vivante. C'est à ce moment seulement, quand les millions de vies seront balayées, que l'homme commencera à pressentir la vérité : *l'insignifiance de l'organisation de la matière vivante devant les forces de la nature.*

Et pourtant, depuis les origines, tant aux époques orageuses que paisibles de son existence, la matière vivante est liée par une infinité de liens invisibles et insaisissables avec la nature ambiante : chacun de ses atomes est en rapport permanent avec les oscillations des atomes du milieu ambiant et résonne en conséquence. De ce point de vue, la cellule vivante elle-même se présente comme un appareil d'une extrême sensibilité, enregistrant tous les phénomènes de l'univers et les projetant au dehors par ses propres réactions. Ainsi une question fondamentale se pose : pouvons-nous étudier l'organisme en dehors du milieu cosmo-tellurique? La réponse est négative, car *l'organisme vivant n'a pas d'existence isolée et toutes ses fonctions sont en relation permanente avec ce milieu.*

En effet, tous les processus physico-chimiques du milieu environnant provoquent des modifications physico-chimiques et physiologiques de l'organisme vivant et retentissent sur son activité cardio-vasculaire, nerveuse et psychique, et enfin sur son comportement.

La quantité des facteurs physico-chimique du milieu environnant est infiniment grande, leur qualité infiniment variée. De puissantes forces émanent de l'espace cosmique. Le soleil, la lune, les planètes et d'innombrables corps célestes sont réunis à la terre par d'invisibles liens. Les forces gravitationnelles dirigent les mouvements de la terre et provoquent dans les trois enveloppes, aérienne, liquide et solide, toute une série de déformations. La position des planètes dans le système solaire influe sur la distribution et l'intensité des forces électriques et magnétiques de la terre.

Mais les radiations qui arrivent à la terre de tous les points de l'univers exercent la plus grande influence sur la vie physique et organique de notre globe. Ce sont elles qui relient directement les parties extérieures de la terre avec le milieu cosmique. Le visage de la terre et la vie

qui y circule sont le résultat de l'activité créatrice des forces cosmiques. Et c'est pourquoi la structure de l'enveloppe terrestre, sa physico-chimie, de même que sa biologie sont une manifestation de la structure et de la mécanique de l'univers, et pas seulement un jeu accidentel des forces géologiques locales. Les radiations se présentent essentiellement comme des oscillations électromagnétiques d'une longueur d'onde variable et qui exercent des actions lumineuses, caloriques et chimiques. En pénétrant à l'intérieur de la terre, elles forcent chacun de ses atomes de vibrer à l'unisson, elles provoquent à chaque instant le mouvement de la matière et remplissent d'une vie universelle l'air, les mers et la terre. Quand ces radiations rencontrent la vie, elles lui communiquent une énergie qui la soutient et la fortifie dans sa lutte avec les forces de la nature inanimée. Ainsi la vie organique est possible là seulement où les radiations cosmiques ont libre accès, car vivre signifie se laisser traverser par le courant de l'énergie cosmique.

En plus des oscillations électromagnétiques, d'infimes particules de matière dissociée se dirigent vers la terre : les électrons et les ions, qui portent en eux d'immenses réserves d'énergie cosmique.

Nous savons peu de chose sur le rôle de ces particules; nous pouvons le deviner seulement, mais il doit être très important. Bref, l'écrasante majorité des processus physico-chimiques qui se déroulent sur notre globe se présente comme le résultat de l'activité des forces cosmiques qui conditionnent ainsi toutes les manifestations vitales de la biosphère. C'est pour cela qu'il devient indispensable de considérer celle-ci comme le lieu de transformation de l'énergie cosmique.

Notre théorie, quoique scientifique, est encore loin de se représenter exactement le rôle des radiations cosmiques au sein de la vie organique. Ces radiations n'ont d'ailleurs été que partiellement étudiées jusqu'à présent; mais il est certain que ce sont elles qui déterminent, dans certaines limites, l'évolution du monde organique.

Le rayonnement cosmique, qui traverse une large épaisseur de plomb aussi facilement qu'une feuille de papier, pénètre aussi bien à travers les couches superficielles de l'écorce terrestre que dans la profondeur des océans. Là, dans une éternelle nuit, se développe la vie étrange et variée à l'extrême de la faune et de la flore des gouffres marins. On se demande comment les ondes électromagnétiques du rayonnement cosmique peuvent agir sur des animaux et des plantes vivant à de si grandes profondeurs. Nous savons que le rayonnement cosmique n'est pas homogène : il se compose d'éléments doués de pouvoirs de pénétration et de dispersion variés. Les divers composants de la matière terrestre réagissent différemment à chacun de ces éléments et doivent ainsi se manifester extérieurement par des formes différentes. Ces radiations pénétrantes inhibent les fonctions des organismes, comme je l'ai démontré

pour la première fois en 1928-1929. Les plantes, les bactéries et les tumeurs se développent plus rapidement quand elles sont protégées contre les radiations cosmiques. Sur les hautes altitudes ces phénomènes de développement sont freinés.

Au contraire, dans les grandes profondeurs, les plantes et les animaux atteignent d'énormes dimensions, comme c'était autrefois le cas à la surface de la terre, quand l'intense humidité de l'atmosphère ne laissait passer que fort peu de rayons cosmiques. Je suis convaincu que l'étude approfondie des questions de ce genre serait d'un grand intérêt pratique. J'ai consacré à ce sujet un certain nombre d'articles; mais tout ceci ne peut être évidemment que du domaine de l'avenir. Cependant d'autres problèmes se trouvent déjà très près de la médecine contemporaine. A l'heure actuelle, nous commençons à comprendre le rôle capital que joue le rayonnement solaire dans la vie organique sur la terre.

Que représente le soleil pour les hommes d'aujourd'hui? Rien de plus qu'un phénomène de nature, analogue à d'autres phénomènes! Il n'en était pas ainsi pour nos ancêtres. Ils se le représentaient comme un dieu puissant, dispensateur de la vie, nourricier des esprits. Toute la mythologie des anciens est pénétrée de la symbolique aveuglante du rayonnement solaire. L'intuition de nos pères les avait conduits aux mêmes conclusions où nous amènent aujourd'hui les plus récentes acquisitions de la science.

Les hommes et toutes les créatures terrestres se trouvent être réellement les enfants du soleil. Il est hors de doute que le principal excitateur de l'activité vitale sur la terre est le rayonnement solaire. Tout le spectre du soleil, depuis les courtes et invisibles ondes ultra-violettes, jusqu'aux ondes infra-rouges, de même que ses torrents d'électrons et d'ions, se présentent comme des « transmetteurs d'états » et obligent tous les atomes des enveloppes terrestres à résonner à l'unisson avec les vibrations qui ont pris naissance dans son astre, corps central de notre système. Devant la grande variété des manifestations de cette résonance, nous arrivons peu à peu à reconnaître la connexion et la communauté de phénomènes en apparence disparates, et à les représenter en un seul tableau : la vie hélio-terrestre. La splendeur des aurores boréales, la floraison d'une rose, l'élaboration de la pensée elle-même, sont des manifestations de l'énergie du rayonnement solaire. La science n'ignore pas que la vie est due aux rayons solaires. Cette connaissance est devenue un truisme, mais combien peu de savants ont compris toutes les conséquences de cette vérité première ! Ce n'est pas seulement par la photosynthèse et les phénomènes thermiques que le soleil manifeste son intervention dans la vie privée du globe terrestre. Il a encore d'autres voies, telles que l'influence directe de certaines parties de son

spectre sur les transformations des micro-organismes. Il est hors de doute que nous avons dans le spectre solaire toute une série de rayons spécifiques, exerçant sur les êtres vivants des actions tout à fait particulières. C'est en 1928-1929 que j'ai commencé les expériences touchant cette intéressante question, et j'ai obtenu un ensemble de faits qui confirment cette façon de voir.

Les rayonnements solaires et cosmiques sont *les plus importantes sources d'énergie* qui vivifient les couches superficielles du globe terrestre. La question se pose de savoir dans quelle mesure la vie physiologique d'une cellule vivante dépend des radiations cosmiques et des perturbations que subit ce rayonnement. Jusqu'à ces derniers temps nous ne pouvions donner qu'une réponse négative. Mais sous la poussée des démonstrations expérimentales, la science a préparé le terrain à une nouvelle vision des choses, et il a fallu entreprendre de nouvelles investigations dans ce domaine.

L'étude des influences extra-terrestres pouvait être féconde, à condition d'étudier un nombre considérable de statistiques. Alors que les phénomènes observés chez les individus isolés ne pouvaient conduire à rien de certain, l'étude des phénomènes portant sur de grandes foules et leurs réactions simultanées pouvait mettre au jour certaines lois dont il faudrait établir les causes. Si, en effet, les forces cosmiques laissent une empreinte sur l'organisme, il était nécessaire d'admettre que simultanément, dans les différentes parties du globe terrestre, la direction moyenne des phénomènes observés sur de nombreuses agglomérations humaines serait à peu près la même (morbidité, mortalité, excitation neuro-psychique, etc.)

C'est en 1915 que je me suis posé cette question pour la première fois et que j'en ai commencé l'étude. En raison des circonstances, la marche de mes recherches a été rendue extrêmement difficile. Mais j'ai eu la chance de démontrer, dès cette époque, toute une série de correspondances remarquables entre les manifestations des grandes foules et les facteurs cosmiques.

Mes investigations statistiques ont prouvé que dans les années, mois et semaines où l'activité électromagnétique et radioactives du soleil augmente, on note une augmentation parallèle des manifestations pathologiques collectives sur les différents continents.

Ainsi nous voyons une correspondance remarquable s'établir entre les phénomènes terrestres et solaires. Nous savons, d'autre part, que l'activité périodique du soleil n'est pas un processus absolument autonome. Il y a des raisons de croire que cette activité se trouve elle-même dans une certaine dépendance de l'emplacement des planètes du système solaire dans l'espace, de leur groupement par rapport l'une à l'autre et par rapport au soleil. Il y a de nombreuses années que les

astronomes ont émis l'hypothèse que le soleil se présente comme un instrument des plus sensibles enregistrant l'influence des planètes par des changements correspondants. Ainsi les phénomènes terrestres dépendant de l'activité périodique du soleil se trouvent pour ainsi dire sous le contrôle des planètes, lesquelles peuvent être infiniment plus loin de nous que le soleil. Les toutes dernières investigations pratiquées en vue d'éclaircir l'influence des planètes sur l'activité solaire ont donné des résultats parfaitement positifs. On a remarqué que dans les périodes de l'activité solaire se manifestent les périodes des mouvements planétaires.

Mais là ne se bornent pas les suppositions possibles. Le système solaire se trouve n'être qu'une partie du système illimité des astres de notre galaxie. Il est probable que l'activité éruptive du soleil et les phénomènes biologiques sur la terre sont les effets communs d'une seule et grande cause : la vie électro-magnétique de l'univers. Cette vie a son pouls, ses périodes et ses rythmes. La science du proche avenir devra résoudre cette question : où naissent et se propagent ces rythmes ?

J'ai démontré pour la première fois que les perturbations solaires exercent une influence directe sur l'activité cardio-vasculaire, nerveuse, etc., ainsi que sur les micro-organismes. Mais nous ne pouvons nous limiter dans ce domaine aux démonstrations déjà faites. Il y a lieu d'approfondir nos investigations sur ces influences cosmiques. Il arrive souvent que les sciences à leur début ne démontrent que les phénomènes les plus grossiers, ceux qui frappent les yeux directement. Les phénomènes dont j'ai révélé l'existence appartiennent à cette catégorie. Ce n'est qu'un premier pas, une première tentative.

Il existe certainement des complexes dans les influences du milieu cosmique sur l'homme. Il nous est difficile de prédire à coup sûr; mais, dès maintenant, nous pouvons avoir la certitude que le développement du monde organique n'est pas un fait autonome : il est une résultante des facteurs terrestres et cosmiques, ces derniers étant de beaucoup les plus importants, puisque ce sont eux qui conditionnent l'état du milieu terrestre. Le processus de développement du monde organique comporte aussi bien une évolution biologique qu'intellectuelle. A chaque moment donné, le monde organique se trouve sous l'influence du milieu cosmique et réfléchit de la manière la plus sensible dans ses fonctions les oscillations de ce milieu. Il est facile de se figurer l'étroitesse de cette dépendance quand on considère que même un faible changement de la température de notre soleil entraînerait des bouleversements incroyables dans tout le monde organique. Des facteurs non moins importants que la température sont nombreux; les seules radiations électromagnétiques émanant du soleil et des étoiles peuvent être divisées en un grand

nombre de catégories se différenciant les unes des autres par leur longueur d'ondes, leur quantité d'énergie, leur degré de pénétration, etc. Les radiations corpusculaires radioactives, la poussière cosmique, les molécules gazeuses dont tout l'espace est rempli, sont les puissants créateurs de la vie terrestre et les arbitres de sa destinée. Des changements dans certaines propriétés des radiations cosmiques ultra-pénétrantes seraient capables de détruire instantanément toute vie sur la terre ou de changer son aspect jusqu'à la rendre méconnaissable. Les rayons ultra-violets de petite longueur d'ondes pourraient agir d'une manière désastreuse sur toute la biosphère, si la mince couche d'ozone des hautes altitudes de l'atmosphère ne les arrêtait pas. Une modification quantitative du flux des électrons ou de la poussière cosmique aurait une telle répercussion sur les phénomènes météorologiques que les perturbations les plus imprévues surviendraient dans le monde animal et végétal. Nous avons pris à titre d'exemples des possibilités extrêmes dont la vraisemblance de réalisation est bien faible.

Mais l'univers se trouve en état perpétuel d'équilibre dynamique et la terre reçoit constamment des flux énergétiques variés, venant du cosmos. Les perturbations de ces flux sont ressentis par la vie organique, car l'être vivant, de par ses propriétés physiologiques, se présente comme le plus sensible des résonnateurs.

La nuée des électrons ou des protons, projetée par les taches solaires et qui frôle la terre dans sa course, provoque des troubles considérables dans le monde physique et organique : les aurores boréales s'allument, des orages magnétiques embrasent la terre, le nombre de morts subites s'élève ainsi que les cas de maladies, d'accès de folie et d'épilepsie, etc.

Le rôle est également très grand des oscillations électromagnétiques émises par les taches ou les protubérances solaires et qui atteignent la surface de la terre. Il faut aussi attribuer une importance toute particulière aux oscillations électromagnétiques de courte longueur d'ondes. Comme l'ont démontré ces dernières années les recherches sur les radiations de courte longueur d'ondes, ces dernières possèdent une action biologique et physiologique puissante et deviennent ainsi des agents particulièrement efficaces du milieu extérieur.

Mais il serait inexact de considérer l'énergie du soleil comme seule créatrice de la vie terrestre dans son étendue organique et inorganique. Il y a lieu de croire que pendant le temps incommensurable du développement de la matière vivante, l'énergie des corps célestes éloignés, comme les étoiles et les nébuleuses, a exercé sur cette évolution une action énorme. En se développant sous le flux permanent de ces radiations, l'être vivant a dû les suivre dans son évolution et élaborer des récepteurs correspondants en vue d'utiliser ces radiations, ou bien des ajustements protecteurs ayant pour but de défendre la cellule vivante

contre l'influence de ces mêmes forces cosmiques. Ainsi la cellule vivante constituerait une résultante des interactions cosmiques, solaires et telluriques et des capacités créatrices de l'univers entier.

Peut-être même nos sentiments et nos pensées ne sont-ils qu'un faible écho de ces vibrations du cosmos, qui ayant légèrement effleuré la terre ont accordé à leur rythme ses possibilités latentes.

Durant l'immense intervalle de temps où s'exerçait l'action des forces cosmiques sur les règnes physico-chimiques et organiques sur la terre, des cycles phénoménaux déterminés, à répétitions périodiques, se sont affirmés dans le temps et dans l'espace. En commençant par les tourbillons atmosphériques, le gaz carbonique, les océans, par la périodicité de 24 heures et la périodicité annuelle dans la vie physico-chimique de la terre, et en terminant par les modifications qui les accompagnent dans le monde organique, nous trouvons partout des processus cycliques résultant des influences cosmiques. Si nous essayions de représenter graphiquement la grande variété de ces cycles, nous obtiendrions une série de sinusoïdes se superposant ou se coupant. Toutes ces sinusoïdes à leur tour se présenteraient comme hérissées de petites pointes qui formeraient une ligne en zigzag. Dans ce nombre infini d'élévations et de dépressions de toutes grandeurs se manifestait la pulsation universelle, la grande dynamique de la nature.

Si nous avions poursuivi plus avant notre analyse, nous aurions remarqué que les maxima et les minima des phénomènes cosmiques et géophysiques s'accordent avec ceux du monde organique. Nous aurions remarqué également que les maxima et les minima d'un cycle biologique coïncident avec les époques des intensités maxima et minima de tels autres phénomènes cosmiques ou géophysiques. Ainsi, en contemplant cet ensemble de courbes s'élevant et s'abaissant en mesure, notre imagination perçoit cette vibrante dynamique du milieu cosmo-tellurique, ces ondes qui apparaissent puis s'évanouissent comme un océan illimité au sein duquel la vie et le comportement d'un organisme isolé ressemble à un imperceptible et impuissant fétu de paille obéissant en tout aux caprices des éléments qui l'environnent.

Ballotté par les hautes vagues, le navigateur sur sa frêle embarcation ne perçoit dans le vaste océan qu'un bruit énorme et la confusion des éléments déchaînés; son horizon est limité par la masse des eaux qui l'entourent. La mer lui apparaît comme une force chaotique privée de toute loi. Il lui suffirait pourtant de s'élever au-dessus de cette surface en désordre pour que le tableau fût entièrement changé. D'en haut, le bruit et la confusion des vagues ne lui apparaîtraient plus comme redoutables; il n'apercevrait que le mouvement mesuré et majestueux des masses d'eau s'élevant et s'abaissant en mesure, et il remarquerait dans ce mouvement une rigoureuse harmonie. Ainsi les contours chaotiques de tel ou tel phénomène dans ses formes dynamiques subissent, quand on change de point de vue, une transformation. Il se révèle comme un mouvement harmonieux qu'on peut figurer par une série d'oscillations sinusoïdales soumises dans le temps aux oscillations des forces invincibles de l'énergie cosmique ou solaire.

En regardant de près le déroulement de ce tableau, nous sommes frappés involontairement par la rigoureuse perfection mathématique qui régit toutes ces oscillations, lesquelles nous semblaient auparavant accidentelles et arbitraires. Nous constatons, au contraire, que le flux de ces oscillations subit des lois rigides, quantitativement et qualitativement, et nous commençons à percevoir toute notre faiblesse devant cette vie des éléments régie par des forces indomptables, internes et externes.

Parmi la grande variété des phénomènes de masse aux différentes époques, un rythme universel, une simultanéité de pulsations, se manifestent de plus en plus clairement. Ces changements simultanés se traduisent par des poussées puissantes et par de profondes dépressions.

Mais nous ne saurions limiter nos investigations au système solaire. Dans la formation des phénomènes de masse, à tous leurs plans, doivent participer également d'autres forces cosmiques que nous ignorons encore. D'un pas lent, mais ferme, la science marche vers la découverte des sources fondamentales de la vie, cachées au sein des plus lointains univers. Le merveilleux édifice du monde offre à notre vue différentes parties qui sont réunies par les liens d'une étroite parenté, dont ont rêvé les grands philosophes de l'antiquité.

Involontairement, une antique idée nous vient à l'esprit : notre connaissance des phénomènes de la nature ne serait pas autre chose qu'un écho, reçu par nos organes, des processus réels de l'univers.

Toutes les déductions et conclusions des naturalistes de ces derniers temps étaient marquées du sceau de l'autonomie de la vie, de son indépendance par rapport aux forces extérieures, du particularisme des voies qui parcourent le monde organique. Elles constituaient un frein systématique à la libre recherche du problème, et tout ce qui les contredisait était taxé d'hérésie ou de folie et était persécuté de toutes les façons.

Il nous faut marquer maintenant la grande importance d'une science qui non seulement poursuit l'étude des phénomènes de la nature, mais se propose de lutter contre eux. Incontestablement, l'homme s'empare des forces qui l'entourent, apprend à les diriger, les fait travailler en sa faveur ou se protège contre celles qui le menacent de destruction. La domination de la nature, tel est le bilan final et le triomphe du savoir humain.

Mes travaux statistiques et expérimentaux ont démontré le rôle

immense des radiations extra-terrestres, solaires, électromagnétiques et corpusculaires dans l'origine et l'évolution des maladies épidémiques et de la mortalité. Les épidémiologistes se détournent de ces phénomènes comme s'ils ne les concernaient en rien. Tous ces phénomènes sont en dehors du champ visuel de la médecine. Comme celle-ci est retardataire, comparée à l'astronomie, à l'astrophysique, à la géophysique ! Et comme nos médecins modernes sont loin des antiques, qui nous émerveillent encore par leur tolérance et la largeur de leurs conceptions !

On connaît les conséquences sociales et historiques des épidémies; elles ont été démontrées avec une exactitude rigoureuse (1).

Il faut espérer que l'étude ultérieure du problème montrera la place importante que, dans le groupe des facteurs socio-économiques et biologiques, doivent prendre les influences physico-chimiques du milieu extérieur, les radiations solaires et cosmiques en général et l'électricité atmosphérique et le magnétisme terrestre en particulier. Et si petite que se révélerait cette place, la science ne pourra la négliger dans le complexe dynamique des facteurs qui conditionnent les épidémies.

Dès maintenant on peut affirmer que l'influence des conditions socio-économiques n'a pas une importance capitale pour toute une série de maladies infectieuses. Ainsi les épidémies grippales, contrairement à celles du choléra, du typhus, de la dysenterie, apparaissent en dehors de toute relation avec les conditions socio-économiques; elles frappent indistinctement toutes les couches de la société. Dans le développement d'une série d'épidémies nous montrerons les jeux étrangement variés du virus.

Depuis de nombreuses années, toutes les tentatives d'explications de ces phénomènes sont demeurées sans résultat. Gardons l'espoir que les efforts communs et la solidarité internationale des savants permettront de conduire victorieusement la lutte contre les épidémies et, par là même, allongeront la vie humaine jusqu'à ses dernières limites.

---

(1) Voir l'ouvrage d'Albert Colnat sur les *Epidémies et l'histoire* (Collection Hippocrate.)

CHAPITRE II

Précis historique des relations entre les épidémies et les phénomènes météorologiques, géophysiques et cosmiques.

Déjà, dans la haute antiquité, on avait remarqué qu'il existe des époques pendant lesquelles rien ne vient troubler le cours tranquille des existences, et que cet état de choses n'est pas seulement le fait de l'homme, mais que la nature elle-même semble en être le ressort. On avait remarqué également qu'il est aussi des périodes où la nature et l'homme sont profondément troublés : inondations ou sécheresses, tremblements de terre ou éruptions volcaniques, apparitions d'insectes nuisibles en essaims innombrables, maladies épidémiques chez l'homme ou chez l'animal, guerres entre nations, guerres civiles... A ces époques, au regard interrogateur du témoin s'est présentée l'idée d'une relation entre le destin de l'homme et la nature environnante. Cette idée a traversé sans cesse la vaste expérience de l'humanité. Nous la retrouvons aussi bien dans le raisonnement préscientifique que dans les travaux des savants modernes.

C'est sur cette idée fondamentale qu'a pris naissance et s'est développée magnifiquement la plus ancienne de toutes les sciences : l'astrologie, laquelle a enseigné de tout temps la corrélation qui existe entre la totalité des choses et des phénomènes. L'une des branches de l'astrologie, la médecine astrologique, affirme que les processus morbides se trouvent en rapport direct avec les forces cosmiques, dont l'influence est aussi puissante que mystérieuse. Cette influence (influentia, disaient les Romains) détermine l'état de l'organisme, aussi bien dans la santé que dans la maladie. Dans le terme scientifique contemporain « influenza » (qui signifie grippe dans plusieurs langues), on retrouve un écho de cette idée de relation entre les phénomènes naturels et l'organisme humain.

Sur ce terrain fécond ont poussé les racines de l'anthropogéographie qui, depuis Hérodote (485-425 av. J.-C.) et Thucydide (né vers 460 av. J.-C.), a toujours affirmé l'existence de liens entre l'organisme vivant et le monde physique ambiant.

Les premières tentatives pour exprimer la corrélation entre les phénomènes météorologiques et la morbidité ont amené les médecins de l'antiquité à parler de *constitutio anniversaria* et de *constitutio temporis*, que le génial Hippocrate a synthétisé dans le mot καταστάδεις. Dans les langues contemporaines, il existe différents mots pour exprimer cette relation, par exemple, en français, le terme de « maladies saisonnières ».

Les médecins de l'antiquité avaient déjà essayé d'expliquer certaines manifestations pathologiques par l'influence du milieu extérieur. En décrivant l'épidémie qui avait frappé les habitants d'Égine, Ovide (43 av. J.-C.-17 ap. J.-C.) remarque que la maladie avait frappé non seulement les hommes, mais aussi les animaux et les végétaux. Lucrèce (98-55 av. J.-C.) remarque également le même phénomène en décrivant la peste de l'Attique. Bien avant eux, Sophocle (496-405 av. J.-C.), dans *Œdipe-Roi*, indique comment « la maladie passe des champs ensemencés aux animaux et aux fœtus humains ».

Si l'on en croit Thucydide, la terrible épidémie connue sous le nom de peste d'Athènes (entre 436 et 427 av. J.-C.) fut accompagnée de violents tremblements de terre, raz de marée et de sécheresse. Les récoltes furent désastreuses. Il ajoute que lors de cette épidémie toutes les forces extérieures semblaient s'être liguées contre l'homme, ce qui correspond tout à fait aux croyances populaires relatives à la peste. L'historien grec nous fournit des indications très précises sur ces terribles manifestations de la nature : activité extraordinaire des volcans des îles Lipari, inondations d'Eubée, d'Orobia, de l'île Atalante, etc.; par suite des tremblements de terre, à Athènes, affaissements du sol provoquant la destruction du Prytanée et d'autres édifices. L'historien grec Diodore de Sicile (un siècle av. J.-C.) attribue la principale raison de la peste d'Athènes aux éléments atmosphériques : température de l'air, vaporisations, absence des vents étésiens. Dion Cassius (IIe siècle), Jérôme (340-420) signalent dans leurs ouvrages la coïncidence entre la famine de l'an 5 en Italie et un très violent tremblement de terre. En 51-52, pendant le règne de Claude, la Grèce et l'Italie subirent en même temps ces deux fléaux, cependant qu'à la même époque la Palestine souffrit également de la famine qui atteignit à Jérusalem d'effroyables proportions. Dix ans après, sous Néron, le tremblement de terre et la famine réapparurent. Après la terrible éruption du Vésuve, sous Titus (79-81), survint en 97 une violente peste, « comme on en voit peu », déclare Suétone.

Les descriptions de la peste Antonine fournissent des renseignements sur les cataclysmes qui accompagnèrent cette cruelle épidémie (entre 165 et 180) : tremblements de terre, inondations, sauterelles, sécheresse et, en même temps, guerres extérieures et civiles.

L'exemple le plus frappant peut-être d'un trouble général de la nature se place dans la période de 251 à 266, pendant la peste de Cyprien : tremblements de terre en Cornouailles, à Rome, en Afrique et en Asie; éruption de l'Etna. En même temps l'humanité succombait sous le poids de luttes continuelles : les Germains dévastaient l'Italie, les Alamans la Gaule; les Goths faisaient le vide sur leur passage en Grèce et en Asie Mineure (ce furent eux qui incendièrent en 263 le temple de Diane à Éphèse). La Mésopotamie était tombée au pouvoir des Parthes. En même temps commencèrent les persécutions contre les chrétiens. En 263, les rues d'Alexandrie étaient jonchées des victimes de la peste et de la guerre. L'épidémie, qui avait commencé en 251, s'aggrava pendant la période de 261 à 265 et ne se termina qu'en 266, ayant dans sa progression continuelle frappé toute l'Europe.

Seibel a réuni soigneusement tous les renseignements relatifs aux nombreux phénomènes naturels qui précédèrent et accompagnèrent l'épidémie de peste de 531 à 580, appelée le plus souvent peste de Justinien. D'après cet auteur, ce fut en 513 que commença une série de manifestations extraordinaires de la nature, qui ne prirent fin qu'en 570. Il divise cette période en trois parties :

I. 512-533. (En 526, apogée des phénomènes naturels.)
II. 533-547. (Aggravation en 544.)
III. 547-570.

Le premier groupe des grands troubles naturels a eu lieu, selon Seibel, antérieurement à l'apparition de la grande peste. Le deuxième groupe coïncide avec sa première apparition. Le troisième groupe précède d'abord, et, ensuite, accompagne la seconde grande explosion de l'épidémie. A partir de 513, année de l'éruption du Vésuve, commence la période des tremblements de terre dévastateurs qui atteignirent leur point culminant dans le fameux tremblement de terre d'Antioche, où 250.000 hommes trouvèrent la mort et où la ville d'Antioche fut entièrement détruite et brûlée. En 542, la peste fit son apparition à Constantinople; en 543, toute l'Europe trembla périodiquement; en 544, un terrible raz de marée envahit les côtes de Thrace; de 545 à 547 des tremblements de terre et des inondations eurent lieu dans plusieurs pays d'Europe. Un nouveau cycle de catastrophes recommença en 551 : il débuta par un tremblement de terre, l'un des plus violents que l'on ait observé sur les rivages méditerranéens dans l'antiquité. Ce fléau, accompagné de peste, se déplaça de l'est à l'ouest. Seibel, en invoquant les témoignages de Procope, de

Théophane et de Cédrenus, rappelle aussi qu'en 526 se produisit une telle diminution de l'éclat du soleil, que celui-ci ressemblait plutôt à la lune. Ce phénomène dura toute une année. « Le plus souvent, dit Procope, le soleil apparaissait tel qu'il est pendant les éclipses; sa lumière manquait de netteté et ne ressemblait nullement à ce qu'elle était en temps normal. Depuis ce temps, la guerre, la famine et d'autres malheurs n'ont cessé de détruire les hommes. » Seibel suppose que l'obscurcissement du soleil était dû à des exhalaisons de vapeurs qui accompagnent souvent les grandes épidémies. Les chroniqueurs de ce temps mentionnent également un météore de feu, les orages dévastateurs de 556, les sécheresses de 562-563, l'apparition de trois comètes durant une forte peste, les déplacements de sauterelles lors de la dernière période de l'épidémie, des multiplications innombrables de poissons, bref, toute une série de phénomènes extraordinaires dans le monde animal et végétal. Un témoin de l'épidémie, Évagre (VIe siècle), remarque que l'exacerbation et l'atténuation de la peste se succédaient par périodes de quinze années environ. Il remarque également que, pour chaque période d'exacerbation, le point culminant se plaçait toujours dans la seconde année.

Les contemporains de l'épidémie du XIVe siècle, une des plus terribles qui aient frappé l'humanité, épidémie connue sous le nom de « Mort Noire » ou de « Peste Noire » (*mors nigra*), ont laissé un grand nombre de descriptions détaillées de ce mal qui dévasta l'Europe et l'Asie, de 1348 à 1351. Dans presque tous ces récits, on peut remarquer la tendance à confronter l'épidémie avec l'apparition de certains phénomènes de la nature, et à démontrer leur corrélation.

Les descriptions des auteurs suivants méritent tout particulièrement de retenir notre attention : de Covino, de Mussis, l'empereur Cantacuzène, Boccace, Pétrarque, de Mascho, von Megenberg, Colle, de Chauliac, ainsi que quelques médecins espagnols. Tous notent le rôle important des facteurs physiques, terrestres et cosmiques : position du soleil, de la lune et des étoiles, tremblements de terre, brouillards, exhalaisons pernicieuses dans l'air. Leurs observations valent la peine d'être examinées attentivement, car souvent, pour différents pays, les aspects de l'épidémie coïncident avec des phénomènes naturels observés ailleurs dans des circonstances analogues.

Un des documents les plus importants concernant la période initiale de l'épidémie est celui que nous a laissé de Mussis. Cet auteur raconte que dans l'Extrême-Orient et en Chine apparurent des « signes terribles », des pluies de serpents et de grenouilles qui pénétraient dans les maisons et dont la morsure était mortelle pour les habitants. Aux Indes, les tremblements de terre détruisirent de nombreuses villes; après quoi le feu descendit du ciel et brûla les hommes et les animaux.

En de nombreux endroits des torrents de sang tombaient du ciel, ainsi que de grosses pierres. Il va de soi qu'il ne faut pas prendre ces récits au pied de la lettre, mais nous y remarquons que les plus fortes perturbations naturelles ont tout d'abord été enregistrées en Extrême-Orient. De leur côté, les chroniqueurs chinois racontent que, dès 1333, des phénomènes insolites se manifestèrent dans la nature. En cette année régnèrent des chaleurs torrides et des sécheresses, entraînant avec elles la famine; après quoi survinrent des pluies torrentielles qui inondèrent de vastes régions et provoquèrent la mort de près d'un demi-million d'hommes. L'année suivante, ils notent encore des sécheresses et des épidémies qui, cette fois, anéantirent près de 5 millions d'êtres humains.

Ce fut en 1337 que les cataclysmes naturels furent les plus intenses : tremblements de terre, inondations, famines, invasion de sauterelles, effroyables épidémies détruisirent d'innombrables existences humaines. Les mêmes phénomènes se reproduisirent avec la même intensité de 1345 à 1348; en 1349, les éléments déchaînés se calmèrent. Haeser, historien de la médecine du XIXe siècle, rapporte les assertions d'autres contemporains de la Peste Noire, lesquels, dans différentes parties du monde, remarquèrent que les mêmes cataclysmes naturels précédèrent l'explosion de la Peste Noire. En s'appuyant sur une documentation des plus abondantes, cet historien affirme que la « Peste Noire était une maladie pandémique et que son origine était en relation étroite avec les extraordinaires perturbations de la nature, à la faveur desquelles elle se répandit dans toutes les régions connues au XIVe siècle ».

Von Megenberg décrit surtout les tremblements de terre qui ont précédé et accompagné l'épidémie. Ainsi, en 1348, au moment de la plus grande violence de la Peste Noire en Europe, plusieurs effroyables tremblements de terre traversèrent notre continent du sud au nord et de l'est à l'ouest. Des villes florissantes furent détruites par dizaines, ainsi que des centaines de châteaux-forts, de vastes étendues de forêts furent consumées et les fleuves sortirent de leur lit. La folie s'était emparée des hommes qui ne savaient que faire ni où se cacher. Par dizaines de milliers, ils erraient sur les routes, souffrant de la faim et de la soif, jusqu'à ce qu'ils succombassent enfin d'épuisement.

De Vinario, de Covino et d'autres contemporains de la Mort Noire signalent des facteurs insolites dans l'ordre météorologique; ils mentionnent l'air impur, les brouillards épais couvrant le ciel et une chaleur accablante qui étouffait la respiration. Des vapeurs particulièrement fétides s'élevant de la terre ont été notées en des endroits très différents : Égypte, Grèce, Dalmatie, Allemagne. En Italie, en 1347, des vapeurs mystérieuses (*ingens vapor*), allant du nord au sud, jetaient l'effroi parmi les habitants. De Mussis mentionne l'influence de la nouvelle lune sur l'aggravation de l'épidémie.

Les astrologues de ce temps attribuaient ces désastres à la conjonction menaçante de Jupiter et de Saturne. De Covino dans son poème de 1.132 strophes, *De Convivio solis in domo Saturni*, expose la théorie astrologique de l'influence des astres sur la destinée humaine et explique l'épidémie de peste par la conjonction susmentionnée.

Retenons dans le travail de Vinario une indication des plus curieuses. Il a noté une série de poussées successives de l'épidémie, chacune d'une durée de onze années (1), puis une atténuation progressive de son pouvoir léthal.

Année	Nombre de malades	Nombre de guérisons
1348.....	65 % de la population.	Aucune.
1361.....	50 % —	Très rares.
1371.....	10 % —	Nombreuses.
1382.....	5 % —	Très nombreuses.

On a également remarqué, lors de cette effroyable pandémie, que la maladie sévissait également parmi les animaux.

Chez Campi, on trouve également l'indication que la maladie n'épargnait pas les animaux. En Afrique, le cadavre des bêtes atteintes noircissait aussitôt; les oiseaux qui se nourrissaient des cadavres humains tombaient malades et mouraient. En Dalmatie, la Mort Noire a d'abord sévi parmi les animaux : le bétail, les chevaux et les autres animaux domestiques se couvraient de gale et avaient la morve; ils perdaient leurs poils, maigrissaient, s'affaiblissaient et mouraient au bout de quelques jours. On observa les mêmes faits en Angleterre, où l'on prétendait que les oiseaux quittaient les régions frappées de la peste, de même que les poissons s'éloignaient des rivages où elle sévissait.

La propagation épidémique de la syphilis à la fin du xve siècle, exemple unique dans l'histoire de cette maladie, s'accompagna d'une série de perturbations extraordinaires dans la nature, qui furent notées par les contemporains. Les astrologues et les poètes ont exprimé dans leurs œuvres la superstition de leur temps, en attribuant cette affection « massive » à la conjonction néfaste des planètes (Théodore Ulsen Frisius, Sébastien Brant). Outre cette croyance universelle en une influence dangereuse des planètes, on attribua également un rôle aux orages violents, aux pluies torrentielles et aux inondations qui se manifestèrent avec une particulière intensité dans les dix dernières années du xve siècle. Selon les auteurs de cette époque, sous l'influence de ces grandes perturbations, le caractère de la syphilis subit une modification générale et se propagea sous des aspects inconnus jusque-là. Tout d'abord apparut le typhus exanthématique en Espagne et la suette en Angleterre, et aussi des poussées de peste dans plusieurs pays d'Europe. D'après Fracastor, l'épidémie de la syphilis se propagea surtout grâce à la « constitution épidémique des organismes », engendrée par des causes extérieures. Ensuite, selon lui, ces influences ayant cessé, la syphilis ne se propagea plus que par contamination directe.

(1) Seibel fait remarquer que les épidémies romaines du ve siècle avant J.-C. présentaient une périodicité très nette de dix ans. Et il signale les années 492, 472, 462, 432, 413, comme étant celles des plus cruelles épidémies. Par contre, les années 482, 442 et 422 ne connurent pas le fléau (d'après von Hentig).

Cette tendance, à la fin du xve siècle, de lier la propagation de la syphilis aux influences des causes extérieures sur la « constitution épidémique » se retrouve chez d'autres auteurs. Les croyances relatives aux dangereuses conjonctions d'astres ne sont qu'une expression mystique de cette opinion.

Parmi les contemporains qui ont étudié l'épidémie de suette en Angleterre, nous trouvons de nombreux témoignages établissant un rapport entre la propagation massive de cette maladie et les phénomènes météorologiques. Parmi ces phénomènes, on attribue une importance capitale à l'humidité de l'air, qui a marqué les épidémies de 1486, 1507, 1518, 1529 et 1551. On a expliqué par cette circonstance les proportions énormes que prit l'épidémie de suette en Angleterre; en effet, ce pays se distingue par un grand nombre de chutes atmosphériques.

Au xvie siècle, les savants tentent d'expliquer les épidémies par l'influence des astres. L'astrologie connaît une nouvelle faveur, grâce à l'appui du platonisme ressuscité, et en Allemagne, à l'enseignement néoplatonicien de Paracelse (1493-1541), père de la chimie pharmaceutique. Les mêmes théories sont propagées en Italie par Jérôme Cardan (1501-1576), ardent défenseur de la science des astres qu'il lie étroitement à l'alchimie et aux mathématiques. Nostradamus (1503-1586) est également un grand astrologue en même temps qu'un médecin remarquable. Tous les médecins à cette époque redoutent le pouvoir de Saturne. L'épidémie de peste de 1576 est expliquée par ce fait que l'année était haute.

Aux Pays-Bas, des phénomènes destructeurs de la nature ont accompagné l'oppression tyrannique des Espagnols; il y eut de graves épidémies dont certaines peuvent être attribuées aux suites de la guerre. « Il semblait, écrit Curths, que la nature se liguât avec l'homme pour la perte du pays. »

La propagation des maladies « paludo-miasmatiques » dans la seconde moitié du xviie siècle était, d'après des sources dignes de confiance, en relation directe avec les phénomènes météorologiques. Suivant les fluctuations de ces derniers on observait des variations manifestes dans le développement des épidémies. Ramazzini, qui a étudié soigneusement les variations de la fièvre palustre de 1693, a noté que cette épidémie s'aggravait à chaque nouvelle lune. La nouvelle lune aggra-

vait également d'autres maladies qui sévirent en même temps : la dysenterie et le typhus exanthématique. L'action atmosphérique sur l'infection épidémique note au même siècle Castro : « *Neque statim aeris praesentes dispositiones similes morbos pariunt.* »

De nombreux médecins du XVIIe siècle ont signalé des rapports entre les phénomènes naturels et le développement de telle ou telle maladie. Au début du siècle, ces rapports ont été notés pour des tremblements de terre, des éruptions volcaniques, des aurores boréales, etc. (Baglivi). Mais les indications concernant l'état de l'atmosphère et la propagation des épiphyties et des épizooties sont infiniment plus précieuses (Paulet, Laubender, Heusinger, Lorinser, Kanold, Ramazzini). On possède des renseignements sur la cessation simultanée des perturbations dans la nature et des maladies épidémiques (Hillary, Rutty, Huxham).

Dans la seconde moitié du XVIIIe siècle commença une nouvelle période de violentes épidémies et de troubles dans la nature : leur relation fut considérée comme indiscutable (Janisch). On remarqua que le temps avait une influence décisive sur l'aggravation ou l'atténuation de la fièvre palustre. De fortes pluies étaient suivies de son atténuation, une haute pression barométrique entraînait son aggravation. Une liaison analogue a été remarquée entre l'aggravation des cas de dysenterie et de fortes oscillations barométriques (Baker).

La période 1770-1775 s'est distinguée par le déchaînement catastrophique des éléments, des épidémies et des guerres. Pendant la décade suivante est intervenue une série d'épizooties, entre autres la peste bovine, qui a traversé toute l'Europe. Des bouleversements de toutes sortes accompagnèrent ces maladies : tremblements de terre, orages, brouillards secs, etc.

Ce fut au XVIIIe siècle qu'on employa pour la première fois des appareils météorologiques. Au XIXe siècle, toutes ces observations furent étudiées par de nombreux médecins, mais comme ils ignoraient un grand nombre de facteurs du milieu ambiant, aucune règle fixe n'a pu être établie par eux.

Ainsi, depuis les temps les plus reculés, les astrologues chaldéens, les magiciens grecs, les aruspices romains, ont édifié une science particulière, basée sur une vaste expérience historique, qu'on pourrait appeler la « sicence des présages ». Les monuments des littératures anciennes, les chroniques de tous les temps et de tous les peuples, les épopées, les légendes, contiennent un grand nombre de notations sur le parallélisme entre les phénomènes du monde physique et du monde organique, y compris l'humanité. L'histoire de ces relations offre une image frappante des époques et des peuples.

Nous y trouvons non seulement la richesse ou la pauvreté d'imagination particulière à tel ou tel groupe humain, mais aussi, souvent, des jugements extrêmement profonds, basés sur des observations précises enregistrées par les yeux fidèles et exercés de véritables savants. En approfondissant les chroniques et les annales de différents peuples, nous avons pu constater, presque toujours et partout, comme une règle générale, que les chroniqueurs signalaient de remarquables coïncidences entre les phénomènes célestes et terrestres. Dans le silence des couvents, dans le cours des existences paisibles, aussi bien que dans l'alarme des guerres, des sièges et des invasions, des chercheurs modestes et souvent inconnus ont édifié la remarquable histoire de ces coïncidences et tenté de leur donner une explication.

Les différents phénomènes célestes étaient considérés comme annonciateurs d'événements graves et importants, comme des signes ou des présages par lesquels la nature avertissait l'homme et lui disait : « Sois prêt. » L'orbe céleste étrangement teinté, les nuages en forme de flèche, les rayons, les piliers et les éventails des aurores boréales, les halos autour du soleil et de la lune, les terribles orages, les signes dans le soleil (*signa in sole*), sous le nom desquels les anciens désignaient les taches solaires visibles à l'œil nu, les bruits qui accompagnent les aurores boréales et les orages, les oscillations du sol, les éclipses de soleil et de lune, les apparitions des comètes, toutes les magnifiques et terrifiantes manifestations de la nature, étaient considérés comme les signes avant-coureurs des troubles militaires ou politiques, des ravages de la peste, — en un mot ces phénomènes étaient identifiés comme des « signes ».

Il est compréhensible que dans leurs conclusions les anciens, entraînés par la poésie des comparaisons, aient exagéré le rôle et la signification des présages célestes et aient commis de grossières erreurs. Ce qui est incontestable, c'est que les anciens nous dépassaient infiniment dans l'art et la précision de leurs observations et dans la maîtrise particulière de leurs déductions logiques. Mais, dira-t-on, les guerres, les révolutions, les épidémies, ainsi que les bouleversements de la nature, se répétant tous les ans d'une façon ininterrompue, la valeur des présages est bien mince, puisque ceux-ci atteignent obligatoirement leur but ! Nous répondrons que ce n'est pas tous les ans qu'apparaissent de puissants phénomènes géophysiques ou météorologiques. S'ils intervenaient chaque année, on ne se poserait pas de questions relativement à leur corrélation avec les épidémies ou autres bouleversements collectifs, de même qu'on ne tire pas argument des phénomènes habituels de la nature qui n'attirent plus l'attention des hommes. Les épidémies non plus ne sont pas permanentes, et, dans un même pays, les intervalles de leurs apparitions peuvent atteindre plusieurs décades. Il est rare que la même génération les éprouve deux fois. On peut

donc affirmer avec certitude que seules les coïncidences frappantes entre ces deux groupes de manifestations ont donné lieu aux croyances populaires ayant établi une liaison temporelle entre les phénomènes célestes et terrestres. Et c'est ainsi que les premiers ont été considérés comme les présages des seconds.

Il y a lieu de noter une remarquable confirmation de l'opinion des anciens sur le rapport de ces deux groupes de phénomènes, du fait que chez tous les peuples de l'antiquité le système de présage était identique quant à la « signature » des événements. Pour les Chinois anciens, pour les chroniqueurs russes, pour les Gaulois et les Mongols, le rayon de l'aurore boréale et le halo du soleil présageaient les mêmes événements : peste, guerre ou invasion.

Ainsi dans le cours de l'histoire séculaire des épidémies on trouve cette croyance en une influence déterminante de la nature sur l'homme. Nous avons vu déjà que les médecins de l'antiquité (Hippocrate, Celse, Ier siècle) s'étaient demandés quelle était cette influence. Depuis cette époque jusqu'à nos jours, la science des rapports entre les maladies et les facteurs extérieurs constitue un chapitre fondamental de l'étiologie des maladies. Mais bien que, depuis le XVIIe siècle, grâce à l'invention des premiers instruments de mesures météorologiques (Galilée, Torricelli) les observations aient été conduites avec une certaine précision, il faut reconnaître que, jusqu'à ce jour, aucun des problèmes cardinaux n'a reçu de solution satisfaisante. Dans certaines directions, seules quelques lois générales ont été éclaircies.

Il est étonnant qu'à l'heure actuelle le problème de l'influence des facteurs extérieurs sur la morbidité et les épidémies ne bénéficie pas encore de l'attention des médecins. Cependant il la mérite, sans conteste. Nous constatons que de nombreux auteurs donnent une place aux influences météorologiques en partant de considérations logiques, mais ne portent pas à ce problème un intérêt suffisant et n'essaient pas de l'approfondir.

Il y a pourtant une branche de la médecine qui a poursuivi et poursuit encore l'étude du milieu extérieur sur notre organisme : c'est la psychiâtrie. Le fait que les manifestations physico-chimiques du monde extérieur influent sur les réactions psychiques et conditionnent souvent notre comportement était déjà connu dans l'antiquité. Une fois de plus cette théorie plonge dans l'astrologie et l'anthropogéographie anciennes. La psychiâtrie peut se vanter de posséder un grand nombre d'observations amassées au cours des siècles : elle n'attend plus que son Copernic. On peut signaler à l'honneur des savants russes qu'ils ont toujours pris part activement à l'étude de ce problème (Greisenberg, Nijegorodsteff, Kovalesvki et autres) et peuvent être mis sous ce rapport sur le même plan que les chercheurs étrangers (Foissac, Tyrell,

Eysenlein, Lombroso, Krypakiewicz, Crothers, Abercrombie, Hellpach, Lehmann, Pedersen, Dexter, etc.) .

Ainsi il serait inexact de déclarer que la recherche des relations entre les différentes épidémies et les grands bouleversements simultanés dans le milieu extérieur a été le seul fait de la pensée préscientifique. Bien au contraire : nous trouvons dans les mémoires des médecins, contemporains des épidémies, une riche documentation permettant des déductions du plus haut intérêt.

« Les plus terribles convulsions de la nature, écrivait le célèbre historien Niebuhr dans son *Histoire Romaine*, ont souvent coïncidé avec de graves épidémies et des catastrophes politiques. »

Si les observations des médecins et des savants de tous les temps et de tous les pays sont exactes, et si réellement les époques de déchaînement des éléments, accompagnées de « signes », coïncident avec le développement de telle ou telle maladie épidémique, il y a lieu, avant tout examen, d'éclaircir les points suivants :

1° Que faut-il entendre par « époques de déchaînement des éléments »?

2° Les éléments catastrophiques de la nature sont-ils localisés ou bien se manifestent-ils sur toute la terre?

3° Les « époques » se reproduisent-elles périodiquement? et, dans ce cas, quelle est leur périodicité?

4° Si la périodicité existe, comment peut-elle s'expliquer? A-t-on fait des recherches pour établir sès rapports avec les phénomènes cosmiques?

Nous verrons dans une étude suivante comment la science, au siècle dernier, a essayé de répondre à ces questions.

CHAPITRE III

Les travaux des savants du XIXe siècle sur les rapports entre les épidémies et les phénomènes météorologiques, géophysiques et cosmiques.

Vers la fin du XVIIe siècle, le médecin italien Ramazzini (1633-1714), père de l' « hygiène professionnelle », aboutissait dans ses travaux épidémiologiques à des déductions générales d'ordre météorologique des plus sérieuses.

Après Ramazzini, nous rencontrons un grand nombre de savants qui ont tenté de jeter quelque lumière sur les rapports entre la morbidité et les phénomènes météorologiques, entre autres : Sydenham, Willis, Morton, William Grant, Stoll, Mertens. Il faut souligner les noms de Sydenham et de Stoll, qui ont fait un effort particulier pour éclaircir la question de l'influence des saisons sur les maladies. En Allemagne, Hoffmann, un des premiers, établissait des observations sur la concomitance de la morbidité et des conditions atmosphériques. Depuis la seconde moitié du XVIIIe siècle, il était rare de rencontrer un ouvrage de pathologie où ce problème ne fût pas traité. Enfin, au cours du siècle dernier, on compte un grand nombre d'investigations précises sur le même sujet.

Dans la première moitié du XIXe siècle, le problème de l'influence des facteurs extérieurs sur les maladies a été étudié en détail par l'École de Montpellier. Une série de travaux remarquables sont sortis de cette école : ceux d'Amador et de Fuster, ceux de Delpech, d'Alquié, de Roucher. En son temps, Sarda a établi dans une brillante étude le bilan de tous ces travaux.

Parmi des chercheurs plus récents, Knövenagel insistait sur le fait que les oscillations météorologiques semblent agir, tantôt d'une façon bienfaisante et tantôt d'une façon nocive, sur la santé collective.

Magelssen écrivait que, dans les grandes villes, les micro-organismes pathogènes sont toujours présents, mais qu'ils ne deviennent malfaisants qu'à certaines époques : cette affirmation ouvrait le problème de l'intervention des facteurs extérieurs. D'après Magelssen, il est impossible d'expliquer la morbidité et la mortalité d'après la seule existence des bactéries. En insistant sur la grande importance de l'état de l'organisme et de ses modifications dans le temps, cet auteur nous propose la comparaison suivante : « La présence des bactéries malfaisantes est aussi peu dangereuse pour nous que les balles de plomb dans le sac d'un chasseur. Les balles ne deviennent redoutables qu'associées à la poudre, au fusil et au tireur. Dans les épidémies, les causes extérieures sont comparables à ces facteurs accessoires, mais indispensables... Il serait intéressant de savoir, continue l'auteur, si le degré de toxicité plus ou moins grand des bactéries dépend des changements concomitants dans l'atmosphère, ou bien si c'est l'atmosphère qui conditionne la plus ou moins grande réceptivité, tant d'un organisme isolé que de toute une population. »

Altschul, tout comme Knövenagel, s'éleva contre la théorie de la spécificité des bactéries. Il indiqua que la périodicité des épidémies (évidente quoique non déterminée) démontrait que ce n'était pas la contagion, mais d'autres facteurs qui provoquaient la morbidité. « En effet, disait-il, pourquoi, telle année, la diphtérie passe-t-elle inaperçue, tandis que l'année suivante elle frappe les hommes par milliers ? »

Huppe supposait que les micro-organismes sont simplement un levier, un aiguillon, et que les causes réelles de la maladie se trouvent dans l'organisme lui-même, dans ses tissus et ses humeurs. Par là même, le succès de l'« aiguillon » est conditionné par les facteurs qui influent sur l'organisme, en modifiant ses capacités et en créant les conditions de sa prédisposition ou de sa non-réceptivité.

C'est en se basant sur ces considérations que Pettenkoffer a bâti sa théorie du choléra. Il affirmait que, bien que le choléra se propage par le contact humain, il n'est dangereux que de temps en temps, sous l'influence de certaines conditions physiques et chimiques et du milieu environnant. Pettenkofer a poursuivi ses investigations surtout dans le domaine des propriétés physico-chimiques du sol, lequel, d'après lui, est le réceptacle du germe épidémique. Pour que le germe puisse mûrir, il faut un certain degré d'humidité au sol, un certain niveau des eaux d'affleurement, etc.

Mais, bien qu'on ait noté plus d'une fois la coïncidence dans une même région entre les oscillations du niveau des eaux d'affleurement et l'apparition du choléra, il existe un certain nombre de données absolument sûres qui ne trouvent pas leur explication dans la théorie de

Pettenkofer : bien au contraire, elle la contredisent. Ainsi, des épidémiologistes ont observé que l'apparition et le cours de nombreuses épidémies présentent des aspects étranges et échappent à toute explication précise. Par exemple, la répartition des épidémies cholériques, spatialement et temporellement, reste encore un problème entier, après les investigations approfondies de Pettenkofer, Kock, etc. Pourquoi, certaines années, la poussée épidémique, en l'espace de quelques mois, envahit-elle d'immenses territoires et se propage-t-elle dans toutes les parties du monde en faisant d'innombrables victimes, alors qu'en d'autres années, toutes conditions étant les mêmes, l'épidémie n'apparaît point ou se localise dans une région très délimitée ? D'autre part, au cours de certaines épidémies, par exemple de grippe, on peut noter l'apparition ou l'aggravation simultanées du mal en des endroits fort éloignés les uns des autres.

Quand, en 1847, la grippe a frappé l'Angleterre, le Danemark, la Belgique, la France et la Suisse, beaucoup de gens ont eu l'impression que la grippe est apparue *le même jour* dans ces différents pays. D'autre part, les médecins ont remarqué non seulement l'apparition universelle des épidémies, mais également leur universelle cessation. Ainsi, dans son rapport sur l'épidémie de peste à Wetlanka, Strachowski écrit : « Apparemment, quelque chose est survenu dans le milieu environnant et a brusquement interrompu l'épidémie dans le gouvernement d'Astrakhan, avant l'arrivée de la Commission. »

Nous noterons ici qu'en son temps l'attention des médecins fut vivement frappée par le fait remarquable de la cessation instantanée de l'épidémie de peste à la suite du terrible ouragan qui avait sévi dans toute l'Europe, à la fin de février 1714.

On a constaté également que le degré de gravité des épidémies varie selon les époques : dans certaines périodes, il se renforce et s'atténue à tour de rôle et ces oscillations ne trouvent pas toujours leur explication dans les propriétés biologiques du virus et dans l'influence des facteurs connus : climatiques, saisonniers ou météorologiques. L'aggravation de nombreuses épidémies peut se produire aussi bien l'hiver que l'été, et, malgré des observations précises et des statistiques étendues, il n'a pu être permis d'établir une corrélation avec les facteurs indiqués.

Une opinion très ancienne attribue, dans l'étiologie de la grippe, un rôle très important aux agents météorologiques, tels que la température, l'humidité atmosphérique, etc. Pourtant, au XVIe siècle déjà (Salius Diversus, 1586) on a émis l'idée, qui conserve toute sa valeur aujourd'hui encore, que l'épidémie de grippe peut survenir à n'importe quel moment, en présence des facteurs météorologiques les plus variables.

D'après les calculs de Hirsch, la majorité des épidémies ont débuté dans l'intervalle décembre-février. Mais le même auteur fait remarquer que de nombreuses épidémies apparues l'hiver continuent ensuite pendant le printemps et l'été, alors que les facteurs hivernaux ont cessé d'agir. Il y a lieu de dire la même chose au sujet des épidémies de choléra, Tant en Allemagne que dans certaines régions de la Russie, le choléra débutait ou s'aggravait pendant les plus rigoureux hivers, au moment où, semble-t-il, aurait dû cesser l'action des facteurs qui, comme on le croit, favorisent le développement de l'épidémie. On n'a pas éclairci davantage pourquoi, à certaines époques, a lieu la transformation des formes sporadiques ou endémiques d'une maladie en forme épidémique et même pandémique. Un fait de ce genre s'est particulièrement manifesté au cours de la grippe 1918-1919, quand l'épidémie envahit l'Australie, cependant entourée d'un cordon quarantenaire (Cumpston). On connaît également des cas appelés « épidémies de haute mer », c'est-à-dire d'épidémies surgissant brusquement à bord d'un navire se trouvant depuis longtemps en pleine mer.

Il en résulte que les questions suivantes doivent être posées quant au rapport entre les épidémies et le temps :

1° L'activité vitale de tel ou tel bacille augmente-t-elle à certaines époques ?

2° La résistance de l'organisme diminue-t-elle à ces mêmes époques ?

3° Les deux phénomènes se produisent-ils simultanément et partout (dans le cas d'une épidémie) ?

On a constaté d'autre part qu'une invasion épidémique s'exerçant sur un large espace, épargne certaines localités en les contournant, et que si l'épidémie finit par pénétrer dans ces localités elle ne s'y développe que d'une façon atténuée. On se demande ce qui peut conditionner cet étrange phénomène qui s'exerce en dépit du contact avec les habitants des localités voisines envahies par une grave épidémie. S'agit-il de caractères particuliers aux organismes des habitants ou de facteurs géophysiques s'opposant de telle ou telle manière au développement total des bacilles, précisément dans une localité donnée, quoique voisine ?

Par conséquent, l'épidémie peut aussi bien éclater que ne pas éclater. Le temps de son explosion est inconnu à la médecine, de même que son issue. Elle peut se limiter à une petite région, tout aussi bien que se répandre sur un pays entier, sur tout un continent, ou même traverser les océans. Elle peut, malgré la mise en œuvre de mesures sanitaires des plus perfectionnées, causer beaucoup de victimes, de même qu'en l'absence de toute précaution hygiénique elle peut évoluer favorablement.

Les problèmes qui se présentent ainsi à notre exprit demeurent entiers, tout au moins en ce qui concerne la plupart des affections épidémiques. Leur solution dépasse visiblement le domaine où s'exerce la médecine, en l'état actuel des choses.

Jusqu'à nos jours, l'épidémiologie ne peut rien affirmer de précis sur ce qui concerne la périodicité de nombreuses maladies épidémiques, non plus que sur les causes de cette périodicité, quand on a pu prouver son existence. Seuls, les phénomènes saisonniers, connus depuis Hippocrate, constituent l'exception à cette règle. Je crois ne pas me tromper en déclarant que la compétence des épimédiologistes se borne à un petit nombre de lois qui caractérisent la marche de quelques épidémies dans le temps et dans l'espace. C'est ainsi qu'on peut avancer que les fléaux sociaux, comme la guerre et la famine, sont accompagnés habituellement par des épidémies de typhus. C'est dans les limites des truismes de cet ordre que se meut notre connaissance des rapports entre la marche des épidémies et les phénomènes du milieu géophysique, biologique et social.

Ce n'est que très lentement que la science peut établir quelques règles dans l'évolution des affections épidémiques. Mais le plus souvent ces règles n'apparaissent pas dans le champ visuel du spécialiste épidémiologiste, car elles ne figurent pas au nombre des phénomènes d'ordre biologique, mais d'ordre physique — cela dit dans la mesure où nous devons accorder une forte autonomie aux phénomènes biologiques. C'est précisément en suivant la marche des épidémies que nous rencontrons les plus souvent des manifestations qui ne se laissent pas expliquer « biologiquement », comme par exemple des explosions subites et violentes, des poussées successives, des aggravations, ou au contraire des affaiblissements subits et des cessations brusques, toutes conditions normales biologiques et sociales étant conservées. Les tentatives d'expliquer ces phénomènes spécifiques par des transformations intrinsèques des propriétés vitales du germe infectieux, n'ont pas été, comme on sait, couronnées de succès. Mais en même temps grandissait la conviction que de puissantes influences du milieu physico-chimique conditionnaient ce jeu étrange et capricieux du virus.

En effet, toute une série de phénomènes géophysiques a été prise en considération lors de l'étude des corrélations entre les phénomènes extérieurs et les maladies épidémiques. Tout en étudiant avec soin l'influence de la pression de l'atmosphère, le degré de son humidité, les oscillations thermiques, le changement de niveau des eaux d'affleurement, etc., on n'a pu fixer que dans de rares cas certaines règles qui conservent toujours et partout leur puissance. Dans la majorité de ces cas, on a observé ceci : tandis que dans un endroit le nombre de malades augmente à la suite d'une baisse de la pression atmosphérique, dans un autre endroit le même effet résulte de l'augmentation de la pression. Une excessive sécheresse de l'air exerce en certains points la même influence qu'en d'autres points une atmosphère saturée de vapeur d'eau. La maladie se propage aussi bien en présence d'une haute température

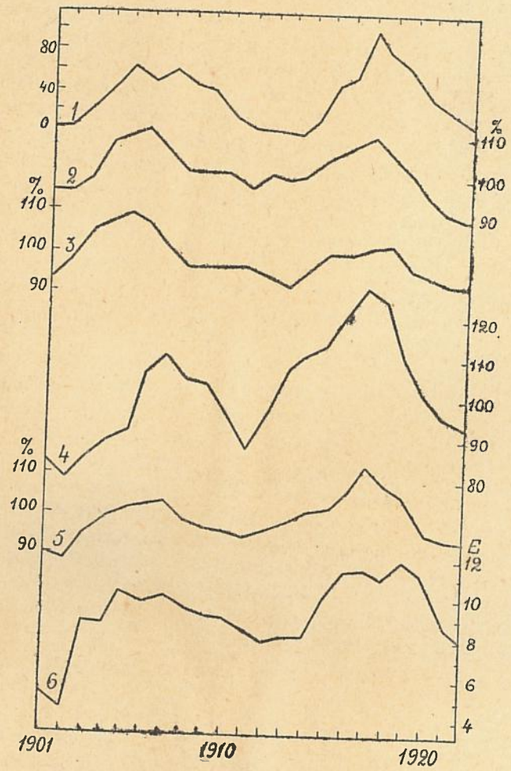

FIG. 3. — Intensité du champ électrique de l'atmosphère en plusieurs endroits de la Terre (courbes 2 à 5); activité solaire (courbe 1); magnétisme terrestre (courbe 6). (D'après L. Bauer.)

que d'une basse. En un mot, toutes ces manifestations géophysiques appliquées à l'étiologie de la maladie se contredisent les unes les autres. On peut répliquer, il est vrai, que le changement brusque, dans un sens ou dans un autre, d'un de ces facteurs météorologiques, est de nature à ébranler l'équilibre physico-chimique de l'organisme et, en affaiblissant ce dernier, à créer momentanément un terrain favorable à la pénétration de l'agent pathogène. En effet, les phénomènes de cet ordre s'observent couramment, ce qui a permis plus d'une fois de déduire le rapport entre la pression atmosphérique et les poussées brusques de maladie et de mort.

On peut supposer que le bouleversement de l'organisme n'est pas le seul fait des acteurs météorologiques pris globalement et dans leur jeu normal : ce qui est funeste à l'organisme doit consister sans doute dans les brusques changements, dans le passage brutal d'un degré à un autre.

Aussi commettons-nous peut-être une grave erreur en attribuant une influence exclusive aux phénomènes météorologiques. Cette influence ne semble avoir qu'un rôle secondaire, bien que décisif, sur certains organismes. La première impulsion ne serait pas le seul fait de ces phénomènes. L'influence initiale se trouverait dans l'ensemble de facteurs météorologiques, géophysiques et cosmiques jusqu'ici inconnus. Ce serait cet ensemble qui mettrait en mouvement le mécanisme épidémique et produirait tous ces effets insolites qui stupéfient les épidémiologistes.

Arago (1786-1853) a proposé une théorie des influences des agents chimiques de l'atmosphère sur l'apparition des épidémies de choléra. Après lui, Faraday (1791-1867) a tâché de démontrer l'influence d'un état particulier de l'électricité atmosphérique provoquant la formation d'ozone. Cette action de l'ozone atmosphérique sur les maladies a été surtout étudiée par l'école de Montpellier en 1857-1858. Herepath essaya de démontrer que l'augmentation du signe négatif du champ électrique de l'atmosphère prédispose au choléra. Par contre, Quetelet considérait que le nombre de cas de choléra augmente en présence d'une faible tension de l'électricité atmosphérique.

Lors de l'épidémie de choléra de 1837-1838, de nombreux médecins voyaient la cause de la maladie dans « l'électricité et le magnétisme du sol et de l'air ». C'est le médecin russe Guivartovsky qui, le premier, en 1848, a posé le problème d'après ses propres observations. Il est indispensable d'indiquer ici la série de travaux du savant belge Brück (1818-1870). Dans ses nombreux ouvrages, il a réservé une place considérable à la corrélation entre les variations magnétiques de l'écorce terrestre et les épidémies de choléra et de peste. Les travaux de Brück, pleins d'érudition et de finesse, démontrent nettement que déjà, au milieu du siècle dernier, la pensée des savants cherchait à résoudre les

énigmes de l'épidémiologie par rapport aux influences électriques et magnétiques. Hirsch indique que les observations précises de Schultz, Valtolini, Wette et autres, ont démontré que l'ozone participe, mais d'une manière encore indéterminée, à l'apparition du choléra. Boekel à Strasbourg et Saint-Pierre à Montpellier ont tenté d'éclaircir ce problème. Foveau de Courmelles essaya d'expliquer l'absence de certaines affections dans le Midi, tant par l'ardeur du soleil que par la tension de l'électricité atmosphérique et la présence de l'ozone. Ce gaz, d'après l'auteur, doit jouer un rôle immense dans les affections pulmonaires comme puissant agent antiseptique. Enfin Lamont, de Munich, vers l'année 1860, fit valoir le rapport entre les épidémies et les perturbations dans les champs électro-magnétiques de la terre, dépendant à leur tour des facteurs cosmiques.

Après les cruelles épidémies du milieu du siècle dernier, de nombreux médecins russes et étrangers sont arrivés à cette conclusion que, pendant les épidémies de choléra, la charge de l'électricité atmosphérique revêtait surtout le caractère unipolaire du signe négatif. En examinant ce point, Inozemtseff écrivait : « Toutes les fois qu'apparaissaient les orages atmosphériques, nous constations que le nombre des entrées de cholériques dans les hôpitaux augmentait, ainsi que le nombre des morts. La statistique journalière des malades et des morts démontre chaque fois la même chose pendant les jours d'orage. Leur nombre n'était jamais en proportion avec la marche normale de l'épidémie. »

Un autre chercheur russe, Skalvosky, a fait en 1908 des travaux sur le rôle des phénomènes météorologiques, et particulièrement de l'électricité atmosphérique, sur le cours du choléra. Enfin nous trouvons dans Moor (édition de 1886) la mention de taches solaires, lesquelles, d'après certains savants, dit-il, exercent une influence sur le milieu ambiant et contribuent à l'apparition des épidémies. Cette mention se trouve être une des premières indications relatives aux dépendances possibles de l'épidémie par rapport à l'activité solaire. La circonstance suivante mérite également de retenir l'attention : on a remarqué plus d'une fois qu'à l'époque des pandémies cholériques, même dans les pays épargnés, se développaient simultanément des troubles gastriques collectifs. Bref, on a l'impression de se trouver en présence d'un facteur physique ou chimique, commun à toute la terre, et contribuant à une transformation générale de certaines propriétés constitutionnelles de l'homme, en le prédisposant aux maladies d'un type déterminé.

Ces idées, qui ont été émises par toutes une série de chercheurs, trouvent leur confirmation dans les travaux des médecins bactériologistes et épidémiologistes contemporains. Ainsi, par exemple, Craft (Chicago, 1919) voit une ressemblance entre la grippe et la maladies des caissons et suppose que la première atteinte est apportée à l'orga-

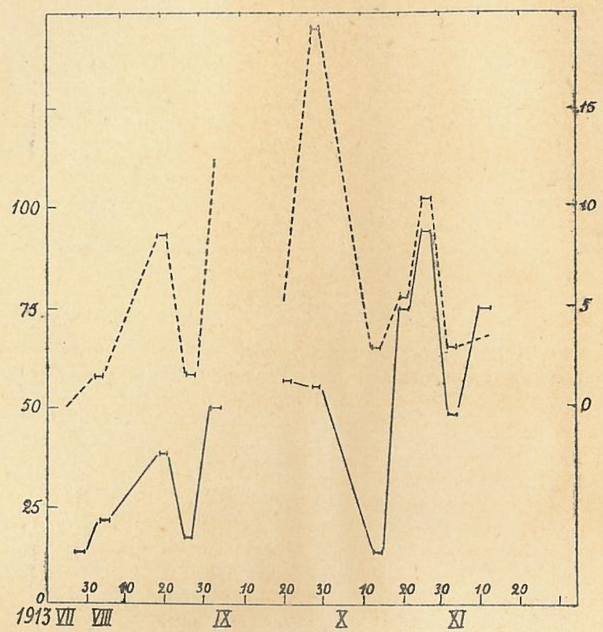

Fig. 4. — Marche identique des émanations radioactives dans l'air, en deux endroits opposés de la Terre.
La courbe supérieure représente les oscillations de la quantité des émanations radioactives à Manille.
La courbe inférieure représente le même phénomène à Lindenburg.
Différence de latitude Manille-Lindenburg : 37°. (D'après Bongards.)

nisme par un facteur chimique inconnu, qui trace le chemin à l'infection elle-même. Une opinion encore plus affirmative a éré exprimée par Richter (San-Francisco, 1921). D'après cet auteur, l'agent chimique inconnu serait l'ozone. Richter trouve une corrétation entre l'augmentation et la diminution de l'ozone d'une part, et les cyclones et anticyclones d'autre part. Les idées de Richter se trouvent être un écho de celles émises par Schonbein sur la nature de la grippe, au début du siècle dernier.

Tandis que les facteurs météorologiques, comme la température, la

pression atmosphérique, l'hygrométrie, subissent des oscillations continues et donnent, même en deux endroits voisins, des indications différentes, en raison de la complexité du système général des masses aériennes, il existe un petit groupe de phénomènes qui embrassent en même temps d'immenses étendues ou bien conservent pendant un grand laps de temps leur constance sur de vastes territoires. On peut citer comme exemple de phénomènes qui se manifestent sur de grandes étendues, les perturbations du champ magnétique terrestre qui, comme on le sait, peuvent s'observer simultanément en de nombreuses régions du globe. Les enregistrements d'orages magnétiques effectués dans divers observatoires se ressemblent en effet dans leurs grandes lignes. Quant aux phénomènes remarquables par leur constance sur de vastes régions, nous citerons entre autres l'état du champ magnétique terrestre. L'étude des courbes de variation de l'électricité atmosphérique effectuée en divers endroits démontre que les mêmes variations ont lieu en même temps en de nombreux points fort éloignés les uns des autres. On peut avec raison regarder la marche de l'électricité atmosphérique en un point quelconque de l'Europe comme valable pour tout le continent européen pendant une période donnée.

Bongards a fait des observations simultanées à Lindenburg et à Manille sur la quantité des émanations radio-actives, et il a obtenu pour ces deux places si éloignées l'une de l'autre exactement la même périodicité, égale à 27-28 jours. En comparant les données obtenues avec les spectrohéliogrammes des nuages solaires, Bongards a conclu que les sources des émanations atmosphériques terrestres se trouvent dans l'activité solaire.

Un biologiste contemporain a toute raison d'affirmer que la vitalité des organismes animaux et végétaux se trouve dans la dépendance de divers phénomènes météorologiques, parmi lesquels une place de choix est réservée par la science contemporaine aux phénomènes électriques.

CHAPITRE IV

De l'origine et de la nature de l'activité périodique du soleil, laquelle conditionne les perturbations électriques et magnétiques dans l'atmosphère et l'écorce terrestre.

Il est indispensable, avant d'étudier les rapports entre les épidémies et l'activité solaire, d'examiner l'origine et la nature de l'activité périodique du soleil. Faute de cet examen, les phénomènes se produisant dans les champs électriques et magnétiques resteraient incompréhensibles.

Dès la plus haute antiquité, l'homme avait compris le rôle prépondérant du soleil dans la vie de notre globe.

Les temples les plus beaux furent élevés à la gloire de ce dieu, héros d'innombrables mythes et de récits fabuleux. Les philosophes ioniens avaient une notion exacte du soleil, qu'ils considéraient comme la source de toute vie. Cependant la vraie science du soleil ne commença qu'à l'époque où, indépendamment l'un de l'autre, les savants Fabricius, Scheiner, Galilée et Harriot, dans les années 1610-1611, découvrirent des taches à sa surface.

Après un grand nombre de discussions ayant un caractère plus théologique que scientifique, l'existence des taches solaires fut reconnue indiscutable et on entreprit leur étude systématique. Ce sont les observations relatives à ces taches qui constituent la base de la physique du soleil.

Deux ans après sa découverte, en s'appuyant sur le mouvement des taches solaires, Galilée (et en même temps Fabricius et Scheiner) déterminèrent la vitesse de rotation du soleil autour de son axe : 26-27 jours pour la révolution complète. Depuis cette époque, pendant trois siècles,

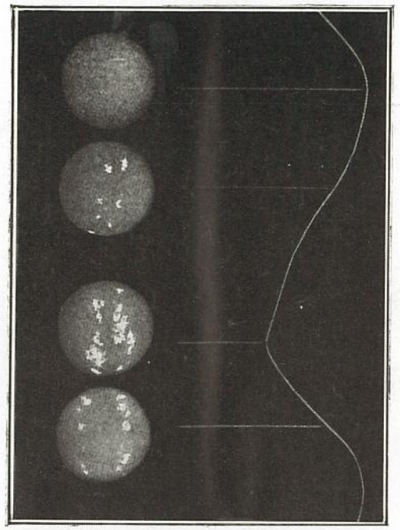

Fig. II. — Ce dessin, emprunté à l'article du docteur A. S. Eve (*Nature*, 1936) représente l'image du rapport entre la période de 11 années des taches solaires (courbe schématique de cette période en bas) et l'état de la surface solaire : dans notre dessin sont données les photos du calcium solaire. Le schéma montre un rapide mûrissement du maximum (2 années), le maximum lui-même (3 années) quand l'emplacement de grande activité se trouve tout près de l'équateur, ensuite la chute du maximum, représentée par une diminution très prononcée des images du calcium (3 années) et enfin le minimum (en moyenne 3 années).

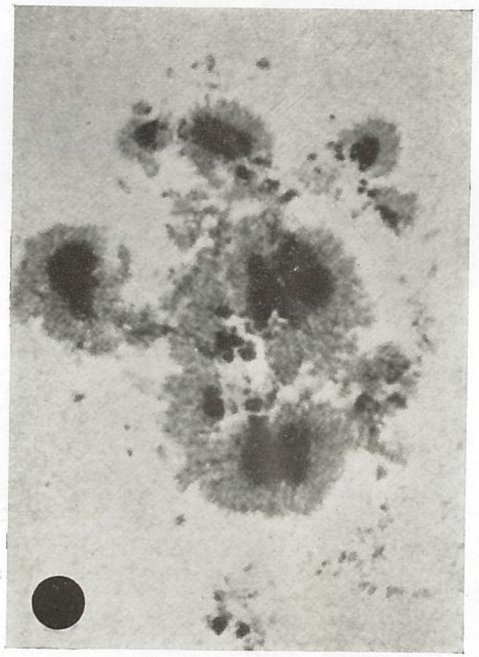

Fig. I. — Groupe multipolaire des taches solaires, observé le 6 août 1917 à l'Observatoire de Mount Wilson (d'après Hale). Le disque noir dans le coin gauche représente la dimension comparative de la Terre.

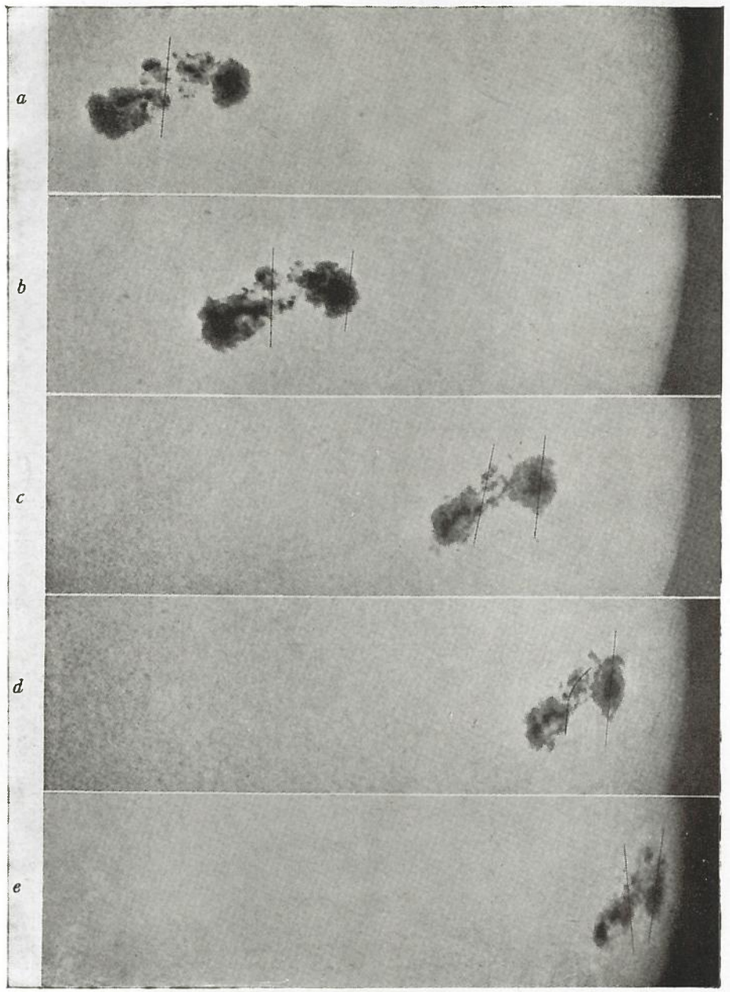

Fig. III. — Mouvement d'une tache solaire bipolaire.
a) 9 février 1917; *b)* 10 février; *c)* 12 février; *d)* 13 février; *e)* 14 février. (D'après les photographies de l'Observatoire de Mount Wilson).

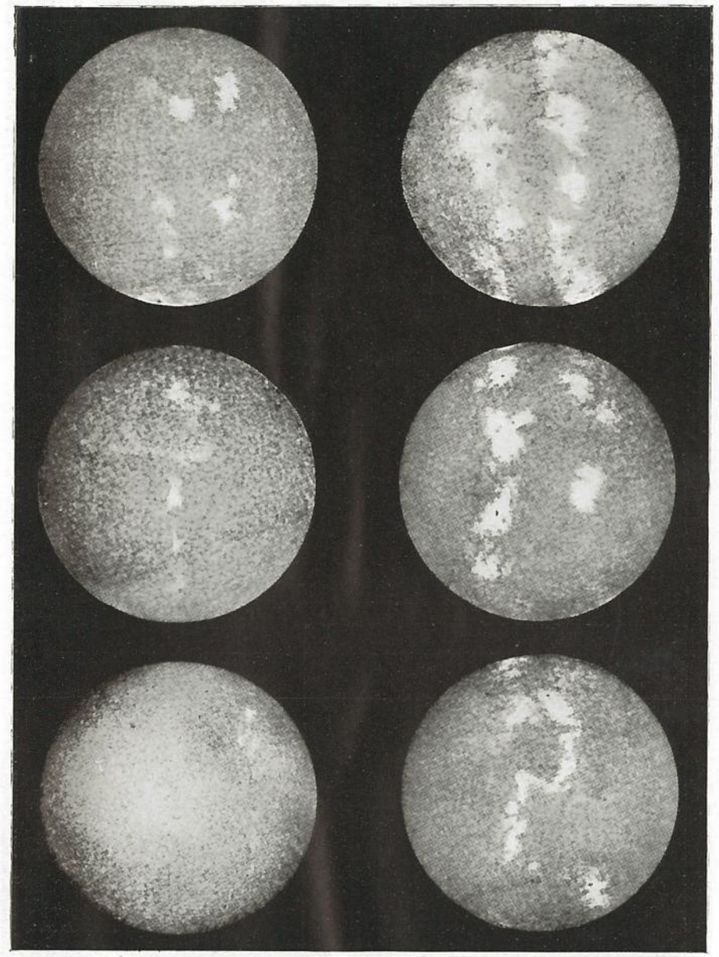

Fig. IV. — Les floculi du calcium. Spectrohéliogramme de l'Observatoire de Mount Wilson.

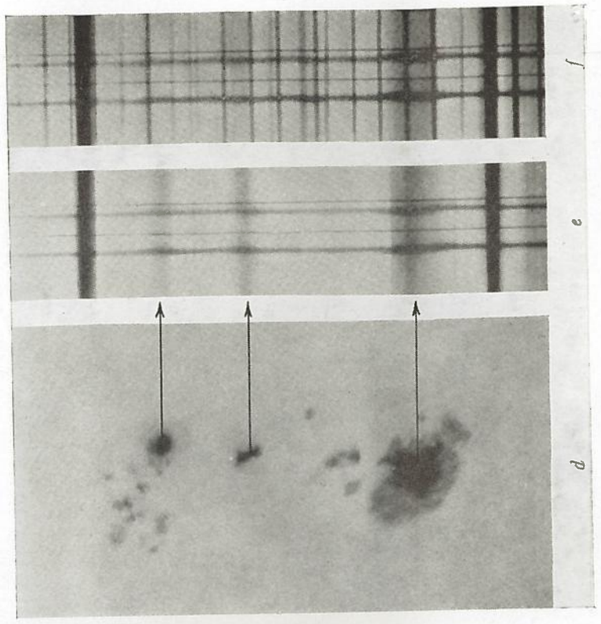

Fig. VI.— Groupes bipolaires de taches photographiées le 9 juin 1919,— e et f : ses spectrogrammes sur lesquels on voit les lignes spectrales dédoublées.

Fig. V. — Protubérance solaire d'une hauteur de 235.000 kilomètres. Photographie faite le 9 juillet 1917 à l'Observatoire de Mount Wilson. Le disque blanc figure la dimension comparative de la Terre.

des centaines d'astronomes, scrutant les taches, essayèrent d'expliquer leur nature. Les taches, à certaines époques, deviennent visibles à l'œil nu, ce qui avait déjà permis aux chroniqueurs chinois de la haute antiquité de les noter et de baser des hypothèses sur ces phénomènes.

Les groupes de taches atteignent parfois des dimensions linéaires immenses et couvrent une surface de plusieurs centaines de millions de kilomètres carrés (hors-texte, fig. I). Ainsi, par exemple, la tache de février 1906 avait une longueur de 180.000 et celle de février 1917 près de 250.000 kilomètres.

La durée des taches est aussi variée que leur dimension. On observe très souvent des taches qui s'évanouissent complètement au bout de quelques jours, tandis qu'il en existe d'autres qui persistent pendant trois ou quatre révolutions solaires, soit pendant près de 3 mois. Comme on le sait, le soleil fait un tour complet autour de son axe en 27 jours environ. Par conséquent, une tache qui conserve son activité passe sur le disque solaire pendant 13 jours et demi, après quoi elle disparaît aux yeux de l'observateur pendant le même laps de temps. Depuis l'instant où elle apparaît au bord du disque jusqu'à son passage au méridien central, il s'écoule une semaine environ (hors-texte, fig. III).

Il faut dire que ces délais ne sont pas tout à fait exacts, parce que le soleil ne tourne pas autour de lui-même comme un corps rigide dont toutes les parties tournent ensemble. Une tache durable qui se trouve dans la zone équatoriale fait un tour avec le soleil en 25 jours, tandis qu'une tache apparue à 45° de latitude accomplit sa révolution en 27 jours et demi. Plus près des pôles, la période de rotation du soleil est encore plus longue.

Il est remarquable que les taches ne se forment pas à toutes les latitudes. Elles naissent principalement dans deux zones, situées de chaque côté de l'équateur, exactement entre 10 et 30° de latitude (zone royale). Sur l'équateur lui-même les taches n'apparaissent que très rarement; elles sont plus rares encore au-delà de 35° de latitude (fig. 5). L'augmentation du nombre de taches entraîne l'élargissement des zones où on les observe habituellement isolées.

On a remarqué depuis longtemps que le nombre de taches est très variable. Pendant certaines années, on observe les unes après les autres le passage de taches de grandes dimensions; au contraire, il arrive que, pendant toute une année, l'observateur n'arrive à distinguer sur le disque solaire que quelques petits points. En 1851, à Dessau, Schwabe a déclaré que la variation dans le nombre des taches solaires a lieu d'une manière périodique, et il en a fixé la période à 10 ans.

L'admirable découverte de Schwabe reçut sa juste consécration en 1857. La médaille d'or de la Société astronomique de Londres lui fut décernée. Au cours de la cérémonie, le président de cette société pro-

nonça un discours où il déclara que Schwabe « avait consacré douze années de sa vie à défendre ses propres intérêts, six années à défendre ceux de l'humanité, et enfin treize autres années à convaincre les hommes. Pendant ces treize années, jamais le soleil ne se leva à l'horizon de Dessau que Schwabe ne braquât sur lui son téléescope, et cela 300 jours par an en moyenne. Je considère, poursuivit le président, que nous avons là un exemple de persévérance rare, n'ayant pas son égale dans l'histoire de l'astronomie. Cette persévérance a conduit un homme à la découverte d'un phénomène dont l'existence ne fut même pas soupçonnée pendant deux siècles ».

L'importance de la découverte de Schwabe réside surtout dans le caractère régulier et périodique des transformations qu'elle implique à l'intérieur du soleil.

C'est un astronome zurichois, Rudolf Wolf, qui, le premier, a entrepris de classer les observations amassées sur les taches solaires au cours de deux siècles et demi. En dépouillant toute la documentation laissée par les chercheurs, il est arrivé à fixer la période exacte de l'activité solaire. La moyenne arithmétique de cette période s'est trouvée égale à 11 années. En même temps, Wolf a déterminé les années comportant le maximum et le minimum de taches solaires pour toute cette longue période d'observations. Il a appelé r (relatif r) les nombres obtenus et il les a déterminés, pour chaque jour d'observation, selon la formule suivante :

$$r = \mathrm{K}\,(10\,g + f)$$

où g signifie le nombre de groupes de taches et de taches isolées observés pendant un temps déterminé; f le nombre total des taches comptées, aussi bien dans les groupes qu'isolément; k le coefficient dépendant de l'observateur et de son télescope. On se sert encore aujourd'hui dans certains observatoires de cette formule, bien qu'elle ne permette évidemment pas de déterminer avec une parfaite exactitude l'état de la surface solaire (fig. 6).

On peut définir cet état en indiquant que le nombre, la grandeur et le caractère des éruptions solaires, protubérances et flocculi sont certainement liés dans le temps avec les taches.

En étudiant la marche de l'activité périodique de formation des taches et en l'exprimant graphiquement par une courbe, nous remarquons tout d'abord les sinuosités de cette courbe qui constituent des cycles fondamentaux égaux en moyenne à onze années, mais présentant des écarts individuels au deçà ou au delà de onze années.

Choisissons un quelconque de ces cycles, depuis un point minimum jusqu'au point minimum suivant : nous obtenons une ondulation, un cycle complet de l'activité solaire égal par exemple à 11 années. En

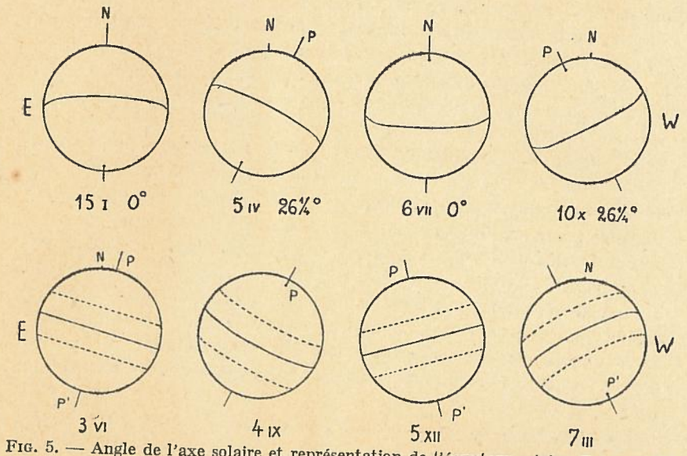

FIG. 5. — Angle de l'axe solaire et représentation de l'équateur solaire. En pointillé, la zone de la plus grande fréquence des taches solaires. A l'équateur même, les taches apparaissent rarement.

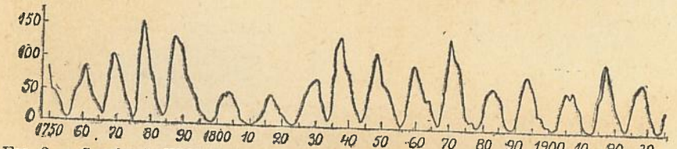

FIG. 6. — Courbe de Wolf-Wolfer. Activité périodique du soleil de 1749 à 1936. (D'après les données de l'Observatoire astronomique de Zurich.)

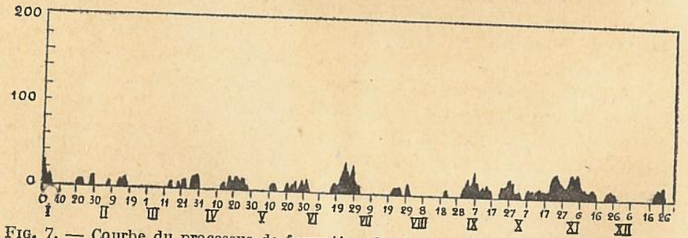

FIG. 7. — Courbe du processus de formation des taches, enregistrée par périodes de cinq jours l'année du minimum 1923. (D'après Wolfer.)

étudiant la marche de ce cycle, nous constaterons que la montée vers le maximum ne s'accomplit pas d'une façon progressive et régulière, mais par bonds. Autrement dit, l'ondulation présente de nombreuses saccades de haut en bas et de bas en haut. Les dimensions de ces saccades, à mesure que s'intensifie le processus formateur des taches, grandissent de plus en plus, et c'est au point maximum qu'elles atteignent leur plus grande expression.

En étudiant la courbe de formation des taches, il est visible que ce n'est que de fort loin qu'elle ressemble à une sinusoïde. Cette courbe dans ses détails ressemble plutôt à la courbe de température d'un typhique, avec ses poussées brusques et ses chutes.

Toutes ces petites oscillations en forment une grande : le cycle de 11 années. En examinant ces dents de scie, on aperçoit immédiatement qu'elles augmentent progressivement en nombre et en hauteur à mesure que le cycle marche de son minimum à son maximum. Cette progression signifie que les taches se forment de plus en plus nombreuses et de plus en plus grandes. La quantité d'énergie rayonnante effectue

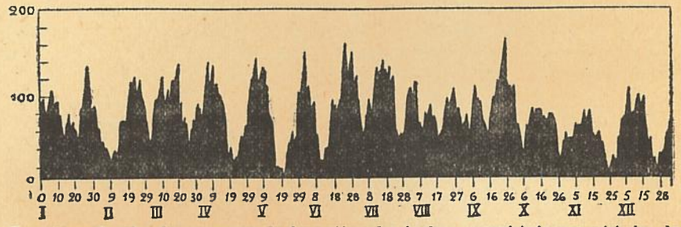

FIG. 8. — Courbe du processus de formation des taches, enregistrée par périodes de cinq jours l'année du maximum de 1928. (D'après Wolfer.)

une montée progressive vers le maximum, mais avec un rythme saccadé. Les intermittences dans l'apparition et la disparition des taches peuvent être considérées comme génératrices des nombreuses perturbations électriques et magnétiques qui se développent parallèlement dans l'atmosphère et l'écorce terrestre (fig. 7 et 8).

Comme nous l'avons dit, Schwabe évaluait à dix ans l'intervalle entre deux maxima. Lamont l'a calculé et l'a fixé à 10,43 années. Wolf évaluait la période d'oscillation du nombre de taches à 11,111 années avec la variabilité moyenne de ± 2,03 années. Young considérait que le vrai cycle de formation des taches oscille entre 12 et 14 années. Wolf calcule qu'en moyenne la période de formation des taches est de 11,124 ± 0,030 années. Newcomb s'est arrêté au nombre 11,13.

Enfin Michelson est enclin à adopter une période supérieure à 11,4,

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
174										80.9
175	83.4	47.7	47.8	30.7	12.2	9.6	10.2	32.4	47.6	54.0
176	62.9	85.9	61.2	45.1	36.4	20.9	11.4	37.8	69.8	106.1
177	100.8	81.6	66.5	34.8	30.6	7.0	19.8	92.5	154.4	125.9
178	84.8	68.1	38.5	22.8	10.2	24.1	82.9	132.0	130.9	118.1
179	89.9	66.6	60.0	46.9	41.0	21.3	16.0	6.4	4.1	6.8
180	14.5	34.0	45.0	43.1	47.5	42.2	28.1	10.1	8.1	2.5
181	0.0	1.4	5.0	12.2	13.9	35.4	45.8	41.1	30.4	23.9
182	15.7	6.6	4.0	1.8	8.5	16.6	36.3	49.7	62.5	67.0
183	71.0	47.8	27.5	8.5	13.2	56.9	121.5	138.3	103.2	85.8
184	63.2	36.8	24.2	10.7	15.0	40.1	61.5	98.5	124.3	95.9
185	66.5	64.5	54.2	39.0	20.6	6.7	4.3	22.8	54.8	93.8
186	95.7	77.2	59.1	44.0	47.0	30.5	16.3	7.3	37.3	73.9
187	139.1	111.2	101.7	66.3	44.7	17.1	11.3	12.3	3.4	6.0
188	32.3	54.3	59.7	63.7	63.5	52.2	25.4	13.1	6.8	6.3
189	7.1	35.6	73.0	84.9	78.0	64.0	41.8	26.2	26.7	12.1
190	9.5	2.7	5.0	24.4	42.0	63.5	53.8	62.0	48.5	43.9
191	18.6	5.7	3.6	1.4	9.6	47.4	57.1	103.9	80.6	63.6
192	37.6	26.1	14.2	5.8	16.7	44.3	63.9	69.0	77.8	65.0
193	35.7	21.2	9.6	5.7	8.7	36.1				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Tableau des nombres des taches solaires d'après les données de Wolf, Wolfer et Brunner, de 1749 à 1935.

mais Turner considère qu'en l'état actuel des choses on ne peut parler uniquement que d'une période de 11,4 années. Schuster a fait une analyse harmonieuse de tous les chiffres concernant les taches réunis depuis 150 ans. Selon ses investigations, parallèlement au cycle de 11,125 années, se manifestent des périodes secondaires qui se trouvent être la cause des diverses perturbations observées dans la période fondamentale. Ces périodes secondaires ont les grandeurs suivantes : 4,38-4,80-8,36-13,5 années. En étudiant la période de 11 années pour les années 1750-1900, Schuster a trouvé que dans les premières 75 années cette période se divise en deux périodes : l'une de 9,25 années, l'autre de 13,75 années; la moyenne pour cet intervalle est de 11,1 années.

Il est intéressant de noter que Turner, à la suite d'un examen des observations magnétiques de Greenwich pour l'intervalle 1841-1904, a démontré qu'en plus de la période fondamentale liée aux taches solaires, il existe une période secondaire de 9,26 années. Désireux de retrouver ce même cycle dans l'activité solaire, Turner a réétudié toutes les données de Wolf et de Wolfer en commençant par l'année 1610. N'ayant pas trouvé de périodes de 9,26 années, Turner a déterminé toutefois l'existence d'une autre période : celle de 13 années. Celle-ci se manifeste nettement malgré sa faible intensité.

Enfin Oppenheim, en 1927, a fait subir une nouvelle analyse aux nombres de Wolf et a trouvé que la courbe de leur marche s'exprime d'une façon satisfaisante par la fonction suivante :

$$r = C_1 + C_2 \cos [\varphi t + \Sigma \chi_m - \cos (m \psi t - \xi_m)\ m = 1,2$$

où $C_1\ C_2\ \chi_m\ \xi_m$ — sont des constantes

$\varphi = 360^o/11,25$ et $\psi = 360^o/450$.

Ainsi, d'après Oppenheim, la courbe $r = f(t)$ devient fonction de la période, laquelle change elle-même périodiquement pendant 450 ans; sa valeur moyenne est de 11,25 années. Il est intéressant de noter que la fonction complexe sus-indiquée se retrouve fréquemment dans l'astronomie théorique; c'est l'intégrale d'une équation différentielle linéaire dont les coefficients représentent des fonctions périodiques d'une variable indépendante.

Ainsi, la formation de taches représente un phénomène très complexe. Ce n'est qu'en moyenne qu'une période est égale à 11 *années. En réalité sa durée atteint parfois* 17 *ans; parfois elle n'est que de* 7 *ans.*

D'autre part, la montée vers le maximum, de même que la chute ne se présentent pas sous l'aspect d'un phénomène strictement déterminé mais varient constamment pour des raisons qui nous échappent. Il faut donc être très prudent quand il s'agit de la prévision d'un point quelconque de la période. Les modifications dans l'activité solaire se manifestant par les points de l'élévation maximum et de la chute mini-

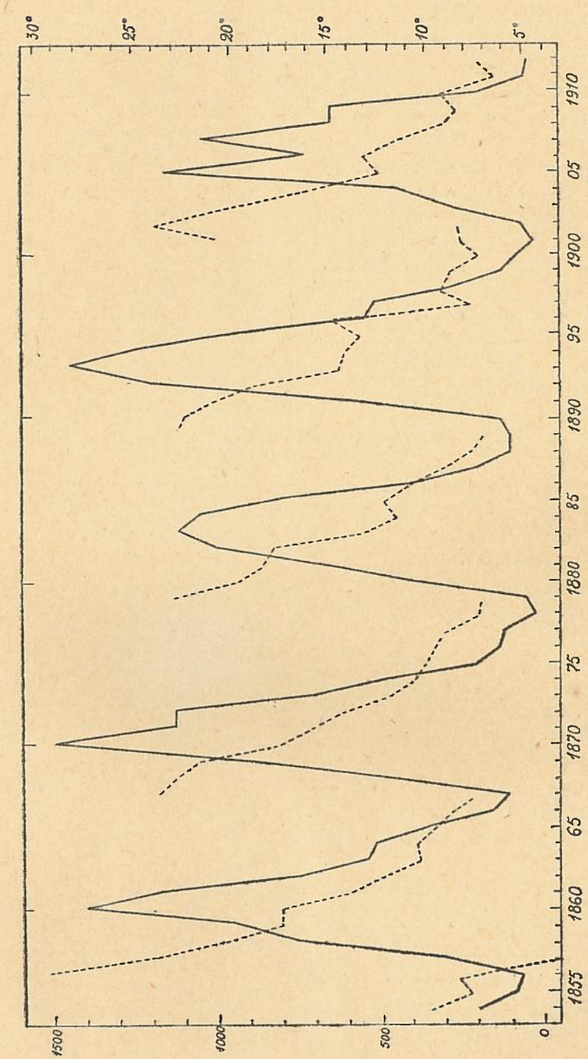

Fig. 9 — Latitudes moyennes du Soleil (en pointillé) et surfaces moyennes des taches solaires (trait plein) de 1854 à 1912. Au début de chaque nouveau cycle solaire, après le minimum, les taches apparaissent dans les latitudes les plus hautes où elles peuvent être rencontrées, soit ± 30°. A mesure que le nombre des taches augmente, du minimum au maximum, la zone de la fréquence maximum se déplace vers l'équateur jusqu'à ± 30° de latitude, où les taches s'éteignent finalement à l'époque du minimum. Après le minimum, les phénomènes se répètent dans l'ordre précédent. (D'après Spoerer.)

mum, ne peuvent être déterminées qu'après plusieurs mois, et même une année ou plus, et par voie de comparaison avec des données pour une durée plus ou moins longue. Le seul pronostic qui nous soit accessible, concernant le cycle de 11 années, ne peut être lui-même donné qu'avec une approximation de 1-2 années.

En dehors de ces tentatives de découverte de petits cycles de l'activité solaire, on a essayé également de prouver l'existence de grandes périodes. Déjà, en 1746, de Mairan, au moment où l'on ignorait tout des cycles solaires, indiquait la possibilité de l'existence de grandes périodes dans l'activité du soleil. La même idée fut partagée plus tard par Loomis. Wolf a essayé de déterminer ce grand cycle et il l'a fixé à 55,5 années. Young a supposé qu'il existe une oscillation de 60 années se superposant aux oscillations fondamentales de 11 années. Hanski a évaluée à 72 ans. Lockyer a trouvé dans l'activité solaire une période de 35 ans, et Schuster a calculé à l'aide de la méthode de périodogramme des cycles de 33,375 années. Liznar est arrivé à la même longueur. Enfin Turner a jugé légitime de conclure à l'existence d'une longue période de 266 années. D'après lui, tous les 266 ans a lieu le grand maximum (maximum maximorum) de l'activité solaire.

R. Wolf, en 1889, d'après les données des chroniques médiévales chinoises concernant les aurores boréales, a pu détacher quelques dates qui pouvaient être celles des grands maxima de l'activité solaire. Ce sont les années 372, 840, 1078, 1133 et 1372. En se basant sur les années 372 et 1372 où, d'après son hypothèse, a eu lieu une activité solaire particulièrement intense, Wolf a calculé une série de grandes périodes, intégrant celles de 11 années, et il est arrivé au nombre 88,33 et 66,67 années. Il a ajouté ensuite des nombres successifs à l'année 372 et a obtenu ainsi un tableau des dates des grands maxima .A l'heure actuelle, les dates fixées par Wolf peuvent être discutées (1).

Mais que sont exactement les taches solaires ? Leur « grand secret », suivant l'expression de Galilée, est-il percé ? Nous ne le croyons pas, mais du moins le peu que nous en avons appris, ces temps derniers, est suffisant pour mettre en évidence le rôle important qu'elles jouent dans la vie terrestre (hors-texte, fig. II).

(1) Nous aurons plus loin à examiner la question de savoir comment se répartissent les dates de l'activité maximum du soleil pendant une longue période historique. Les mentions des aurores boréales dans les chroniques anciennes peuvent être considérés comme des documents d'une valeur certaine. On a trouvé, en effet, que les aurores boréales ont lieu sous certaines latitudes au moment où le soleil manifeste une intense activité. Il y a aussi les taches solaires visibles à l'œil nu et mentionnées par les annalistes anciens, surtout chinois, qui servent de données. Toute cette documentation est éparpillée dans les annales de divers peuples. Un essai de classification a été tenté par le savant allemand Fritz qui, le premier, en 1893, s'est livré à ce travail. 28 ans après, un travail analogue a été entrepris par le savant russe Sviatski qui s'est servi de chroniques russes.

De nombreux esprits n'ont pas épargné leurs efforts pour deviner la nature des taches solaires. Les premiers observateurs supposaient que les taches étaient des satellites du soleil, passant très près de sa surface. Cette fausse hypothèse a été détruite par Galilée, qui croyait non moins faussement que les taches sont des nuages qui se déplacent

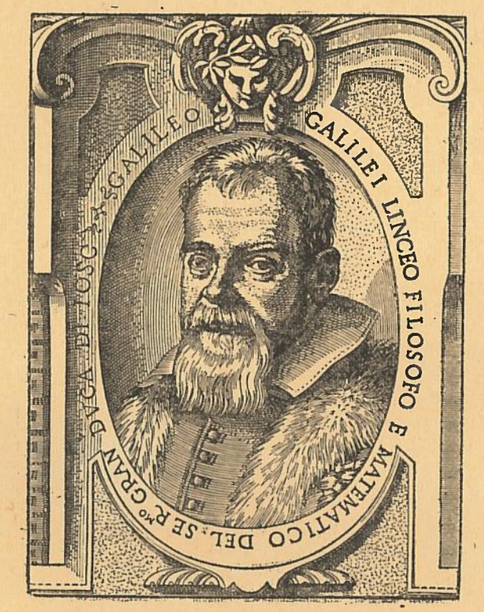

FIG. 10.— *Galilée.* (Gravure de Villemin.)

dans l'atmosphère solaire. Derham considérait que ces nuages étaient produits par l'éruption des volcans solaires. Lalande les prenait pour des sommets de montagnes solaires s'élançant, au sein d'un océan de feu, au-dessus de la surface brillante d'une île reposant sur le noyau central rigide du soleil. Hershel voyait dans les taches des ouvertures temporaires dans les nuages, à travers lesquels on pouvait apercevoir la surface sombre du noyau central. Son fils, J. Hershel, a donné à son tour l'explication suivante : les taches sont d'immenses tourbillons traversant la photosphère.

A partir de 1868, deux théories s'affrontent : celle de l'abbé Secchi et celle de Faye. Le premier a pris pour base de sa théorie l'hypothèse des éruptions solaires. Le second attribuait une structure tourbillonnante aux taches, à l'origine desquelles il croyait voir des orages solaires. Ce point de vue fut partagé jusqu'à ces derniers temps. La théorie de Faye consiste en ceci : en raison du mouvement des parties voisines de la photosphère, des tourbillons se forment et se transforment en cyclones analogues à ceux qui naissent dans un courant rapide rencontrant des obstacles sur sa route. Ce genre de tourbillons a une forme d'entonnoirs au milieu desquels les corps qui surnageaient ainsi que l'air sont entraînés dans les profondeurs. Faye supposait que les tourbillons solaires se produisaient de la même façon que les cyclones et les tornades terrestres. Les cyclones terrestres se forment dans les hauteurs de l'atmosphère et descendent progressivement jusqu'au moment où leur sommet atteint la terre. Selon Faye, ce sont ces immenses vents en tourbillons qui constituent l'essence de la tache solaire. Une des contradictions dirigées contre sa théorie est la suivante : si les taches sont des tourbillons, elles doivent manifester un mouvement tourbillonnaire. De plus, toutes les taches au nord de l'équateur doivent tourner dans le même sens (contraire au mouvement de l'aiguille d'une montre). En regardant de la terre, les taches de l'hémisphère sud du soleil doivent tourner dans le sens contraire, tout comme les cyclones terrestres. En examinant cette question, les astronomes ont remarqué qu'un petit nombre de taches seulement présentaient des traces de ce mouvement tourbillonnaire et que différents composants d'un groupe de taches, et même des parties d'une même tache, tournent dans des directions opposées.

Ces observations, qui pouvaient seulement affaiblir la théorie de Faye, sont pourtant les meilleures preuves de sa justesse, quant à son idée fondamentale de la structure tourbillonnaire des taches les théories électriques au secours de sa théorie vinrent d'ailleurs (hors-texte, fig. V).

Parmi les ardents défenseurs de la théorie tourbillonnaire, citons Reye et Halm. Mais pour l'admettre définitivement il fallait éclaircir certains détails. Ce n'est qu'après la publication du remarquable travail du savant américain Hale (1908) que la majorité des astronomes sont revenus à la théorie tourbillonnaire. En 1909, Hale, à la suite de nombreuses observations, a pu arriver à cette conclusion que les « taches solaires sont visiblement des tourbillons électriques ». Ses brillants travaux sont le point de départ des investigations remarquables entreprises à l'observatoire du mont Wilson, en Californie, ainsi que dans d'autres observatoires qui étudient le soleil.

La théorie de Hale a trouvé de nombreux partisans, d'autant plus qu'elle recevaii constamment de nouvelles confirmations.

Ainsi, il faut considérer les taches solaires comme des tourbillons analogues aux tornades marines avec un élargissement en forme d'entonnoir au sommet. Le mouvement de la matière dans ces tourbillons s'accomplit de bas en haut et forme un tourbillon ascendant. La vitesse du mouvement atteint de prodigieuses grandeurs, et les gaz en déplacement se refroidissent en raison de leur rapide dispersion à mesure qu'ils approchent du sommet. Arrivés au sommet du tourbillon, les gaz refroidis se meuvent suivant des spirales présentant un rayon rapidement croissant. Ce que nous apercevons sous forme de tache, c'est seulement le sommet du tourbillon, faible partie des processus grandioses qui se déroulent dans des régions inaccessibles à notre examen. Sans aucun doute, il existe une raison qui force les gaz à monter des tréfonds du soleil jusqu'à de hautes altitudes. C'est dans les profondeurs du globe solaire que se cache la forme cosmique qui met en mouvement cette tornade immense et complexe portant le nom modeste de « tache solaire ».

Mais la cause du mouvement tourbillonnaire de la substance photosphorique n'est pas encore solidement déterminée. Dans cette voie, il n'existe que des hypothèses plus ou moins fondées. Il se peut que la cause première réside dans la haute température des profondeurs solaires. La matière devenant plus légère s'élève comme l'air dans une cheminée. En cours de route, les gaz se refroidissent et arrivent plus froids à la surface. Il s'ensuit que dans les profondeurs où se produit la naissance du phénomène doit régner une très haute température. En effet, tandis qu'à la surface du soleil elle ne dépasse pas 6.000°, elle arrive approximativement dans les couches centrales à 40 millions de degrés. D'après les calculs d'Emden, la température centrale du soleil est de 31.500.000 degrés. Russell a démontré que la majorité des étoiles a une température centrale très voisine de 32 millions de degrés. La cause de cet échauffement des couches basses du soleil constitue jusqu'à maintenant une énigme. Elle devient encore plus incompréhensible quand on constate que l'apparition des taches n'a lieu que dans des parties déterminées de la surface solaire et au cours de certaines années seulement. L'imagination la plus puissante peut à peine concevoir la formidable violence d'un ouragan solaire. Dans un de ces ouragans, correspondant à l'apparition d'une seule tache, des dizaines de globes terrestres pourraient être entraînés comme des grains de poussière et s'évanouir sans traces.

Déjà, en 1892, Young, examinant au spectroscope le rayonnement des taches solaires, a découvert un phénomène remarquable : de nombreuses raies de leur spectre apparaissent dédoublées, tandis que pour le reste de la surface solaire le spectre ne manifestait aucun changement. Mais Young n'a pas donné la vraie explication de ce phénomène. Trois

ans après, un savant hollandais, Zeeman, démontra que les raies spectrales subissent un dédoublement dans un champ magnétique. Cette découverte, pressentie par Faraday, a été faite par Zeeman en étudiant le spectre de la flamme du sodium placée dans un champ magnétique intense. Au lieu d'une raie de sodium on en voyait deux ou trois, suivant qu'on observait le spectre le long du champ magnétique ou perpendiculairement à lui. Les phénomènes observés par Zeeman ont été brillamment expliqués pas Lorentz qui a découvert une complexité dans le mouvement des électrons à l'intérieur de l'atome, sous l'influence du champ magnétique : au lieu d'osciller suivant une ligne droite, l'électron décrit une figure étoilée, ce qui modifie corrélativement les raies spectrales (hors-texte, fig. VI).

En 1908, Hale a démontré également que c'est le magnétisme qui cause le dédoublement des raies spectrales des taches solaires. Il est apparu que les taches constituent de prodigieux aimants. Quand l'un des pôles de cet aimant, le méridional ou le septentrional, est tourné vers nous, l'autre se trouve dans les profondeurs du soleil. Hale appelle ces taches unipolaires. Ensuite viennent les taches bipolaires dont nous pouvons observer les deux pôles, et enfin des taches multipolaires comportant un groupe de pôles dirigés vers nous. Près de 60 % de toutes les taches ont deux pôles à la surface du soleil : le septentrionnal et le méridional. Ainsi, sur 970 taches enregistrées entre 1915 et 1917, plus de la moitié ont manifesté une double polarité; viennent ensuite des taches unipolaires (32 %-35 %) et plus loin des multipolaires (1 %-2 %). Les taches bipolaires doivent être réunies les unes aux autres, leurs racines plongeant dans les profondeurs du soleil, doivent s'y rencontrer en formant une espèce de trompe gigantesque.

Il existe enfin un dernier type de taches. Ce sont les taches « invisibles ». Elles présentent un intérêt considérable, car elles exercent, semble-t-il, une certaine action sur la terre. Sous le nom de taches « invisibles », comme l'explique Hale, il faut comprendre celles des régions du soleil où, sans être visibles, elles ne tarderont pas néanmoins à apparaître. Leur apparition peut être escomptée grâce aux phénomènes qui l'accompagnent à la surface du soleil et qui peuvent être décelés grâce aux spectrohéliogrammes.

Quelles sont les phénomènes qui constituent l'apparition d'un champ magnétique dans une tache solaire? Selon toute probalibité, le rôle principal est joué par le mouvement tourbillonnaire de la matière gazéiforme des torrents d'électrons. Le mouvement tourbillonnaire des particules chargées d'électricité provoque l'apparition de courants électriques de convection. Le courant de convection apparaît toutes les fois que l'électricité, qui se trouve à l'état statique par rapport au conducteur, se meut avec ce conducteur par rapport à d'autres corps. Le courant de convection s'accompagne de courant de conduction dans les conducteurs voisins; ces derniers courants peuvent apparaître même dans le cas d'un courant de convection constant dans sa grandeur et dans sa direction. Nous savons aussi qu'en présence d'un courant galvanique constant aucun courant n'apparaît dans les conducteurs voisins. Malgré cette différence entre le courant de convection et le courant galvanique, ces deux courants forment autour d'eux un champ magnétique dont la grandeur et la direction sont déterminés par une loi de Biot et Savarat. Les actions magnétiques de la convection électrique ont été pour la première fois décrits par Rowland en 1879. Toutefois, d'après Abbot, l'électrisation du tourbillon de la tache solaire peut être provoqué par le frottement des particules qui se déplacent dans le tourbillon. Cette conclusion d'Abbot est basée sur l'hypothèse que dans la partie centrale du tourbillon, grâce à une température rela-

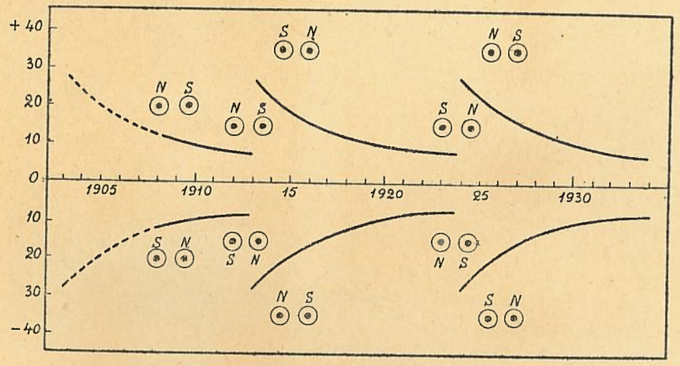

FIG. 11.— Changements de la polarité magnétique et des largeurs moyennes des taches solaires. On voit une période de polarité magnétique de 22,25 années. (D'après Hale.)

tivement peu élevée (environ 3.500° C.), on peut envisager la formation de particules liquides et même solides.

Il nous reste à indiquer un dernier phénomène remarquable concernant la distribution de la polarité des taches en fonction du temps. Les investigations de Hale sur la distribution des forces magnétiques dans les taches solaires ont démontré que dans les groupes de deux taches les pôles magnétiques se distribuent ainsi : pendant le même cycle de 11 années, en commençant par le minimum dans le même hémisphère solaire, le même pôle (par exemple le pôle nord) se trouve toujours, pour tous les groupes, dans la tache antérieure et l'autre pôle dans la

postérieure. En même temps, dans l'autre hémisphère, la tache antérieure présente le pôle sud. Chaque groupe présente ainsi la forme de deux aimants en fer à cheval dont la courbure se trouverait à l'intérieur du soleil et les deux extrémités libres à sa surface. Pour les taches isolées, l'autre pôle, d'après les recherches de Hale, n'apparaît pas à l'observateur : il les a appelées « taches invisibles » (fig. II).

C'est à l'époque du minimum que se produit le changement de la polarité des groupes. Si, avant le minimum, on a noté dans les taches le pôle nord, on obtient dans le nouveau cycle, après le minimum, le pôle sud. Par conséquent la période de l'activité solaire devrait être évaluée non à 11 années, mais à 22. Le changement se produit brusquement et à l'époque du minimum l'activité solaire subit un bouleversement violent. Pour se distinguer de la période quantitative de 11 années, cette période de 22 années pourrait s'appeller « période magnétique des taches solaires ».

Faute de place, nous ne pouvons que mentionner les autres phénomènes solaires tels que les protubérances, les floculi, les filaments, les alignements, granules et les couronnes solaires.

FIG. 12.— La courbe au trait plein représente les protubérances de 1910 à 1934. La courbe en pointillé représente les taches solaires pendant la même période. (D'après Brunner.)

Nous indiquerons seulement que les protubérances peuvent exercer, tout comme les taches, une puissante influence, car elles représentent de grandioses éruptions de matière solaire lançant dans l'espace, à l'exemple des taches, des torrents de particules électriques. Les protubérances ont également une périodicité qui coïncide avec celle des taches (fig. 12).

La question suivante doit être posée : quelles sont les causes qui président à la périodicité générale de l'activité solaire ?

A l'heure actuelle, la majorité des astronomes pensent que si la cause de tous les phénomènes solaires doit être recherchée à l'intérieur du soleil, leur distribution dans le temps et à la surface de l'astre doit être

attribuée à l'influence des planètes. En effet, tout un groupe de chercheurs (Frenkel, Maunder, etc.) ont rapproché l'activité solaire des périodes de révolution de certaines planètes (fig. 13). On peut considérer le soleil comme un appareil extrêmement sensible réagissant à toutes les

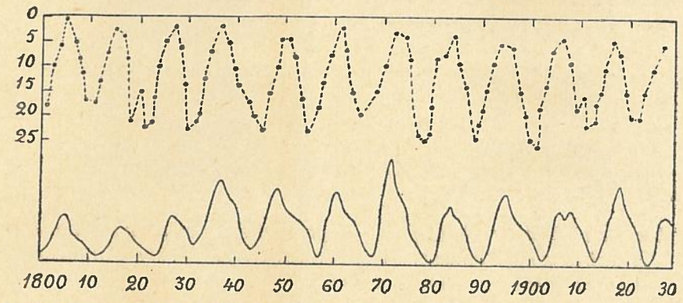

FIG. 13.— Influence de Jupiter, Terre, Vénus et Mercure sur l'activité du Soleil. La courbe supérieure représente la constellation des planètes. La courbe inférieure représente l'activité solaire. (D'après Malburet.)

modifications du champ de gravitation qui résultent du déplacement des planètes dans l'espace.

Mais de quelle sorte ce pouls solaire, ces oscillations périodiques de l'activité du soleil influent sur la terre, et par quels intermédiaires se réalise cette influence, voilà les questions que nous poserons toutd'abord.

Nous nous arrêterons d'abord à la deuxième de ces questions : quels sont les facteurs énergétiques produits par le soleil, dans l'espace que parcourt notre globe ?

CHAPITRE V

Les perturbations électriques, magnétiques, électro-magnétiques et autres dans l'atmosphère et l'écorce terrestre, sous l'influence des radiations spécifiques du soleil.

Nous avons la vieille habitude de considérer le Soleil comme très éloigné de nous. En effet, 149 millions et demi de kilomètres nous séparent de lui, et toutes les distances et dimensions terrestres paraissent absolument négligeables comparées à cette distance énorme. Cependant notre opinion là-dessus est superficielle. Nous oublions le facteur le plus important, à savoir la dimension de l'astre et la grandeur de sa surface rayonnante. Pour se représenter nettement la distance du Soleil à la Terre, il ne faut pas l'évaluer au moyen des unités de mesure linéaires, mais par la relation de grandeur entre la distance qui nous sépare de cet astre et les mesures du Soleil lui-même. Son diamètre peut servir à cette évaluation. En divisant le nombre de kilomètres qui séparent la Terre du Soleil par le nombre de kilomètres du diamètre du Soleil, nous obtenons le nombre 107. Par conséquent la Terre n'est séparée du Soleil que par 107 diamètres solaires. C'est pour cela qu'Eddington en parlant du Soleil déclare qu'il « est à la portée de nos mains ». En tenant compte du diamètre solaire (1.390.891 kilomètres) et l'énorme puissance des processus physico-chimiques qui ont lieu dans cet astre, on doit avouer que le globe terrestre se trouve dans un champ prodigieusement dense de son influence (fig. 4).

Notre Soleil est le centre d'un système très harmonieux des planètes (le Soleil, le luminaire du monde *(lucerna mundi)*, régnant au centre, suivant l'expression de Copernic). Quand les pythagoriciens édifiaient leurs théories de l'harmonie des sphères en se basant sur les représentations élémentaires du mouvement des planètes, ils ne pouvaient pas soupçonner la rigidité des lois de ce mouvement et à quel point est sen-

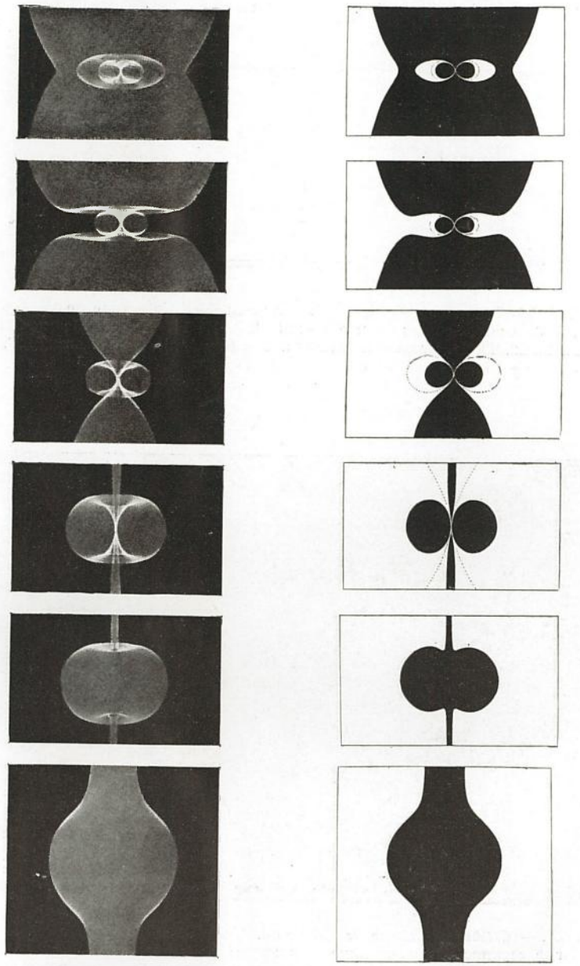

FIG. VII.— Quelques-unes des modifications possibles de l'espace dans lequel se distribuent les corpuscules solaires autour de la terre (d'après Störmer).

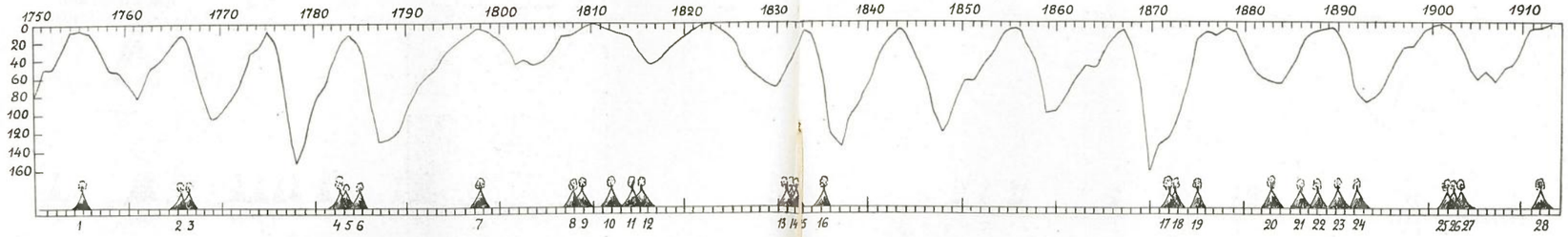

FIG. VIII. — Corrélation entre l'activité périodique du soleil (la courbe de Wolf-Wolfer est présentée en miroir) et l'intensité de l'activité volcanique. Les noms des volcans : 1. Kotlagia; 2 et 3. Hecla Mayon; 4, 5, 6. Avato, Scapteu Vésuve, Jokull; 8, 9, 10, 11, 12. Saint-Georges, Etna, Soufrière, Mayon, Tamboro; 13, 14, 15. Babyan et d'autres; 16. Conseguina; 17, 18, 19. Vésuve, Merapi, Vutna, Jokull; 20, 21, 22, 23, 24. Krakatox, Taravera, Bogoslav Awde, Bandaisan; 25, 26, 27. Pelé, Santa Colima, Maria; 28. Katmaï (d'après Anders Angrtröm).

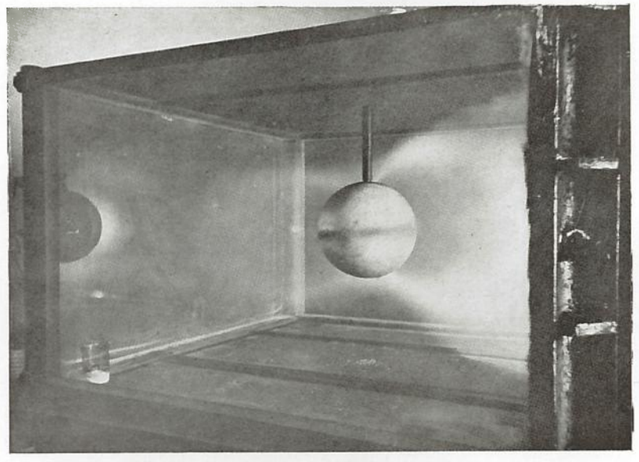

FIG. IX.— *Célèbre expérience de Birkéland.* Une sphère magnétisée est irradiée par le rayonnement cathodique (corpuscules électriques du signe négatif.) On voit comment les rayons cathodiques se dirigent vers la sphère et se concentrent aux pôles de la sphère, ce qui correspond à l'apparition des aurores boréales (aux deux pôles).

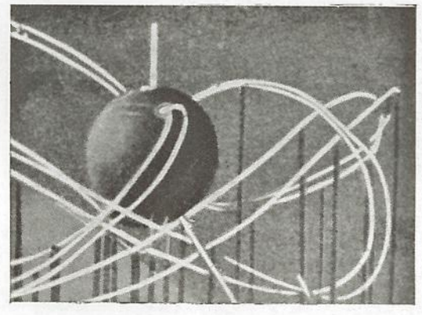

FIG. X. — Représentation des trajectoires des corpuscules solaires tombant sur une sphère magnétisée (d'après Störmer).

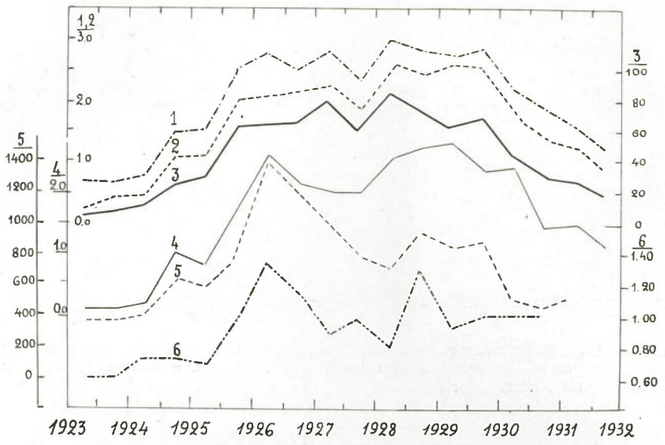

FIG. XI. — Courbes représentant la relation entre les différents phénomènes sur le soleil et le magnétisme terrestre : 1. Flocculi du calcium ; 2. Flocculi intenses de l'hydrogène ; 3. Taches solaires ; 4. Flocculi sombres de l'hydrogène ; 5. Protubérances solaires ; 6. Intensité de l'activité magnétique terrestre (d'après W. Brunner).

FIG. XII. — Deux aspects d'aurores boréales (dessins de Bravais).

sible autant qu'indéfectible l'interaction des planètes dans toutes les manifestations respectives de leur vie physique. A l'image des physiologistes qui trouvent dans les organismes vivants une corrélation entre les différents organes *(consensus partium)*, grâce à l'action régulatrice et coordinatrice des systèmes nerveux et vasculaire, les astronomes découvrent dans le système solaire des phénomènes analogues aux fonctionnement de l'organisme vivant (fig. 15 et 16.)

L'analogie entre les mécanismes physiologiques de l'être vivant et

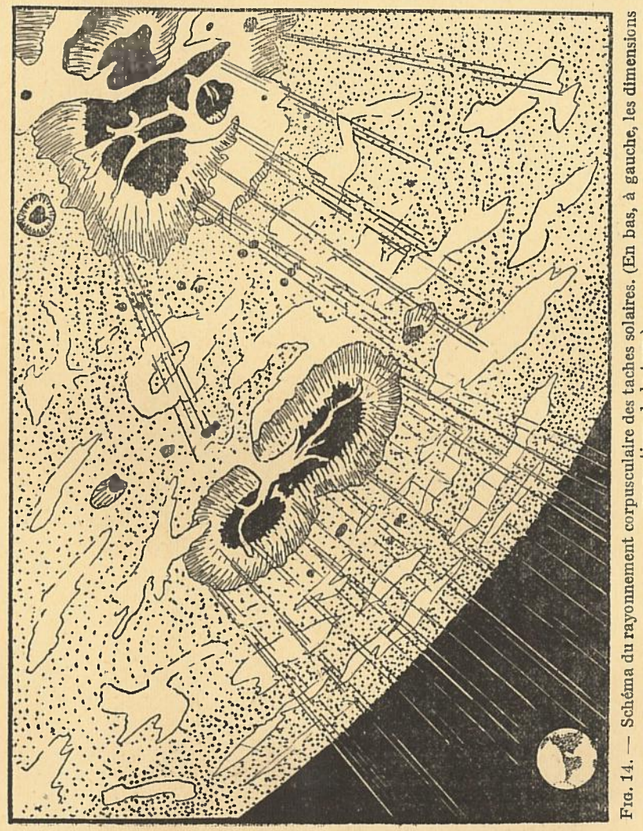

FIG. 14. — Schéma du rayonnement corpusculaire des taches solaires. (En bas, à gauche, les dimensions respectives de la terre).

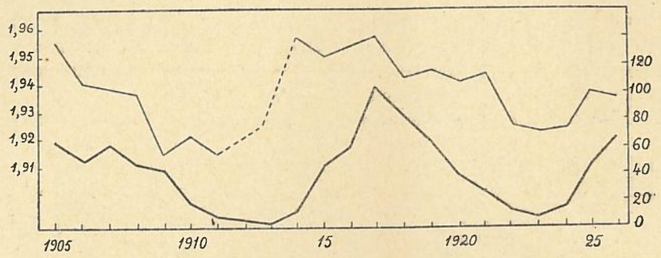

FIG. 15. — Courbe supérieure : constante solaire $\left(\frac{\text{calorie}}{\text{cm}^2} \text{ par minute}\right)$; courbe inférieure : taches solaires (d'après Abbot).

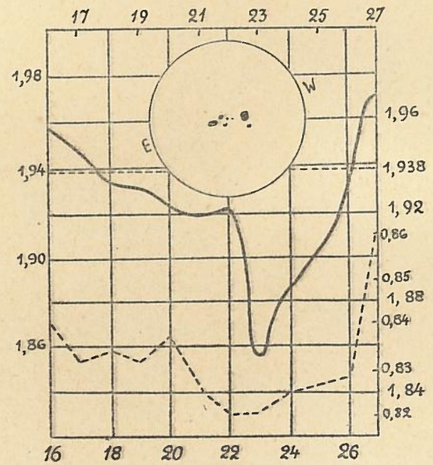

FIG. 16. — Chute brusque de la quantité d'insolation aussitôt après le passage d'un groupe de taches solaires par le méridien central du soleil, en mars 1920 (d'après Abbot. Dessin d'Antoniadi).

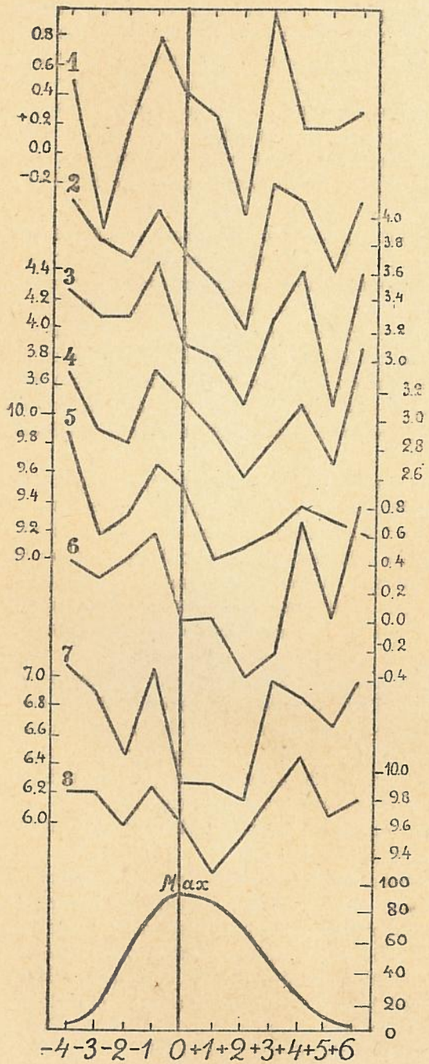

FIG. 17. — Courbes de températures moyennes annuelles des villes de l'U. R. S. S, sur le fond d'une période de l'activité solaire.

Courbe inférieure : période de 11 années de l'activité solaire.

Courbe 1 : température annuelle d'Archangelsk. (1826-1915).

Courbe 2 : température annuelle de Leningrad (1826-1915).

Courbe 3 : température annuelle de Moscou (1826-1915).

Courbe 4 : température annuelle de Kazan (1828-1915).

Courbe 5 : température annuelle d'Astrakhan (1837-1915).

Courbe 6 : température annuelle de Zlastoust (1837-1911).

Courbe 7 : température annuelle de Kiev (1826-1915).

Courbe 8 : température annuelle de Nikolaïev (1826-1915).

Un des maxima de la température annuelle apparaît un an avant le maximum des taches solaires. 3-4 annécs après le maximum des taches solaires arrive un second maximum de température; le troisième maximum de température coïncide avec les années du minimum des taches solaires (d'après Moïsseïev).

les mécanismes physico-chimiques du système solaire deviendra encore plus convaincante, quand nous établirons les liens qui se manifestent dans l'un et l'autre cas. En effet, ne peut-on pas dire que le grand *consensus partium* interplanétaire est réalisé grâce au système nerveux et humoral des forces électromagnétiques, grâce aux nerfs à travers lesquels coulent les courants régulateurs du Soleil, grâce enfin au torrent sanguin apportant leur ration de radiations radioactives aux planètes ? C'est avec raison que Théon de Smyrne a appelé le Soleil « le cœur de l'univers » (fig. 17).

De nature inconnue, les forces gravitationnelles sont propagées par le Soleil dans tous les sens, suivant une loi simple et claire : la gravitation est directement proportionnelle aux masses des corps et inversement proportionnelle au carré de leur distance. La masse du Soleil est 750 fois plus grande que l'ensemble des masses de toutes les planètes. Le grand Neptune lui-même, qui se déplace à l'orbite périphérique du système (trente fois plus éloigné du Soleil que l'orbite de la Terre), est maintenu dans sa route par le Soleil qui l'empêche à chaque instant de quitter cette route par la tangente et de s'abîmer dans les profondeurs de l'univers.

De tout l'immense rayonnement solaire, notre planète ne reçoit que la dix-milliardième partie. Mais cette quantité d'énergie est suffisante pour remplir la Terre de toutes les manifestations de l'activité vitale. Nous ne donnerons pas ici les chiffres de l'énergie qui coule du Soleil. Nous dirons seulement que ses chiffres, suffisamment exacts, nous donnent une image réelle des prodigieuses richesses énergétiques qui nous viennent du Soleil et qui conditionnent notre vie et les mouvements de notre pensée.

Le Soleil rayonne environ 2 ergs par seconde et par gramme de sa masse. Cette énergie se manifeste par des formes qui doivent être divisées en deux catégories. A la première appartiennent les oscillations électromagnétiques, à la seconde les radiations corpusculaires : électrons, protons, ions et torrents de poussière qui jaillissent de la surface du Soleil sous forme de faisceaux cosmiques (fig. 18).

L'onde électromagnétique, qui se déplace avec la vitesse de la lumière, rencontre la Terre au bout de 8,3 minutes.

L'espace qui sépare le Soleil de notre globe est parcourue sans entrave par l'onde électromagnétique. Il n'a pas été possible de démontrer jusqu'ici l'absorption de la lumière dans l'espace. Par contre, l'une des propriétés les plus remarquables des oscillations électromagnétiques réside en ceci que, lors de l'élargissement de l'onde lumineuse et de sa dispersion sur un plus grand espace, elle ne perd pas sa force initiale, mais diminue la possibilité pour cette force de se manifester. Cette propriété quantique n'a pas reçu d'explication jusqu'ici.

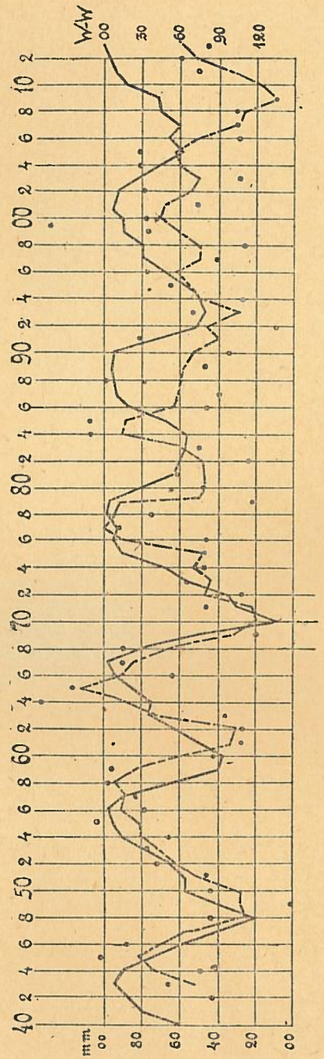

Fig. 18. — La marche séculaire (de 1840 à 1912) du nombre des taches solaires et la pression atmosphérique à Madras.
Nombre des taches solaires (courbe donnée au miroir).
La marche de la pression atmosphérique à Madras.
Pressions atmosphériques moyennes annuelles (d'après S.-S. Fedorov).

L'atmosphère terrestre affaiblit les oscillations électromagnétiques. Une partie seulement de ces oscillations atteint la surface de la Terre : ce sont celles que nous recevons, grâce à notre vision, sous forme de lumière. L'autre partie, retenue par les couches supérieures et moyennes de l'atmosphère, est absorbée par elles et transmuée en d'autres formes de l'énergie, suivant le degré de pénétrabilité. Les rayons ultra-violets sont retenus partiellement à une grande hauteur et provoquent l'ionisation de l'air. A son tour, l'ionisation de l'air peut influer sur la pénétrabilité des oscillations électromagnétiques d'une longueur d'onde différente. Ces oscillations atteignent la Terre sous une forme affaiblie. Si les oscillations d'une certaine longueur atteignaient la Terre, le travail des stations de radio serait constamment troublé. Comme ces stations ont la possibilité de s'accorder avec différents diapasons de l'onde, elles ne reçoivent que très rarement des ondes qu'on ne peut expliquer par des causes terrestres. Toutefois les ondes électromagnétiques courtes émises par les taches et les protubérances solaires atteignent la surface de la Terre (fig. 19).

A la seconde catégorie appartiennent les radiations solaires radio-actives ou corpusculaires qui portent dans l'espace intersidéral des particules de matière solaire. Elles se forment de la décomposition radio-active des éléments constituant la substance solaire, et portent des charges positives et négatives. Il y a longtemps que de nombreux auteurs ont exprimé l'opinion que le Soleil se comporte comme un corps radio-actif projetant des torrents d'électrons, de protons, d'ions, sous forme de rayons anodiques et cathodiques. Cette idée est apparue après la découverte sur le Soleil du spectre de l'hélium, engendré, comme on le sait, par les corps radioactifs (fig. 20). Elle a reçu plus tard pleine confirmation. D'après les calculs approximatifs de G. Darwin, 5 % de toute la matière solaire dégagent une énergie atomique analogue aux émanations du radium (1).

Le rayonnement cathodique du Soleil emporte avec lui dans l'espace de grandes quantités d'électricité négative. En conséquence, la charge positive des couches superficielles du Soleil doit augmenter, et cette augmentation pourrait atteindre à la fin une telle importance qu'elle empêcherait le départ des électrons du Soleil, et cela malgré la pression du rayonnement. Arrhénius a calculé la charge de la grandeur de l'électricité positive du Soleil. Grâce à cette charge positive, le Soleil attire

(1) On peut indiquer ici que, suivant ses phases, la Lune peut exercer une influence sur l'afflux des radiations solaires et donner ainsi naissance à des erreurs. Les données astronomiques concernant les régions solaires en état d'agitation et les phases lunaires sont des plus importantes (Myrbach). Il est vrai que la Lune elle-même émettant une lumière polarisée exerce une influence sur la biosphère (Sydney-Simens, Bhatnager, Mercier).

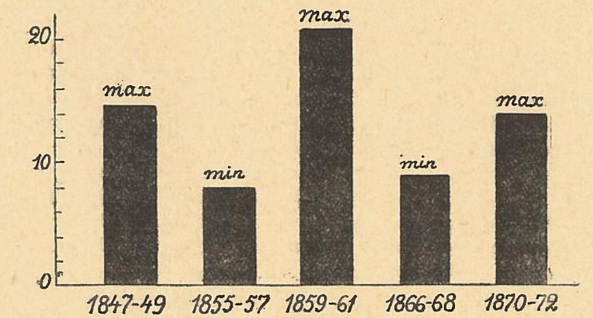

FIG. 19. — Avec les maxima de l'activité solaire coïncident les maxima des cyclones dans l'Océan Indien. Aux minima de l'activité solaire correspondent les minima des cyclones (d'après Meldrun).

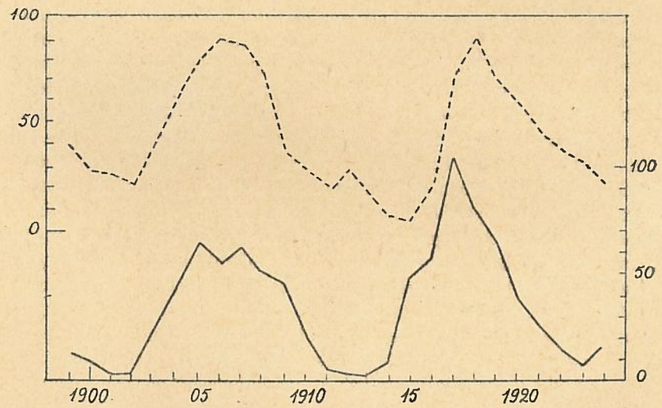

FIG. 20. — Courbe inférieure: taches solaires de 1899 à 1924. Courbe supérieure: la fréquence des orages sur le lac Baïkal (d'après l'observatoire d'Irkoutsk).

les électrons qui vagabondent dans l'espace et qui se rapprochent à une certaine distance du Soleil. Ces électrons attirés par le Soleil compensent la dépense de l'électricité négative du Soleil. Le Soleil, d'après Arrhénius, draine l'électricité négative de l'espace environnant, et ce drainage lui apporte une quantité d'électricité en rapport direct avec sa charge négative. Ainsi, d'après le savant suédois, s'établit un certain état d'équilibre : le Soleil fournit une émission prolongée d'électrons, et par contre en reçoit de l'espace environnant une quantité équivalente (fig. 21). A l'heure actuelle les trajets que parcourent les particules entre le Soleil et la Terre sont relativement bien connus. Störmer a réussi à calculer ces trajets et donne une image mathématique de la trajectoire d'une particule isolée par rapport à son mouvement dans le champ magnétique terrestre. Nous reviendrons encore sur cette question.

Au nombre de ces radiations corpusculaires, il y a lieu de compter aussi « la poussière solaire » dont la présence a été démontrée plus d'une fois dans l'atmosphère terrestre. Les observations faites à ce sujet nous permettent de nous faire une idée de sa composition et de son importance dans la vie de notre planète.

Les particules solides de la poussière emportent avec elles, en quantité minime, certains gaz qui se trouvent dans la chromosphère et dans la couronne solaire, comme l'hélium, l'argon, le crypton et autres gaz parfaits. Certains savants ont cru que l'hydrogène trouvé dans l'atmosphère avait une origine solaire, car il ne se forme pas dans l'atmosphère terrestre. La poussière solaire porte des charges électriques, tant négatives que positives; il y en a aussi des neutres. Nous aurons un tableau instructif du mouvement du torrent corpusculaire, si nous comparons le Soleil tournant autour de son axe avec le feu tournant d'un phare ou d'un projecteur. Tout comme l'étroit rayon de lumière se détachant du foyer du phare accomplit son mouvement tournant dans l'espace, le rayonnement émis par la tache solaire projette dans l'espace son mince faisceau radiant. A certaines époques, quand la tache passe par le méridien central du Soleil, son rayonnement tombant perpendiculairement à la surface de la Terre bombarde cette dernière avec ses corpuscules, conformément aux lois déterminées par Störmer. La Terre est plongée alors dans le « balai » électrique du Soleil. Cela dure un jour ou deux, pas plus, tant que le groupe de taches ou de protubérances se mouvant avec le Soleil ne se déplacera pas et ne détournera pas son rayon de côté. En même temps l'action sur la Terre des radiations électriques de la tache solaire cesse, et notre globe reçoit à nouveau sa dose habituelle de l'énergie radiante du Soleil, quelque peu augmentée à l'époque du maximum et quelque peu diminuée à l'époque du minimum. Mais voici que de nouvelles taches et protubérances apparaissent dans le méridien central du Soleil, et de nouveau la Terre est baignée dans

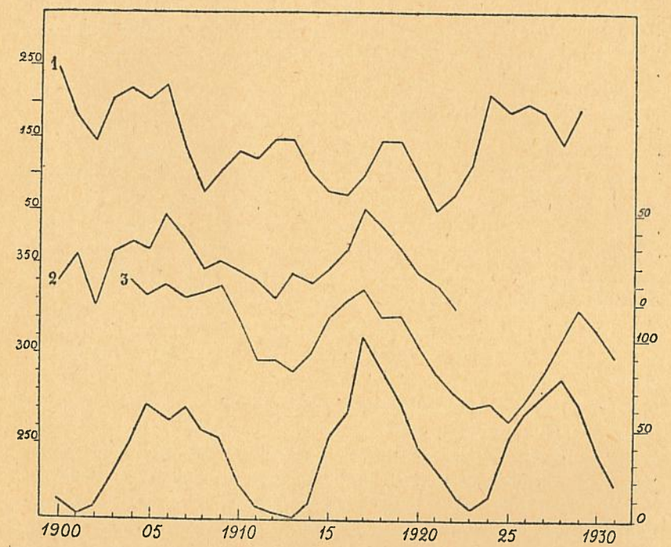

FIG. 21. — Courbe inférieure: taches solaires; courbe 1: niveau du lac de Ladoga; courbe 2 : niveau du lac Victoria; courbe 3 : niveau de la mer Caspienne (d'après D.-O. Sviatsky et L.-S. Berg).

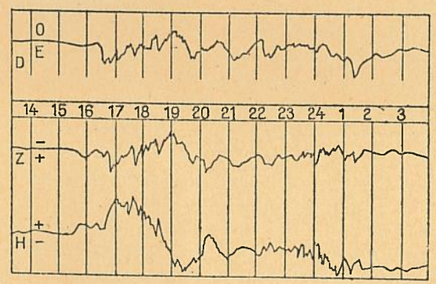

FIG. 22.— Perturbation des éléments magnétiques pendant l'orage magnétique du 26 au 27 janvier 1926, d'après les enregistrements de M. Ignace Puig, à l'observatoire de l'Ebre, Tortosa (Espagne).

D : Variation de la déclinaison, de 14 heures du 26 à 3 heures du 27; Z : Variation de la composante verticale; H : Variation de la composante horizontale.

leur rayonnement. C'est par des bonds de cet ordre que s'exerce sur notre planète l'influence du processus de formation des taches. Il faut retenir particulièrement ce caractère saccadé et intermittent de l'influence des taches solaires sur la Terre.

Mais il ne faut pas croire que l'action de la tache ou de la protubérance passant par le méridien central du Soleil s'exprime seulement par l'immense afflux de matière corpusculaire. Il existe encore une autre influence dont l'essence peut être déduite du fait suivant : comme on le sait, le spectre normal du Soleil donné par sa photosphère peut être rapporté au spectre du type des étoiles jaunes ayant des caractéristiques bien déterminées. Or le spectre de la tache solaire diffère sensiblement du spectre normal, comme Lockyer l'a déjà démontré. Il faut le classer plutôt parmi les spectres des étoiles jaunes-rouges.

Ces deux spectres diffèrent sensiblement entre eux et appartiennent à des corps d'une composition chimique, d'un état physique et d'un âge différents.

Les étoiles jaunes sont sensiblement plus jeunes que les rouges et la différence de température de leurs couches supérieures atteint plusieurs milliers de degrés. Ainsi l'on peut dire que lorsqu'une tache solaire « éclaire » la Terre, celle-ci se trouve éclairée par « deux soleils », le jaune et le rouge, dont le dernier est plus âgé de nombreux millions d'années. Et quand la tache solaire dévie son torrent, le vieux soleil cesse brusquement son action et disparaît. Ces brusques perturbations exercent, comme l'ont démontré les investigations d'Abbot, une énorme influence sur la quantité d'énergie thermique qui arrive à la Terre.

L'énergie rayonnante du Soleil représente la source primordiale des phénomènes physico-chimiques ayant lieu dans l'atmo, hydro et la couche superficielle de la lithosphère. Les modifications quantitatives de l'énergie rayonnante du Soleil tombant sur telle ou telle région de la Terre, en raison de la forme sphérique de celle-ci et l'inclinaison de son axe, conditionnent la dynamique des masses d'air et d'eau, les différences du sol et l'énorme variété dans les manifestations du monde organique. Il est logique de supposer que les oscillations brusques dans la quantité d'énergie rayonnante, liées aux processus formateurs de taches, ne peuvent manquer d'avoir des répercussions sur la mécanique des phénomènes atmosphériques, accompagnés de toute une série de perturbations météorologiques graves.

Mais cela n'est qu'une partie du phénomène. Le processus périodique de formation des taches provoque l'apparition sur le Soleil d'autres sources d'énergie dont l'action se manifeste par l'apparition simultanée de phénomènes électriques et magnétiques dans l'écorce et l'atmosphère terrestres (fig. 22).

C'est par ces phénomènes que la science contemporaine essaie d'expliquer tout un nombreux groupe de manifestations, autrefois mystérieuses, dans la vie physique et organique de la Terre.

Nous savons que l'aiguille magnétique subit diverses oscillations journalières et annuelles. Elles sont en relation étroite avec l'activité solaire, ce qui a été confirmé par les observations de Wolf, de Lamont, de Gauthier. En dehors des oscillations régulières, on en observe d'autres qui ont le caractère de perturbations du champ magnétique terrestre et présentent une périodicité de onze années. Toute une série d'investigations ont confirmé la corrélation entre l'amplitude de l'oscillation journalière et les taches solaires, et les travaux tout récents démontrent que le maximum de la courbe de l'activité magnétique retarde quelque peu par rapport au maximum de la courbe des taches solaires.

Comme on sait que les orages magnétiques correspondent presque toujours au passage de grosses taches au méridien central du Soleil, on peut en conclure que les perturbations magnétiques sont provoquées par les radiations corpusculaires du Soleil, c'est-à-dire par l'éruption des torrents de particules chargées d'ions et d'électrons (fig. 23). Les taches situées au delà du méridien central ne provoquent que des oscillations infiniment plus faibles. L'intensité des orages magnétiques oscille dans les limites de vingt-sept jours, c'est-à-dire pendant une période égale à celle de la rotation du Soleil. Il est intéressant de remarquer ici que les orages magnétiques subits ne commencent pas simultanément sur toute la Terre; ils débutent à l'endroit où se trouve le point culminant de l'apex du mouvement de la Terre et de là se propagent par toute la Terre en 4-6 ½ minutes.

Il est intéressant de noter la corrélation entre les orages magnétiques et les éruptions solaires de courte durée. Le plus souvent, l'orage ne survient pas immédiatement après l'éruption, mais après un certain intervalle. Voici un tableau des observations concernant l'intervalle entre le début de l'éruption et l'orage magnétique correspondant :

ÉRUPTION	INTERVALLE
1er septembre 1859	17,5 heures.
15 juillet 1892	19,5 —
10 septembre 1908.....	26 —
22 février 1926	36 —
13 octobre 1926.....	31 —

En moyenne : vingt-six heures. La moyenne de l'intervalle de vingt-six heures coïncide exactement avec l'intervalle obtenu par Maunder entre le passage de grosses taches par le méridien central et le début de l'orage magnétique. Les orages magnétiques sont accompagnés,

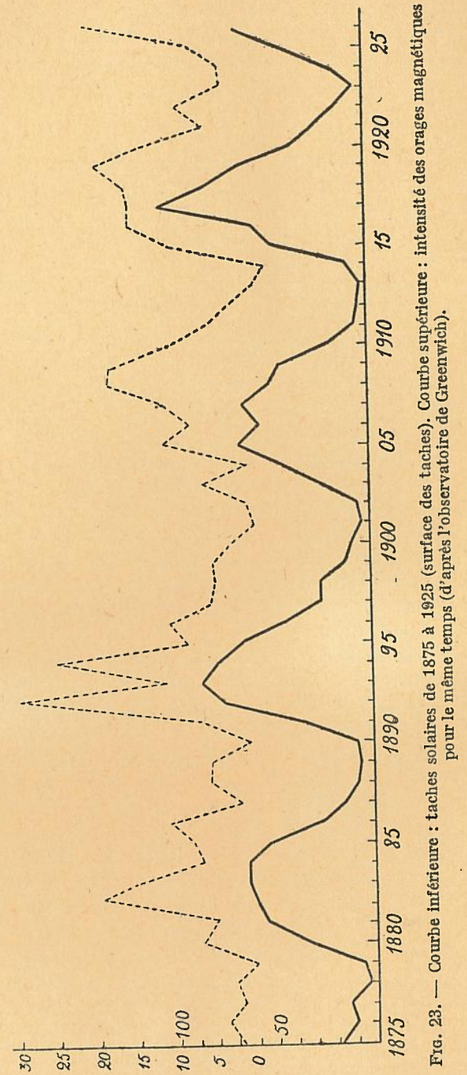

Fig. 23. — Courbe inférieure : taches solaires de 1875 à 1925 (surface des taches). Courbe supérieure : intensité des orages magnétiques pour le même temps (d'après l'observatoire de Greenwich).

comme on le sait, d'aurores boréales d'une grande intensité; or la courbe de fréquence des aurores boréales est calquée sur la courbe de l'activité magnétique terrestre et, par conséquent, sur celle des taches solaires.

Le Soleil et ses manifestations (taches, protubétances) exercent une influence électromagnétique sur tout un système de phénomènes : le champ magnétique terrestre, l'ionisation de l'atmosphère, l'aurore boréale et le changement du potentiel électrique. L'énergie solaire peut se transmettre à la Terre, soit par son rayonnement, soit par ses corpuscules. Dans le spectre solaire, seule la partie ultra-violette de la radiation a une importance. Comme on le sait, elle est absorbée par l'atmosphère et provoque son ionisation. Quant au rayonnement corpusculaire, on peut supposer que le Soleil projette un torrent de particules chargées électriquement, lesquelles rencontrant la Terre y provoquent des phénomènes électriques, magnétiques et électromagnétiques. Cela est confirmé par les faits suivants :

Les orages magnétiques ne commencent pas simultanément sur toute la Terre. Le temps de propagation de l'orage est un argument en faveur du caractère corpusculaire de l'agent solaire qui les provoque. La répétition des orages magnétiques tous les vingt-sept jours, c'est-à-dire le temps de la rotation du Soleil autour de son axe, prouve que l'agent solaire qui les provoque se propage sous forme d'un faisceau limité qui suit le Soleil dans sa rotation.

Entre les éruptions solaires et les orages magnétiques consécutifs s'écoulent plus de vingt-quatre heures. Si l'agent excitant était le rayonnement ultra-violet brusquement accru, cet intervalle, grâce à la vitesse de la lumière, ne serait que de huit minutes et quelques secondes, le temps nécessaire à la lumière de franchir la distance du Soleil à la Terre. Le retardement observé dans l'apparition des orages magnétiques, bien que ne permettant pas de déterminer la vitesse de propagation de la perturbation, prouve néanmoins que cette vitesse est très inférieure à celle de la lumière (hors-texte fig. XI).

La participation des corpuscules solaires est également indiscutable dans les manifestations électromagnétiques prolongées. La preuve en est que le maximum des variations du magnétisme terrestre retarde par rapport au maximum du nombre des taches solaires. La cause de ce retardement réside dans la diminution de la latitude héliographique des taches, depuis le minimum jusqu'au maximum, grâce à quoi augmente fortement la probabilité que la Terre se trouve plongée dans le torrent des corpuscules rayonnés par les taches et provoquant la variation du magnétisme terrestre.

L'analyse théorique de l'ionisation dans la stratosphère nous oblige à supposer qu'au moins une partie de cette ionisation est due au rayonnement corpusculaire du Soleil.

L'hypothèse corpusculaire de l'influence des taches solaires présente un très haut intérêt. En 1896, Birkeland a démontré que le pôle magnétique oblige le torrent des rayons cathodiques à se réunir en un point (hors-texte, fig. IX), et Störmer a établi une nouvelle théorie des aurores boréales et leur corrélation avec les orages magnétiques. En supposant que la Terre présente une sphère uniformément magnétisée, Störmer a calculé les trajectoires des particules électrisées tombant du Soleil et il a trouvé qu'elles se réunissent près des pôles magnétiques (hors-texte, fig. X). Ainsi la cause des aurores boréales réside dans les corpuscules déviés par le pôle terrestre. L'illumination des hautes couches atmosphériques lors des aurores boréales s'explique par l'ionisation des atomes et des molécules d'oxygène et d'azote à la suite des chocs avec les corpuscules pénétrant dans notre atmosphère.

Les calculs de Störmer ont démontré que si nous prenons un point quelconque de la surface solaire, sur l'infinité des trajectoires, un petit nombre seulement atteint la Terre. Les directions que doivent suivre les particules pour y parvenir sont appelées par Störmer « directions favorables ». Les trajectoires qui doivent atteindre la Terre, à mesure qu'elles s'en rapprochent, coïncident, comme le démontrent les calculs, avec la direction de la ligne de force magnétique qui se trouve au milieu de la région correspondante en forme de fer à cheval. Les particules qui suivent une direction très voisine de la direction favorable forment un faisceau de trajectoires tournant en pas de vis autour de la trajectoire de la direction favorable (hors-texte, fig. VII). L'ensemble de toutes ces trajectoires, à mesure qu'elles se rapprochent de la Terre, se resserre et forme « le rayon de l'aurore boréale », orienté suivant la ligne de force du champ magnétique. L'aspect des trajectoires, ainsi que les directions favorables, dépendent dans une grande mesure de la position du point rayonnant par rapport à l'axe magnétique terrestre. Cette circonstance explique la remarquable variabilité et l'agitation de ce qu'on appelle : « la danse des rayons », lors d'une perturbation magnétique. En effet, les orages magnétiques provoquent des changements rapides, bien que faibles dans la direction de l'axe magnétique terrestre.

Störmer a également réussi à expliquer l'origine des aurores boréales en forme de draperies. Supposons qu'une tache solaire de forme ovale envoie un faisceau cylindrique de particules chargées : ce faisceau se déforme dans le champ magnétique de la Terre et donne en section avec une sphère concentrique à la surface terrestre une sorte de long et étroit ruban légèrement incurvé et qui s'oriente perpendiculairement au méridien magnétique (hors-texte, fig. XII). Par sphère concentrique à la Terre, Störmer entend une sphère d'un rayon de 7.000 kilo-

mètres correspondant à la plus grande hauteur des aurores boréales jusqu'au centre de la Terre. Notons que la largeur de ce ruban correspond bien à la largeur des draperies observées. Si la tache solaire envoie des rayons inscrits à l'intérieur d'un certain cône, non dans une direction, mais dans plusieurs directions, le faisceau des rayons se décompose dans le champ magnétique terrestre en une série de faisceaux donnant plusieurs draperies parallèles les unes aux autres.

***

Après l'hypothèse de Lodge concernant les orages magnétiques, Schuster a proposé la sienne, infiniment plus solide. Il a démontré que la cause des variations magnétiques est due au courant des ions qui se déplacent dans le champ magnétique terrestre. Le rayonnement corpusculaire du Soleil augmente l'ionisation de l'atmosphère et, par conséquent, renforce ces torrents d'ions dont l'intensité provoque un effet magnétique complémentaire, générateur des orages et des variations magnétiques.

En 1931, Chapman et Ferraro ont énoncé leur théorie des orages magnétiques. Cette théorie implique que le torrent des corpuscules solaires est totalement neutre, bien qu'ionisé. Le torrent des corpuscules arraché au noyau de la tache solaire forme autour de la Terre une espèce d'arc de cercle, dans lequel la distribution des corpuscules positifs et négatifs se modifie conformément au champ magnétique. Cet arc de cercle subsiste quelques jours, pendant lesquels se développe la phase principale de l'orage magnétique.

Certaines données laissent supposer que l'ionisation des couches inférieures de l'atmosphère est provoquée par la radiation corpusculaire du Soleil, tandis que les hautes couches sont ionisées par le rayonnement ultra-violet. Les observations, en effet, montreraient que les changements brusques et saccadés dans l'ionisation des couches inférieures de l'atmosphère seraient produits par le rayonnement corpusculaire et l'éruption des taches solaires. Toutes ces questions demandent à être éclaircies d'une manière plus précise pour établir une corrélation entre l'électricité atmosphérique et l'activité solaire.

Les particules solaires ayant atteint l'atmosphère se déchargent dans des aurores boréales et bombardent l'atmosphère. Ce phénomène entraîne l'augmentation de la charge négative de la Terre, qui se trouve par conséquent en rapport directement proportionnel avec la quantité de l'électricité négative rayonnée par les centres de perturbation solaire.

Pendant longtemps on ne savait rien sur les rapports entre la gran-

deur du gradient du champ électrique terrestre et les oscillations de l'activité solaire. Pourtant cette question présente une importance capitale pour comprendre nombre de phénomènes électro-météorologiques. C'est Wislizenus qui, le premier, a noté ce rapport, à la suite de ses observations à Saint-Louis, entre 1861 et 1872. C'est ensuite Chree qui par ses observations à Kew, près de Londres, pendant la période 1898-1904, a trouvé une dépendance entre le gradient de l'électricité atmosphérique et l'activité solaire. Ce rapport est, d'après lui, inverse, c'est-à-dire que dans les années minimales de l'activité solaire le gradient de l'électricité atmosphérique se trouve augmenté.

Les plus brillants travaux dans cette voie ont été réalisés par le savant américain Bauer qui a réussi à établir une série de rapports des plus intéressants entre le processus de formation des taches solaires, l'électricité atmosphérique, les courants électriques terrestres et le magnétisme terrestre, et ceci pour un grand laps de temps. En réunissant scrupuleusement toutes les données sur l'état de l'électricité atmosphérique pour sept périodes de taches solaires, soit à partir du milieu du siècle dernier, Bauer arrive aux conclusions suivantes :

a) Il existe une forte probabilité pour que le gradient de l'électricité atmosphérique et ses variations journalières et annuelles, ainsi que les courants aéro-terrestres, se trouvent sous l'influence des taches solaires. Quant à la dépendance de la conductibilité électrique, de l'atmosphère et des influences extra-terrestres, elle ne peut être résolue exactement, faute de données suffisantes;

b) L'influence des taches solaires sur le gradient de l'électricité atmosphérique et ses oscillations journalières et annuelles s'exprime approximativement ainsi : quand les nombres relatifs des taches solaires augmentent de 10 %, leur influence sur l'électricité atmosphérique augmente de 3 %.

Ainsi, lorsque le changement du nombre relatif des taches solaires entre le minimum et le maximum de l'activité solaire est de 90, le changement du gradient de l'électricité atmosphérique dans ses oscillations journalières et annuelles atteint 30 %;

c) Le coefficient qui exprime le rapport numérique entre les taches solaires et les changements du gradient de l'électricité atmosphérique dans ses oscillations journalières et annuelles, change au cours de l'année et du cycle solaire, de la même façon que le coefficient qui exprime les rapports numériques entre les taches et les modifications du magnétisme terrestre;

d) L'électricité atmosphérique et une série de manifestations qui lui sont liées subissent au cours de l'année une double périodicité : un

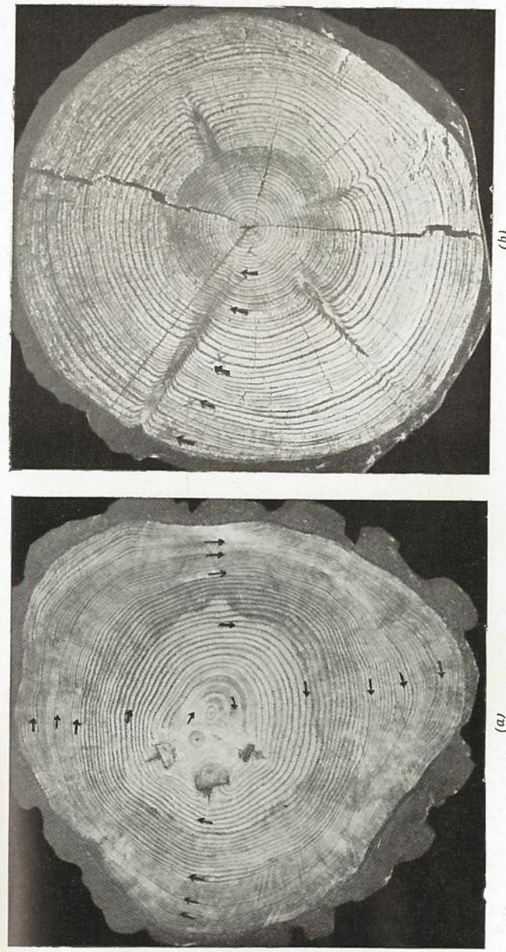

Fig. XIII. — L'épaisseur des cercles annuels se trouve en rapport direct avec le nombre de taches solaires, comme l'ont démontré les recherches de Douglass, directeur de l'Observatoire de Steward (Arizona); *a)* Coupe du sapin d'Écosse du sud de l'Angleterre; *b)* Coupe du sapin d'Écosse des côtes de la Norvège.

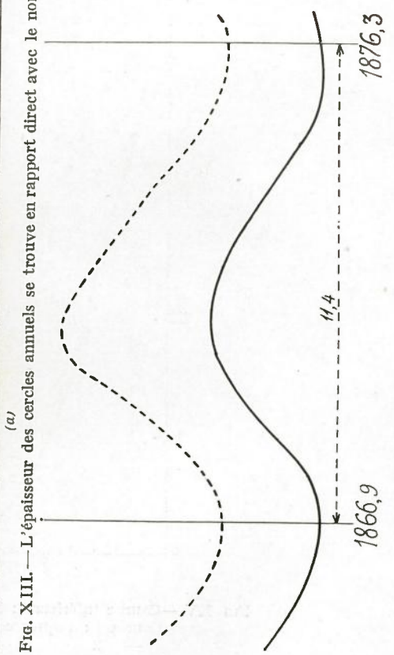

Fig. XIV. — Courbes moyennes : la supérieure représente la croissance des cercles annuels des arbres pour 90 ans. La courbe inférieure représente l'activité solaire pour 125 ans.

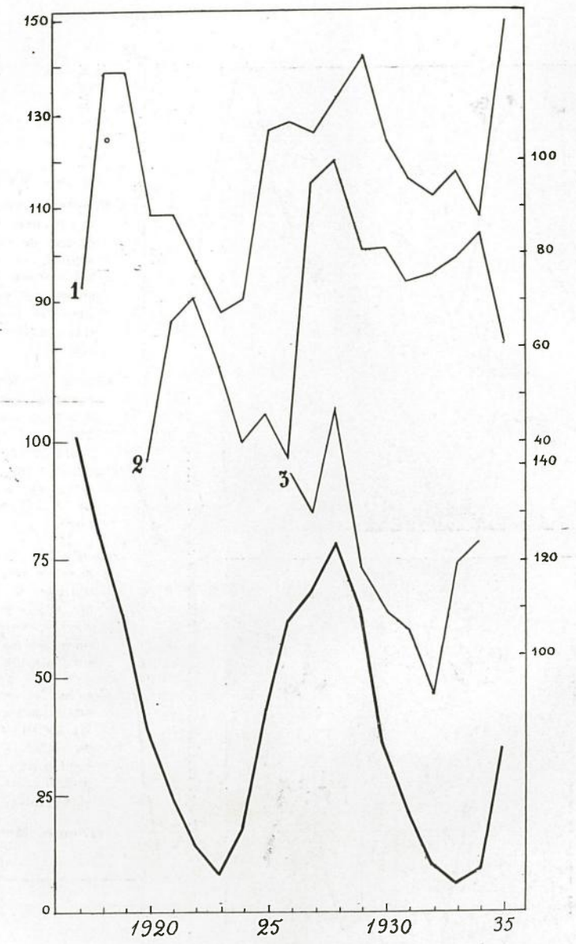

Fig. XV. — Courbe inférieure : taches solaires.
Courbe 1 : fréquence des jours avec halos à Moscou.
— 2 — — à Krementchoug.
— 3 — — à Amsterdam.

(D'après A. P. Moïsseïev et W. M. Tchernoff.)

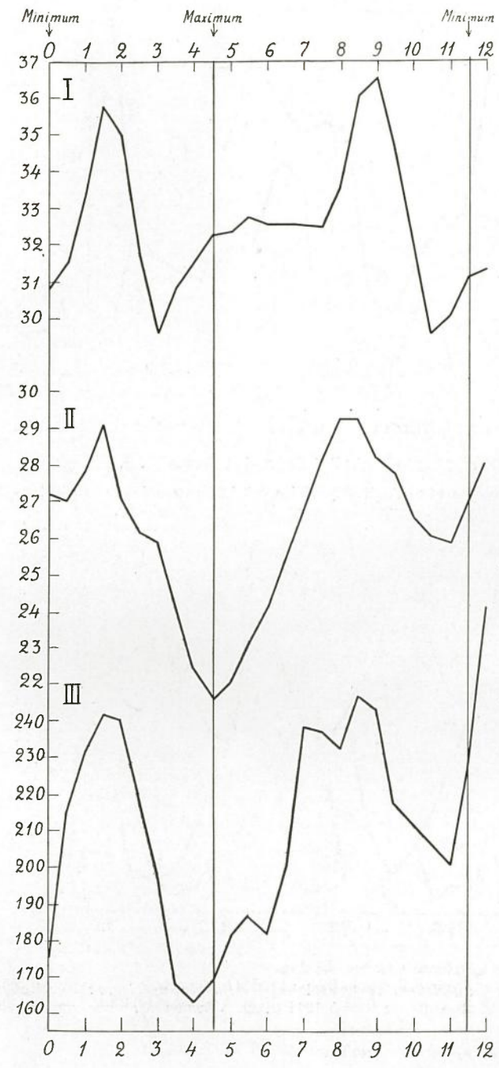

Fig. XVI.

Fréquence des orages et période de 11 *années de l'activité solaire.* — Résultat obtenu par la superposition des périodes sur l'axe des maxima solaires.

Courbe 1. — Nombres annuels des jours d'orage dans la ville de Kremsmunster de 1810 à 1934, c'est-à-dire pour 11 périodes de l'activité solaire.

Courbe 2. — Nombres annuels des jours d'orage à Wiene, de 1878 à 1934, c'est-à-dire pour 5 périodes de l'activité solaire.

Courbe 3. — Total des incendies par la foudre en Bavière, de 1833 à 1879, c'est-à-dire pour 4 périodes de l'activité solaire.

(D'après Myrbach.

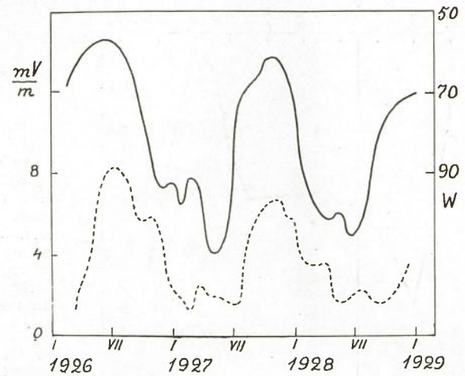

FIG. XVII. — La courbe supérieure représente le nombre de taches solaires (courbe en miroir).
La courbe en pointillé représente le résultat des radio-mesures (T. S. F.).

Ce graphique montre que plus l'activité solaire est intense, moins les conditions des radio-transmissions sont favorables (d'après Stetson).

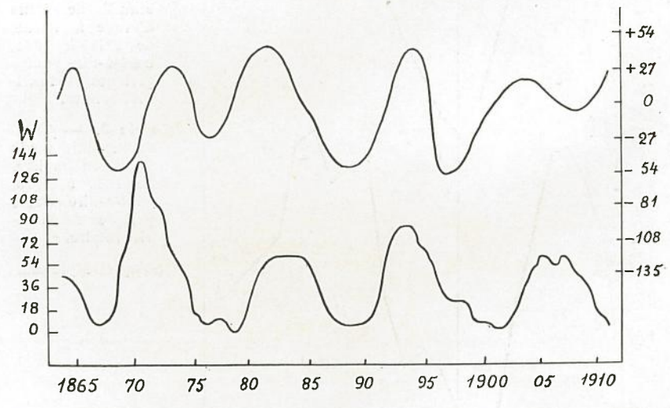

FIG. XVIII. — *Courbe inférieure :* Taches solaires. — *Courbe supérieure :* Récoltes aux États-Unis, de 1865 à 1911 (d'après Semenoff).

maximum qui coïncide avec les équinoxes (mars et septembre) et un minimum au moment du solstice (juin et décembre).

A la suite de la découverte par Rudof Wolf de la période de onze années du processus de formation des taches, les savants ignorant tout de la nature réelle de ce processus se sont mis à rechercher cette période de onze années dans les différentes manifestations de la vie inorganique du globe terrestre. Ces tentatives, commencées il y a plus de soixante-dix ans, sont loin d'être terminées.

Toute une série de manifestations physiques sur la Terre se trouve en relation avec le processus de formation des taches. Déjà, vers 1870, on a établi le parrallélisme de trois courbes : celles de l'activité des taches, de la fréquence des aurores boréales et des oscillations dans l'intensité du magnétisme terrestre. Ensuite on a indiqué la corrélation entre les périodes de l'activité solaire et le mouvement cyclonique dans l'atmosphère. Les cyclones, les ouragans, les orages, les tornades, dans la zone équatoriale de la Terre, apparaissent plus fréquents et plus violents au moment de l'activité maximale des taches solaires. La température de l'air à la surface, en de nombreux endroits de la Terre, se trouve également en rapport avec ce phénomène. On peut dire la même chose des chutes atmosphériques, du niveau des fleuves et des lacs, de la pression de l'air, etc.

A l'heure actuelle, les phénomènes physiques terrestres suivants sont considérés comme étant dans la dépendance causale du degré d'intensité de l'activité solaire :

1° L'intensité du magnétisme terrestre. Les orages magnétiques (Lamont, 1850; Sabin, Gautier, Wolf, 1852), ainsi que leur fréquence;

2° La fréquence des aurores boréales (Fritz, 1863, Loomis);

3° La fréquence d'apparition des nuages « stratus » (Klein); leur rayonnement;

4° La fréquence d'apparition des halos et des couronnes autour du Soleil (Messerschmidt, Moïsseieff, 1917);

5° La quantité du rayonnement ultra-violet (Dobson, 1924, Pettit);

6° La quantité de l'émanation radioactive dans l'air (Bongards, 1923);

7° Le degré d'ionisation des couches supérieures de l'atmosphère (Schuster, Picard, Austin, 1927). Les changements de l'enveloppe électronique de l'atmosphère, la radio-receptivité, l'audibilité, etc;

8° Les oscillations de l'intensité de l'électricité atmosphérique (Wislizenus, 1872, Chree, Bauer);

9° La fréquence et l'intensité des manifestations orageuses (Zenger, 1887, Hess, Sviatsky, Moïsseieff, 1920);

10° La quantité d'ozone dans l'air (Moffat, 1876, Dobson, Harrison, Lawrence);

11° La quantité de poussière cosmique dans l'air (Busch, Arrhénius, Berberich) et la couleur du ciel (Busch);

12° La quantité de rayonnement thermique (insolation) (Savelieff, 1894, Abbot, 1905-1920);

13° La température de l'air à la surface de la Terre et des eaux marines (Gautier, 1844, Köppen, Fröhlich, Flammarion, Ricco, Nordmann, Langley, Mac Dowall, Meisner, Mielke, Terada);

14° La pression atmosphérique (Brown, Archibald, N. et W. Lockyer, Leist, Walker, Clayton, Fedoroff, etc.);

15° La fréquence des orages, des ouragans, des tornades (Meldrun, 1872, Poey, Reich, Kawazoe Mampei, Myrbach, Mme Flammarion, Kulmer);

16° La quantité des chutes atmosphériques (Meldrun, N. Lockyer, Symons, Archibald, Hill, Kassner, Huntington, Moreux, Schostakowitch), ainsi que la fréquence ces grêles (Fritz) et le nombre d'icebergs polaires;

17° La hauteur du niveau des lacs (Moreux, Wallen, Wiese, Swiatski, Schostakevitch etc.);

18° Les dépôts des limons des lacs (Schostakowitch, 1934);

19° Les oscillations du climat (Huntington, Arctovsky); les perturbations du climat (Bogolepov);

20° Les tremblements de terre (Mallet, 1858, Kluge, de Marchi, Memery, Oddone, Marchand, Bogolepov, Schostakowitch, Angström).

Nous avons vu au chapitre Ier que déjà dans la haute antiquité l'homme avait remarqué une évidente liaison entre les désastres universels au sein de la nature inorganique et la puissance des épidémies ou des pandémies. Une expérience multiséculaire a entièrement confirmé cette antique observation. Aux époques où des grande catastrophes naturelles frappent les hommes : inondations ou sécheresses, éruptions volcaniques, tremblements de terre accompagnés de « signes » redoutables (aurores boréales, couronnes solaires ou lunaires), les foules humaines se mettent en mouvement, des guerres s'allument, et apparaissent également de terrifiantes épidémies qui emportent des centaines de milliers d'existences. En lisant les anciennes chroniques, une idée vient à l'esprit : *à certaines époques, tout ce qui vit sur terre entre en agitation, en conséquence d'un spasme violent de la matière inorganique environnante.*

Depuis très longtemps déjà les hommes ont remarqué que l'ensemble des phénomènes météorologiques caractéristiques pour une région donnée, et que nous appelons le climat, subit d'une année à l'autre des changements parfois peu marqués, parfois très prononcés. Sans nous arrêter à l'historique de cette intéressante question, nous noterons que, depuis le milieu du siècle dernier, ce sujet a attiré l'attention de nombreux chercheurs et qu'actuellement ce problème a été étudié avec soin, bien que non résolu définitivement.

Les variations du temps pendant de longues périodes ont suscité l'hypothèse d'un changement progressif du climat pendant la période historique sur des continents entiers, dans le sens de son assèchement et de son humidification.

Les climatologues de la seconde moitié du XIXe siècle ont étudié cette question à plusieurs reprises d'une façon très sérieuse, mais chaque fois cet examen a donné des résultats contradictoires et s'annulant mutuellement. A l'heure actuelle, la plupart des savants considèrent que le climat de la Terre n'a pas changé au cours des 3.000 dernières années. Cette opinion est confirmée par des témoignages historiques et géologiques. Mais en même temps les documents historiques permettent de formuler une autre conclusion : pendant la période historique, le climat de la Terre n'a pas changé, mais il a subi périodiquement des oscillations parfois très prononcées.

C'est le travail de Brückner qui a approfondi la question des oscillations du climat, et nous pouvons en déduire une très importante conclusion, à savoir : le minimum des chutes atmosphériques pour une durée de 900 ans se reproduit trois fois par siècle et presque toujours aux mêmes décades : années 20-30, 60-70, 90-99 de chaque siècle. Il est vrai que les époques antérieures au XVIIe siècle ne peuvent être prises entièrement en considération, par suite de l'imperfection des observations et de l'absence d'instruments; mais à partir de la fin du XVIIe siècle on possède des données qui peuvent être tenues pour sérieuses.

Si le minimum des chutes pour une durée aussi longue ne se répète que trois fois par siècle, il s'ensuit clairement que la durée de la période des oscillations pluri-annuelles du climat se définit par le nombre 33,33 années. Ce nombre est un multiple du cycle de l'activité des taches solaires.

Pourtant Brückner a formellement déclaré que ces oscillations n'ont rien de commun avec la période de onze années des taches solaires. Quelques années plus tard, Lockyer essaya de réfuter cette affirmation en démontrant que la période de taches et les périodes de Brückner coïncident. Brückner en défendant la durée de sa période qu'il fixa à 35 années et demie est passé à côté de la vérité. Les investigations ultérieures faites dans cette voie n'ont pas confirmé l'existence d'une période de 35 ans et demi; mais, par contre, on a démontré la présence des ondes de 33 années liées aux variations du climat et aux mouvements des foules humaines.

En parlant des relations entre les oscillations climatiques et la période de l'activité solaire, il est impossible de ne pas mentionner l'enseignement de Huntington que ce chercheur poursuit depuis de

nombreuses années. Selon lui, le climat de la Terre présente des pulsations au cours de toutes les époques géologiques; et chaque oscillation du pouls est formé d'une série de phases durant lesquelles la quantité de chutes atmosphériques change brusquement. Toutes les investigations de Huntington sont dirigées vers l'étude des variabilités de la quantité des chutes. Il essaie de lier cette variabilité avec la période de 11 années de l'ativité solaire. La même corrélation est indiquée par Arctovsky : en 1911 déjà il est arrivé à la conclusion que le climat subit périodiquement de brusques déviations dans sa marche normale. Ces déviations apparaissent à un endroit du globe sont compensées par des phénomènes contraires à un autre endroit. Ce savant a trouvé la possibilité de lier ces bouleversements périodiques à l'activité des taches solaires.

Depuis 1907, le savant russe Bogolepov a commencé ses exposés climatologiques dans la presse scientifique. Son enseignement sur les perturbations périodiques du climat mérite de retenir notre attention pour de nombreuses raisons. Tout d'abord, il a réuni comme base une documentation historique russe (annales et chroniques) qui a démontré nettement la périodicité de 33 années dans la marche des facteurs climatiques. Précisément, trois fois par siècle, la plaine russe est frappée pendant plusieurs années par une forte sécheresse qui est précédée ou suivie par des chutes atmosphériques abondantes. Ce sont les mois d'été qui se distinguent par cette sécheresse ou ces chutes excessives. Quant aux hivers de ces périodes, ils se différencient des hivers intercalaires par des vents, des froids rigoureux et de forts dégels. Ces perturbations ont lieu dans la majeure partie de la troisième décade et la première partie de la quatrième, ensuite au cours de la septième décade jusqu'au milieu de la huitième, enfin pendant les années 90 et le début du siècle suivant. Bogolepov a démontré l'existence de perturbations climatiques en Europe occidentale synchroniques avec celles des régions russes. A ces mêmes époques de troubles climatiques, Bogolepov a signalé que les masses humaines se trouvaient également en état d'agitation.

En déduisant des matériaux historiques la périodicité de 33 années correspondant aux périodes des grandes perturbations climatiques, Bogolepov a démontré en même temps que non seulement sont troublés les éléments thermiques et les chutes atmosphériques, mais également la majorité des éléments météorologiques et géophysiques, comme les aurores boréales, les orages magnétiques et l'activité volcanique et tectonique de l'écorce terrestre. Il remarque très justement à ce propos : « C'est seulement à la lecture des chroniques qu'on peut acquérir la certitude que tous les aspects des événements géophysiques anormaux et inhabituels font partie du même système : les désastres dus à la

sécheresse sont rapidement remplacés par des inondations. En même temps, on lit que dans tout un groupe de pays ont lieu des tremblements de terre inconnus depuis longtemps; que dans la Méditerrannée et en d'autres endroits les volcans sont en éruption. Et peu après vous apprenez que l'aurore boréale était visible dans toute l'Europe, etc. Un certain nombre d'années s'écoule et toutes ces perturbations se calment. Depuis longtemps, continue Bogolepov, j'ai eu l'audace de regarder tous ces phénomènes comme les marques *d'une vie unique du corps terrestre.* Et souvent il m'est arrivé de plonger dans tel ou tel autre domaine des sciences naturelles, en y recherchant le phénomène universel : la périodicité des perturbations du corps terrestre. »

Quel est le facteur qui produit ces perturbations ? Voici une question à laquelle Bogolepov ne donne pas de réponse directe; mais il voit une des principales causes des perturbations dans les oscillations périodiques de l'activité solaire. Dans la période de 33 années, il isole la période de 11 années, ainsi que celle de 3,5 et 2,8 années, coïncidant avec les périodes trouvées dans l'activité solaire. Bogolepov est porté à croire que les perturbations périodiques du climat ainsi que le phénomène des taches solaires sont des effets subséquents de la même cause, laquelle réside non seulement à l'extérieur de la Terre, mais vraisemblablement en dehors du système solaire lui-même, à savoir la vie électromagnétique de l'univers.

Une série des phénomènes physiologiques très importants se trouve en liaison étroite avec l'afflux d'énergie rayonnante; l'accélération des réactions chimiques et par conséquent physiologiques est liée indissolublement à l'assimilation des substances alimentaires chez les animaux et les végétaux, ainsi qu'à l'augmentation de l'activité des enveloppes cutanées et des glandes à sécrétion interne, etc. Avec la diminution de la quantité d'énergie rayonnante, on observe également une réduction dans toutes ces manifestations. L'activité du monde animal et végétal diminue; par contre le nombre des processus pathologiques augmente.

La bibliographie concernant l'influence de l'activité périodique des taches solaires sur le monde organique est relativement réduite. Cette question, bien que vieille de 300 ans, est en réalité toute neuve. En dehors de quelques comparaisons superficielles et d'affirmations de caractère général, rien n'a été fait dans cet ordre jusqu'au début de ce siècle; pas un travail n'a été publié pour démontrer la corrélation entre les taches solaires et une quelconque manifestation du monde organique. C'est seulement vers la fin du siècle dernier qu'on commença à insister sur la nécessité d'étudier cette influence. Depuis que les idées sur la nature des taches solaires ont été sensiblement changées, grâce aux découvertes récentes des astrophysiciens, la question de leur

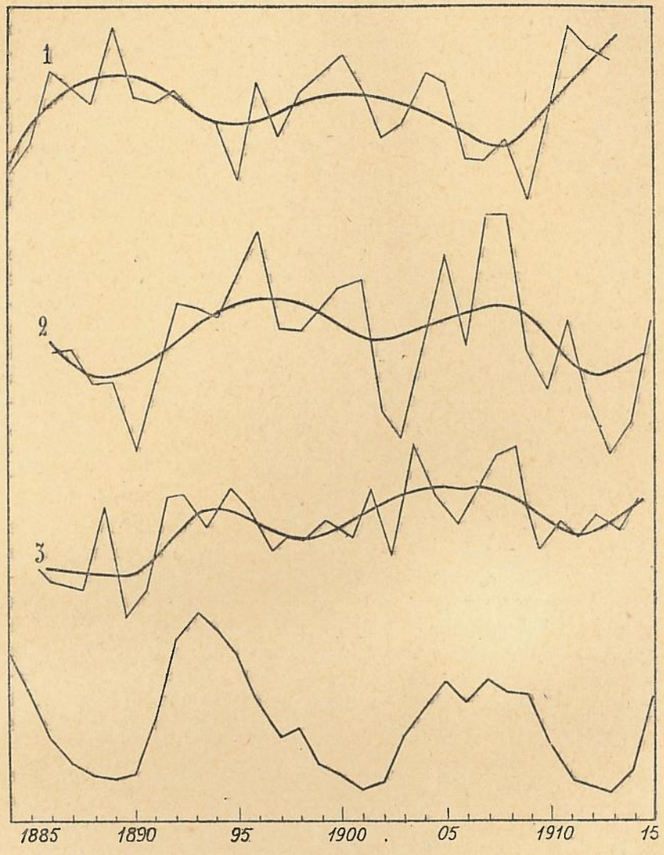

FIG. 24. — *Courbe inférieure :* Nombre de taches solaires.
Courbe 1 : Récolte des blés dans le gouvernement de Moscou.
Courbe 2 : Période d'arrivée des alouettes dans le gouvernement de Moscou.
Courbe 3 : Durée du séjour du bétail dans les étables dans le gouvernement de Moscou (d'après B.-S. Iastremsky).

influence sur les manifestations organiques a suscité un nouvel intérêt. La grande presse s'est emparée au vol de toutes ces nouvelles idées et les a complétement défigurées.

Le problème de l'influence des taches solaires a été tellement dévalorisé que même des savants sérieux ne se décidaient pas à publier certaines observations, de peur d'être ridiculisés par la presse satirique. Cette situation paradoxale a duré tant que la science n'a pas amassé des matériaux suffisants pour permettre des démonstrations indiscutables concernant telle ou telle manifestation. La presse scientifique a de nouveau réservé une place à ces nouvelles investigations et les assemblées scientifiques ont entendu à nouveau des rapports sur la question.

Nous allons énumérer très brièvement une série des manifestations dans le monde organique qui ont été mis en relation avec l'activité solaire périodique, l'électricité et le magnétisme terrestre :

1° L'abondance de la récolte des céréales (Sir W. Herschel, 1801, Clarke et Danson, Fritz, Show, Hunter, Enstrom, Flammarion, Semenoff, Iastremsky);

2° La quantité et la qualité des récoltes des vins (Sartorius, Fritz, 1878, Memery, Lakhovsky);

3° La croissance des troncs d'arbres (épaisseur des cercles annuels) (Lemstrôm, Nansen, Helland-Hansen, Huntington, Douglass);

4° Le temps de floraison des plantes (Marsham, Flammarion, Nansen, Helland-Hansen);

5° La magnificence de la floraison des plantes (Belot, 1927);

6° Epiphyties (Tchijevsky, 1927);

7° La multiplication et les migrations des insectes (Keppen, 1870, Fritsch, Hahn, Giard);

8° La multiplication et les migrations des poissons (Nansen, Helland; Hansen, 1909, Schostakovitch);

9° L'époque de la migration printanière des oiseaux (Marsham-Flammarion, Moreux, Schostakovitch);

10° La multiplication et les migrations des animaux à fourrures et des rongeurs (Tourkine, 1900, Simroth, 1907);

11° La durée de séjour du bétail dans les écuries (Iastremski, 1926),

12° Épizooties (Tchijevsky, 1927);

13° La quantité de calcium dans le sang (H. et R. Bankwin);

14° La fréquence des cas d'hommes foudroyés et des incendies dus à la foudre (Boudin, Steffens, 1904);

15° Les oscillations du poids des nouveau-nés (Youkov, 1928);

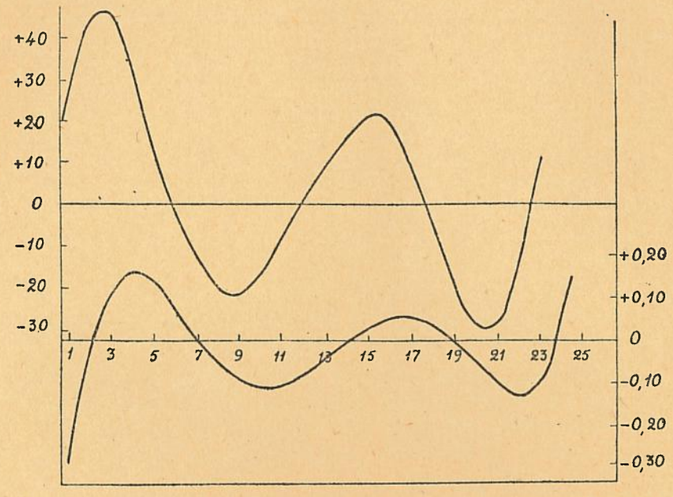

FIG. 25. — La courbe inférieure représente les récoltes des céréales en Russie, la courbe supérieure les taches solaires. Ces courbes représentent les oscillations moyennes, pendant un siècle d'observations (d'après Semenoff).

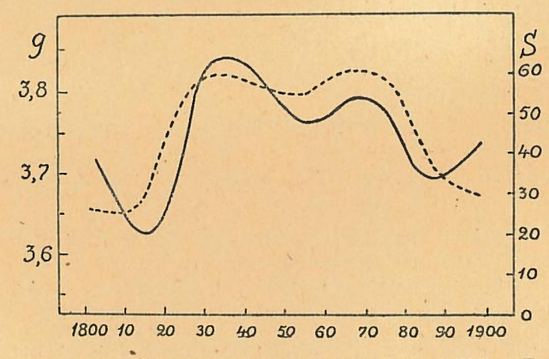

FIG. 26. — L'activité solaire (en noir) et la natalité (en pointillé) en Europe de 1800 à 1900 (d'après les données de S.-I. Pokrovski).

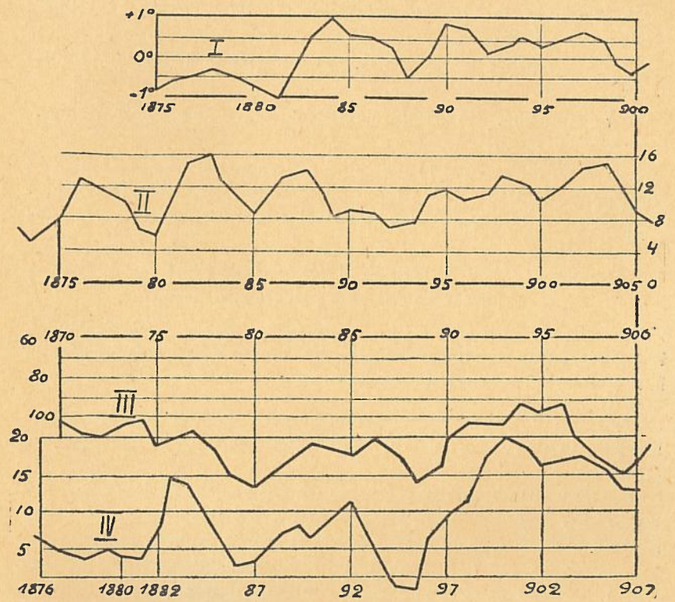

FIG. 27. — I : Température moyenne de l'air à Lofoten (Norvège) de novembre à avril.
II : Pêche de la morue, en millions de pièces, aux pêcheries de Finmark.
III : Quantité d'huile de foie de morue et d'œufs de morue aux pêcheries de Lofoten, en hectolitres.
IV : Importance de la pêche à Lofoten, en millions de pièces.

La marche de ces courbes se rapproche de celle de l'activité solaire pour la même période (d'après F. Nansen et B. Helland-Hansen).

17° Les épidémies psychopathiques. Hystérie et hallucinations collectives, etc. (Tchijevsky, 1915-28);

18° La fréquence des crimes passionnels (Tchijevsky, 1915-1927, Morrell, 1928);

19° La fréquence des accidents (Tchijevsky, 1928, Dull 1934);

20° La modification de l'excitation nerveuse, du tonus neuro-psychique (Tchijevsky, 1915-1928);

21° La fréquence des morts subites (Kindlimann, 1910, Tchijevsky, 1918, Sardou, Faure, Vallot, 1922, Dull, 1934);

16° La compensation quantitative dans les fonctions de la biosphère (Tchijevsky, 1929);

22° La fréquence des aggravations des maladies (Sardou, Faure, Vallot, 1922);

23° La fréquence des attaques épileptiques (Ammann et Kritzinger, 1928, Morrell, 1928);

24° Les oscillations de la mortalité générale (La marche séculaire : Pokrowski, 1928; la marche annuelle : Tchijevsky, 1929; le synchronisme de la mortalité générale : Tchijevsky, 1929; la période de 27 jours : Dull, 1934);

25° La natalité (Marche séculaire : Pokrowski, 1928);

26° Les mariages (Marche séculaire : Pokrowski, 1928);

27° Les épidémies et les pandémies (Tchijewsky, 1922-35, Budai, 1931, Vlès, 1933), à l'étude desquelles, en rapport avec l'activité solaire, sont consacrés les chapitres suivants.

De cette liste sont absentes certaines manifestations dont la dépendance à l'égard de l'activité solaire peut être considérée comme démontrée.

Mais elles ont donné lieu à d'âpres discussions et la science contemporaine est incapable de les résoudre définitivement. Espérons que cette démonstration sera l'œuvre du plus proche avenir.

Dans l'exposé qui va suivre, relatif à l'influence des radiations solaires, nous utiliserons les données astronomiques plutôt que les données géographiques; les premières sont plus exactes et plus générales, et nous nous servirons surtout des nombres de Wolf-Wolfer, c'est-à-dire des nombres relatifs des taches solaires. Nous savons déjà que la courbe de ces nombres se répète dans les courbes de l'électricité atmosphérique, des orages magnétiques, des aurores boréales et des autres phénomènes météorologiques.

CHAPITRE VI

Corrélation entre les oscillations de l'activité électrique du soleil et les épidémies du choléra asiatique.

Nous allons étudier les données concernant les épidémies de choléra asiatique, en examinant si nos informations coïncident avec les données historiques et télescopiques de l'activité solaire.

Une des premières descriptions du choléra se trouve chez les Hindous (1031). De Mairan signale des aurores boréales en 1039. Par conséquent, on peut supposer que la période du maximum précédent tombait en 1028-1030. Ensuite, c'est seulement au XIVe siècle que nous trouvons chez les écrivains persans des informations sur les épidémies de choléra qui eurent lieu entre 1364 et 1376. Les chroniqueurs chinois, selon Hiragama, notent de très grosses taches sur le soleil, visibles à l'œil nu, en 1370, précisément à l'apogée de l'épidémie de choléra décrite par les Persans. D'après Riegler, l'épidémie de choléra est apparue en Arabie, en Égypte et à Constantinople peu de temps avant la conquête de cette ville, en 1453. D'après certaines données, on peut conjecturer que dans la période 1445-47 l'activité solaire était au maximum. Ensuite, pendant une très longue durée, nous n'avons plus aucune information concernant les épidémies de choléra.

C'est au XVIIIe siècle seulement que le voyageur français Sonnerat a décrit l'épidémie dévastatrice de choléra aux Indes, où, pendant trois années, de 1768 à 1771, elle a fait des dizaines de milliers de victimes. L'augmentation de l'activité solaire a été notée par Standacher à Nuremberg et par d'autres observateurs en 1769, c'est-à-dire exactement au moment de la propagation du choléra aux Indes. Des données précises au sujet des grandes épidémies de choléra sur la côte de Coromandel en 1774-80 coïncident avec les données concernant l'augmentation maximum de l'activité solaire en 1778. On connaît l'épidémie de Trankvibar, Madras et autres régions de l'Inde, qui a eu lieu dans les années 1778-90. Le maximum de taches solaires a été noté en 1788.

Le début du XIXe siècle a été marqué par une grande épidémie de

choléra de 1804, aux Indes. Le maximum des Indes tombe en 1804-1805.

Au siècle dernier, le choléra a dévasté l'humanité par quelques énormes pandémies en réalisant chaque fois un voyage autour du monde. L'ordre suivant de ces pandémies est adopté en épidémiologie :

I. — De 1816 à 1823	IV. — De 1863 à 1875
II. — De 1826 à 1837	V. — De 1883 à 1886
III. — De 1844 à 1860	VI. — De 1892 à 1896

Il y a lieu de remarquer que la division des épidémies de choléra en périodes de cet ordre n'est pas absolument exacte. La vérité est que le choléra ne disparaît jamais complètement de la surface de la terre, mais, de temps en temps, se calme et se réfugie dans une région du globe, principalement aux Indes, pour reconquérir à nouveau d'immenses espaces de la façon la plus inattendue et avec la même force.

Un coup d'œil superficiel sur les épidémies de choléra du siècle passé démontre que les intervalles entre les pandémies du choléra correspondent aux années de l'activité ralentie du soleil.

En étudiant les courbes de la figure 28, sur les quinze indicateurs de la distribution du choléra dans le temps, douze se trouvent au point maximum, un se trouve au point minimum, deux se trouvent sur les versants de la courbe.

En raison du caractère particulier des pandémies de choléra qui présentent dans leur marche des poussées et des accalmies, tantôt dans un endroit, tantôt dans un autre, en raison également de l'absence dans la majorité des cas de données quantitatives précises, il est impossible de déduire pour chaque épidémie des règles quantitatives rigides.

Toutefois, en étudiant la marche des épidémies de choléra et en comparant les dates du développement de l'épidémie avec celles de l'activité périodique du soleil, on est frappé par le fait indubitable que l'épanouissement et l'aggravation des pandémies de choléra marche parallèlement à l'intensification de l'activité des taches solaires. Les périodes d'accalmie du choléra coïncident avec la chute de l'activité solaire. La cessation de l'épidémie tombe habituellement au début du minimum de l'activité. L'astronome qui étudie l'épidémiologie du choléra est stupéfait de constater que les années d'orages et d'ouragans solaires, si bien connues de lui, provoquent de tels désastres sur la terre et que, par contre, les années d'accalmie solaire sont celles où l'homme est délivré de l'épouvante apportée par son invisible et redoutable ennemi.

I. *La pandémie de* 1816 *à* 1823 (1). — En 1816, les taches solaires atteignent leur plus grande intensité. La même année, aux Indes,

(1) Faute de place, nous ne pouvons donner que de brèves descriptions des épidémies étudiées.

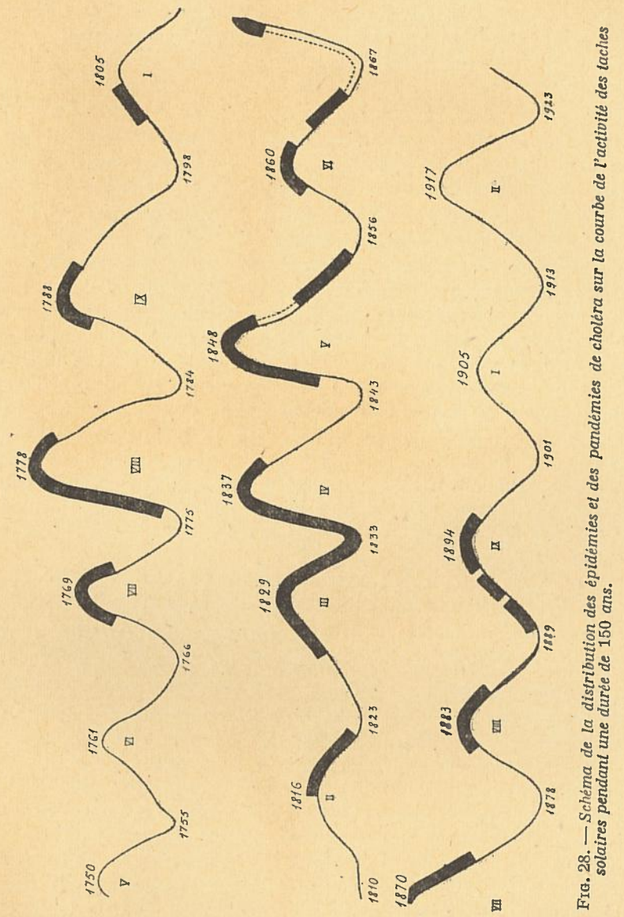

Fig. 28. — Schéma de la distribution des épidémies et des pandémies de choléra sur la courbe de l'activité des taches solaires pendant une durée de 150 ans.

simultanément en de nombreux endroits, le choléra éclate. En 1817, l'épidémie envahit de vastes territoires et fait des centaines de milliers de victimes. L'année suivante, le choléra dépasse les frontières de l'Inde et pénètre en Indochine, dans les îles Philippines, Ceylan, Bornéo, Célèbes. A l'occident, il envahit la Perse, en dévastant Chiraz et Tabriz. Pendant l'hiver 1822, l'épidémie est sur les rivages de la Cas-

pienne et, en juin 1823, elle se manifeste à Astrakan. A partir de 1822, on note partout son atténuation en Perse, en Syrie, en Arabie. En 1823, les épidémiologistes la considère comme terminée. En cette même année a lieu le minimum des taches. Le début et la fin de la première pandémie coïncident avec les années du maximum et du minimum de l'activité solaire.

II. *Pandémie de* 1827 *à* 1837. — En 1827, les taches atteignent déjà une grande intensité et, cette année même, on note au Bengale et dans l'archipel Malais une brusque aggravation du choléra. En 1828, le torrent se dirige vers l'ouest et déjà, en 1829, l'année du maximum solaire, l'épidémie se manifeste cruellement à Orenburg (Russie) où elle règne trois ans, même par les plus rigoureux froids. Au début de 1831, elle apparaît dans de nombreuses villes de la Russie méridionale et peu après elle se propage vers le Nord. L'année suivante, toute la Russie, la Pologne et les provinces baltiques sont envahies par le choléra. Ce torrent déferle la même année jusqu'en Europe occidentale et donne lieu à des poussées des plus meurtrières dans les pays de l'Europe centrale et septentrionale, en France et même en Angleterre. En 1833 a lieu le minimum solaire. Déjà, depuis l'hiver 1832, l'épidémie s'adoucit sensiblement en Russie, pour cesser tout à fait vers la fin de l'hiver, après n'avoir causé qu'une faible mortalité. On peut dire la même chose pour l'Europe occidentale. En 1834, on n'enregistre que peu de cas en Russie du Sud-Est, en rapport avec la récolte de fruits. En 1835, la Russie est délivrée de l'épidémie.

La formation rapide du maximum solaire en 1837 a coïncidé avec une poussée de choléra, tant en Russie qu'en Europe occidentale, caractérisée par une forte mortalité dans les principaux foyers : Berlin, Rome, Palerme. L'année suivante l'épidémie commence à décroître trapidement.

III. *Pandémie de* 1844 *à* 1860. — Cette pandémie, comme la précédente, embrasse un intervalle de temps comportant deux maxima de l'activité solaire, en 1848 et en 1860, et un minimum en 1856.

En 1843 a lieu un minimum. Déjà, en 1844, l'agitation solaire fait un bond brutal et les épidémiologistes notent une aggravation de choléra aux Indes. Mais c'est en 1846, au moment de la formation d'un maximum, que le choléra prend un rapide essor.

Il se propage sur tout le littoral arabe et apparaît au Caucase. En 1847, le choléra envahit tout le littoral de la Mer Noire et partiellement l'Asie Mineure et pénètre à Constantinople qui, en 1848 (année du maximum), devient un centre de diffusion de l'épidémie.

L'épidémie pénètre en Russie en 1847 et se répand un peu partout, ne laissant intacts que les régions septentrionales et quelques régions sur la frontière occidentale. Mais, avec le printemps 1848, les régions jusque-là épargnées sont frappées à leur tour. En même temps l'épidémie sévit en Autriche et en Allemagne en faisant de nombreuses victimes.

A partir de 1849, le choléra commence visiblement à faiblir. En 1850-1851, la Russie est presque délivrée du fléau; il en est de même pour l'Autriche et l'Allemagne. En 1852, il n'y a plus d'épidémie en Europe. C'est ainsi qu'en 1851 s'achève la première invasion de l'épidémie.

Mais, en 1852, le choléra se manifeste aux Indes d'une façon particulièrement intense et, l'année suivante, ses torrents se répandent vers l'Europe et pénètrent en Amérique. L'activité solaire commence à diminuer en 1853 et son minimum tombe en 1856. L'époque d'intensité minimum correspond donc aux années 1855-1857. En effet, en 1855, l'épidémie commence à s'atténuer progressivement : elle ne se répand plus sur d'aussi vastes territoires et, ce qui est le plus important, elle est infiniment moins meurtrière. Les foyers commencent à s'éteindre, tant en Russie qu'en Europe occidentale. Mais au moment du nouveau maximum, en 1860, l'épidémie présente quelques poussées en divers endroits d'Europe.

Relation entre le développement des pandémies de choléra au XIXe siècle et l'activité des taches solaires.

Activité des taches solaires		Numéros des pandémies	Pandémies de choléra		
Maximum	Minimum		Début de la pandémie	Période de la diffusion maximale	Fin de la pandémie
1816	1823	1	1816	1817	1823
1830 1837	1833 —	2	1827	1829–1831 +1837	1833
1848	1856	3	1844	1848	1857+1860
1860 1870	1867 1878	4	1863	1863–1866 1870–1872	1875
1883	1889	5	1883	1883–1886	1889
1894	1900	6	1890	1892–1894	—

IV. *Pandémie de* 1863 *à* 1875. — Cette pandémie débute en 1864 au Bengale, elle se répand sur toute la péninsule, pénètre au Hedjaz, à la Mecque et à Médine. De là, les pélerins la transportent en Égypte, en Turquie, en Italie, en France, en Allemagne et en Angleterre. Mais malgré la grave poussée de cette année 1864, l'épidémie ne fait que peu de progrès les années suivantes, ce qui est surtout sensible pour la Russie entre les années 1867 et 1869. Mais, à partir de la fin de l'année 1869, l'épidémie prend brusquement un caractère dévastateur. En 1870 a lieu un maximum qui coïncide justement avec la marche la plus active de l'épidémie. Cette vague de choléra a duré, d'après les données officielles, jusqu'en 1872; toutefois, en 1874, on note encore un assez grand nombre de cas de choléra.

V. *Pandémie de* 1883 *à* 1886. — Pendant près de dix ans, le choléra ne trouble plus l'Europe par ses visites; il se calme même aux Indes. Mais, en mai 1883, exactement l'année de l'intensité maximum de l'activité solaire, apparaissent les premiers cas de maladie à Bombay. De là, le choléra se propage en Égypte où l'épidémie prend rapidement de grandes proportions; elle pénètre ensuite jusqu'à Toulon, et de Toulon, rompant toutes les quarantaines, elle envahit la France, l'Italie, l'Espagne, la Suisse et enfin l'Allemagne.

A partir de 1886, l'épidémie faiblit progressivement, et cet affaiblissement coïncide assez exactement avec une diminution de l'activité solaire. Toutefois, jusqu'au plein minimum, c'est-à-dire jusqu'en 1889, on observe, de ci, de là, des cas isolés de choléra.

VI. *Pandémie de* 1892 *à* 1896. — En même temps que l'augmentation des taches solaires, à partir de 1891 l'épidémie de choléra devient plus violente aux Indes. L'année suivante elle déferle dans le nord et dans le nord-ouest et pénètre dans le Turkestan, et de là en Russie, où elle se répand en 1892 avec une extrême vitesse.

Tout en subissant diverses oscillations dans son intensité, l'épidémie dure jusqu'en 1896; en 1894-1895, l'année du maximum solaire, elle opère une poussée des plus violentes qui fait des centaines de milliers de victimes. Ainsi les pandémies de choléra du siècle dernier manifestent un rapport remarquable dans leur oscillation avec celles de l'activité des taches solaires; les années du maximum, les épidémies deviennent plus violentes et envahissent d'immenses territoires. Par contre, les années du minimum sont, la plupart du temps, exemptes de choléra. La même règle conserve sa valeur pour les épidémies locales de choléra et pour des intervalles de temps assez réduits. Nous pouvons donner à titre d'exemple la courbe de la mortalité du choléra aux Indes pour la période 1902-1931 en la comparant avec la marche de l'activité des taches pour la même période (fig. 29). Non seulement les courbes moyennes montrent un certain parallélisme, mais souvent des aggravations et des

FIG. XIX. — Halo autour du soleil à Peterhof, le 20 avril 1929 à 17 heures (Photo de N.-A. Minaïev).

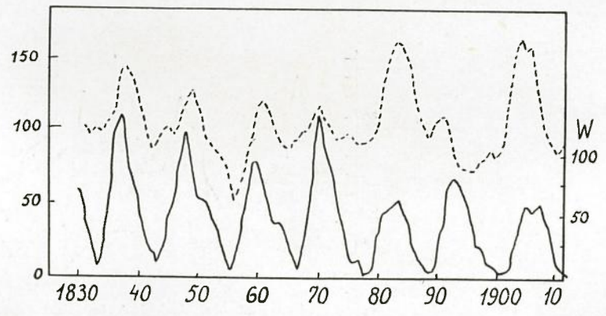

FIG. XX. — *Courbe supérieure :* Épaisseur des cercles annuels des arbres à Eberswalde (Allemagne) de 1830 à 1910. *Courbe inférieure :* Activité solaire pendant la même période (d'après Douglass).

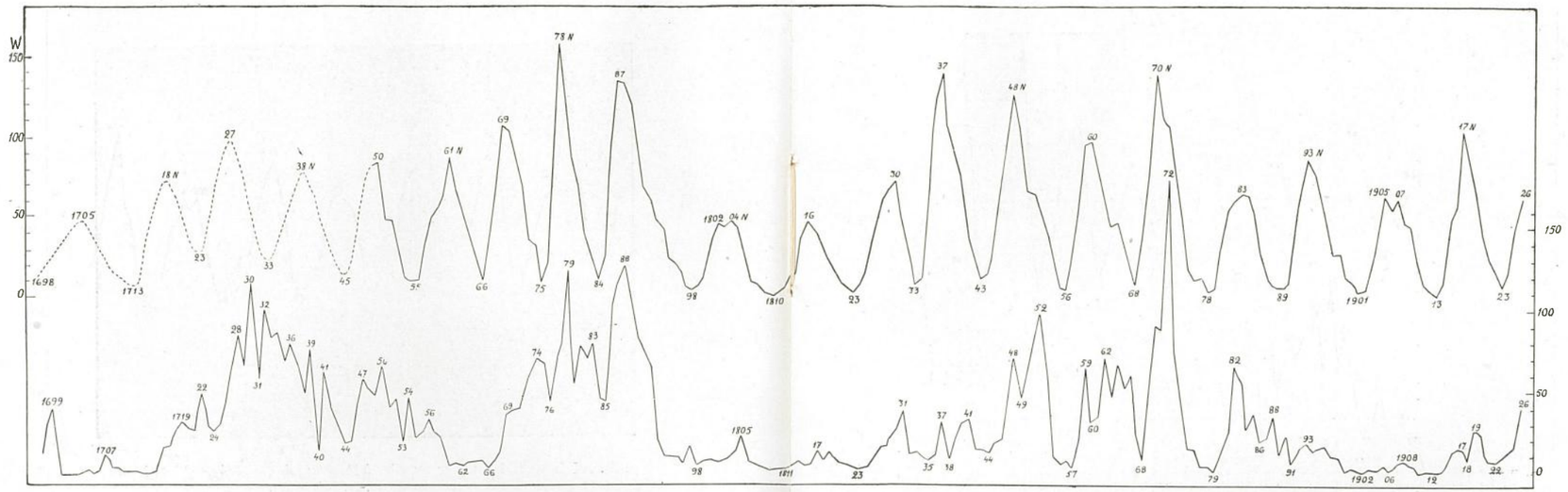

FIG. XXI. — *Courbe supérieure :* Activité périodique du soleil de 1698 à 1922.
Courbe inférieure : Marche des aurores boréales d'après les données historiques et scientifiques (d'après D.-O. Sviatsky).

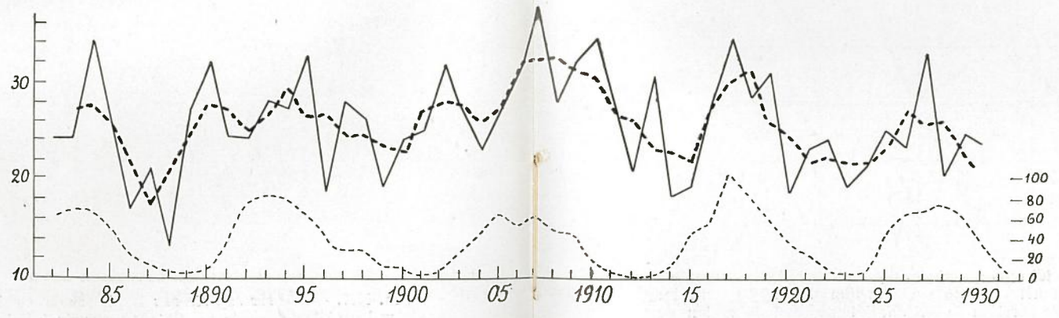

FIG. XXII. — *Courbe inférieure :* Taches solaires.
— *supérieure :* Fréquence des jours d'orage à Moscou.
En pointillé : Les nombres annuels empiriques égalisés (d'après A.-P. Moïsseïev).

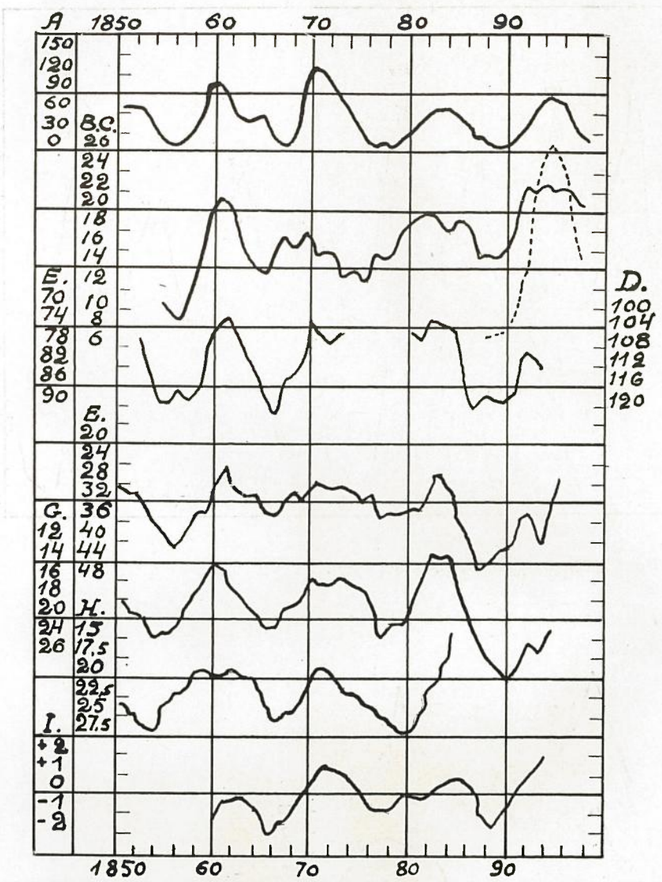

FIG. XXIII. — A : Activité solaire; B : Périodes des floraisons des marronniers près de Paris; C : Périodes d'arrivée des hirondelles dans la France centrale; D et E : Période moyenne de floraison de certaines plantes dans la région de Kent (Angleterre) et près d'Édimbourg; F, G, H, I : Marche des phénomènes météorologiques (oscillations de la température dans le nord de la Suède, débâcle des glaces d'une rivière finlandaise). (D'après Flammarion et Sw. Arrhenius.)

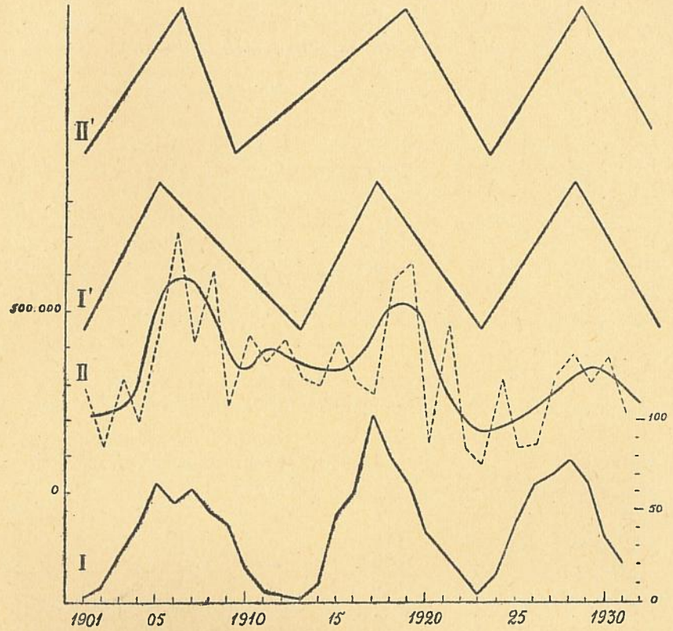

FIG. 29. — *Mortalité par le choléra aux Indes britanniques et activité périodique du soleil de* 1901 *à* 1931.

Courbe I : Activité solaire. — *Courbe II* : Choléra. — I' : Activité solaire, schéma de la courbe I. Les points maxima et les minima sont réunis par une droite. — II' : Choléra. Schéma de la courbe II.

atténuations de l'activité solaire coïncide exactement avec la marche de la mortalité du choléra. En partant de mon observation concernant la connexion entre la mortalité par le choléra et l'activité solaire, Schosstakovitch a fait subir à toutes les données numériques une analyse mathématique et il a obtenu comme résultat les périodes de 2,65 et 5,50 années, c'est-à-dire des grandeurs égales au quart et à la moitié du cycle solaire.

On peut signaler également la fameuse poussée de choléra à Hambourg, en 1892, qui a coïncidé avec une brusque augmentation de l'activité solaire au mois d'août. L'explosion de l'épidémie eut lieu le 20 août et bientôt le nombre de malades atteignit 1.000 par jour. Il y

Mortalité du choléra aux Indes (en milliers).

1902	126	1912	425	1922	123
1903	314	1913	311	1923	73
1904	193	1914	299	1924	277
1905	443	1915	409	1925	127
1906	714	1916	300	1926	138
1907	413	1917	278	1927	318
1908	607	1918	572	1928	374
1909	243	1919	602	1929	300
1910	435	1920	131	1930	372
1911	356	1921	460	1931	235

Mouvement du choléra en Russie pendant 100 *années (chiffres absolus).*

1823 . .	392	1865 . .	13.397	1908 . .	30.705
1829 . . .	3.590	1866 . . .	208.853	1909 . . .	22.858
1830 . . .	68.091	1867 . . .	6.245	1910 . . .	230.232
1831 . . .	466.457	1868 . . .	310	1911 . . .	3.416
1832 . . .	1.177	1869 . . .	1.276	1912 . . .	9
1833 . . .	14.428	1870 . . .	21.664	1913 . . .	324
1847 . . .	190.846	1871 . . .	322.711	1914 . . .	9.715
1848 . . .	1.742.439	1872 . . .	310.607	1915 . . .	66.455
1849 . . .	15.223	1873 . . .	9.943	1916 . . .	1.800
1850 . . .	54	1892 . . .	620.051	1917 . . .	130
1852 . . .	10.428	1893 . . .	106.600	1918 . . .	41.586
1853 . . .	249.788	1894 . . .	65.140	1919 . . .	5.119
1854 . . .	28.052	1895 . . .	30.811	1920 . . .	29.615
1855 . . .	331.025	1896 . . .	46	1921 . . .	207.389
1856 . . .	11.587	1902 . . .	2.167	1922 . . .	92.540
1857 . . .	1.811	1904 . . .	9.226	1923 . . .	95
1858 . . .	3.649	1905 . . .	596		
1859 . . .	4.931	1907 . . .	12.703		

eut en tout 17.000 malades et 8.605 morts. Notre diagramme indique la relation entre cette épidémie et l'activité des taches solaires.

Nous arriverons à des résultats encore plus curieux en utilisant les données concernant la mortalité par le choléra pour un long laps de temps. Cette documentation existe en Russie pour la période 1823-1923,

c'est-à-dire en commençant par la première épidémie, conformément aux données de la statistique officielle. Voici le tableau de morbidité pour ces 100 années.

En étudiant ce tableau sinistre, remarquons que la morbidité augmente fortement certaines années; par contre d'autres années elle s'exprime par des chiffres minimes.

Nous voyons ensuite que les années de grande morbidité sont celles de l'activité maximum du soleil, comme par exemple 1831, 1848, 1871, 1892, 1893, 1915. Les années de l'activité solaire minimum ne comportent que des nombres minima de malades, comme par exemple 1823, 1833, 1857, 1912, 1913, etc.

Le docteur Oulianov, de Karkhov, en se basant sur les statistiques des épidémies de choléra en Russie, a tenté de déterminer la périodicité des mouvements du choléra. Il est arrivé aux conclusions suivantes :

1° Les épidémies de choléra en Russie pour les cent années écoulées (1823-1923) présentent une périodicité assez nettement prononcée;

2° La longueur de la période est de onze années et se compose de deux demi-périodes de cinq et six années;

3° Pendant ces cent années on a observé quatre périodes pleines de onze années et trois demi-périodes;

4° Au cours d'une période de onze années, on observe trois maxima de la courbe de choléra, avec des intervalles de une à trois années;

5° L'amplitude des oscillations est inégale et dépend certainement des conditions épidémiologiques et sociales;

6° La périodicité des épidémies de choléra peut être considérée comme éclaircie et suffisamment typique dans les conditions de la vie en Russie.

La périodicité de choléra de onze années a amené Oulianov à envisager un rapport entre cette périodicité et le cycle de onze années de l'activité solaire.

Toutefois, en composant le tableau de la marche des épidémies cholériques suivant les cycles exacts de onze années, Oulianov a décidé de négliger les données astronomiques et a distribué les années dans les colonnes du tableau d'une matière assez arbitraire, et c'est pour cela que certaines de ses conclusions se sont avérées quelque peu inexactes, tout en présentant un grand intérêt.

Comme nous l'avons vu plus haut, les données astronomiques démontrent que l'activité solaire donne une période de onze années dans sa moyenne arithmétique, les cycles pouvant présenter individuellement des écarts notables qui atteignent parfois plusieurs années.

CYCLES SOLAIRES DE 1823 *A* 1923

2 1823	9 1824	17 1825	36 1826	50 1827	63 1828	67 1829	71 1830	48 1831	28 1832					
			9 1833	13 1834	60 1835	122 1836	138 1837	103 1838	86 1839	63 1840	37 1841	24 1842		
		11 1843	15 1844	40 1845	62 1846	99 1747	124 1848	96 1849	67 1850	65 1851	54 1852	39 1853	20 1854	7 1855
			4 1856	23 1857	55 1858	94 1859	96 1860	71 1861	59 1862	44 1863	47 1864	31 1865	16 1866	
				7 1867	37 1868	74 1869	139 1870	111 1871	102 1872	66 1873	45 1874	17 1875	11 1876	12 1877
		3 1878	6 1879	32 1880	54 1881	60 1882	64 1883	64 1884	52 1885	25 1886	13 1887	7 1888		
			6 1889	7 1890	36 1891	73 1892	85 1893	78 1894	64 1895	42 1896	26 1897	27 1898	12 1899	10 1900
			3 1901	5 1902	24 1903	42 1904	64 1905	54 1906	62 1907	49 1908	44 1909	19 1910	6 1911	4 1912
			1 1913	10 1914	47 1915	57 1916	104 1917	81 1918	64 1919	38 1920	26 1921	14 1922		
			6 1923	max.										

	— 4	— 3	— 2	— 1	0	+ 1	+ 2	+ 3	+ 4	+ 5	+ 6	+ 7
Total	86	187	438	588	885	706	584	392	292	178	65	33
Moyenne arithmétique	9,5	21	48,5	65	98	78,5	65	49,5	36,5	22	13	8

CYCLES DU CHOLÉRA DE 1823 *A* 1923 *DANS LE CADRE DES CYCLES SOLAIRES*

392 1823	— 1824	— 1825	— 1826	— 1827	— 1828	3.590 1829	68.091 1830	466.457 1831	1.177 1832					
			14.428 1833	— 1834	— 1835	— 1836	— 1837	— 1838	— 1839	— 1840	— 1841	— 1842		
		— 1843	— 1844	— 1845	— 1846	190.846 1847	1.742.439 1848	15.223 1849	54 1850	— 1851	10.428 1852	249.788 1853	28.052 1854	331.025 1855
			11.587 1856	1.811 1857	3.649 1858	4.931 1859	— 1860	— 1861	— 1862	— 1863	— 1864	13.397 1865	208.853 1866	
				6.245 1867	310 1868	1.276 1869	21.664 1870	322.711 1871	310.607 1872	9.943 1873	— 1874	— 1875	— 1876	— 1877
		— 1878	— 1879	— 1880	— 1881	— 1882	— 1883	— 1884	— 1885	— 1886	— 1887	— 1888		
			— 1889	— 1890	— 1891	620.051 1892	106.600 1893	65.140 1894	30.811 1895	46 1896	— 1897	— 1898	— 1899	— 1900
			— 1901	2.167 1902	— 1903	9.226 1904	598 1905	— 1906	12.703 1907	30.705 1908	22.858 1909	230.232 1910	3.416 1911	9 1912
			324 1913	9.715 1914	66.455 1915	1.800 1916	130 1917	41.586 1918	5.119 1919	29.615 1920	207.389 1921	92.540 1922		
			95 1923	max.										

	— 4	— 3	— 2	— 1	0	+ 1	+ 2	+ 3	+ 4	+ 5	+ 6	+ 7
Total	26.429	19.938	70.414	831.720	1.937.522	901.117	360.471	70.309	240.672	585.957	240.321	331.024
D'après 3 points	125.802	38.929	307.357	946.552	1.223,453	1.066.370	443.966	223.818	298.810	355.654	385.771	199.263

Le tableau dressé par nous donne une représententation de la grandeur des cycles solaires et de la distribution relative entre les années du maximum et du minimum. Dans la colonne 0 sont marqués les maxima, dans les colonnes +1, +2, +3, +4, etc., sont marquées les années entre le maximum et le minimum. Par conséquent, toutes les années à gauche sont des années de minimum; toutes les années de la colonne 0 sont des années de maximum; toutes les colonnes à droite sont les dernières années du cycle solaire jusqu'au prochain minimum. D'après ce tableau, les longueurs des cycles deviennent nettement visibles, si l'on prend pour axe la colonne 0, c'est-à-dire celle du maximum.

En additionnant les nombres représentant ceux de Wolf-Wolfer sur les verticales, nous obtenons une courbe moyenne de l'activité solaire pour neuf périodes. Nous trouvons ensuite une moyenne arithmétique pour n périodes d'après la formule :

$$AM = \frac{1}{n}(X_1 + X_2 + X_3 + \ldots + X_n) = \frac{1}{n}\sum X_i$$

Profitons du tableau des cycles solaires pour substituer aux nombres de Wolf-Wolfer les nombres des malades de choléra en Russie. Le résultat est présenté dans le tableau pp. 92-93. En additionnant verticalement ces chiffres nous obtenons une moyenne arithmétique, comme nous l'avons fait pour le tableau précédent et égalisons le résultat obtenu d'après trois points :

$$B_i = \frac{\chi_{i-1} + \chi_i + \chi_{i+1}}{3}$$

Enfin transportons les résultats obtenus dans les deux tableaux sur un système de coordonnées (fig. 32). Nous aurons une image d'un remarquable parallélisme entre les deux phénomènes : la marche du choléra en Russie et l'activité solaire pendant cent années.

Nous pouvons noter encore quelques détails intéressants dans ces deux courbes. Ainsi les points maxima coïncident parfaitement; la configuration des courbes est identique dans le point +1; une diminution retardée de l'activité solaire dans les points +5 et +6 provoque une légère élévation de la courbe cholérique. Nous avons enfin un petit bond de cette courbe l'année du minimum. Il est également un fait remarquable pour les phénomènes en connexion avec l'activité solaire; le voici : les années du minimum, il y a peu de taches; elles sont de petite dimension; mais, par contre, elles sont disposées si près de l'équateur solaire qu'elles exercent sur la terre une assez forte influence. Il est à noter que toute une série des phénomènes géophysiques en rapport direct avec l'activité solaire manifestent une augmentation à l'époque

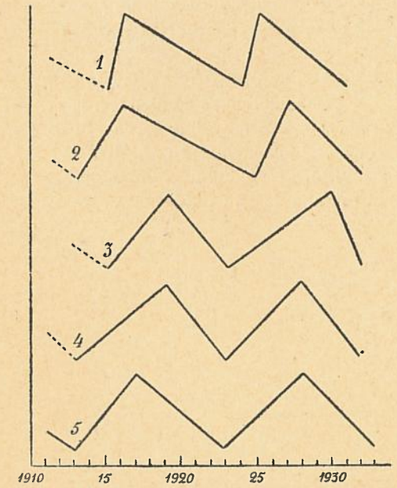

Fig. 30 — *Courbe schématique de la mortalité par le choléra.*
1 : Japon; 2 : Indochine; 3 : Philippines; 4 : Indes britanniques; 5 : Activité solaire.

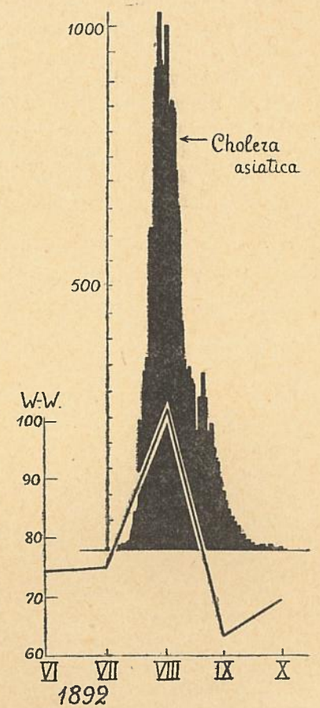

Fig. 31. — La poussée de l'épidémie de choléra à Hambourg, en août 1892, a coïncidé avec une brusque augmentation de l'activité solaire.

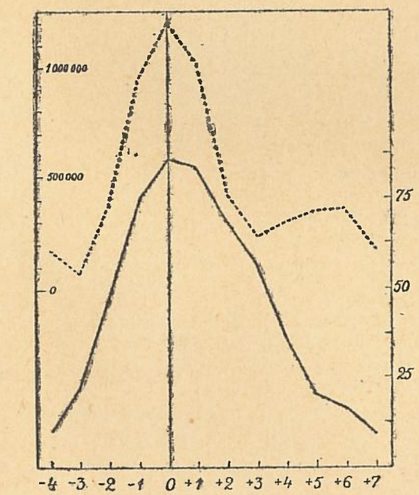

Fig. 32. — *Courbe supérieure :* Choléra en Russie pendant 100 ans (1823-1923). — *Courbe inférieure :* Activité solaire pendant le même laps de temps. Cette dernière courbe représente une moyenne résultant de la superposition de toutes les périodes de l'activité solaire pendant ces 100 années sur l'axe du maximum solaire.

des minima solaires grâce au passage dans la zone équatoriale du soleil des taches, même très réduites. Nous rencontrerons ce phénomène encore plus loin.

Ainsi l'application de la méthode ci-dessus nous a permis de démontrer le rapport entre l'activité du soleil et les épidémies de choléra. En superposant les périodes, nous avons sensiblement réduit le rôle des causes accidentelles sur le résultat final et nous avons pu mettre au jour les règles qui dirigent la distribution des épidémies du choléra dans le temps, en corrélation avec la marche de l'activité solaire.

CHAPITRE VII

Corrélation entre les oscillations de l'activité électrique du soleil et les épidémies de grippe.

On a remarqué depuis longtemps et à maintes reprises que les épidémies de choléra et de grippe s'accompagnent mutuellement, l'une précédant ou suivant l'autre. Il existe quant au temps d'apparition de ces deux épidémies un certain rapport régulier. En effet, la marche des épidémies du siècle dernier en offrent quelques exemples convaincants. Ainsi par exemple l'épidémie de grippe de 1815-1816 a précédé la première pandémie cholérique de 1816-1823. Tout près des poussées graves de la 2e pandémie de choléra (1826-1838) on note les épidémies de grippe de 1828-1832 et de 1836-1837. L'époque de la plus forte diffusion de la 3e pandémie cholérique était accompagnée d'épidémies de grippe, comme par exemple en 1848 et 1860. La 4e pandémie cholérique de 1863-1875 a coïncidé vers sa fin avec l'épidémie de grippe de 1873-1875. La 6e pandémie de choléra a présenté une forte poussée en 1892, aussitôt après l'extinction de l'épidémie de grippe de 1889-1891.

Cette régularité m'a incité à étudier le rapport entre les épidémies de grippe et les époques des maxima et des minima solaires.

Etant donné que jusqu'à présent ni les bactériologistes ni les épidémiologistes n'ont de critérium pour un diagnostic précis, et par conséquent pour la classification des différentes formes d'affections grippales, on peut admettre que les épidémies des XVe et XVIe siècles présentaient les caractères de la grippe épidémique, autant que les descriptions de ces épidémies peuvent présenter des analogies avec les caractères cliniques de la grippe, tels qu'ils sont acceptés par la science contemporaine. En me basant sur ces considérations, j'ai jugé possible d'introduire dans mes travaux les épidémies de grippe des XVe et XVIe siècles, en me guidant principalement sur les indications données par Haeser et par Hirsch.

Nous trouvons dans l'*Histoire des épidémies* de Haeser des indications concernant les épidémies de grippe en 1403, 1411, 1414 et 1427. Quant à Hirsch, il commence la chronologie des épidémies grippales à partir du XVIe siècle et note les années épidémiques suivantes pour ce siècle : 1510, 1557, 1580, 1591 et 1593. D'après ce dernier auteur, au cours de 340 années, les épidémies grippales ont envahi toute l'Europe 10 fois, la plus grande partie de l'hémisphère occidental 9 fois, tout l'hémisphère occidental 4 fois et tout l'hémisphère oriental 6 fois. Hirsch a réuni avec beaucoup de soin non seulement les matériaux concernant les grandes et moyennes épidémies, mais même ceux touchant les faibles poussées ayant un caractère épidémique. Comme les épidémies de ce genre n'ont rien d'exceptionnel, qu'elles éclatent presque tous les ans, dans tel ou tel autre pays et portent plutôt le caractère des catarrhes saisonniers, printanier ou automnal, j'ai cru indispensable, après avoir étudié en détail les données de Hirsch, de ne pas prendre en considération dans cette étude les épidémies locales suivantes : en Allemagne en 1772-1875 ; à Saint-Pétersbourg en 1780 ; à Vilno en 1781 ; en Allemagne en 1800-1801 ; au Brésil en 1801 ; dans deux villes allemandes en 1810-1811 ; aux Antilles en 1823 ; ainsi que les épidémies de 1834-1835, 1842 et 1845, qui ont eu lieu dans certaines villes d'Allemagne, de Suisse et de Belgique.

Ainsi, je n'ai tenu compte que des grippes qui portaient le caractère d'une infection grave et collective et qui n'étaient pas limitées à une ville ou à une province, mais envahissaient dans leur marche des pays entiers, des continents, des hémisphères et enfin la plus grande partie du globe terrestre. De ces vastes épidémies et pandémies on peut compter jusqu'à 45, dont la documentation a été réunie par Hirsch et d'autres savants.

La première tentative de trouver une corrélation entre les épidémies de grippe et les taches solaires a démontré que ce rapport existe certainement. Mais comme les données concernant les épidémies de grippe ne comportent pas les nombres de malades et de morts, nous devions nous borner à étudier le rapport entre les *époques* des épidémies et celles de l'activité solaire. J'ai donc commencé ce travail en établissant les époques des épidémies grippales et leur connexion avec les taches solaires.

J'en suis arrivé à ces conclusions :

1° Que les années épidémiques : 1427, 1557, 1602, 1647, 1657-58, 1757-58, 1767, 1802-03, 1826-28, 1857-58, coïncident avec l'augmentation des taches solaires ;

2° Que les années épidémiques : 1591-93, 1642-43, 1688, 1709, 1712, 1732-33, 1742-43, 1850-51, 1873-75, coïncident avec la diminution des taches solaires ;

3° Que les années épidémiques : 1403, 1411-14, 1580, 1626-27, 1675-76,

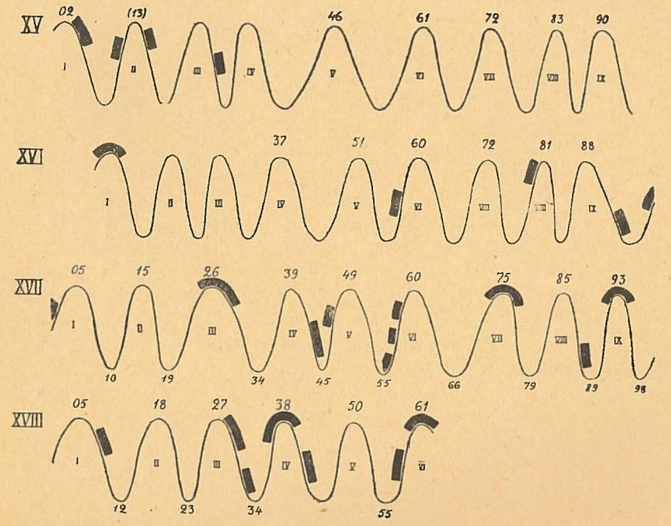

FIG. 33. — Distribution des épidémies de grippe sur la courbe schématique de l'activité solaire depuis 1400 à 1761.

1693, 1728, 1737-38, 1761-62, 1779, 1788-90, 1805-07, 1815-16, 1829-30, 1836-37, 1846-48, 1860 coïncident avec l'époque du maximum de l'activité solaire ;

4° Enfin que les années épidémiques 1655, 1775-76, 1798, 1843-44, 1855, 1889-91 coïncident avec l'époque maximum de l'activité solaire.

Les diagrammes 33 et 34 représentent la distribution des épidémies grippales par rapport à la marche de l'activité solaire.

En examinant la distribution des épidémies grippales dans le temps, j'ai remarqué la circonstance suivante : les épidémies ont tendance, ou bien à se succéder toutes les une, deux ou trois années, ou bien à laisser entre elles un intervalle de plusieurs années. En comparant les épidémies groupées (c'est-à-dire présentant 2 ou 3 vagues successives) et les épidémies isolées (c'est-à-dire ne présentant qu'une seule vague) avec la marche des taches solaires, on peut démontrer une certaine régularité, à savoir : tandis que des groupes d'épidémies correspondent à une augmentation de l'activité solaire, et par conséquent se trouvent entre deux minima, les épidémies isolées dans le temps se trouvent séparées des épidémies groupées ou isolées les plus proches par un minimum ou un maximum ou par plusieurs minima ou maxima. J'ai pu ainsi considérer les

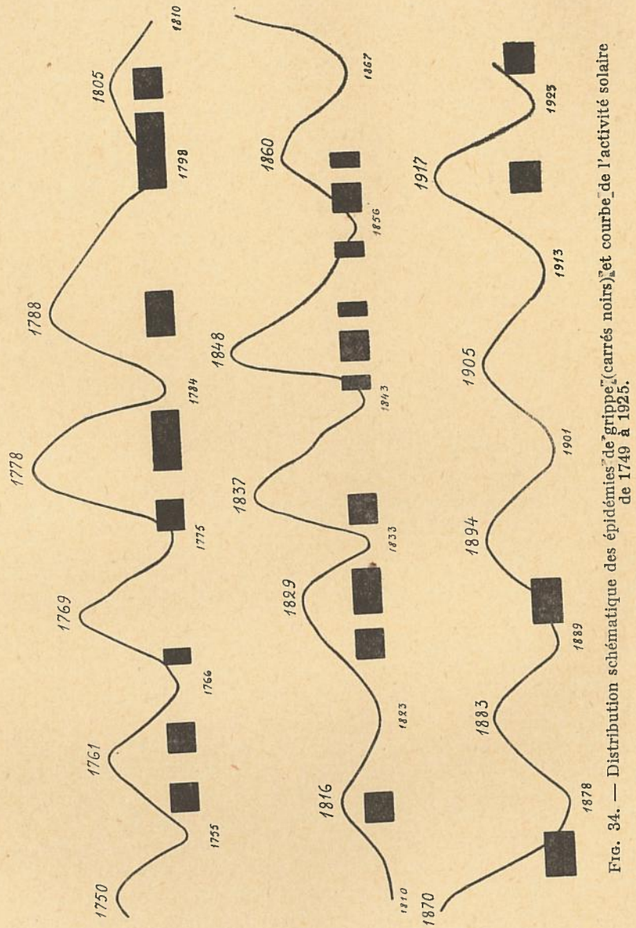

FIG. 34. — Distribution schématique des épidémies de grippe (carrés noirs) et courbe de l'activité solaire de 1749 à 1925.

épidémies de grippe se succédant rapidement comme les vagues d'une seule et même épidémie provoquée par une certaine cause commune.

D'ailleurs cette façon de voir n'est pas contredite par les informations puisées aux sources épidémiologiques. On s'est aperçu que les épidémies de grippe rapprochées dans le temps présentaient cliniquement beaucoup de traits communs, différents de ceux de toutes les autres épidémies. On a pu ainsi considérer comme le début d'une épidémie le cas de 2 ou 3 vagues successives, la date de la première vague se plaçant après l'époque du minimum.

Dans les tableaux suivants, ces groupements d'épidémies limités par deux minima sont réunis par une accolade et se trouvent sous le même numéro. Depuis 1403 jusqu'à 1927, on remarque 12 de ces groupements.

Ensuite, en tenant compte des dates initiales de chaque épidémie, j'ai obtenu les périodes des épidémies de grippe au nombre de 30 : ces périodes ont fourni 83 années épidémiques pour une durée de 500 années. A partir de l'année 1557, la chaîne des périodes est ininterrompue.

*XV*e *siècle* : 1403-1411, 1411-1427.

*XVI*e *siècle* : 1510-1557 (période quadruple), 1557-1580 (période double), 1580-1591, 1591-1602.

*XVII*e *siècle* : 1602-1626 (double), 1626-1642, 1642-1647, 1647-1655, 1655-1675, 1675-1688, 1688-1693, 1693-1709.

*XVIII*e *siècle* : 1709-1728 (double), 1728-1737, 1737-1757 (double), 1757-1767, 1767-1779, 1779-1788, 1788-1798.

*XIX*e *siècle* : 1798-1815, 1815-1826, 1826-1836, 1836-1843, 1843-1857, 1857-1873, 1873-1889 (double), 1889-1918 (double).

*XX*e *siècle* : 1918-1926.

A partir de 1580, nous ne rencontrons que 5 cycles non accompagnés d'épidémies de grippe, et c'est la raison pour laquelle nous avons depuis cette date 5 doubles périodes seulement.

Etudions maintenant les tableaux ci-contre.

Nous pouvons supposer d'après les données historiques qu'en 1402 il y eut une augmentation de l'activité solaire. La première épidémie grippale du XVe siècle, d'après Haeser, eut lieu en 1403. Il y a beaucoup de chances que 11 ans plus tard, en 1414, il y eut une nouvelle augmentation de l'activité solaire. Les épidémies de grippe sont signalées en 1411 et en 1414. Une nouvelle intensification de l'activité solaire se présente en 1431 ; l'épidémie décroît en 1427.

Au XVIe siècle, on remarque quatre épidémies de grippe : en 1510, 1557, 1580, 1591-93. Le maximum supposé correspond à l'année 1510. Suivent ensuite des maxima dont la probabilité est sensiblement plus certaine, grâce aux notations météorologiques diverses, faites en Europe et en

XVe & XVIe SIÈCLE

Maxima de l'activité périodique du soleil	Années des épidémies de grippe	Numéros d'ordre des épidémies du siècle	Périodes des épidémies de grippe	Nombre d'années de chaque période
Max. 1402	1403	I	1403-1411	8
Max. supposé 1413	1411 1414	II	1411-1427	16
Max. 1431	1427	III		
Maximum supposé 1511.	1510	II	1510-1557	47/4
Max. 1560	1557	IV	1557-1580	23/2
Max. 1581	1580	VIII	1580-1591	11
Max. 1588	1591 1593	IX	1591-1602	11
			Moyenne :	11,6

XVIIe SIÈCLE

Périodes du processus formateur des taches solaires	Epidémies de grippe	Numéros d'ordre des épidémies du siècle	Période des épidémies de grippe	Nombre d'années de chaque période	Nombre d'années depuis le début de l'épidémie jusqu'au prochain maximum
Min. ? Max. 1605.	1602	I	1602-1626	24/2	3
Max. 1626 Min. 1634.	1626-1627	III	1626-1642	16	Coïncident
Max. 1639 Min. 1645.	1642-1643	IV	1642-1647	5	3
Min. 1645 Max. 1649	1647	V	1647-1655	8	2
Min. 1655 Max. 1660	1655-57-58	VI	1655-1675	20	5
Max. 1675 Min. 1679.	1675-1676	VII	1675-1688	13	Coïncident
Max. 1685 Min. 1689.	1688	VIII	1688-1693	5	3
Max. 1693 Min. 1698.	1693	IX	1693-1709	16	Coïncident
			Moyenne :	11,8	2

XVIIIe SIÈCLE ET XIXe SIÈCLE

Périodes du processus formateur des taches solaires	Epidémies de grippe De... à...	Numéros d'ordre des épidémies du siècle	Période des épidémies de grippe	Nombre d'années de chaque période	Nombre d'années depuis le début de l'épidémie jusqu'au prochain maximum
Max. 1705 Min. 1712.	1709-1712	I	1709-1728	19/2	4
Max. 1727 Min. 1734.	1728-1730 1732-1733	III			
Min. 1734 Max. 1738.	1737-1738	IV	1728-1737	9	1
Max. 1738 Min. 1745.	1742-1743				
Min. 1755 Max. 1761.	1757-1758	VI	1737-1757	20/2	1
Max. 1761 Min. 1766	1761-1762				4
Min. 1766 Max. 1769.	1767	VII	1757-1767	10	
	(1775-1776)		1767-1779	12	
Min. 1775 Max. 1778.	1779-1780	VIII			(3) 1
Max. 1778 Min. 1784.	1781-1782		1779-1788	9	
Max. 1788 Min. 1798.	1788-1790	IX	1788-1798	10	Coïncident
			Moyenne :	10	2,1

Min. 1798 Max. 1805.	1798-1800	I			3
Max. 1805 Min. 1810.	1802-1803 1805-1807(8)		(1798)-1802-1815	(17)13	
Min. 1810 Max. 1816.	1815-1816	II			1
Min. 1823 Max. 1829 (1830)	1826-1828	III	1815-1826	11	3
Max. 1829 (1830) Min. 1833.....	1829-1833				
Min. 1833 Max. 1837.	1836-1837	IV	1826-1836	10	1
			1836-(1843) 1846	10	
Min. 1843 Max. 1848.	1843-1844	V			2
Max. 1848 Min. 1856	1846-1848 1850-1851-1855				
			1846-1857	10	3
Min. 1856 Max. 1860.	1857-1858	VI			
Max. 1860	1860		1857-1873	16	3
Max. 1870 Min. 1878.	1873-1875	VII	1873-1889	16/2	5
Min. 1889 Max. 1894.	1889-1891	IX	1889-1918	29/2	
			Moyenne :	11,9	2,8

Russie. Les maxima les plus proches des épidémies mentionnées correspondent aux années 1560, 1580 et 1588.

A partir de 1610, nous avons une documentation plus sûre concernant l'activité solaire, grâce à l'invention du télescope par Galilée.

En examinant les corrélations entre les périodes de l'activité solaire et les périodes de grippe au XVIIe siècle, le fait suivant devient évident : huit augmentations de taches solaires s'accompagnèrent d'épidémies, sauf la 2e augmentation dont le maximum eut lieu en 1615.

La régularité dans la corrélation entre les épidémies de grippe et la marche des taches solaires s'est exprimée avec une évidence encore plus grande au cours du XVIIIe siècle. Notons cependant que deux périodes de l'activité solaire (la 2e et la 5e) ont été exemptes d'épidémies.

Au XIXe siècle, huit périodes de taches ont été marquées par des épidémies de grippe. Nous avons déjà vu que le processus de formation des taches est un phénomène régulier, ayant une périodicité rigoureuse ; chaque période en moyenne arithmétique est égale à 11,1 années. En divisant un siècle par 11,1, nous obtenons 9 et un reste : 0,1. Autrement dit, nous avons dans un siècle neuf périodes de l'activité solaire. Le reste est presque négligeable, il est égal à 0,1 an, soit 35 jours ; en 500 ans, il donne une demi-année.

En distribuant les épidémies de grippe et leur groupement d'après les cycles solaires, nous obtenons 9 périodes d'épidémies, si ces dernières coïncident avec toutes les périodes solaires. Par conséquent, on pourrait prédire que la période des épidémies de grippe est égale à 11,1 années, mais cette conclusion serait trop hâtive. Pour prouver une réelle périodicité dans la marche des épidémies grippales, je n'ai utilisé que les dates de ces épidémies, en tenant compte de l'année du début de chaque épidémie.

Ainsi l'étude des documents a permis d'obtenir la vraie périodicité des épidémies.

Siècle	Nombre de périodes dans chaque siècle	Période des épidémies
XVe et XVIe	10	11,6
XVIIe	8	11,8
XVIIIe	7	10,6
XIXe	8	11,9
En moyenne	11,3	

Par conséquent la période réelle de l'épidémie de grippe pour 500 ans donne 11,3 années.

En examinant la position des épidémies grippales sur la courbe solaire, on constate que la plupart d'entre elles se trouvent sur les montées et sur les chutes de la courbe. Nous avons l'impression que les épidémies grippales ont tendance à se manifester entre un minimum et un maximum ou bien entre un maximum et un minimum. J'ai essayé de déterminer la réalité de cette tendance en calculant l'intervalle entre le début de chaque épidémie et l'année du premier maximum suivant, indépendamment de la position de l'épidémie avant ou après le maximum.

Il en résulte que le début de l'épidémie située entre deux minima ou bien devance le prochain maximum ou bien le dépasse :

Au XVIIe siècle	de 2,0 années
Au XVIIIe siècle	de 2,1 —
Au XIXe siècle	de 2,8 —
En moyenne	2,3 années

Cet intéressant résultat, qui prouve une distribution régulière des épidémies grippales, démontre également une fois de plus la réalité de mes premières conclusions. De ceci il ne faudrait pas conclure, bien entendu, que toutes les épidémies doivent s'écarter du maximum dans un sens ou dans l'autre, de 2, 3 années, car l'influence de la période solaire n'est pas seule à régir l'apparition des épidémies. L'influence solaire se manifeste seulement dans la moyenne, et par conséquent les épidémies peuvent se situer d'une façon variable sur la courbe de l'activité solaire, mais se présentent de préférence à 2, 3 années d'écart du maximum, paraissant subir en cela l'action d'un facteur jusqu'ici inconnu.

Ensuite, pour représenter graphiquement la corrélation entre la marche des épidémies grippales d'une part et les maxima solaires d'autre part, j'ai construit des courbes de même sorte que pour l'étude du mouvement du choléra en Russie, c'est-à-dire en superposant les périodes sur l'axe des maxima solaires. De plus, j'ai également disposé les épidémies grippales sur l'axe des minima solaires fig. 35).

En construisant la courbe A, l'axe des coordonnées est l'axe des années du maximum de l'activité solaire. A sa gauche se trouvent toutes les épidémies qui se situent entre un minimum et un maximum ; à droite toutes les épidémies entre un maximum et un minimum. D'après cette méthode ont été construites séparément des courbes pour les XVIIe, XVIIIe et XIXe siècles et une courbe générale pour le XVe-XXe siècle. Ces trois courbes donnent trois montées dont la moyenne coïncidant avec l'axe du maximum se trouve être la plus élevée. Les époques de minimum sont accompagnées de la marche la plus basse de la courbe. Les montées latérales de la courbe correspondent aux époques minimum-maximum. La plus forte montée de la courbe sur l'axe du maximum s'explique par la

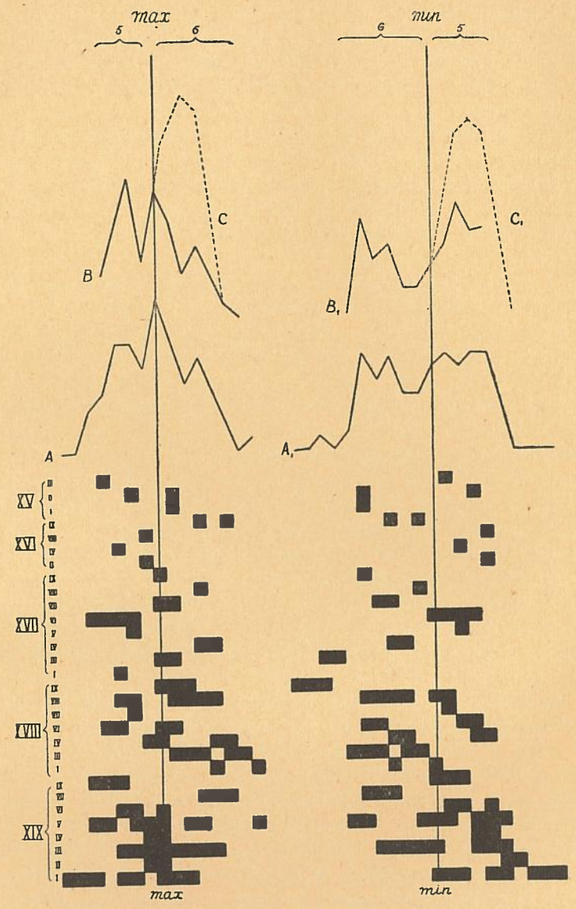

FIG. 35. — Les épidémies de grippe et les périodes solaires du XVe au XXe siècles. Distribution des épidémies sur l'axe des maxima et des minima solaires. Les courbes A et A_1 représentent le résultat de l'addition de toutes les épidémies. Les courbes B et B_1 représentent les courbes A et A_1 ramenées à la période de 11 années. Les courbes C et C_1 représentent les courbes B et B_1 tendues sur l'axe et additionnées. Ce graphique démontre une plus grande répétition des épidémies de grippe dans les années des maxima et dans les années intercalaires (3 vagues) que dans les années des minima.

construction même de la courbe : aux époques de maximum se superposent les épidémies ayant débuté dans l'époque précédente de minimum-maximum.

Pour construire la courbe A^1, l'axe des coordonnées a servi d'axe aux années de l'activité solaire minimum. A gauche de cet axe se trouvent toutes les épidémies ayant eu lieu entre un maximum et un minimum pour toute la période indiquée ; à droite, les épidémies ayant eu lieu entre le minimum et le maximum. En examinant cette courbe, il devient visible qu'à 3 années de l'intensité solaire minimum correspond pour tous ces siècles le plus petit nombre d'épidémies grippales. Ce même phénomène peut être observé partiellement à l'époque du maximum et s'explique très bien par la méthode elle-même de l'établissement des courbes.

Le plus grand nombre d'épidémies grippales tombe dans l'intervalle minimum-maximum et plus souvent entre maximum minimum. Etant donné que la durée des périodes est différente des deux côtés des axes du maximum aussi bien que du minimum, il fallait pour la démonstration de la marche des courbes A et A^1 réduire les côtés au cycle de 11 années (courbe B et B^1). Les conclusions générales ont reçu ici une expression encore plus démonstrative. En superposant les courbes B et B^1 sur les axes des minima et des maxima, nous avons obtenu les courbes C et C^1 où l'on voit très nettement que les épidémies grippales se disposent dans l'intervalle minimum-maximum et maximum-minimum.

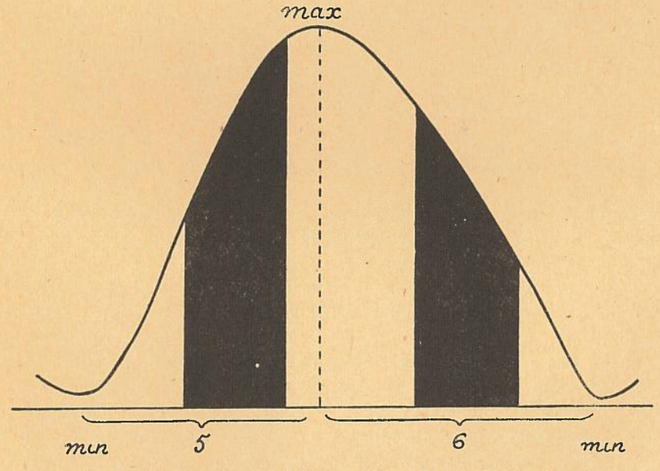

FIG. 36. — Schéma d'une distribution idéale des épidémies de grippe (en 2 vagues).

Ensuite, d'après la même méthode, il a été facile de déterminer l'intervalle entre deux vagues du même groupe d'épidémies. Cet intervalle est égal en moyenne de 3 années. Une distribution schématique des épidémies grippales sur la courbe solaire dans le cas d'une ou de deux vagues est figurée sur le graphique 36.

Enfin, la durée d'une épidémie grippale dans une période s'est révélée en moyenne arithmétique et pour tous les siècles égale à 2 années environ. Pour déterminer encore plus rigoureusement la dépendance des épidémies grippales d'un certain état de l'activité solaire, j'ai été obligé d'avoir recours au raisonnement suivant :

Comme on le sait, les périodes de taches solaires sont distribuées dans le temps plus ou moins régulièrement : chaque période en moyenne arithmétique est de 11,1 années et il y a dans un siècle 9 de ces périodes. Il en est résulté que les points d'intensité maximum de l'activité solaire oscillent dans d'assez étroites limites. Ainsi, par exemple, le 1er maximum tombe entre la 2e et la 5e année de chaque siècle, le 2e entre la 15e et la 18e année ; le 3e entre la 26e et la 30e ; le 4e entre la 37e et la 39e ; le 5e entre la 46(47e) et la 50(51e) ; le 6e entre la 60e et 61e ; le 7e entre la 69e et 72(75e) ; le 8e entre la 78e et 85e ; le 9e entre la 88e et 94e années. La somme de ces périodes des dates maxima de l'activité solaire (pour 4-5 siècles) est égale à 37 par siècle (37 : 100).

Voyons maintenant les limites dans lesquelles oscillent, pour le même laps de temps, les épidémies grippales. On verra qu'elles sont à peine plus grandes que celles des maxima solaires. Ainsi, par exemple, les oscillations des épidémies grippales sont marquées par les limites suivantes (N. B. : les deuxièmes vagues des épidémies sont entre parenthèses) :

I. 2-6(9) ; II. 15-19 ; III. 26-30(33) ; IV. 36-38 (42-43) ; V. 47-51 (55) ; VI. 55-58 (60-62) ; VII. 67-76 ; VIII. 81-82 ; IX. 88-93 années.

La somme de ces périodes-limites pour le même nombre de siècles est égale à 39 (sans les deuxièmes vagues) par siècle (39 : 100).

En superposant ces 2 groupes de dates-limites, on constate qu'elles coïncident et laissent des vides correspondant aux minima de l'activité solaire ; une fois de plus, elles démontrent la corrélation entre ces deux groupes de phénomènes.

Tout cela est représenté dans le tableau A et dans le diagramme 37.

Nous pouvons faire en étudiant le tableau A une curieuse remarque : en additionnant le nombre des années de l'activité maximale du soleil, pour la période du XVe au XIXe siècles, et ensuite en additionnant les mêmes données (pour la même période) relatives aux épidémies de grippe et en divisant les nombres obtenus par le nombre des périodes du siècle, nous obtenons pour l'activité solaire 4,1 et pour la grippe 4,3. Cela signifie qu'en moyenne les limites des fluctuations des maxima solaires et celles de la grippe sont égales les unes aux autres.

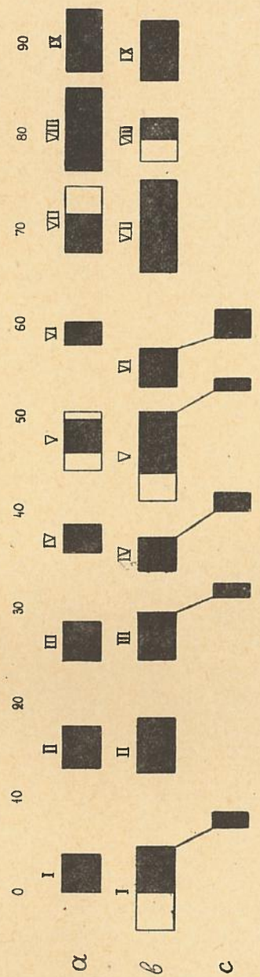

Fig. 37. — Rapport entre l'activité périodique du soleil et les épidémies de grippe du XVe au XXe siècles.
a) limites des oscillations des maxima solaires du XVe au XXe siècles.
b) limites des oscillations des épidémies grippales pour le même laps de temps.
c) vagues secondaires des épidémies.

Remarquons encore un fait. En étudiant la distribution du nombre des grippés en U. R. S. S., de 1923 à 1928, conformément aux données du Commissariat de la Santé publique, on constate facilement qu'à partir de 1923 (années du minimum) le nombre des malades de la grippe augmente en proportion de l'accroissement de l'activité solaire (tableau B, dessin 38).

	XVe siècle		XVIe siècle	XVIIe siècle			XVIIIe siècle			XIXe siècle			XXe siècle			Moyenne pour XVIe-XXe siècles				Deuxième vague après :
	Maxima solaires	Epidémies de grippe	Maxima solaires	Activité solaire		Epidémies de grippe	Activité solaire		Epidémies de grippe	Activité solaire		Epidémies de grippe	Activité solaire		Epidémies de grippe	Limites des fluctuations de l'activité solaire		Grandeur des limites	Limites des épidémies de grippe	Grandeur des limites	
				Max.	Min.		Max.	Min.		Max.	Min.		Max.	Min.		Max.	Min.				
I	02	03		05	10	02	05	12	09	05	10	(98)-02-03 05-06	05	13	05	02-05	10-13	3	(98) 02-06 09 (IIe vague)	4	3
II	(13)	11,14	?	15	19	10	18	23		16	23	15-16	17	23	05	15-18	19-23	3	15-19	4	
III		27	20-27(?)	26	34		27	34	28-30 31-33 (IIIe vague)	29	33	27-28 29-32 (IIe vague)	28	33	26-27	26-29	33-34	3	26-30 33 (IIe vague)	4	3
IV			37	39	45		38	45	37-38 42-43 (IIe vague)	37	43	36-37 43-44	38 (?)			37-39	43-45	2	36-38 42-44 (IIe vague)	2	3
V	46		51	49	55		50	55		48	56	46-48 50-51 (IIe vague) 55 (IIIe vague)				46-50	55-56	4-5	(43) 46-51 55 (IIe vague)	5	4
VI	61		60	60	66	55-57-58	61	66	57-58 61-62 (IIe vague)	60	67	57-58 60 (IIe vague)				60-61	66-67	2	55-58 60-62 (IIe vague)	3	2
VII	(72)		72	75	79	75-76	69	75	67-76	70	78	73-75				69-82 (75)	75-79	3-6	67-76	9	
VIII	(83)		81	85	89	88	78	84	79-82	83	89	—				78-85	84-89	7	(75) 79-82	3	
IX	90		88	93	98	91-93	88	98	88-90	94	01	89-91				88-94	98-01	6	88-93	5	

Tableau A. — Grandeur des limites en moyenne 4,1 années 4,3 années

Nombre des grippés en U. R. S. S.
(Par trimestre.)

	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929
I.....	261.175	475.780	1.035.317	1.790.473	1.767.920	2.334.295	3.481.416
II.....	170.180	364.282	557.344	1.271.511	1.295.878	1.462.158	1.107.280
III.....	173.509	376.670	505.988	638.733	738.730	907.483	—
IV.....	503.946	637.659	721.977	916.414	1.068.207	1.428.707	—
	1.108.810	1.854.391	2.820.616	4.617.131	4.870.735	6.132.645	—

Tableau B.

Mais si nous étudions le mouvement de ces deux phénomènes par trimestre, le tableau des correspondances se révélera encore plus frappant (tab. D et E, fig. 39). Les modifications d'une courbe correspondent aux modifications de l'autre, et ici se manifeste le phénomène suivant : les saccades de l'épidémie grippale, ou bien coïncident exactement avec les poussées de la courbe solaire ou bien s'en écartent d'une ou deux saisons, et ceci en dépendance de la saison elle-même.

Moyenne mensuelle de morbidité grippale
(Par trimestre.)

	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929
I	87.058	158.593	345.106	596.824	589.306	778.098	1.160.472
II	56.727	121.427	189.115	423.837	431.959	487.386	369.093
III	57.836	125.556	168.663	212.911	246.243	302.494	—
IV.....	167.982	212.553	240.659	305.471	356.069	476.235	—

Nombres moyens de Wolf-Wolfer
(Par trimestre.)

	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929
I	3,1	2,5	15,6	68,0	80,2	80,8	61
II	6,1	18,7	30,6	58,7	77,6	83,0	—
III	5,7	24,2	35,5	58,5	58,5	90,5	—
IV.....	8,1	21,5	75,4	70,5	54,6	53,6	—

Tableaux C et D.

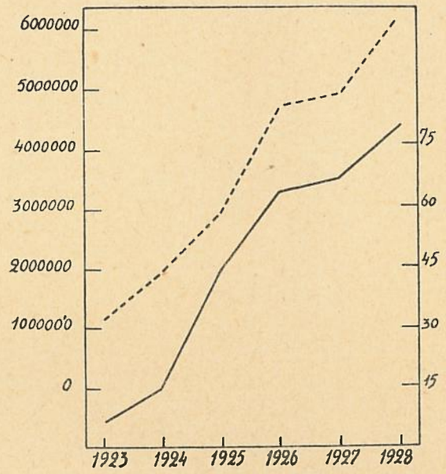

FIG. 38. — Courbe supérieure représente la morbidité grippale en U. R. S. S. de 1923 à 1928 (données annuelles). Courbe inférieure : activité solaire pour la même période (données annuelles).

Le parallélisme de nos deux courbes est remarquable. Les brisures de la courbe de la grippe signifient une certaine diminution dans la marche progressive de l'épidémie en 1926 et 1927 et correspondent exactement à une diminution analogue dans l'activité solaire pour la même période.

Les matériaux dont nous dispo ons ne sont pa encore suffisants pour établir une loi définitive concernant la distribution de la grippe en liaison avec l'activité périodique du soleil. Mais la correspondance des deux processus offre une constance tellement durable qu'elle incite à continuer l'étude de ce problème.

Enfin on ne peut négliger de citer les curieuses données fournies par Mygge (Copenhague, 1930). On voit, d'après les courbes du dessin 40, que les poussées maxima des épidémies de grippe à Copenhague, de 1889 à 1922, correspondent aux maxima de l'activité solaire, par exemple en 1892-1894, 1907 et 1918-1919. En divisant par semestre toutes les données concernant la grippe à Copenhague, Mygge les a juxtaposées aux données de l'activité solaire et des aurores boréales.

Les tableaux E et F démontrent que certaines manifestations, telles que l'intensité de l'activité solaire, la fréquence des aurores boréales et le nombre de cas de grippe correspondent exactement. Cette corrélation

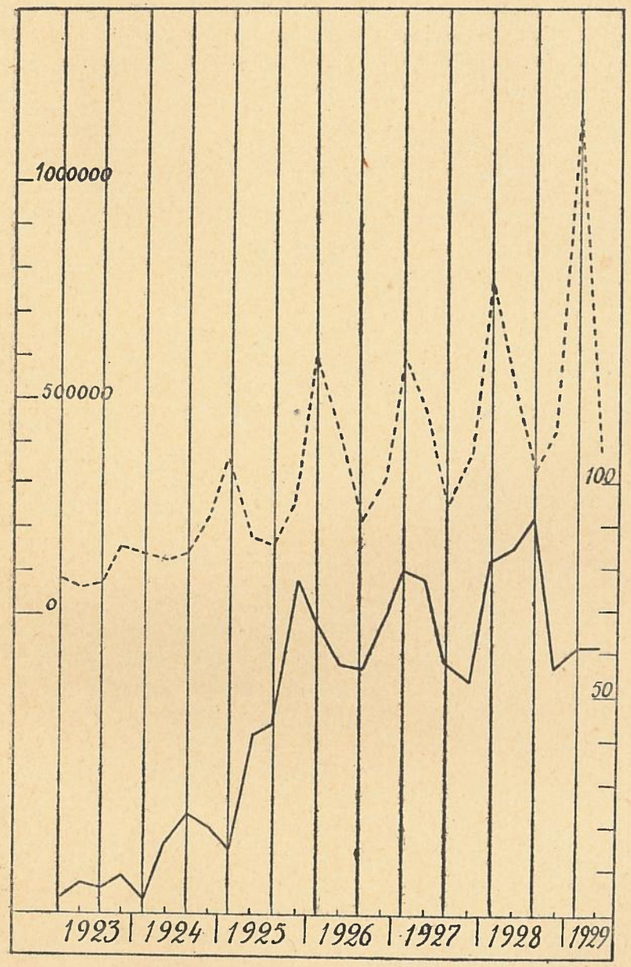

FIG. 39. — Courbe supérieure : morbidité grippale en U. R. S. S. de 1923 à 1928 (par trimestre).
Courbe inférieure : activité solaire pour la même période (par trimestre).

est d'autant plus convaincante que les données numériques concernent exclusivement Copenhague, c'est-à-dire une région très limitée. Cela signifie que l'influence de l'activité solaire peut se manifester même quand les données sont peu nombreuses.

CAS DÉCLARÉS DE GRIPPE PENDANT 33 SEMESTRES D'HIVER DANS LEUR RAPPORT AVEC LA FRÉQUENCE DES TACHES SOLAIRES.

Semestres	Cas déclarés de grippe		Taches solaires
	au total	en moyenne	en moyenne
13 avec au-dessous de 5.000	31.372	2.413	32,3
12 avec 5.000-10.000	85.467	7.122	38,0
8 avec au-dessus de 10.000	251.500	31.435	51,5

Semestres	Taches solaires	Cas de grippe	
	en moyenne	au total	en moyenne
6 au-dessous de 10	5,0	33.074	5.512
12 entre 10 et 35	23,3	92.502	7.709
15 au-dessus de 35	63,8	243.463	16.221

TABLEAU E.

RELATION ENTRE LA FRÉQUENCE DES AURORES BORÉALES, DES TACHES SOLAIRES ET DES CAS DÉCLARÉS DE GRIPPE PENDANT 23 SEMESTRES D'HIVER.

	Aurores boréales		Taches solaires	Cas déclarés de grippe	
	au total	en moyenne	en moyenne	au total	en moyenne
6 au-dessous de 10	26	4,4	12,0	29.546	4.927
7 entre 10 et 20	109	15,6	40,6	51.381	7.340
10 au-dessus de 20	277	27,7	47,6	81.972	8.197

TABLEAU F.

D'autres diagrammes établis par nous ne manquent pas d'intérêt non plus. L'un d'eux illustre l'envahissement par la grippe de l'armée française, d'après les données de Delater, en connexion avec l'intensité de l'activité solaire (dessin 41) ; d'autres diagrammes montrent la grippe

FIG. 40. — Courbe supérieure: grippe en Suède de 1890 à 1923 (d'après Mygge); courbe inférieure : activité solaire pour la même période.

aux Etats-Unis (dessin 42) et dans quelques pays de l'Europe occidentale et la marche de l'activité solaire pour la même période (dessin 43 à 49). Dans ces derniers, on observe des poussées d'épidémies grippales survenues à la suite des maxima solaires 1905 et 1917.

FIG. 41. — Courbe supérieure : diffusion de la grippe dans l'armée française en 1918-1919 (d'après Delater) ; courbe inférieure : activité solaire pour la même période.

Au sujet de cette corrélation, il y a lieu de mentionner la tentative de Buzorini, en 1830-1840, de déterminer un rapport entre les variations du potentiel électrique de l'atmosphère et les épidémies d'influenza. Mygge étudiera le même problème dans les dernières années du XIXe siècle, en se servant de l'électromètre capillaire d'Ostwald. Mais les observations de cet auteur ne peuvent être considérées comme convaincantes.

Comme nous l'avons vu plus haut, les travaux de Mygge concernant l'influence des taches solaires sur les épidémies grippales ont eu un résultat plus positif que ces études sur l'influence de l'électricité atmosphérique sur la même épidémie.

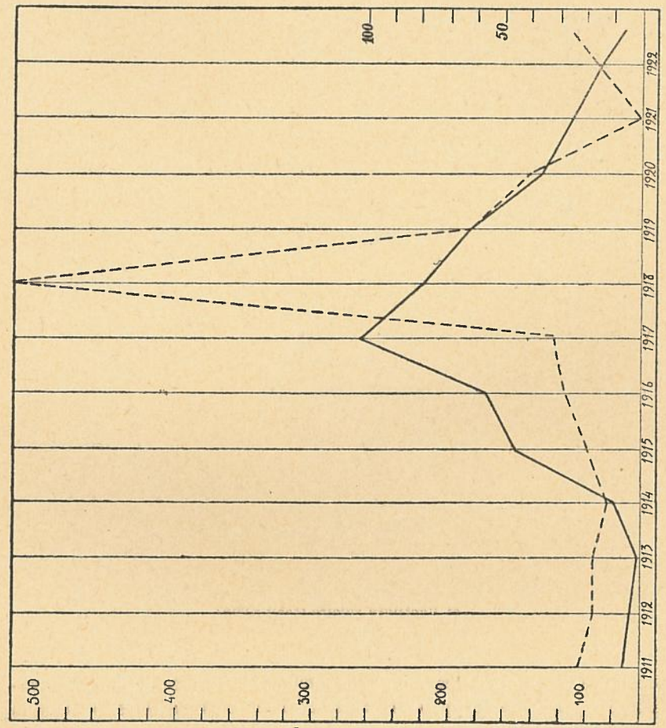

FIG. 42. — Courbe (en pointillé) de la mortalité par la grippe aux Etats-Unis (d'après *Scientific American*, novembre 1926) et l'activité solaire (trait plein) de 1911 à 1922.

Ainsi, en étudiant la répartition des épidémies grippales dans le temps, on constate que cette répartition n'est nullement arbitraire ; au contraire, elle manifeste une certaine régularité qui devient de plus en plus visible à mesure qu'on examine un plus grand nombre de matériaux. On

peut même déterminer quels sont les moments de l'activité solaire qui sont favorables à l'éclosion et au développement des épidémies grippales et quels en sont les moments défavorables. Les années minima de l'activité du soleil, nous rencontrons de petites épidémies espacées, à part

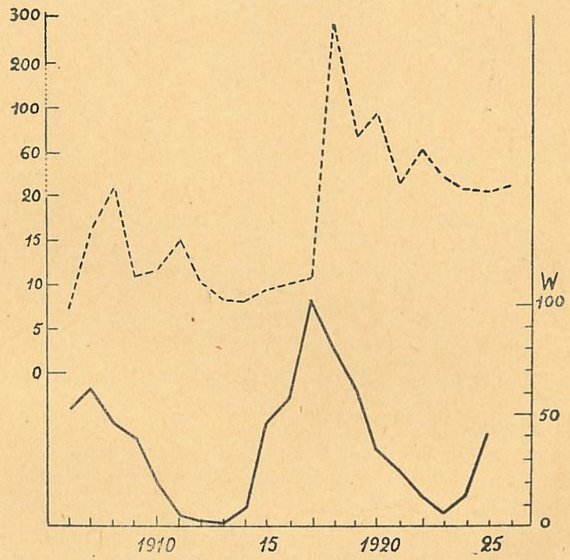

FIG. 43. — La grippe en Allemagne (en pointillé) et l'activité solaire (trait plein).

quelques exceptions ; les années des poussées brusques de l'activité solaire les pandémies grippales envahissent d'énormes territoires et causent un grand nombre de victimes.

Les tentatives de déterminer la périodicité dans la marche des épidémies grippales, et par là même de rendre possible le pronostic, ont été faites il y a quelques années par Brownlee et Stallybrass.

Les travaux statistiques de Brownlee ont établi pour les épidémies grippales 1889-1891 que le maximum de cas de maladies tombe toutes les 33 semaines. En se basant sur cette conclusion, Brownlee a prédit en automne 1919 la poussée épidémique de janvier 1920.

Il est intéressant de noter que Frenkel a déterminé dans l'activité solaire une période qui se trouve, comme le croient certains astronomes, en rapport avec la période de la rotation sidérale de Vénus (224,7 jours). Stallybrass fait remarquer que dans la distribution de la grippe pour les 130 dernières années on peut noter une période de 10 années : 1789-90 ;

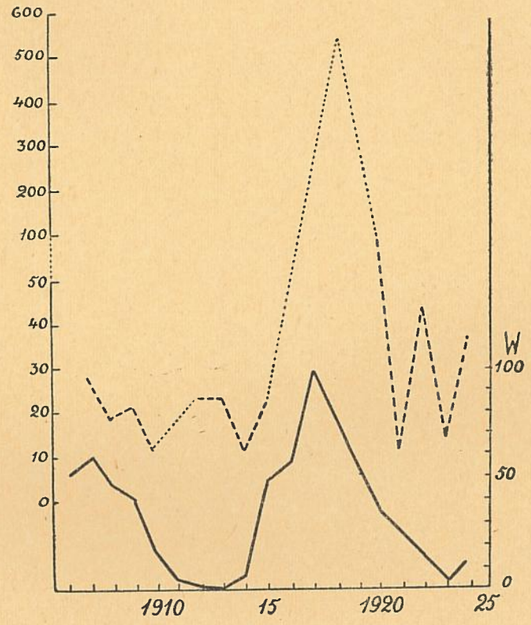

FIG. 44. — La grippe en Suisse (en pointillé) et l'activité solaire (trait plein).

1802-03 ; 1830-32 ; 1840-41 ; 1848-49 ; 1854 ; 1869-70 ; 1879 ; 1890-91 ; 1898, 1918 (et 1927 et 1936 que j'ajoute moi-même). Les dates indiquées par Stallybrass ont bien coïncidé avec les époques des maxima ou bien sont tombées sur les époques d'ascension ou de chute des maxima.

Enfin Spear divise l'année en 13 périodes de 28 jours. Il serait intéressant de comparer la marche des épidémies grippales (ainsi que d'autres épidémies) avec le changement de l'électricité atmosphérique du mois

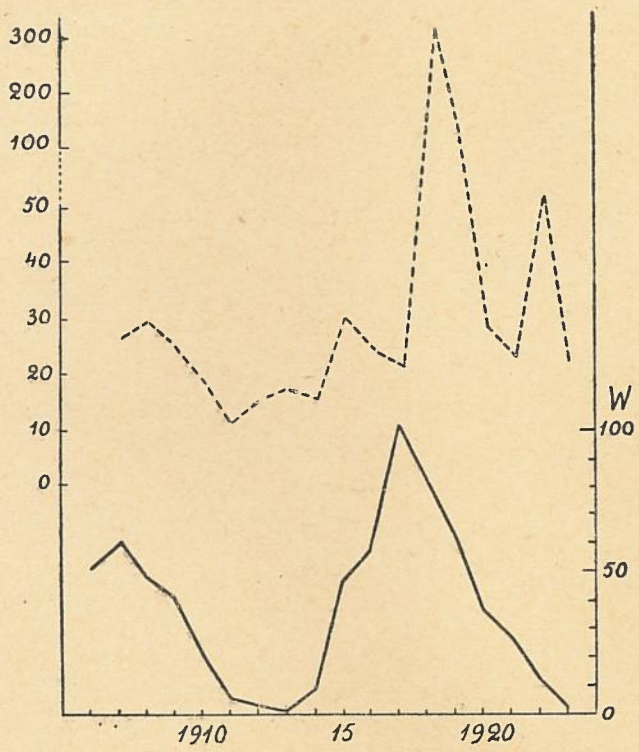

FIG. 45. — La grippe en Angleterre (en pointillé) et l'activité solaire (trait plein).

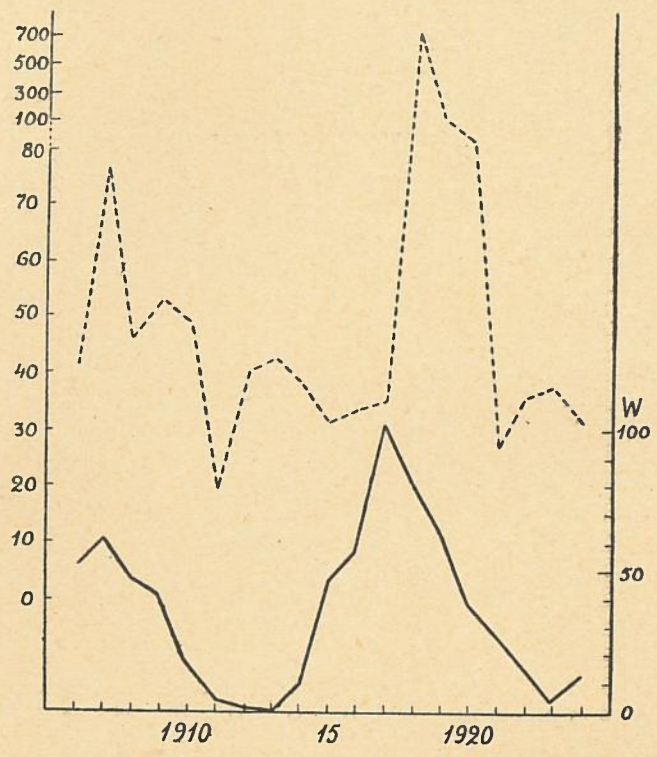

FIG. 46. — La grippe en Espagne (en pointillé) et l'activité solaire (trait plein).

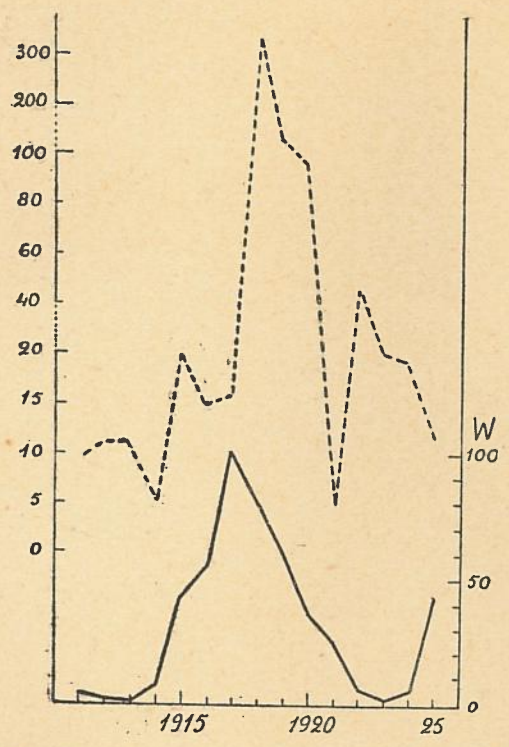

FIG. 47. — La grippe au Danemark (en pointillé) et l'activité solaire (trait plein).

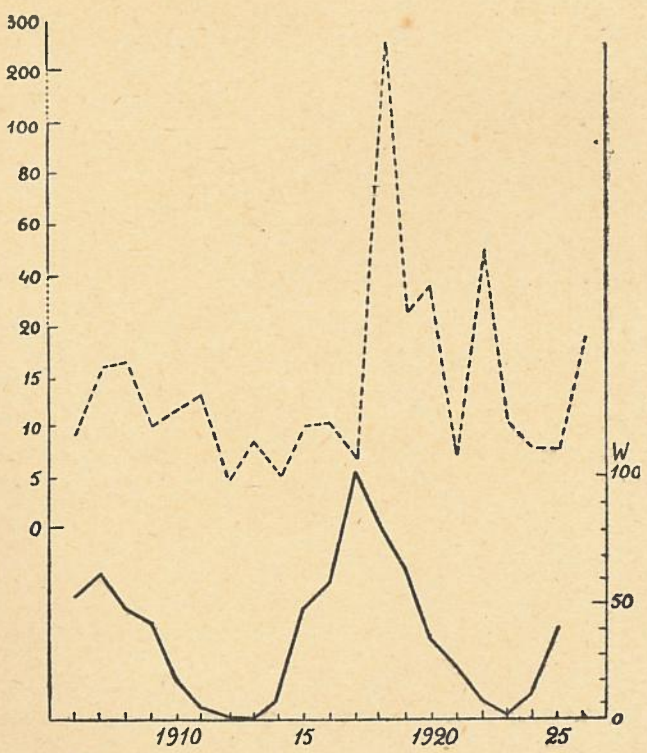

FIG. 48. — La grippe en Hollande (en pointillé) et l'activité solaire (trait plein).

tropique (27, 32 jours) qui se trouve en rapport avec la position de la lune et l'influence du soleil. Déjà Arrhénius a étudié la statistique générale de mortalité au cours du mois tropique. Ce savant a démontré d'après cette importante statistique une corrélation évidente entre la marche de l'électricité atmosphérique du mois tropique de 27,32 jours (ainsi que la période de 25,929 jours) et une série de phénomènes physiologiques et neuro-psychiques.

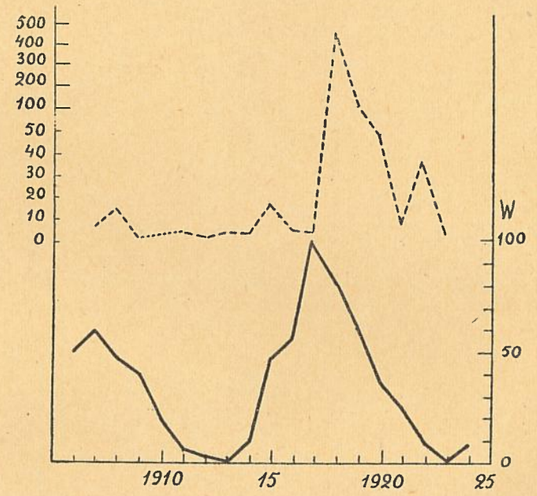

FIG. 49. — La grippe en Suède (en pointillé) et l'activité solaire (trait plein).

Le maximum des manifestations physiologiques se produit un jour après le maximum de l'électricité atmosphérique.

Enfin il faut signaler ceci : les épidémiologistes ont remarqué que, de temps en temps, les épidémies grippales revêtent des formes particulièrement graves et que ce genre d'épidémies se répète tous les 35 ans. Schuster a trouvé dans l'activité solaire une période très proche de 35 années, soit 33,375 années.

L'existence de certains rapports curieux entre l'activité solaire et les épidémies de grippe invite à étudier de plus près ce rapport à l'aide de l'analyse mathématique et d'une statistique fidèle des maladies grippales, ce que l'auteur de la présente étude se propose de réaliser à brève échéance.

En résumant tout ce qui précède, nous pouvons poser en principe ce qui suit :

1° La période des épidémies grippales est égale en moyenne arithmétique à 11,3 années.

2° L'écart entre les dates initiales des épidémies et les dates des maxima solaires dans un sens ou dans l'autre est en moyenne de 2,3 années. En d'autres termes, les épidémies de grippe ont tendance à apparaître 2, 3 années avant ou 2, 3 années après le maximum solaire.

3° La durée des épidémies dans chaque période solaire de 11 années est égale en moyenne à 4 années.

4° Si l'épidémie présente dans la même période solaire une deuxième vague, cette dernière est distante de la fin de la première, en moyenne, de 3 années.

5° Par conséquent, environ 3 années après l'année du minimum solaire, on peut toujours s'attendre à la première vague de l'épidémie.

6° Les deuxième et troisième vagues de l'épidémie se produisent après le maximum, c'est-à-dire qu'elles se trouvent au déclin du processus des taches.

7° L'intensité de l'épidémie se trouve visiblement dans une certaine dépendance de l'intensité de l'activité solaire.

8° Le facteur saisonnier ne joue que le rôle d'avancer ou de retarder la poussée de l'épidémie.

9° En se basant sur tout ce qui précède, il est possible de prévoir à l'avance la distribution la plus vraisemblable dans le temps des épidémies grippales.

CHAPITRE VIII

Corrélation entre les oscillations de l'activité électrique du soleil et les épidémies de la fièvre récurrente.

Etant donné que la symptomatologie du typhus récurrent n'a été établie qu'au siècle dernier, grâce à la découverte par Obermayer du spirille, agent pathogène de cette affection, il ne peut être question d'en étudier l'historique durant les siècles précédents. Même vers le milieu du siècle dernier, le diagnostic différentiel des affections typhiques était encore rudimentaire. C'est pour cela que notre précis historique ne peut commencer qu'en l'année 1816, quand la fièvre récurrente se manifesta avec une grande violence en Angleterre et surtout en Irlande.

C'est exactement en 1816 qu'eut lieu le maximum de l'activité solaire. En se basant sur le nombre de Wolf-Wolfer, cette activité représentait S = 45,8 (1).

Vers la fin de 1816, l'épidémie de fièvre récurrente éclata en Irlande où elle sévit en 1817 et 1818. De nombreux médecins anglais attribuent l'épidémie de 1816-1819 à la fièvre récurrente (*relapsing fewer*) tout en la considérant comme voisine du typhus exanthématique.

L'apparition suivante de la fièvre récurrente en Europe eut lieu 10-11 années après, en 1826 (Irlande). En 1827-1828 la maladie s'aggrave brusquement et, selon Marchison, c'est à partir de cette époque seulement que la symptomatologie de la fièvre récurrente a pu être fixée avec une précision suffisante. Cette apparition de la maladie eut également lieu l'année du maximum d'intensité de l'activité solaire, quand le nombre relatif annuel des taches oscillait entre 50 et 70. Le maximum solaire se rapporte aux années 1829-1830.

On considère que l'apparition suivante de la maladie a eu lieu en 1843, année où elle fut observée en Angleterre. C'est l'année d'un minimum (S = 10,7). En effet l'épidémie typhique ne prit que de faibles proportions et sa mortalité fut peu élevée. On peut remarquer ici que 2 années déjà

(1) En plusieurs endroits, nous remplaçons *r* (chiffre relatif des taches solaires d'après Wolf-Wolfer) par la lettre S (soleil).

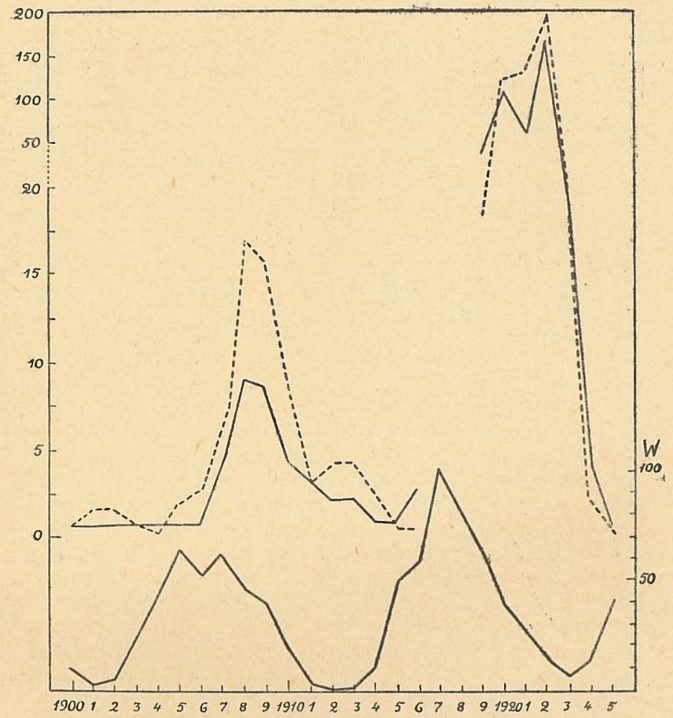

Fig. 50. — Morbidité de la fièvre récurrente en Russie et en U.R.S.S. de 1899 à 1925 (en trait plein) et en Ukraine (en pointillé) pour une population de 10.000 habitants (d'après Dobreitzer). *Courbe inférieure*: activité solaire.

avant 1843, en 1841-1842, quand l'activité solaire oscillait entre S = 37 et S = 25, il y eut en plusieurs endroits d'Europe des poussées endémiques de typhus récurrent.

Ensuite, en 1848, année du maximum solaire (S = 124,3) une épidémie de fièvre récurrente se produisit en Irlande avec un fort pourcentage de mortalité. En même temps, la maladie pénétra en Angleterre et de là en France (fièvre de rechute). Tout en s'atténuant progressivement, la fièvre récurrente se maintint en Angleterre jusqu'à l'année du minimum 1856 (S = 4,3), après quoi elle disparut définitivement de ce pays.

La poussée suivante se produisit à Odessa en 1863 et à Pétersbourg en

1864, ce qui coïncide avec une activité solaire assez forte, quoique déjà au déclin (en 1863, S = 44 — en 1864, S = 47). A Pétersbourg, l'épidémie de fièvre récurrente, tout en diminuant progressivement, se maintient jusqu'à l'année du minimum 1867 (S = 7,3).

Enfin, la diffusion pandémique suivante en Europe correspond exactement à une intense activité solaire (comparativement aux périodes précédentes) des années 1868-1872. Voici les nombres relatifs de Wolf-Wolfer pour cette période : 1868 S = 37,3 ; 1869 S = 73,9 ; 1870 S = 139,1 ; 1871 S = 111,2 ; 1872 S = 101,7.

Pendant ces années, on observera non seulement une rapide diffusion de l'épidémie, mais également une forte mortalité.

Depuis cette période, la fièvre récurrente a décliné rapidement dans la plupart des pays européens, probablement grâce aux facteurs prophylactiques. Mais elle demeure en Russie où elle se manifeste d'une façon endémique. Il était donc intéressant d'éclaircir la question de savoir si dans le pays russe la fièvre récurrente suit certaines règles déterminées. Et cela me paraissait d'autant plus intéressant, que je n'ai point trouvé à Moscou de données statistiques concernant la fièvre récurrente dans les pays autres que la Russie.

La plus complète statistique des cas de fièvre récurrente est celle de la Russie d'Europe où elle est dressée depuis 1883, c'est-à-dire depuis la période immédiatement consécutive à celle de l'activité maximale du soleil (1870). Un coup d'œil rapide sur la statistique permet de noter une alternance régulière des valeurs numériques. Cette alternance manifeste une périodicité coïncidant nettement avec la périodicité de l'activité solaire. Ainsi dans les années de l'activité maximale 1883-1885, quand S = 63-52, nous avons le plus grand nombre de malades, qui diminue ensuite progressivement jusqu'à la période du minimum. La même statistique indique une augmentation du nombre des malades en 1906-1909 et en 1917-1918, époques du maximum. Les données réunies peuvent être présentées dans le tableau suivant :

Périodes de l'activité solaire (minima 1-8) maximum 2	Nombre moyen de Wolf-Wolfer pour la période trisannuelle de l'activité solaire	Périodes d'épidémie de fièvre récurrente	Nombre moyen de Wolf-Wolfer pendant les périodes des épidémies	Mortalité approximative
I. max. 1815-1817....	40,7	1816-1818	39,1	Considérable
II. max. 1828-1830.....	66,8	1827-1828	56,1	Elevée
I. min. 1842-1844.....	16,6	1842-1843	17,4	Moyenne
III. max. 1847-1849.....	106,2	1848-1849	110,1	Considérable
IV. max. 1859-1861.....	88,9	1863-1869	45,5	Considérable
V. max. 1869-1871.....	108,0	1869-1872	106,7	Elevée
VI. max. 1882-1884.....	62,3	1883-1885	59,8	Moyenne
VII. max. 1905-1907.....	59,7	1906-1909	54,7	Considérable
VIII. max. 1916-1918.....	80,5	1919-1920	50,6	Considérable

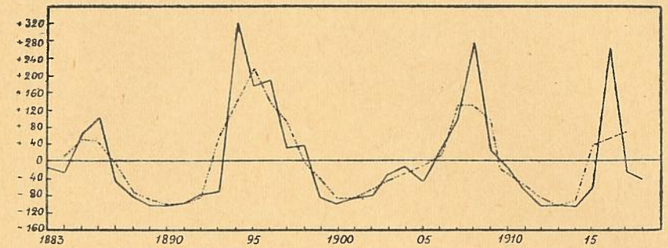

FIG. 51. — La fièvre récurrente à Moscou de 1883 à 1918. Fluctuations des valeurs empiriques y, des valeurs théoriques Y, en %.

——— $\frac{y-Y}{Y} = 100$

----- la même courbe égalisée sur 3 points.

Il est indispensable de remarquer que la statistique de la fièvre récurrente en Russie ne présente pas la précision indispensable à cette sorte de document : au siècle dernier, un certain nombre de départements n'avaient pas de statistique médicale, ou bien les établissaient d'une manière peu scrupuleuse et à de grands intervalles. Nous donnerons seulement le diagramme de la morbidité pour la période 1899-1925 : pour cette période les nombres sont dignes de créance.

Je considère la statistique de la ville de Moscou depuis 1883 jusqu'à 1918 comme la plus exacte de toutes celles qui existent. Le diagramme 53 permet de confronter la courbe de la maladie avec la courbe synchronique

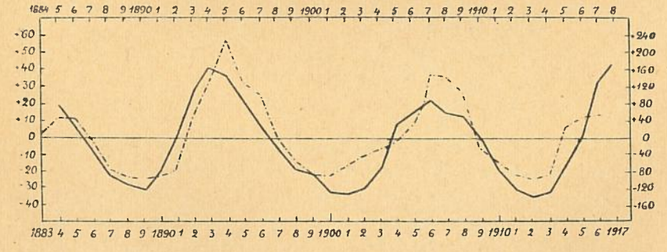

FIG. 52. — Superposition des fluctuations de la fièvre récurrente déplacées d'une année à gauche (en pointillé) et des fluctuations de l'activité solaire. Coefficient de la corrélation : r = +0,88 ± 0,03.

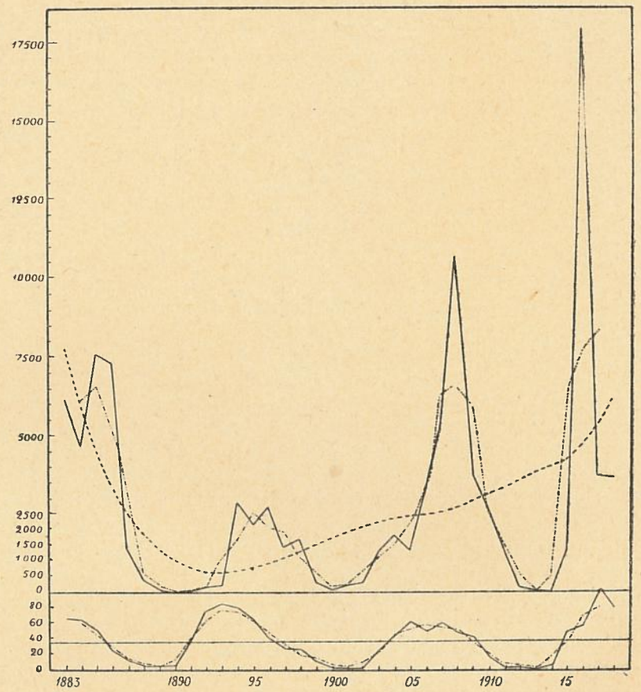

Fig. 53. — *Courbe supérieure* : morbidité de la fièvre récurrente à Moscou de 1883 à 1918.

——— série empirique.
- - - - - égalisé sur 3 points.
- - - - - égalisé sur parabole de 4e rang.

Courbe inférieure : activité des taches solaires.
——— rang empirique,
- - - - - rang égalisé.

de l'activité solaire. Un parallélisme remarquable dans la marche des deux courbes se manifeste ici nettement.

En étudiant les courbes de la figure 52, il est facile de constater un parallélisme dans la marche de la fièvre récurrente et les nombres de Wolf-Wolfer. Cette coïncidence se manifeste tous les ans pendant 35 ans, durant lesquels nous avons 4 maxima et 3 minima de l'activité solaire. Est-ce que cela ne démontre pas une étroite dépendance causale des

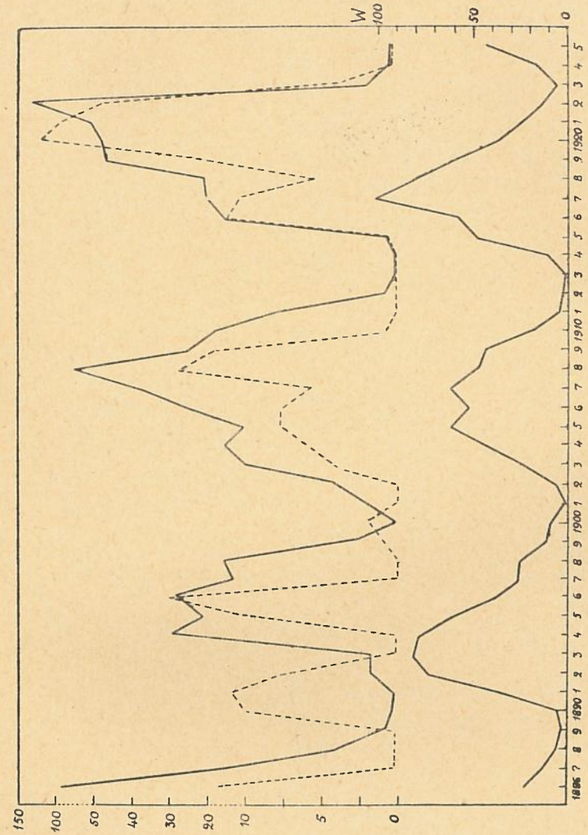

Fig. 54. — Morbidité de la fièvre récurrente à Moscou (ligne pleine) et à Leningrad (en pointillé) de 1886 à 1925, pour une population de 10.000 habitants (d'après Dobreitzer). La courbe inférieure représente l'activité solaire.

aggravations et des atténuations de la fièvre récurrente par rapport aux oscillations physico-chimiques de notre milieu, qui dépend lui-même des changements puissants et périodiques de l'activité solaire ?

Les courbes 54 et 55 que nous rapportons, concernant la morb dité et la mortalité de la fièvre récurrente, confirment tout ce qui précède. Il reste à signaler un synchronisme complet entre la morbidité et la mortalité à Moscou et à Léningrad. Ce synchronisme plaide en faveur de

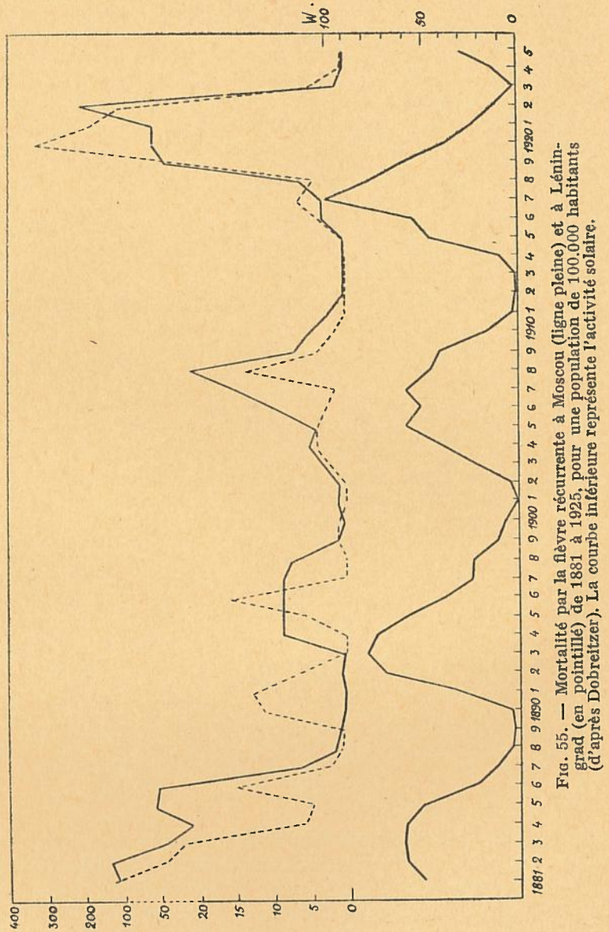

FIG. 55. — Mortalité par la fièvre récurrente à Moscou (ligne pleine) et à Léningrad (en pointillé) de 1881 à 1925, pour une population de 100.000 habitants (d'après Dobreitzer). La courbe inférieure représente l'activité solaire.

l'existence d'une cause commune qui conditionne les oscillations dans les phénomènes que nous étudions.

On peut, certes, nous faire les objections suivantes : Bien que les montées et les chutes de la courbe de la fièvre récurrente coïncident avec les manifestations correspondantes de l'activité solaire, certaines parties de cette courbe coïncident également avec des phénomènes bien déterminés de la vie sociale et économique du pays, comme avec les périodes de la famine de 1892-1893 et avec les mouvements révolutionnaires de 1905-1907 et 1917-1918.

L'apparition de la fièvre récurrente, comme on le sait, est principalement favorisée par les mauvaises conditions hygiéniques (habitations sales et surpeuplées pendant les troubles sociaux et les catastrophes naturelles).

Il va de soi qu'il est impossible de nier l'influence de ces facteurs sur l'importance numérique de la morbidité ; les fluctuations des conditions de la vie sociale et économique doivent incontestablement renforcer et même provoquer telle ou telle épidémie. Mais il serait illégitime de donner aux phénomènes socio-économiques indiqués une importance exclusive et de les considérer comme les seuls facteurs étiologiques de l'épidémie. L'histoire connaît des troubles sociaux extrêmement violents et qui n'ont pas été accompagnés d'épidémie. La marche des courbes de la fièvre récurrente suit d'une façon évidente la marche des nombres de Wolf-Wolfer, non seulement aux époques des maxima, mais également des minima, et pendant les années dépourvues de toutes secousses sociales, ce qui est très remarquable.

Si nous regardons en même temps la fig. 54, l'influence du facteur économico-social se manifestera clairement dans la hauteur des bonds de la fièvre récurrente. Cette hauteur se montre variable au cours des époques importantes au point de vue économico-social. Il n'existe pas de parallélisme absolu entre les nombres de la morbidité et ceux de Wolf-Wolfer. Ce manque de parallélisme dépend aussi des variations dans l'importance de la population, car nous avons pris pour l'établissement de nos graphiques des nombres absolus, et non pas relatifs. Malgré cela, nous n'avons pas de raison de rejeter l'influence des changements du milieu extérieur et d'expliquer tout par les facteurs d'ordre économico-social. Tous les facteurs, qu'ils viennent du milieu extérieur ou du milieu social, concourent à fournir un complexe dont l'influence se traduit par la marche singulière de la courbe. Comment pourrions-nous autrement expliquer le fait qu'une série d'affections épidémiques présente une tendance à se modifier pendant les années de l'activité maximum du soleil avec une périodicité de 11 années, indépendamment des conditions sociales et économiques ?

CHAPITRE IX

Corrélation entre les oscillations de l'activité électrique du soleil et les épidémies de peste.

Tournons nos regards vers la toute-puissante épidémie et essayons de découvrir une dépendance quelconque entre l'apparition, l'intensité et la diffusion de ce mal et l'activité des taches solaires. Les ravages de cette cruelle maladie nous sont rapportés depuis la plus haute antiquité. Ses effets dévastateurs sont décrits en plusieurs endroits de la Bible. Les écrivains et historiens grecs, comme Homère, Platon, Hérodote, Thucydide, Hippocrate, ainsi que les latins, Tite-Live, Tacite et d'autres encore parlent des épidémies de peste. César, dans le IIe livre de la *Guerre civile*, rapporte les méfaits de celle qui a sévi en 49 avant J.-C.; Virgile et Ovide décrivent aussi la terrible maladie. De grandes épidémies de peste nous sont connues, qui portent le nom de peste d'Orose (125), peste d'Antonin et de Galien (165-168), peste de Cyprien (251-266), peste de Justinien (531-580) (1). Il n'existe pas d'indications précises concernant les symptômes de la maladie dans les descriptions de ces antiques épidémies, mais la peste de Justinien était une vraie peste bubonique dans le sens actuel du mot. Haeser considère, d'après des données historiques valables, que c'est en Egypte que naquit la peste bubonique ; des épidémies graves de cette maladie y ont eu lieu sans conteste 300 années avant l'ère chrétienne. Rufus d'Ephèse, contemporain de Trajan (fin du Ier siècle et début du IIe siècle) nous fournit les premières descriptions plus ou moins détaillées de la symptomatologie de la peste bubonique apparue en Egypte. Du VIe au XIIIe siècle inclus, on trouve rarement des mentions relatives aux effets dévastateurs des épidémies de peste, mais il est difficile de considérer les indications historiques de ces époques comme exactes.

(1) Voir Albert Colnat : *Les Epidémies et l'Histoire* (Collection Hippocrate.)

Au IXe siècle sévit une cruelle épidémie de peste dans toute l'Europe. Au XIe siècle, elle apparaît pour la première fois en Pologne et en Russie. Au XIIIe siècle, elle dévaste la Syrie, la Grèce, l'Italie et d'autres contrées européennes, ainsi que les armées croisées de Baudoin. C'est au XIVe siècle qu'elle atteint une puissance et une diffusion sans exemple dans l'histoire. Connue sous le nom de la Mort Noire (*mors nigra*), elle apparaît en Chine ; la pandémie se propage ; elle atteint les bords de la mer Caspienne, de la mer Noire et de la Méditerranée et, de là, elle envahit toute l'Europe où elle enlève en peu de temps le quart de la population.

Les épidémies de peste ont fait au XIVe siècle 25 millions de victimes (Hecker). A la même époque, en Orient, 23 millions d'hommes sont morts de la peste, selon les chiffres fournis au pape Clément.

Selon le témoignage des historiens, des villes entières avaient perdu tous leurs habitants, le commerce avait cessé, les mœurs s'étaient relâchées et la vie sociale s'était presque éteinte.

En Russie, à partir du XIe siècle, les épidémies de peste n'étaient pas rares, mais c'est aux XVe, XVIe et XVIIe siècles qu'elles sont devenues particulièrement fréquentes. Au XVe siècle, la peste en Europe ne s'est pour dire jamais éteinte ; elle s'aggravait et s'atténuait à tour de rôle, se manifestant tantôt à l'ouest, tantôt, le plus souvent, à l'est. On peut dire la même chose du XVIe et de presque tout le XVIIe siècle ; ce n'est que vers la fin du XVIIe que l'Europe a pu se reposer des terreurs de la peste. Mais déjà, au début du XVIIIe, une nouvelle épidémie apparaît, suivie de plusieurs autres. Au XIXe siècle, la peste se trouve localisée en Egypte, en Algérie, en Perse et en Arménie d'où elle se propage en Europe. De plus, elle se manifeste périodiquement aux Indes d'où elle est diffusée en Asie et en Afrique.

L'épidémiologie de la peste est incapable d'expliquer pourquoi les épidémies et les pandémies de la peste apparaissent et se propagent, dans une certaine mesure, arbitrairement. Il n'existe aucune donnée positive concernant l'influence sur la marche de la peste des phénomènes aussi importants que les chutes atmosphériques ou bien le niveau des eaux du sol ; mais il apparaît que le climat et la température, ainsi que les conditions sociales et hygiéniques, sont loin de jouer le dernier rôle dans la propagation de la peste. Pourtant le climat et la température, aussi bien que certaines conditions sociales et hygiéniques, se rencontrent tous les ans en de nombreux endroits du globe, et pourtant les épidémies de peste ne les accompagnent pas toujours.

« La cause de la maladie, écrit Haeser de la peste, est recouverte d'une grande obscurité ; la température, le climat, demeurent sans aucune influence, sinon sur l'origine du mal, tout au moins sur sa propagation qui a lieu en toutes saisons, aussi bien dans les plaines qu'à 10.000 pieds au-dessus du niveau de la mer. »

Plus loin cet auteur écrit : « La peste en Egypte se développe spontanément. Cela était déjà dans l'antiquité considéré comme un fait indéniable, mais les causes de ce phénomène sont tout aussi obscures qu'il y a 2.000 ans. »

De plus, la peste peut envahir des régions habitées par une population très raffinée, et, par contre, dans certains pays, la présence de toutes les conditions susceptibles de contribuer à l'éclosion d'une épidémie n'en provoquent point, bien que des cas isolés, importés du dehors, soient constatés par les bactériologistes. Par conséquent, les microorganismes existent, qui auraient pu à un autre moment provoquer une poussée de cette maladie.

L'étude de l'épidémiologie de la peste a démontré que l'absence des cas de peste pendant un temps assez long dans une région ne signifie pas l'absence du virus pesteux dans cette région. Alors que depuis 10 ans le virus pesteux se conservait et se multipliait chez les rats, on a constaté dans certains endroits que les hommes demeuraient indemnes.

Ainsi reste entière la question concernant les facteurs qui modifient le pouvoir pathogène du virus pesteux, et qui par cela même donnent naissance aux épidémies, ou bien au contraire arrêtent leur marche victorieuse. Cette question est une des énigmes de l'épidémiologie contemporaine.

Sans approfondir ici les nombreuses observations concernant la marche de la peste, nous nous bornerons dans ce travail à confronter la chronologie complète des épidémies de la peste avec les données sur l'activité solaire.

Le tableau chronologique des pages 138, 139 et 140 est dressé d'après les sources les plus complètes : les études historiques sur la peste de Haeser, Hirsch, Hecker, Derbeck, etc. Dans ce tableau figurent toutes les dates trouvées chez ces chercheurs ; il n'en a été fait aucun choix arbitraire.

Il se peut qu'en essayant de réunir toutes les indications sur les petites épidémies de peste nous eussions obtenu une suite ininterrompue d'années où fussent signalée une épidémie de peste dans un endroit ou dans un autre, car le virus pesteux ne disparaît pas de la surface de la terre et se manifeste toujours par des épidémies plus ou moins violentes. Ainsi, aux XIVe, XVe et XVIe siècles, de nombreuses décades se sont signalées par des épidémies de peste explosant tous les ans, tantôt dans un pays, tantôt dans un autre. Mais de cette série ininterrompue ressortirait toujours les plus importantes épidémies, tant par l'ampleur des territoires frappés, que par le nombre des malades et le pourcentage de la mortalité.

Quelles conclusions pouvons-nous tirer de l'examen de ce tableau ? Il devient évident que la majorité des épidémies de peste du VIe au XVIIe siècle correspond aux dates des maxima solaires. Mais le XVIIIe apporte une dissonance dans cette corrélation. Au XIXe siècle, sauf dans un cas, les époques des épidémies de peste coïncident à tour de rôle, soit aux époques des maxima, soit aux époques des minima. D'après ce dernier résultat, il y aurait lieu peut-être de conclure qu'il n'y a aucune règle dans les rapports entre les épidémies de peste et les périodes de maxima solaires et que ces épidémies peuvent se développer aussi bien pendant les maxima que pendant les minima. Mais pour les siècles précédents les épidémies se répartissent assez exactement par rapport à l'intensité maximum de l'activité solaire. Comment concilier ces données contradictoires ? Est-ce qu'elles n'incitent pas le microbiologiste à de nouvelles conclusions sur les modifications de la vitalité des virus pesteux au cours du siècle dernier ? D'après la chronologie et la statistique des épidémies de peste au cours des siècles précédents, on peut constater qu'elles frappaient l'humanité rarement, mais avec une violence extrême, alors qu'au XIXe siècle la peste est devenue plus fréquente, mais avec une mortalité en général plus faible. C'est là une question fort complexe.

D'autre part, on peut supposer qu'aux siècles écoulés et surtout dans l'antiquité les chroniqueurs n'enregistraient pas toutes les épidémies, mais seulement les plus désastreuses. Ainsi nous aurions pour les siècles écoulés la liste des plus importantes épidémies seulement. Il se trouve que l'immense majorité de ces épidémies coïncide avec l'activité maximum du soleil.

En effet, si nous additionnons pour l'intervalle VIe-XIXe siècles le nombre des époques de l'activité solaire maximum et minimum coïncidant avec ces épidémies de peste, nous obtenons le tableau ci-dessous. Ce tableau démontre que 35 % des épidémies de peste correspond aux minima solaires :

VIe-XVIIe siècles	max.	37
	min.	17
XVIIIe siècle	max.	7
	min.	5
XIXe siècle	max.	8
	min.	6
VIe-XIXe siècles	max.	52 = 65 %
	min.	28 = 35 %

Nous n'attachons qu'une importance très relative à ce calcul : mais il est impossible de ne pas remarquer que les oscillations de l'activité solaire semblent exercer une certaine influence sur la distribution des épidémies de peste dans le temps. Cette influence pourrait se manifester en ce sens que les années d'activité solaire intense, les épidémies de peste

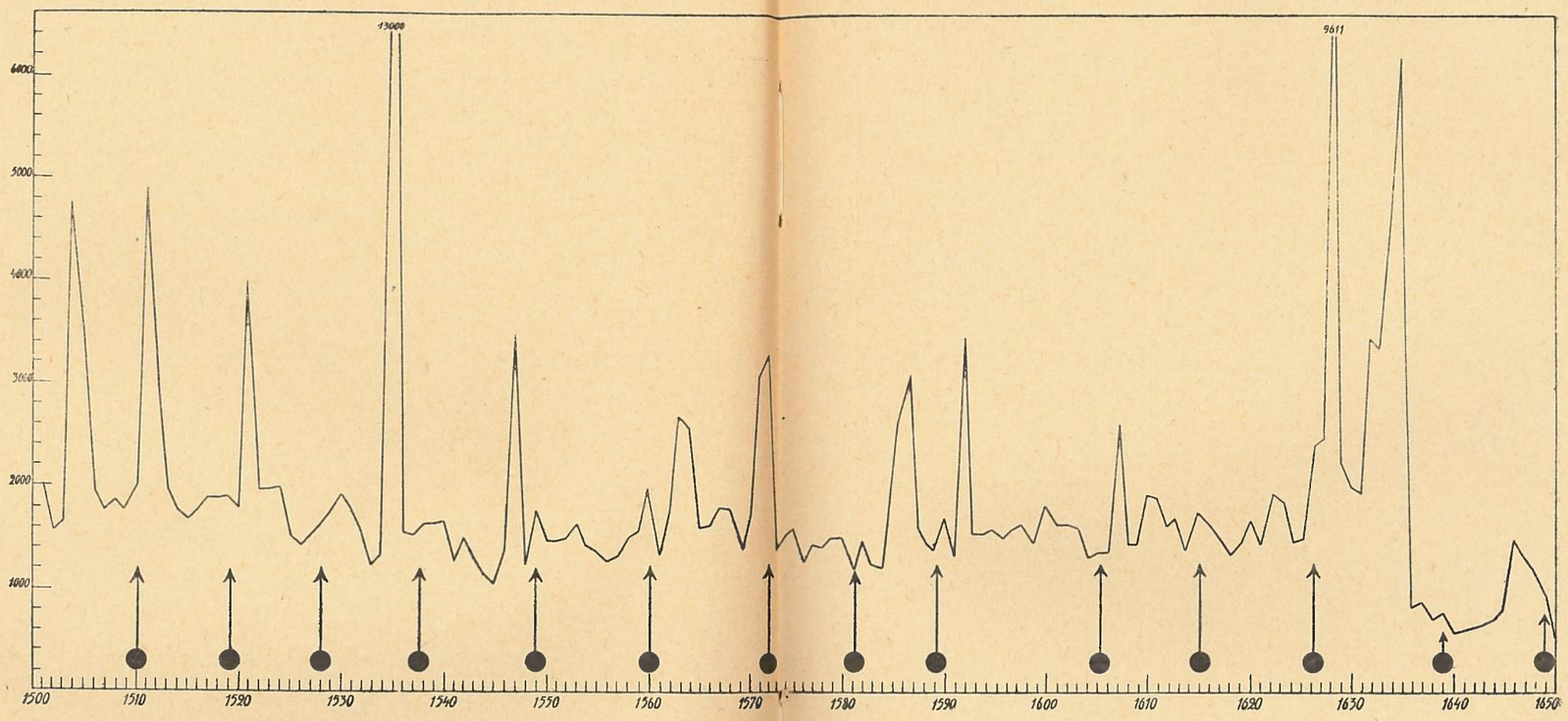

FIG. 56. — Mortalité à Augsbourg de 1501 à 1650 (d'après Roesle). Les poussées de la courbe représentent la mortalité par les épidémies, principalement de peste. Les ronds noirs représentent les années des maxima solaires.

CHRONOLOGIE DES ÉPIDÉMIES DE PESTE ET DES ÉPOQUES DE L'ACTIVITÉ SOLAIRE

Epoque de l'activité solaire (maximum et minimum)	Epoques des épidémies de peste	Pays des épidémies
	430-425 avant J.-C.	Ethiopie, Libye, Attique.
	396 —	Sicile.
	49 après J.-C.	Le littoral de la Méditerranée.
	125 —	Le littoral de la Méditerranée.
	165-168-180 —	Mésopotamie, Rome, Gaule, Espagne.
	251-266 —	Egypte.
Max. 502	503 —	La Provence.
Max. P. (probable) 514.	517 —	
Max. 535	531 —	Egypte, Syrie, Perse.
	536-542-589 —	Arabie, Asie Mineure et Europe.
Min. P.	1090-1092 —	Russie (Kiev et les environs).
Max. 1129	1128 —	Novgorod (Russie).
Max. 1185	1187 —	Novgorod, Russie Blanche.
Max. P. 1214	1215 —	Novgorod.
Max. P. 1225	1226 —	Novgorod.
Min. P.	1229-1231 —	Russie.
Max. 1238	1237 —	Pskov (Russie).
Max. 1269	1271 —	Russie.
Max. 1276	1278 —	Russie.
Max. 1318	1318 —	Tver (Russie).
Max. P. 1334-1336	1334 —	Chine orientale.
	1346 —	Turquie.
Min. P. 1348	1347 —	Espagne.
	1349-1350 —	Europe et Asie.
Max. 1353	1352-1353 —	Russie centrale.
	1356 —	Brabant.
	1357 —	Nombreux pays d'Europe.
Min. P.	1359 —	Italie (Florence).
	1360 —	Italie, Allemagne, Pologne.
	1361 —	Italie, Russie.
	1363 —	Littoral baltique.
Max. 1365	1364-1370 —	Russie.
	1369 —	Angleterre.
Max. 1372	1372 —	Pologne.
	1374 —	Italie.
Max. 1383	1382 —	Allemagne, Italie, Grèce, France, Espagne, Angleterre.
Min. P.	1388-1390 —	Pskov, Novgorod.
Max. P. 1402	1404-1406-1409 —	Pskov, Novgorod.
	1417 —	Novgorod.
Min. P.	1419 —	Pskov.
Max. P.	1424-1427 —	Moscou, Novgorod, Pskov.
Min. P.	1435-1440 —	Allemagne.
	1442-1443 —	Pskov.
Max. 1446	1449 —	Allemagne et d'autres pays.
Max. 1461	1460 —	Allemagne.
Min. P.	1465-1467 —	Pskov, Novgorod.
Max. P. 1472	1473 —	Allemagne.
Min. P.	1478 —	Espagne.
Max. P. 1483	1482 —	Allemagne, Espagne.
	1485 —	Allemagne.
Min. P.	1487 —	Pskov.

Epoque de l'activité solaire (maximum et minimum)	Epoques des épidémies de peste	Pays des épidémies
	1488-1489 —	Espagne.
Max. 1490	1493-1495 —	Italie, Espagne, Suisse.
	1497 —	Espagne.
Max. P. 1500	1502-1509 —	Allemagne, Hollande, Italie.
Min. P.	1506-1508 —	Novgorod, Smolensk.
Max. 1511	1514 —	Allemagne, Hollande, Italie.
Max. 1520	1521-1520 —	Pskov, Novgorod, Smolensk.
Max. 1527	1527 —	Milan.
Min. P.	1532-1533 —	Pskov.
Min. P.	1543 —	Pskov, Novgorod, Smolensk.
Max. 1551	1551 —	Livonie.
	1552-1554 —	Pskov, Polotsk, Moscou.
Min. P.	1555 —	Italie.
Max. 1560	1557-1573 —	Europe méridionale.
	1561-1567 —	Novgorod, Smolensk.
Max. 1572	1571 —	Allemagne, Russie.
	1575-1577 —	Italie.
Max. 1581	1582-1585 —	Allemagne, Espagne.
	1592 —	Pskov, Novgorod.
Max. 1588-1691	1593-1600 —	Turquie, Allemagne, Espagne.
Max. 1605	1603-1613 —	Russie, Allemagne, Suisse, France, Angleterre.
Min. 1619	1620 —	Italie.
Max. 1626	1629-1631 —	Italie.
Min. 1634	1635-1637 —	Hollande, Italie, France.
Max. 1639	1638 —	Flandre.
	1654-1657 —	Russie, Turquie, Hongrie, Italie,
Min. 1655		Allemagne, France, Hollande.
	1658 —	Livonie.
	1665-1666 —	Angleterre, France, Suisse, Italie,
Min. 1666		Allemagne.
	1669 —	Angleterre, France, Suisse, Italie, Allemagne.
Max. 1675	1675-1684 —	Afrique du Nord, Turquie, Pologne, Bohême, Hongrie, Allemagne, Espagne, Italie, Pays-Bas.
Max. 1693	1692-1693(1696) —	Astrakhan, Italie.
	1703-1704 —	Turquie, Ukraine, Allemagne,
Max. 1705		Scandinavie.
	1706-1712 —	Turquie, Allemagne, Hongrie, Ukraine, Danemark, Norvège, Livonie.
Min. 1712	1713 —	Hongrie, Autriche, Bohême.
Max. 1718	1718 —	Turquie, Ukraine, Pologne, Hongrie, Transylvanie.
	1720-1722 —	France méridionale.
Max. 1727	1727-1728 —	Astrakhan, Crimée, Perse, Asie, Mineure, Syrie, Egypte, Archipel égéen.
Max. 1738	1738-1739 —	Turquie, Hongrie, Ukraine.
Min. 1745	1743 —	Messine.
Min. 1755	1755-1757 —	Valachie.
Max. 1761	1760-1762 —	Alep.
Max. 1769	1769-1771(1763) —	Moldavie, Pologne, Ukraine, Moscou.
Max. 1778	1780-1781 —	Ukraine.

Epoque de l'activité solaire (maximum et minimum)	Epoques des épidémies de peste		Pays des épidémies
Min. 1784	1783-1784	—	Dalmatie, Ukraine.
	1785-1786	—	Transylvanie.
	1795-1796	—	Slovaquie.
Min. 1798	1797-1798	—	Volhynie.
	1799-1800	—	Syrie, Egypte.
	1802-1803	—	Turquie (Constantinople).
	1802-1808(1817)	—	Caucase.
Max. 1804	1806-1808	—	Turquie (Constantinople).
	1806-1808	—	Astrakhan.
	1807-1808	—	Saratov.
	1809	—	Smyrne, les régions de la Volga.
Min. 1810	1812	—	Egypte, Turquie, Caucase, Odessa.
	1813	—	Bucarest.
	1814-1815	—	Egypte.
	1815-1816	—	Indes, Archipel égéen, Pays slaves, Italie.
Max. 1816	1815-1821	—	Indes, Algérie, Turquie.
	1818	—	Caucase.
	1819	—	Bessarabie.
	1820	—	Baléares.
Min. 1823	1823	—	Indes.
	1824-1825	—	Bessarabie.
	1828-1830	—	Moldavie, Valachie, Caucase.
Max. 1830	1829-1830	—	Russie méridionale.
	1830	—	Turquie, Roumanie.
	1835-1837	—	Odessa.
	1836-1838	—	Indes, Turquie, Roumanie, Odessa.
Max. 1837	1838(1843)	—	Caucase.
	1840-1844	—	Dalmatie, Syrie, Egypte, Caucase.
	1841	—	Corfou.
Min. 1843	1845	—	Turquie.
Max. 1848	1846-1849-1852	—	Indes.
	1853	—	Arabie.
Min. 1856	1856-1867	—	Mésopotamie.
	1858	—	Tripoli.
	1870	—	Perse.
	1871-1873	—	Chine.
Max. 1870	1873-1875	—	Mésopotamie.
	1874	—	Arabie.
	1875-1876	—	Turquie.
	1876-1877	—	Indes.
Min. 1878	1877-1879	—	Astrakhan, Caucase.
	1878	—	Chine.
	1881-1883	—	Perse.
Max. 1883	1885-1886	—	Perse.
	1889-1899	—	Arabie.
Min. 1889	1890-1892	—	Perse.
	1893-1896	—	Indochine, Chine.
Max. 1894	1897	—	Perse, Chine, Japon.
	1898	—	Chine, Japon, Indes.
Min. 1901	1899	—	Régions de la mer Caspienne.

Remarque. — Il y a lieu de noter que certaines dates indiquées concernant les maxima de l'activité solaire peuvent être discutées. Il faut considérer ce tableau comme un premier essai de confronter entre eux les phénomènes indiqués.

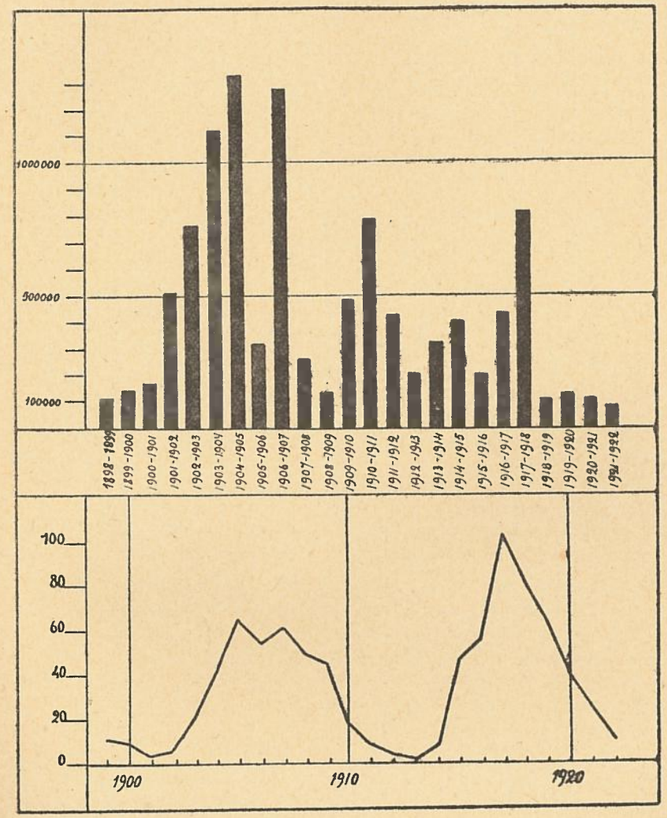

Fig. 57. — Diagramme de la mortalité de la peste aux Indes (d'après Zabolotny) de 1898 à 1922. Au-dessous : la courbe de l'activité solaire.

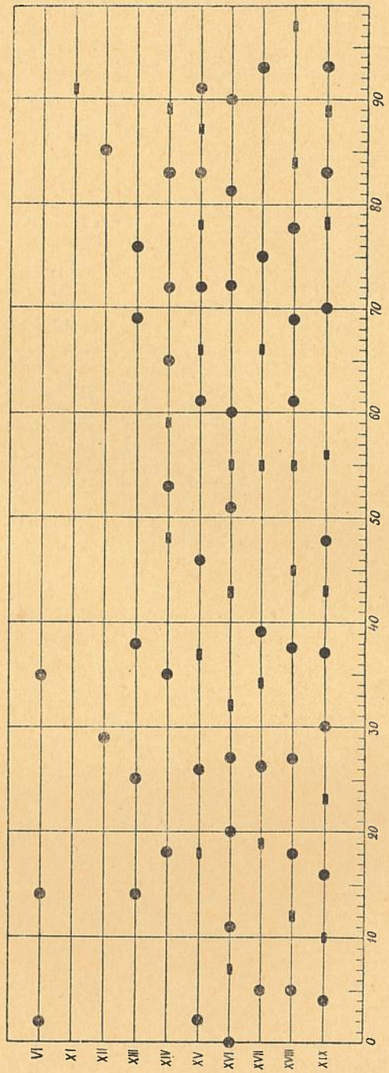

FIG. 58. — Diagramme de la distribution dans le temps des épidémies de peste, en rapport avec l'activité périodique du soleil, du VIe au XXe siècle.
Les ronds noirs représentent les dates des épidémies de peste correspondant aux maxima solaires.
Les traits noirs représentent les dates des épidémies de peste correspondant aux minima solaires.

ont plus de chance d'apparaître et de se propager que pendant les années de faible activité. D'ailleurs les épidémies de peste ne sont pas une rareté pendant les années de minimum, et sous ce rapport elles présentent une particularité intéressante dont l'étude donnera peut-être un jour de fructueux résultats.

Nos diagrammes 56 et 57 représentent la répartition aux Indes des épidémies de peste, de 1898 à 1922 et à Augsbourg de 1501 à 1650. On voit sur le diagramme de la mortalité par la peste aux Indes que les épidémies ont eu lieu aussi bien aux époques maxima que minima, avec cette différence, toutefois, qu'à l'époque du minimum (1912-1913) la mortalité par la peste était plus faible qu'à l'époque précédente.

L'autre diagramme est beaucoup plus intéressant. Il est emprunté au travail inédit de Roesle : *Die Bewegung der Bevölkerung in der stadt Augsbourg seit dem Jahre* 1501 (1).

Ce diagramme représente le mouvement de la mortalité à Augsbourg ; conformément à cette ancienne statistique, les rebondissements brusques correspondant aux années de fortes épidémies, de peste surtout. Roesle note les années épidémiques suivantes dont un grand nombre sont dues à la peste : 1504-1505, 1511-1512, 1521, 1535-1536, 1546-1547, 1563-1564, 1571-1572, 1585-1586, 1592, 1607, 1626-1628, 1632-1635.

Les époques correspondantes des maxima solaires, d'après Fritz, Sviatski et Wolf, tombent en 1510, 1519, 1528, 1537, 1549, 1560, 1572 1581, 1589, 1605, 1615, 1626, 1639 et 1649.

La statistique ultérieure (du XVIIe au XXe siècle) ne note plus d'épidémies de peste, et pour toute cette période de 250 années la courbe n'accuse que trois rebondissements. Ainsi nous constatons que les années de grande mortalité s'accordaient assez bien avec les années de l'activité solaire maximum. Mais pouvons-nous, d'après ce qui précède, parler maintenant de la périodicité des épidémies de peste en rapport avec l'activité solaire ? Cette sorte de conclusion serait pour le moins prématurée, bien qu'elle apparaisse parfois assez nettement. Elle a été perçue par Evagre au VIe siècle et ensuite par de Vinario. Je puis indiquer ici que les années 1371 et 1382, données par ce dernier auteur, coïncident exactement avec les années solaires maximales.

Une des premières tentatives pour déterminer la périodicité des épidémies de peste appartient, autant que je sache, au savant allemand Meves. Toutefois le choix absolument arbitraire des dates historiques, l'absence de tout critère, la haute fantaisie des conclusions, enlèvent toute valeur à la tentative de Meves.

Pour l'instant, nous ne pouvons que constater une certaine dépendance

(1) *Mouvement de la population dans la ville d'Augsbourg depuis l'année* 1501. C'est une des plus anciennes statistiques du mouvement de la population.

des épidémies de peste par rapport aux maxima solaires, et limiter ainsi notre conclusion. Nous avons peu de raisons de construire des hypothèses sur les raisons qui conditionnent ce fait. Les radiations solaires spécifiques agissent-elles, aux périodes des maxima, directement sur le virus pesteux, ou bien contribuent-elles à la multiplication et aux épizooties de rongeurs, lesquels avec les parasites [puces] sont les causes de terribles épidémies ?

La solution de cette question appartient à l'avenir.

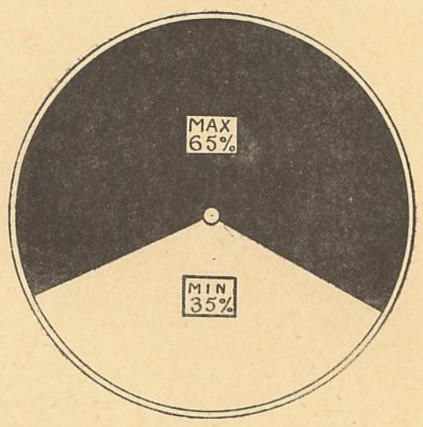

FIG. 59. — 65 % des épidémies de peste correspondent aux maxima de l'activité solaire et 35 % aux minima.

CHAPITRE X

Corrélation entre les oscillations de l'activité électrique du soleil et les épidémies de diphtérie.

Les épidémies de diphtérie présentent un rapport particulièrement intéressant avec l'activité périodique du soleil.

Les renseignements historiques sur la diphtérie sont maigres. Mais les annalistes et les chroniqueurs ont signalé cette affection, et ceci démontre qu'elle était loin d'être une rareté au moyen âge. Haeser remarque cependant qu'on ne peut parler avec certitude que d'un certain nombre d'épidémies de caractère nettement diphtérique. Ainsi il enregistre comme diphtérique l'épidémie de 580 (d'après la chronique de saint Denis), celle de Rome (856 et 1039), de Byzance (1004). Les maxima solaires, d'après les données des aurores boréales tombent respectivement en 597, 860, 1002-1005 et 1039. Plus tard, les renseignements sur les épidémies diphtériques deviennent plus incertains. L'histoire de la diphtérie dans les temps modernes s'ouvre sur les travaux de l'espagnol Gutierrez, au XVe siècle. Les premiers renseignements sur la diphtérie au XVIe siècle concernent les années 1517-1518, époque caractérisée par une grande diffusion de la peste, du typhus, de la variole et des épizooties du bétail à cornes. A cette époque la diphtérie sévissait en Suisse, en Allemagne et aux Pays-Bas. Cette période a coïncidé avec des aurores boréales, des fortes grêles et une bonne récolte de vin, d'après Fritz, et, vraisemblablement, avec un maximum de l'activité solaire. Il y a ensuite des indications sur les épidémies diphtériques en 1544, 1545, 1557, 1564, 1576, ayant eu lieu dans différentes contrées d'Europe. Ces dates diffèrent quelque peu des dates des maxima solaires qui tombent sur les années 1549, 1551, 1560, et 1572.

La grave épidémie suivante se rapporte d'après Haeser à l'année 1613 et également à 1618 et 1620. Ensuite ce sont les années 1630, 1642, 1650 et 1666, quand la diphtérie dévastait les villes de l'Europe méridionale.

Les périodes solaires pour ce laps de temps se distribuent ainsi : les maxima en 1515, 1526, 1639, 1649 et 1660 ; les minima en 1619, 1634, 1645, 1655 et 1666. Comme on le voit, les années d'épidémies se trouvent entre les époques maximales et minimales, sauf l'année 1666, qui correspond à un minimum.

Au XVIIIe siècle, la diphtérie a présenté plusieurs poussées notables dont Haeser énumère les suivantes : une série d'épidémies a sévi en Europe et en Amérique du Nord entre 1735 et 1739, ce qui, d'après Wolf, coïncide avec les époques de maximum solaire (1737-1739). La vague épidémique suivante a lieu entre 1748-1753, ce qui correspond également à une activité solaire maximale (1749-1751). Suit une épidémie localisée (Suède et Utrecht) en 1754-1755, correspondant à une période maximale 1760-1762.

L'époque la plus cruelle est la suivante, celle qui va de 1767 à 1770 : ces années sont marquées par une grande activité solaire dont le maximum est rapporté par Wolf à l'année 1769 ; l'épidémie suivante de 1776-1778 coïncide également avec un maximum solaire en 1778. De même, les épidémies de 1786-1790 coïncident avec le maximum de 1788.

Au XIXe siècle, la diphtérie est devenue de plus en plus rare ; toutefois les plus fortes épidémies ont coïncidé assez exactement avec les maxima solaires, comme celles de 1816-1818, de 1825-1829, de 1854-1856, de 1859-1861.

Malgré la fréquence des épidémies diphtériques, les épidémiologistes ont remarqué depuis longtemps qu'elles apparaissent approximativement tous les 10 ans, que leur durée est de plusieurs années et qu'entre les épidémies il y a des intervalles de 6 à 7 ans. Les savants russes aussi bien qu'étrangers (Kortschak, Tchepourkovsky, Ouvarof, Kavamanenko, Tesakof, Gavrilof, Meyerkof, Gottstein, Ewald, Dopter, Vaughan et d'autres) sont arrivés à ces conclusions, en se basant sur une grande documentation statistique. On a essayé de donner différentes explications de cette périodicité de 10 ans. Ouvarof tenta de l'expliquer ainsi : tous les âges ne sont pas prédisposés également à contracter la diphtérie, qui montre une prédilection pour les enfants de 1 à 10 ans. Ce caractère de la diphtérie est capital, car c'est lui qui détermine tous les éléments épidémiologiques ultérieurs. Il est clair, selon Ouvarof, que les épidémies diphtériques atteignent une diffusion d'autant plus grande que le nombre des enfants de cet âge est plus grand. L'épidémie frappe les enfants de 1 à 10 ans, confère l'immunité à ceux qui n'ont pas été touchés, et cesse, faute de matériel humain. Cette pénurie du matériel humain dure assez longtemps ; il faut qu'une nouvelle génération croisse ; le nombre maximum des prédisposés n'apparaîtra que 10 ans après l'épidémie précédente. C'est pour cette raison, déclare Ouvarof, que les épidémies diphtériques ne se manifestent que tous les 10 ans environ.

L'explication d'Ouvarof ne supporte pas la critique, car la population augmente tous les ans et on ne comprend pas pourquoi c'est 10 ans après que la population se trouve frappée. Ceci est d'autant plus incompréhensible que les sujets les plus facilement atteints sont les enfants de 12 à 15 ans (Zabolovsky) et que le maximum de malades se trouve entre 1 et 4 ans.

En supposant que le facteur biologique joue un rôle essentiel dans l'étiologie de l'épidémie, on ne peut se dispenser d'attirer l'attention sur le fait que dans de nombreuses localités la marche des épidémies diphtériques présente un parallélisme remarquable ou bien un non moins remarquable non-parallélisme avec la marche de l'activité solaire (fig. 60, 61 et 62) : ces faits apparaissent d'une façon particulièrement nette. Ainsi, dans l'arrondissement d'Elisabethgrad, du gouvernement de Kherson, nous notons une coïncidence remarquable entre la marche de la diphtérie et l'activité solaire. L'arrondissement de Kherson offre un tableau moins net. La courbe représentant la marche de la diphtérie dans tout le gouvernement de Kherson montre de nouveau une correspondance visible avec la courbe de l'activité solaire.

LA DIPHTÉRIE DANS LE GOUVERNEMENT D'ELISABETHGRAD
(en chiffres absolus) d'après OUVAROF.

Années	Arrondissement de Kherson	Arrondissement d'Elisabethgrad	Gouvernement de Kherson	Années	Arrondissement de Kherson	Arrondissement d'Elisabethgrad	Gouvernement de Kherson
1874	500	?	—	1892	244	724	1.975
1875	4.200	1.200	—	1893	328	1.927	3.252
1876	1.700	850	—	1894	836	2.811	5.045
1877	1.400	250	—	1895	645	2.397	4.872
1878	1.550	?	—	1896	341	622	2.430
1879	400	150	—	1897	326	382	2.039
1880	250	600	—	1898	530	350	2.830
1881	500	1.700	—	1899	854	192	2.952
1882	700	2.400	—	1900	663	156	1.905
1883	1.250	3.150	—	1901	803	645	3.610
1884	2.650	3.150	—	1902	1.845	1.430	5.134
1885	2.250	3.700	—	1903	2.585	2.767	8.486
1886	2.900	4.950	—	1904	2.996	3.447	9.357
1887	1.350	1.700	7.586	1905	2.731	6.733	12.765
1888	1.600	950	6.628	1906	3.900	23.658	34.228
1889	1.150	1.150	4.411	1907	2.591	12.290	25.412
1890	850	750	—	1908	2.280	6.913	19.515
1891	444	729	2.981				

Dans le travail de Tesakof est réunie une documentation statistique concernant la diffusion des épidémies diphtériques en Russie, de 1886 à 1910. On voit, d'après cette statistique, que les épidémies diphtériques ayant apparu plus ou moins simultanément dans diverses régions ont une

tendance à envahir progressivement une localité après l'autre, pour arriver à faire le tour du territoire qui est l'aire habituelle de leur diffusion. De prime abord, il est impossible de remarquer une loi quelconque dans le tableau général du mouvement des épidémies diphtériques en liaison avec les oscillations périodiques de l'activité solaire. Mais en poussant plus loin l'analyse on aperçoit une correspondance indiscutable entre les

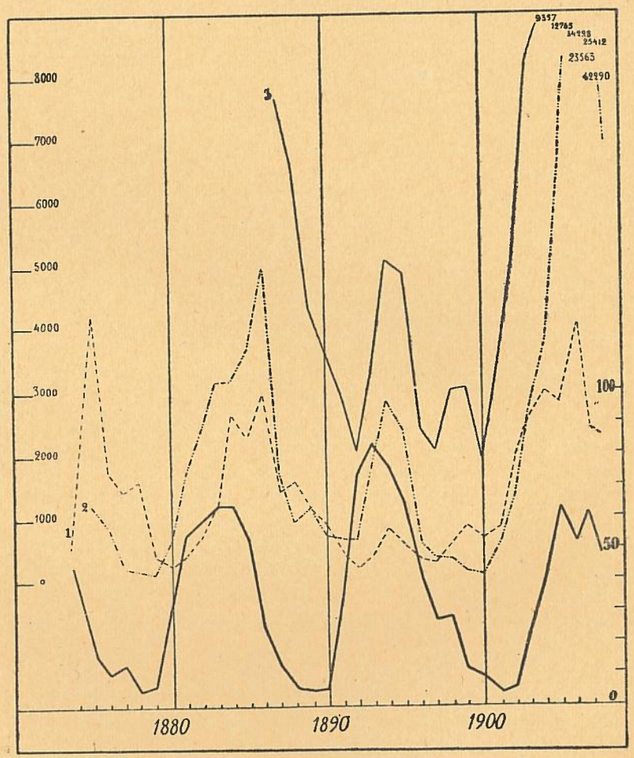

FIG. 60. — La diphtérie dans le gouvernement de Kherson, de 1874 à 1908 et l'activité solaire.

Courbe inférieure : activité solaire.
Courbe 1 : diphtérie dans l'arrondissement de Kherson.
Courbe 2 : diphtérie dans l'arrondissement d'Elisabethgrad.
Courbe 3 : diphtérie dans le gouvernement de Kherson.

épidémies et l'activité solaire. Ainsi, dans la majorité des provinces russes pour la période 1886-1910, on constate que les courbes de la diphtérie manifestent des bonds dans les années des maxima solaires, notamment en 1892-1895 et en 1903-1906. Il est vrai que cela ne se présente pas pour toutes les provinces, mais seulement pour la majorité d'entre elles.

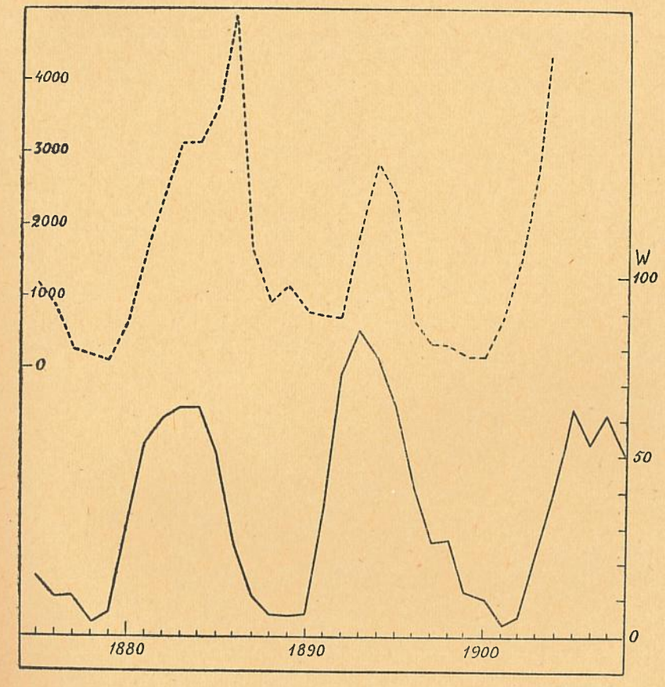

FIG. 61. — La diphtérie dans l'arrondissement d'Elisabethgrad (en pointillé) et l'activité solaire.

Dans d'autres régions nous remarquons des poussées de la courbe diphtérique en 1896-1899 et en 1908-1909, c'est-à-dire dans les années de déclin des taches solaires. Mais le fait le plus remarquable dans toutes ces nombreuses courbes du travail de Tesakof, réside en ceci que dans les années des minima solaires, soit en 1889-1890 et en 1900-1902, toutes les courbes diphtériques, à part quelques rares exceptions, présentent une

chute, c'est-à-dire réalisent un minimum épidémique pendant la période d'un minimum solaire. En effet, la courbe générale de la diphtérie en Russie d'Europe (y compris le Caucase du Nord), pour les années 1886-1908, confirme ce qui précède.

Sur la figure 63 on voit deux maxima et deux minima des épidémies diphtériques, coïncidant avec des points correspondant de l'activité

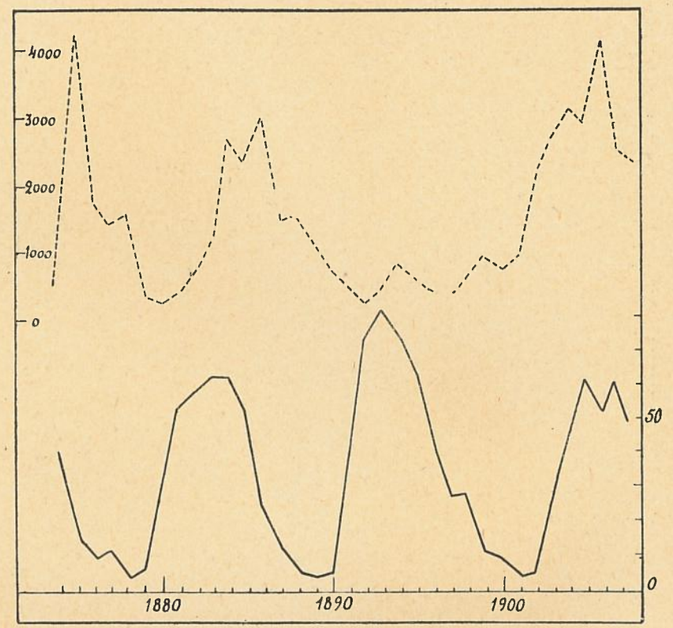

FIG. 62. — La diphtérie dans l'arrondissement de Kherson (en pointillé) et l'activité solaire.

solaire (la courbe de la diphtérie est déplacée de 2 années à gauche). Il faut noter ici que, conformément aux données de Tesakof, on a pu observer pendant la période 1908-1910 une forte poussée d'épidémies diphtériques en Russie, ce qui devait momentanément troubler la marche régulière de nos courbes.

Si nous étudions maintenant la distribution des épidémies diphtériques en Europe, nous trouvons dans la répartition la même dépendance

à l'égard de l'activité solaire. Tout comme en Russie, nous voyons dans les différents pays européens, soit un parallélisme exact entre les épidémies et l'activité solaire, soit certains écarts qui se traduisent par des avances ou des retards. Le fait remarquable des courbes diphtériques est qu'elles présentent un même nombre de montées et de chutes, c'est-à-dire même élévation et dépression des minima et des maxima que dans la courbe solaire.

Ainsi l'allure de la diphtérie en Europe occidentale présente en

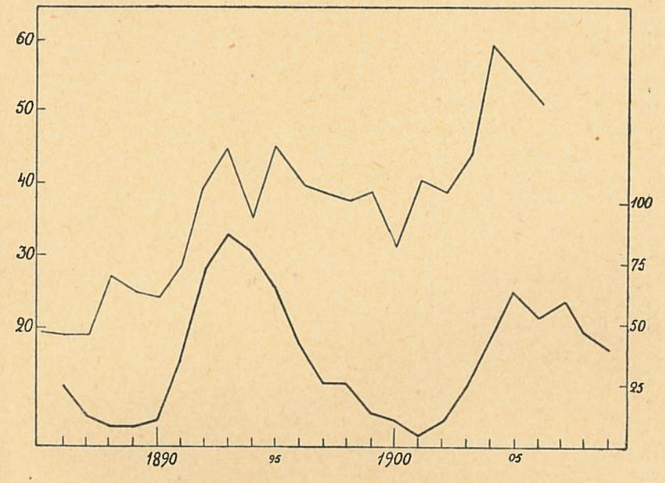

FIG. 63. — La diphtérie dans toute la Russie (courbe supérieure) et l'activité solaire de 1886 à 1908. La courbe de la diphtérie est déplacée à gauche, de deux années.

général la même périodicité de 11 années que l'on observe en Russie.

Lors de la publication en Allemagne (1927) de mon étude sur les Rapports entre l'activité périodique du soleil et les épidémies de choléra et de grippe, cette question a attiré l'attention de certains chercheurs. Ainsi Chostakovitch (d'Irkoutsk) a calculé que la diphtérie dans les villes du Danemark, pour la période 1860-1912, s'est développée en suivant deux périodes : celle de 2,77 et celle de 11,33 années. En faisant ces calculs, Chostakovitch a oublié de mentionner que la période de 11 années de diphtérie au Danemark coïncident d'une manière frappante avec l'activité solaire (fig. 64) mais présentent avec cette dernière un contre-parallélisme complet (sur la fig. 65, la courbe de l'activité solaire est présentée

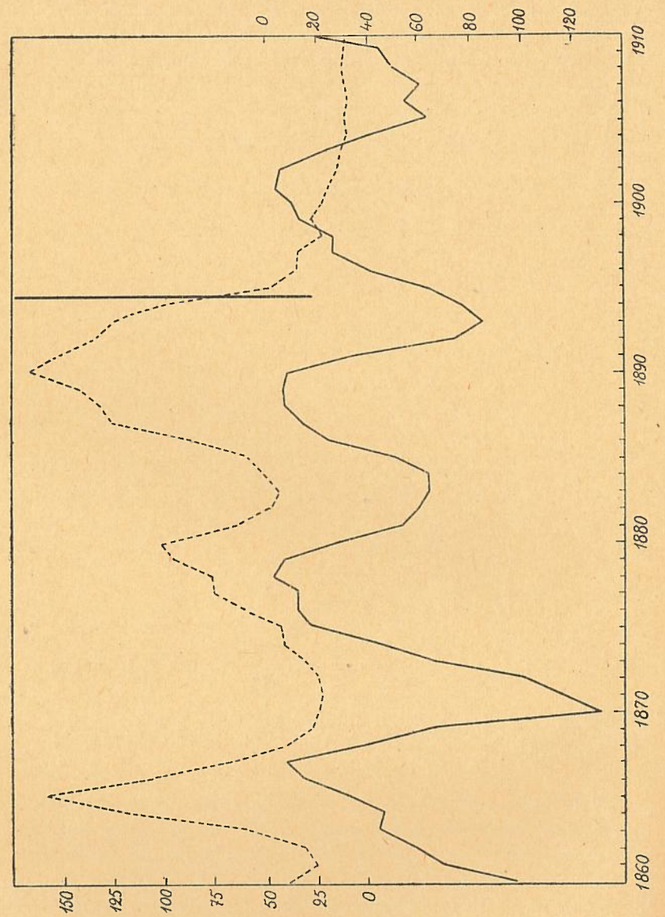

FIG. 64. — Diphtérie au Danemark de 1860 à 1911 et l'activité solaire.
Courbe supérieure : mortalité de diphtérie dans les villes de Danemark.
Courbe inférieure : activité solaire présentée en miroir.
Trait vertical en 1894 : introduction de la sérothérapie.

renversée). Un autre détail de cette figure présente un grand intérêt, susceptible d'entraîner d'intéressantes découvertes dans le domaine de la dynamique épidémiologique : *l'introduction de la sérothérapie, en* 1894, *brise tout à coup le mouvement concordant des deux courbes.* Ainsi l'intervention de l'homme dans le déroulement des phénomènes naturels peut modifier leur marche et marquer la victoire de l'homme sur les forces de la nature. Nous observerons plus loin le même fait dans le mouvement de la mortalité par la typhoïde à Trentney (Etats-Unis), après l'introduction du traitement de l'eau par le chlore et la filtration.

En nous servant des données de Novoselsky concernant les autres pays

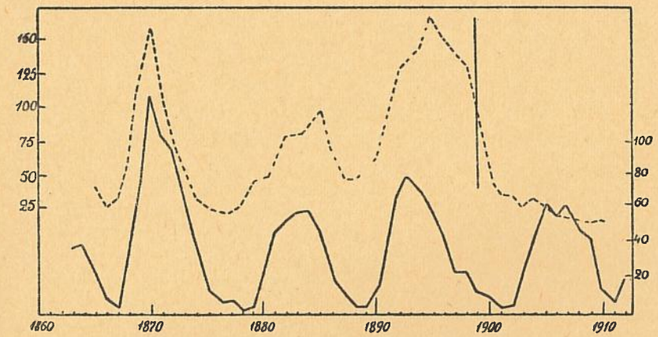

FIG. 65. — *Courbe supérieure* : diphtérie au Danemark.
Courbe inférieure : activité solaire.
La courbe de la diphtérie est déplacée à droite de 5 années.
Trait vertical : introduction de la sérothérapie.

d'Europe, bien que nous n'ayons pas pu montrer une correspondance aussi nette entre les courbes diphtériques et l'activité solaire, comme dans le gouvernement de Kherson, ou bien un contre-parallélisme aussi complet qu'au Danemark, il n'a cependant pas été difficile de déterminer l'existence d'une corrélation entre la marche des épidémies diphtériques et l'activité solaire. Ainsi, dans certains pays, les points culminants de la courbe diphtérique coïncident avec les maxima solaires ; dans d'autres, nous remarquons le phénomène contraire : les maxima épidémiques tombent sur les minima solaires. Nous comptons dans le premier groupe : l'Angleterre, l'Ecosse, l'Irlande, la Prusse, la Belgique, la Hollande, la Roumanie, l'Autriche, l'Italie ; les pays qui présentent un contre-parallélisme (ou une dépendance négative) avec l'activité solaire sont : la France, la Suisse et, comme nous l'avons déjà vu, le Danemark. Tous ces

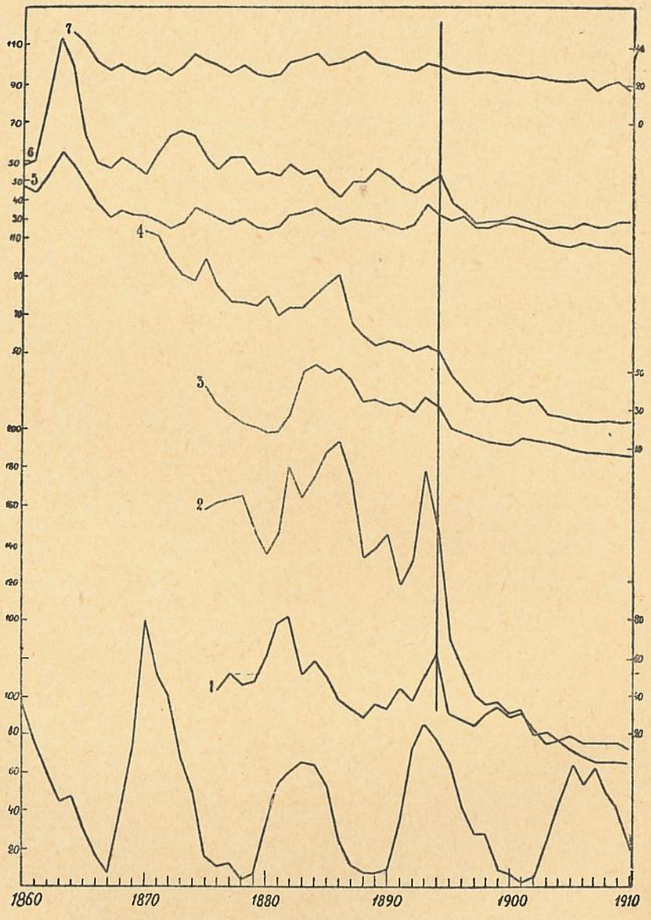

FIG. 66. — Diphtérie dans les pays de l'Europe occidentale et activité solaire.

Courbe inférieure : activité solaire. — *Courbe* 1 : mortalité par la diphtérie en Suisse. — *Courbe* 2 : en Prusse. — *Courbe* 3 : en Hollande. — *Courbe* 4 : en Belgique. — *Courbe* 5 : en Angleterre et au pays de Galles. — *Courbe* 6 : en Écosse. — *Courbe* 7 : en Irlande.

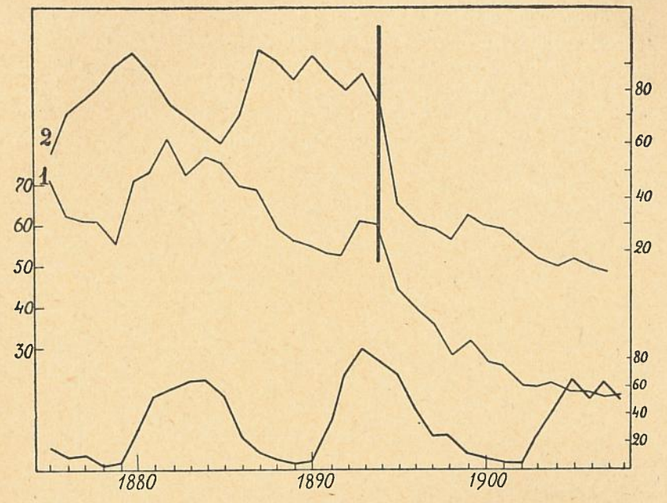

FIG. 67. — Diphtérie dans les pays de l'Europe occidentale et activité solaire.

Courbe inférieure : activité solaire. — *Courbe* 1 : moyenne des pays avec rapport direct. — *Courbe* 2 : moyenne des pays avec rapport inverse. *Trait noir en* 1894 : introduction de la sérothérapie.

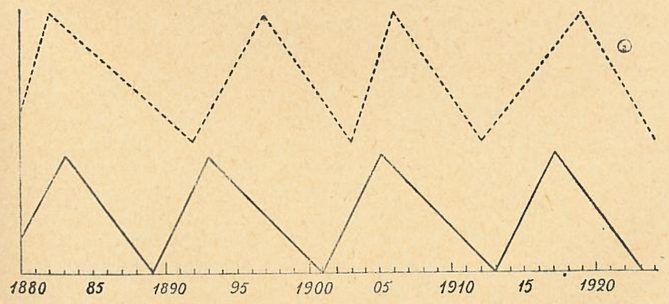

FIG. 68. — Schéma qualitatif de la corrélation entre la mortalité par la diphtérie à Saint-Pétersbourg (actuellement Léningrad) et l'activité solaire. — *Ligne supérieure* : tendance dynamique de la mortalité par la diphtérie. — *Courbe inférieure* : marche de l'activité solaire.

rapports sont présentés graphiquement sur la figure 66. Outre le changement brusque de la marche des courbes de mortalité par la diphtérie après l'introduction de la sérothérapie en 1894 qui s'est traduit par l'absence de la précédente corrélation avec l'activité solaire, on doit noter également sur la figure 67 qu'après 1894 le mouvement des courbes diphtériques de ces deux groupes si différents est devenu parallèle. Le synchronisme dans les petites oscillations des deux courbes

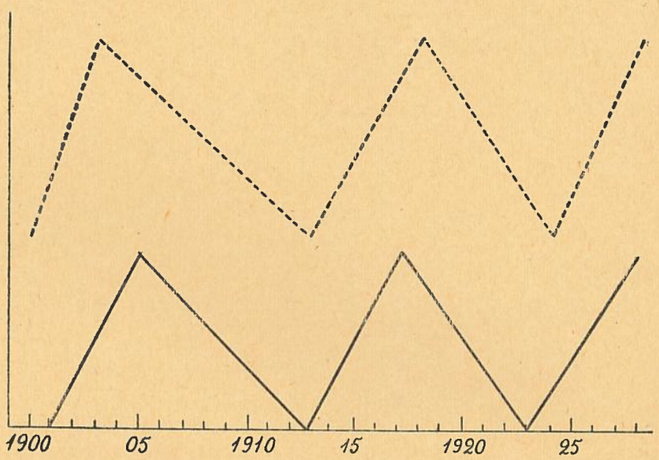

FIG. 69. — Schéma qualitatif de la corrélation entre la morbidité par la diphtérie à Liverpool et l'activité solaire.
Ligne supérieure : tendance dynamique de la diphtérie. — *Courbe inférieure* : marche de l'activité solaire.

pour la période 1894-1908 semblerait parler en faveur d'un facteur extérieur commun à toute l'Europe.

Pour terminer, nous donnons encore deux graphiques qui fournissent les caractères qualificatifs du mouvement (points maxima et minima) de la mortalité par la diphtérie à Léningrad et de la mortalité par la diphtérie à Liverpool. Nous voyons que le caractère qualificatif du phénomène coïncide avec la marche qualificative de l'activité solaire.

Nous n'essayons pas pour le moment de donner une explication aux faits concernant la répartition dans le temps et l'espace des épidémies diphtériques : nous nous bornons à constater des corrélations. Ce n'est que lorsque nous aurons le temps et tous les matériaux statistiques que nous tenterons de bâtir des hypothèses.

CHAPITRE XI

Corrélations entre les oscillations de l'activité électrique du soleil, l'électricité atmosphérique et les épidémies de méningite cérébro-spinale et de poliomyélite.

La méningite cérébro-spinale présente un intérêt particulier quand l'agent pathogène est bien le méningocoque qui, en laboratoire, est fort bien étudié.

La propagation épidémique de cette grave affection se trouve être en corrélation suffisamment nette avec l'activité maximale du soleil. En effet, on note une coïncidence remarquable entre l'apparition et l'aggravation des épidémies de méningite cérébro-spinale et les époques des maxima solaires et aussi entre l'atténuation et la cessation de ces épidémies aux époques des minima.

La première épidémie de méningite cérébro-spinale a eu lieu à Genève en 1805 ; elle a été décrite en détail par Vieusseaux. Le maximum de l'activité solaire tombe justement en 1804. L'épidémie de Genève a servi de centre de propagation et a inauguré la première période des épidémies. A cette première période les épidémiologistes rattachent les petites poussées locales de 1814 (maximum solaire en 1816), 1822 (minimum solaire en 1823) et 1830 (maximum solaire en 1830).

Le début de la deuxième période correspond également à l'année de l'activité solaire maximale 1837, quand l'épidémie a eu lieu en France. De là, en 1837 et 1838, l'épidémie se propagea dans divers pays. Il est remarquable que tous les épidémiologistes aient noté une brusque atténuation des épidémies de méningite dans les années du minimum solaire 1843-1844, suivie d'une nouvelle poussée de la maladie.

La troisième période, tout comme les deux premières, tombe sur les années d'un maximum de l'activité solaire 1846-1848, quand l'épidémie envahit de nombreuses villes d'Europe. On peut noter qu'une atténua-

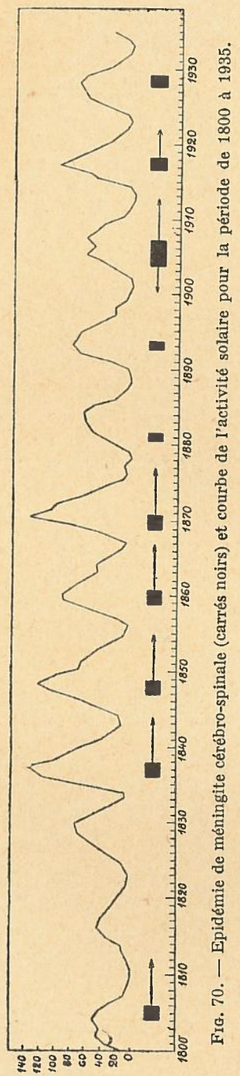

Fig. 70. — Epidémie de méningite cérébro-spinale (carrés noirs) et courbe de l'activité solaire pour la période de 1800 à 1935.

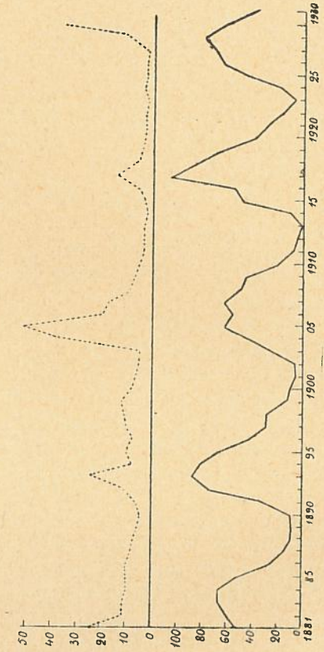

Fig. 71. — *Courbe supérieure* : Epidémies de méningite cérébro-spinale à New-York de 1881 à 1930. — *Courbe inférieure* : activité solaire pour la même période (communiqué par E. Budai).

tion de l'épidémie en certaines régions est survenue en 1851, ce qui coïncide avec un affaiblissement de l'activité solaire. D'ailleurs il ne faut pas attribuer à ce fait une grande importance, car dans d'autres régions cette atténuation n'a pas été remarquée. La période la plus meurtrière qui ait suivi a été celle de 1858-1860, époque également d'un maximum solaire.

Les autres périodes épidémiques d'après Zabolotny commencent en 1870 et en 1900 ; en 1904-1907, on observe une grande diffusion des épidémies aux Etats-Unis, en Allemagne et en France, où elles durent jusqu'en 1812. Rappelons que l'année 1870, ainsi que la période 1904-1907, sont des années de l'activité maximale du soleil.

E. Budai, qui a étudié tout spécialement les épidémies de méningite, indique de vastes épidémies de méningite cérébro-spinale en 1881-1893, 1904-1905, à New-York, et en 1881 et 1893 sur tout le territoire des Etats-Unis ; ensuite en 1917-1918 et en 1928-1929, c'est-à-dire aux époques de l'intensité maximale de l'activité solaire.

On peut donc dire que toutes les années des maxima solaires ont été marquées par des épidémies de méningite cérébro-spinale. Aux époques des minima solaires correspondaient les épidémies en voie d'extinction. D'après ce qui précède nous pouvons dresser le tableau suivant :

Activité solaire maxima	Epidémies de méningite		
1804.....	1805	Début de la Ire période	
1837.....	1837	—	IIe —
1848.....	1848	—	IIIe —
1860.....	1860 (?)	—	(?) —
1870.....	1870	—	IVe —
1883.....	1881	—	V^e^ —
1894.....	1893	—	VIe —
1905.....	1904-1907	Stade culminant des épidémies de la VIIe période	
1917.....	1917-1918	—	VIIIe —
1928.....	1928-1929	—	IXe —

En mettant à profit l'obligeance du Dr E. Budai (de Budapest) je donne deux diagrammes de méningite cérébro-spinale et à New-York (fig. 71) et aux Etats-Unis (fig. 72). Ces diagrammes manifestent un remarquable parallélisme avec l'activité périodique du soleil.

* * *

Nous aborderons maintenant la question de la corrélation entre l'activité solaire, l'électricité atmosphérique et la poliomyélite.

L'inflammation épidémique de la substance grise de la moelle épinière, connue sous le nom de poliomyélite ou maladie de Heine-Médin, est une affection relativement peu fréquente provoquée par un virus filtrant. La porte d'entrée du virus est représentée par la muqueuse du nez et de la gorge (Levaditi). L'infection se fait par l'intermédiaire de l'air, comme pour la grippe. De ce point de vue les épidémies de poliomyélite pré-

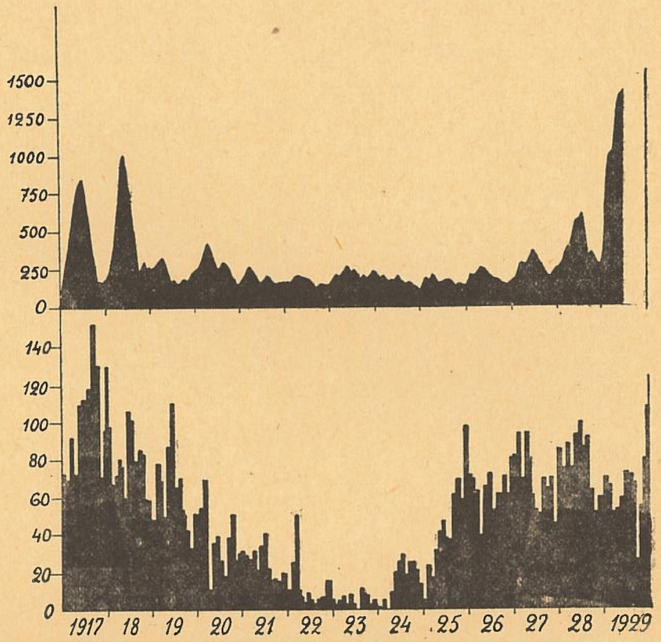

FIG. 72. — *Diagramme supérieur* : nombre de malades atteints de méningite cérébro-spinale aux Etats-Unis de 1917 à 1929. — *Diagramme inférieur* : données mensuelles de l'activité solaire pour la même période (communiqué par E. Budai).

sentent pour nous un grand intérêt. Mais certains auteurs prétendent que le lait peut servir de véhicule à l'infection.

L'épidémiologie de la poliomyélite est relativement restreinte. Une poussée épidémique de la poliomyélite a eu lieu en automne 1914, près de Liverpool (Jubb, 1915) c'est-à-dire qu'elle a coïncidé avec une montée de l'activité solaire.

Deux épidémies américaines coïncident également avec des maxima solaires : à Spring-Valley (état de New-York) en 1916 (Dingmann, Knapp, Godfrey) et à Cortland (état de New-York) en 1925-1926 (Knapp, Godfrey, Aycock). Enfin, en 1926, a eu lieu une importante poussée de poliomyélite à Bradstairs (Aycock). Elle s'est manifestée entre le 14 et le 29 octobre 1926 et avait un caractère éruptif bien marqué.

Nous donnons un diagramme illustrant la relation entre l'activité solaire et la période de l'épidémie. Il y a lieu de remarquer qu'en octobre 1926 s'est manifesté une forte poussée dans l'activité solaire et que les

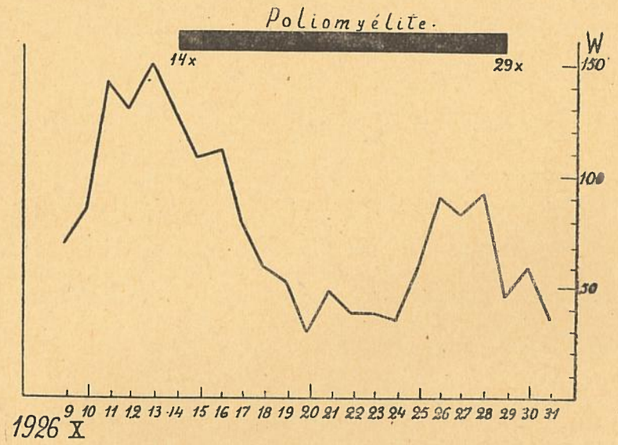

FIG. 73. — Courbe de l'activité solaire du 9 au 31 octobre 1926. Le trait noir représente la durée de l'épidémie à Broadstairs.

nombres journaliers de Wolf Wolfer atteignaient leur plus grand niveau pour toute l'année (S = 110 W-W).

Ce même caractère se retrouvait portait la poussée de l'épidémie de poliomyélite dans le Bas-Rhin en été 1930. Elle a été décrite en détail par Levaditi. Le savant français Vlès, chercheur courageux, l'a mis en rapport avec le mouvement de l'électricité atmosphérique.

Le travail de Vlès nous arrêtera plus longtemps ; il l'a présenté pour la première fois le 27 février 1931 à l'Université de Strasbourg. Il a remarqué un curieux parallélisme entre l'état électrique de l'atmosphère à Strasbourg en 1930 et les données statistiques concernant les épidémies de poliomyélite pour le même laps de temps.

Indépendamment de ce travail, en 1929 déjà, Vlès a placé à l'Institut

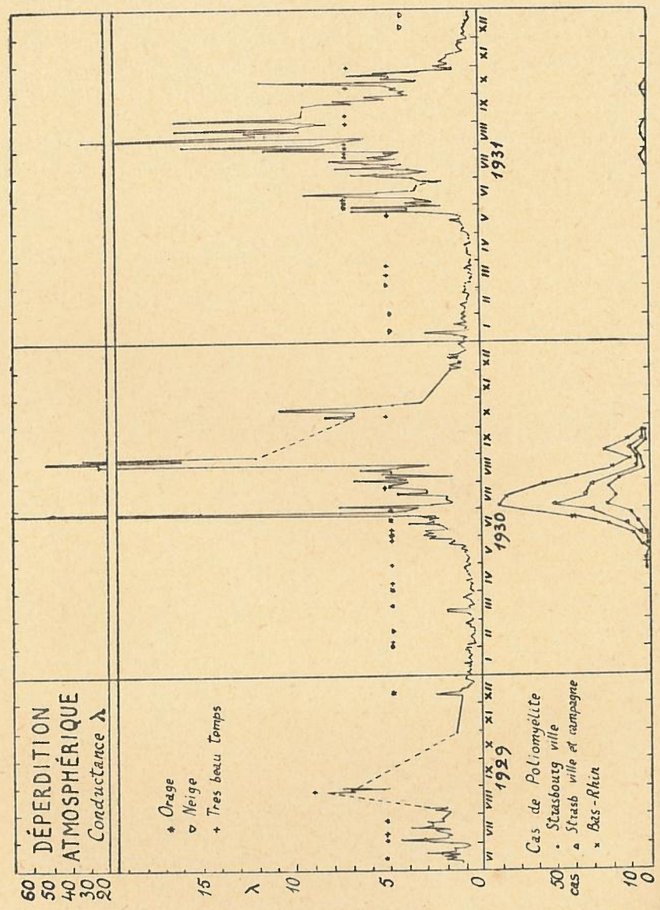

FIG. 74. — *Courbe supérieure* : marche de l'électricité atmosphérique à Strasbourg, de juin 1929 à décembre 1931.
Courbe inférieure : Epidémie de poliomyélite dans le département du Bas-Rhin (d'après Vlès).

de Physique biologique à Strasbourg un ionomètre pour mesurer l'électricité atmosphérique par la déperdition de l'électroscope ; les mesures avaient lieu deux fois par jour.

La figure 74 représente deux courbes de Vlès. La courbe supérieure représente les changements de l'électricité atmosphérique en 1929-1931. Cette courbe a une allure très capricieuse.

Les données statistiques sur l'épidémie de polimyélite se trouve dans le travail de Levaditi, Schmutz et Villemin. Elles concernent le Bas-Rhin, Strasbourg-campagne, Strasbourg-ville.

Ce sont celles qui concernent Strasbourg ville que Vlès considère comme les plus intéressantes, car elles peuvent être comparées avec le mouvement de l'électricité atmosphérique à Strasbourg mesuré justement par l'ionomètre de Vlès. Les données statistiques de l'épidémie sont données dans la courbe inférieure à la figure 74.

En comparant les deux courbes nous voyons que la supérieure présente une allure anormale pendant l'été de 1930, très différente de celle de 1929 et 1931. En 1930, cette courbe offre deux maxima formidables : du 26-27 juin et du 23-26 août, qui précèdent deux maxima bien marqués de l'épidémie : 1-10 juillet et 1-10 septembre. D'autre part le déclin de la morbidité coïncide avec le minimum de conductibilité électrique de l'air. Le minimum de l'épidémie du 11 au 31 août a été suivi d'un minimum marqué de l'électricité atmosphérique, ce qui se voit très bien sur le graphique. Pour ce qui concerne la faible épidémie de poliomyélite de 1931, on voit nettement qu'elle coïncide avec une grande conductibilité de l'atmosphère.

Vlès remarque à propos de ces correspondances que bien que la documentation soit insuffisante pour tirer des conclusions fermes, elle doit néanmoins attirer l'attention des savants et les inciter à continuer cette étude dans l'avenir.

L'observation de Vlès sur la corrélation entre l'électricité atmosphérique et l'épidémie de poliomyélite dans le Bas-Rhin me paraît importante. L'électricité atmosphérique se trouve dans une certaine mesure en état de dépendance de l'activité solaire, comme l'a montré Bauer et d'autres savants de l'Institut Carnégie, sans oublier les observateurs de l'Observatoire de l'Ebre, près de Tortose. Cette dépendance est bien complexe, mais non moins évidente. De nombreux éléments de cette liaison ne sont pas éclaircis mais le seront bientôt. Comme nous le verrons plus loin, le problème de l'influence de l'électricité atmosphérique sur les maladies attire l'attention des médecins et des biologistes, mais cette question si intéressante n'est pas étudiée avec assez de profondeur.

CHAPITRE XII

Corrélations entre les oscillations du potentiel de l'électricité atmosphérique et le paludisme.

Il y a plusieurs années, le directeur d'une station expérimentale de paludisme dans le Caucase du Nord, le Dr S. I. Ivantchenko, a mis aimablement à ma disposition les matériaux statistiques sur la morbidité paludéenne, enregistrée par lui pendant plusieurs années.

En réunissant soigneusement les données concernant les heures des accès de paludisme chez chaque malade, on est arrivé à déterminer que le plasmodium n'est pas insensible aux différentes heures et que l'immense majorité des accès a lieu autour de midi, avec oscillation de 3 heures dans chaque sens. Lors d'un congrès de paludisme, on a présenté des courbes de température enregistrées pendant les accès d'impaludation artificielle, appliquée dans le traitement de syphilis nerveuse. Le paludisme expérimental « ne différait en rien sous ce rapport du paludisme naturel ». Ce n'était pas tout à fait nouveau, car on savait que de nombreux phénomènes biologiques à répétition sont liés dans leur rythme aux différentes heures de la journée, mais il manque une explication à ce phénomène très important.

L'étude du milieu extérieur a permis de trouver le rythme de l'électricité atmosphérique, bien connue depuis les investigations sur les effets biologiques de l'aéroionisation. Si l'on regarde le graphique 75, il saute aux yeux qu'il n'existe aucun parallélisme entre la courbe de l'électricité atmosphérique et celle des accès de paludisme pendant les heures de nuit. Quand on essaie de dégager une relation entre les données météorologiques et la densité des impaludés dans la station du Nord Caucasien jusqu'à 1926, on s'aperçoit que les données recueillies ne parlent guère en faveur d'un rapport entre les facteurs météorologiques et la morbidité. C'est seulement en 1926 que la courbe de morbidité commençant à s'élever se trouve brusquement coupée : on recherche les données météorologiques du moment et on trouve que le seul fait qui distingue

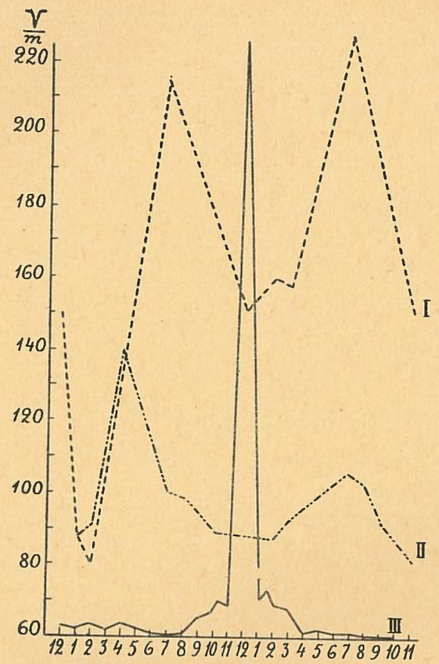

Fig. 75. — I. Marche moyenne de l'électricité atmosphérique de 0 à 24 heures.
II. Mortalité générale de 0 à 24 heures.
III. Nombre d'accès de paludisme de 0 à 24 heures
(D'après Ivantchenko).

l'année 1926 des précédentes est une exceptionnelle nébulosité pendant les mois d'été. On peut en conséquence supposer que la raison de l'absence des accès pendant la nuit est peut-être leur rapport avec l'insolation.

Sur le même graphique 75 la courbe de mortalité suivant les heures du jour, établie d'après une documentation énorme du Dr Ivantchenko, se présente comme un reflet de l'électricité atmosphérique. On pourrait en conclure que l'hypothèse de l'accès de paludisme en tant que défense contre la mort devient une certitude, puisqu'on s'aperçoit que le nombre d'accès est inversement proportionnel au nombre de cas mortels.

Ce n'est pas pour rien que les syphiligraphes ont introduit l'impaludation artificielle dans l'arsenal antisyphilitique.

Mais comment concilier cette théorie avec celles qui prétendent combattre la malaria en supprimant les accès ? Si nous cherchons une réponse dans les hôpitaux, nous ne résoudrons pas cette contradiction.

L'influence du milieu nous entraîne plus loin. Il est impossible de ne pas apercevoir une relation entre les phénomènes pathologiques et le milieu extérieur.

Ci-après nous donnons un diagramme de morbidité paludéenne, par année, chez les malades ayant fréquenté la station en 1930. Nous remarquons une double pointe sur sa courbe et au-dessous de ces pointes une courbure inverse. Cette dernière représente la courbe de l'électricité atmosphérique. Ainsi, de même que non seulement chez les malades, mais aussi chez les médecins, le remède signifie par sa présence la maladie, de même entre la courbe de morbidité et la courbe d'accès, on peut mettre un signe d'égalité (fig. 76).

Essayons toutefois d'approfondir l'étude de la morbidité dans notre localité en 1930.

1.182 individus en 1930 se répartissent ainsi :

N'ont jamais été atteints de malaria auparavant.....	25 %
Etaient atteints de malaria depuis moins de 3 mois....	50 %
De 3 mois à 12 mois.....	10 %
De 12 mois à 3 ans.....	13 %
Cas douteux	2 %

De 8 à 10 ans après l'acmé de la courbe d'accès (1922-1924), sur 1.182 individus l'augmentation de la rate a été manifeste chez 37 d'entre eux, chez 25 de la longueur d'un doigt, chez 5 d'un doigt et demi.

Nous disposons également d'une importante documentation (400 observations) concernant les élèves des écoles locales (tableau ci-dessous) :

Numéros d'ordre	Nombre d'élèves	Malades en 1931	Malades en 1930	Avant 1930	Nombre de cas traités	Augmentation de la rate	Augmentation de 2 doigts	Bien portants
1	38	12	15	21	17	2	—	14
2	32	7	11	21	17	1	—	17
3	38	9	13	24	14	4	—	14
4	41	6	15	23	14	2	1	17
5	38	8	14	23	8	2	1	15
6	38	10	15	25	13	3		10
7	29	2	3	18	—			14
8	33	2	2	18	—		1	17
9	38	4	5	29	14	2	1	12
10	37	7	11	17	1			19
11	30	—	4	18	4			10
12	3	1	2	3	1			1
	400	68	110	250	103	16	4	160

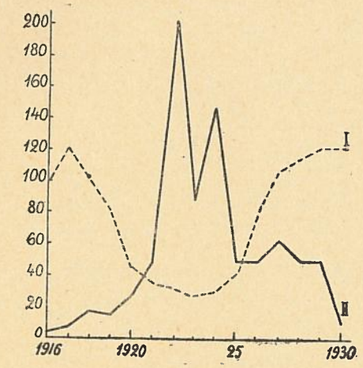

FIG. 76. — *Trait plein* : morbidité par le paludisme de 1916 à 1930.
Trait en pointillé : marche de l'électricité atmosphérique pour la même période. (D'après Ivantchenko).

Dans ce document, nous voyons la même morbidité massive, comme dans le précédent, et 20 rates aussi petites sur les 400 étudiées (5 %) l'index de Ross étant 1,09 dans une localité où sévissait en 1922-1926 le paludisme (80 % de la population atteinte). Comment les patients ont-ils guéri ? Combien de quinine a-t-on utilisé pour arriver à cette victoire contre le paludisme ? 72 % des 1.182 individus observés ne peuvent être considérés comme guéris par la quinine, seul spécifique, parce que 44 % en ont pris de 0,1 à 3 ; 18 % de 3 à 6 ; 10 % de 6 à 12 ; et 69,5 % des écoliers n'ont pas été soignés du tout. Comme on le sait, la dose moyenne est de 25. Qu'est-ce qui les a donc guéris ? Ivantchenko considère qu'il est possible de vérifier la véracité des courbes au moyen d'autres données, comme par exemple la courbe publiée par une publication officielle : *La diffusion du paludisme en U. R. S. S., de 1920 à 1927.* Elle se compose de deux tronçons : un horizontal à gauche et un tronçon en flèche à droite, avec une solution de continuité dont on devine la raison pour l'intervalle 1916-1920.

Dessinez la courbe de l'électricité atmosphérique, et vous aurez pour le tronçon de droite (quand la population était sous l'influence d'un milieu extérieur défavorable) une image en miroir de la courbe paludéenne.

Ici nous avons la preuve éclatante du fait que le milieu, ayant choisi l'homme pour objet d'un processus morbide, lui fournit en même temps des possibilités de lutte, grâce à l'augmentation de la résistance de

l'organisme, par des moyens qui jusqu'ici n'ont pas attiré l'attention de la pensée médicale.

D'après cette esquisse de la dynamique paludéenne, il résulte que là où se produisent des modifications de l'électricité atmosphérique, commence « la pathologie », c'est-à-dire l'accès.

L'étude ultérieure de ce curieux problème, un des plus importants qui soit, devra nous donner des lumières concernant l'influence du facteur électrique sur l'organisme dans le domaine de l'épidémiologie. Elle devra déterminer l'interdépendance entre les facteurs sociaux des épidémies et les agents du monde physique extérieur, comme l'électricité atmosphérique.

Budai a consacré à la question de la relation entre l'activité solaire, l'état électrique de l'atmosphère et la malaria, une étude basée sur 98 cas de malaria (127 accès) pour la période 1924-1930. Ces cas ont été enregistrés à l'hôpital du Val-de-Grâce (service du prof. Pillod). En comparant, dans le temps, les accès de malaria avec les phénomènes électriques et solaires, Budai conclut à un synchronisme indiscutable entre ces accès et les perturbations du milieu extérieur. En effet, dans la plupart des accès de paludisme, le champ électrique de l'atmosphère était en état de perturbation, c'est-à-dire qu'on remarquait des sauts brusques du gradient du potentiel du champ ; par exemple 5 accès chez 4 malades, entre le 13 et le 19 février 1925, ont coïncidé avec une période de fortes perturbations du champ électrique : le gradient du potentiel s'élevait jusqu'à 816-699 volts par mètre (moyenne journalière). Toutefois, Budai explique qu'il y avait de grandes exceptions, quand les accès coïncidaient avec un champ normal (100 volts par mètre). Mais ces jours-là se manifestaient d'autres phénomènes cosmiques puissants : perturbations magnétiques, taches solaires, aurores boréales. La coexistence des différents phénomènes cosmiques, les jours des accès paludéens, était, pour ainsi dire, obligatoire.

Il va de soi que les travaux d'Ivantchenko, comme ceux de Budai, sont insuffisants pour nous amener à une conclusion définitive sur le rôle des perturbations cosmo-telluriques dans la genèse des accès paludéens ; mais, ce qui importe, c'est de poser le problème. Les investigations ultérieures pourront peut-être éclaircir cette importante question.

CHAPITRE XIII

Corrélation entre les fluctuations de l'activité solaire, l'électricité atmosphérique et certaines épidémies.

Il serait anti-scientifique de dire que, seules, les épidémies décrites plus haut s'accordent plus ou moins avec les fluctuations de l'activité solaire. Il est vraisemblable que la vitalité de toute la flore microscopique de la terre se trouve dans un rapport bien déterminé avec la marche des processus physico-chimiques dans le soleil. D'autre part, il est possible que le degré de la prédisposition de l'homme à la maladie se trouve dépendre de l'activité solaire, du fait des perturbations dans les réactions physico-chimiques de l'organisme qui ont facilité l'accès à la maladie. Mais, sans aucun doute, les modifications qualitatives et quantitatives dans le flux énergétique du soleil ne sont pas sans laisser de traces sur les mondes macro et micro-organiques.

Nous pouvons à l'heure actuelle nous arrêter quelque peu sur l'étude de quelques maladies épidémiques dont la marche essentielle coïncide plus ou moins avec l'activité solaire. Nous espérons que l'avenir nous permettra d'étudier cette question avec plus de détails.

A. — *La Fièvre typhoïde.*

Un parallélisme des plus marquants se manifeste dans certaines régions entre la morbidité et la mortalité typhiques et l'activité solaire, et ceci malgré le rôle immense des facteurs sociaux et économiques dans ce domaine. Ainsi, par exemple, on voit sur le diagramme de mortalité typhique à Pétersbourg (aujourd'hui Léningrad) depuis 1878 (fig. 77) que tous les cinq minima et tous les quatre maxima de la courbe de la typhoïde coïncident très exactement avec les époques des minima et des maxima solaires contemporains.

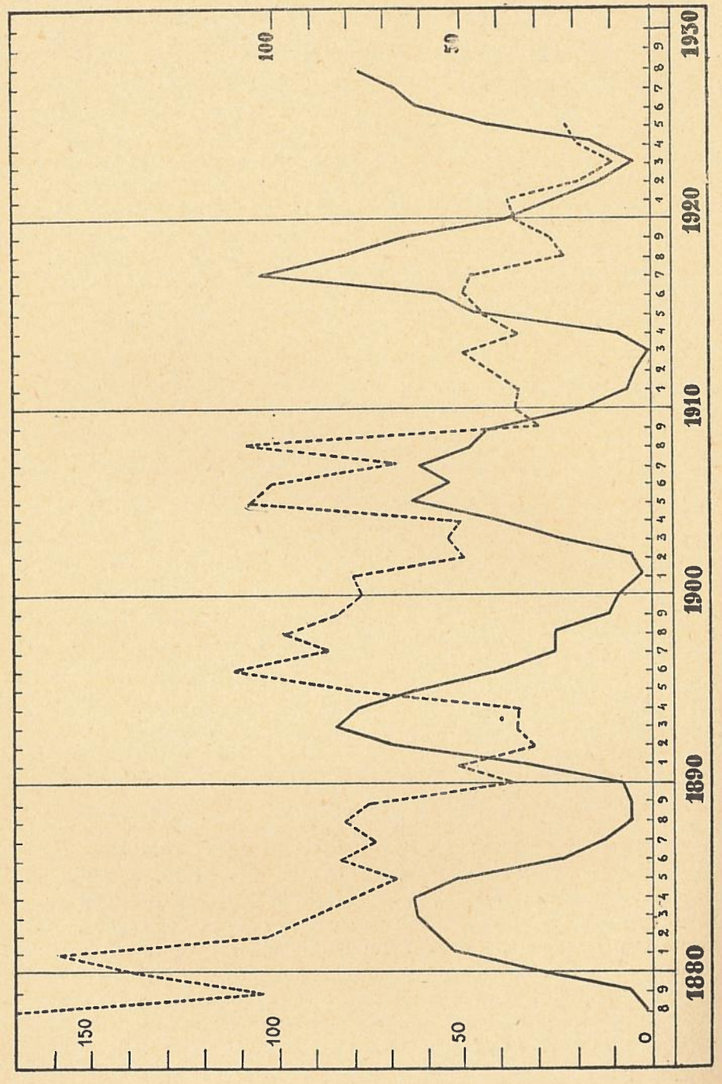

Fig. 77. — *En pointillé* : mortalité par la typhoïde (pour 100.000 hommes) à Pétersbourg (aujourd'hui Leningrad).
Trait plein : activité périodique du soleil de 1878 à 1925.

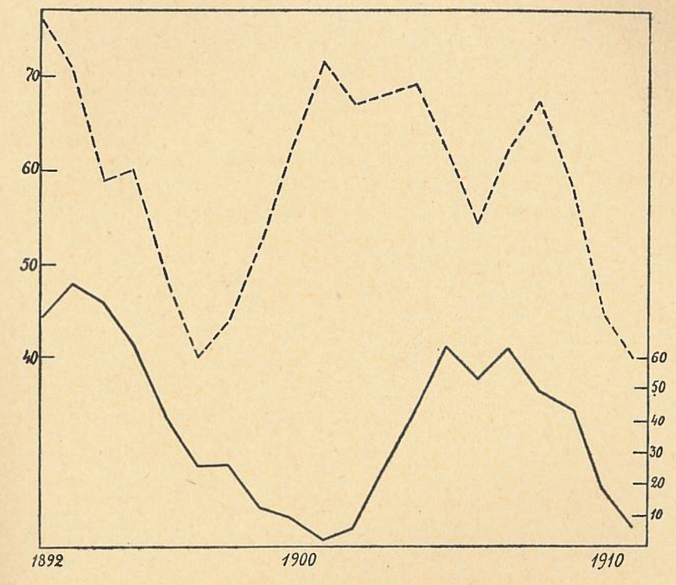

Fig. 78. — *Courbe supérieure* : rétention (en °/₀₀) des bacilles de la typhoïde par le principal aqueduc de Pétersbourg (aujourd'hui Leningrad).
Courbe inférieure : activité solaire de 1892 à 1912.

La courbe de la mortalité de la typhoïde à Moscou pour la même période manifeste la même tendance générale dans ses fluctuations que la courbe de Léningrad. Il y a lieu de remarquer en même temps que la courbe qui représente la rétention (en pourcentage) des bacilles de la typhoïde par le filtre du principal aqueduc de Léningrad manifeste en certains endroits un contre-parallélisme avec la courbe solaire (fig. 78).

Un parallélisme évident peut être noté entre l'activité solaire et la mortalité de la typhoïde à Trentenay (Etats-Unis) pour la période qui va de 1900 à 1913 (fig. 79), et ce n'est qu'après l'introduction de la javellisation en 1912 que ce parallélisme commence à disparaître. Ceci est évidemment un fait très important qui mérite la plus grande attention : aussitôt que l'homme introduit un facteur artificiel dans la lutte contre la maladie, le cours naturel de l'épidémie (qui se trouve, par exemple, en relation avec l'activité solaire) est immédiatement modifié.

Comme exemple nous donnons encore le graphique de la marche de la

typhoïde en Prusse de 1914 à 1922 (fig. 80). On s'aperçoit immédiatement que la courbe typhique et la courbe solaire offrent un remarquable parallélisme.

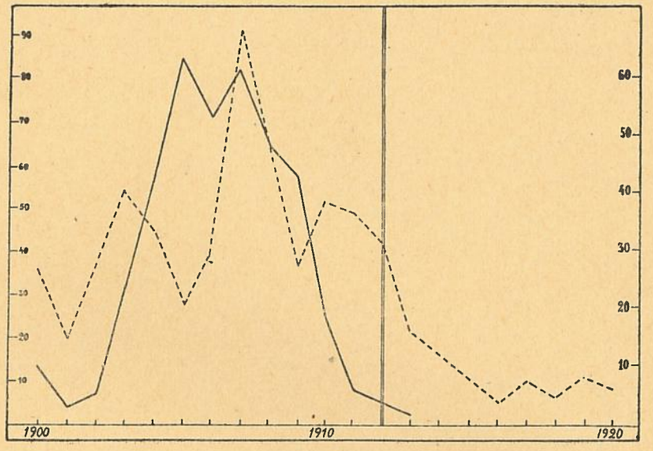

FIG. 79. — *En pointillé* : mortalité par la typhoïde à Trentenay, Etats-Unis (d'après Vaughan).
Trait plein : activité solaire.
Trait vertical en 1912 : introduction de la javellisation.

	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922
Nombre de cas de typhoïde	13.702	17.951	11.953	23.192	19.124	20.561	16.907	15.760	7.837
Chiffres de Wolf-Wolfer.	9,6	47,4	57,1	103,9	80,6	63,6	37,6	26,1	14,2

Nous donnons également un diagramme emprunté au travail de Knorr (1927). Ce diagramme exprime la dynamique de la morbidité typhique pendant quelques épidémies ayant eu lieu à diverses époques dans différentes villes d'Europe.

Ici nous voulons marquer surtout le fait que le maximum de la morbidité se trouve dans les limites de 26 à 28 jours, ce qui représente la rotation complète du soleil autour de son axe (fig. 81).

Une forte augmentation du nombre des maladies se produit 13 à 14 jours à partir du début de l'épidémie et avec une demi-rotation du soleil. La

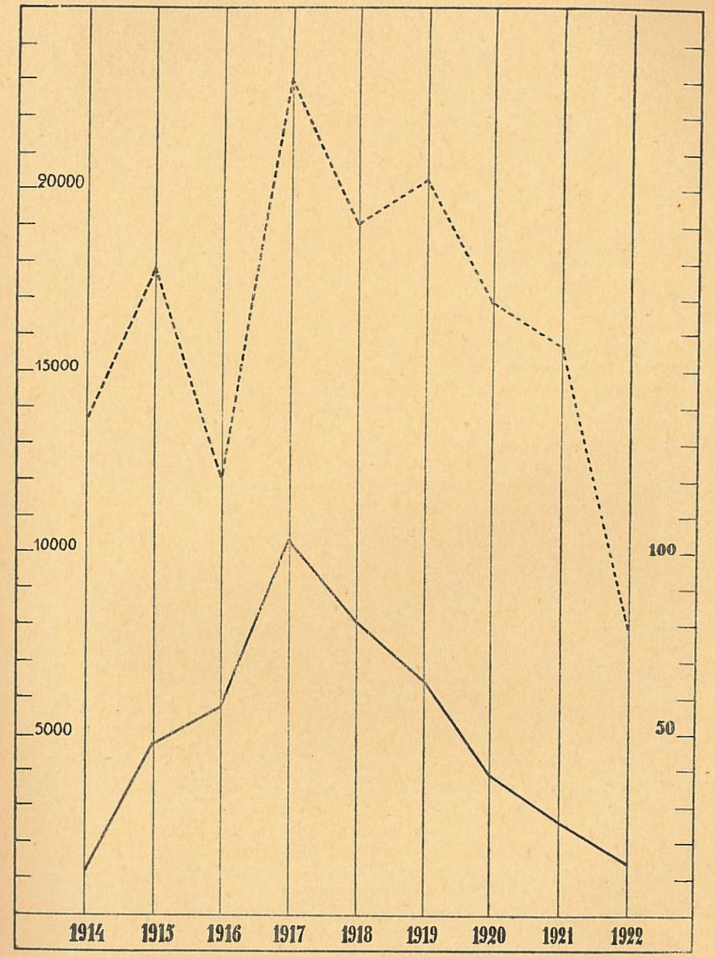

FIG. 80. — *Courbe supérieure* : la typhoïde en Prusse de 1914 à 1922.
Courbe inférieure : activité périodique du soleil.

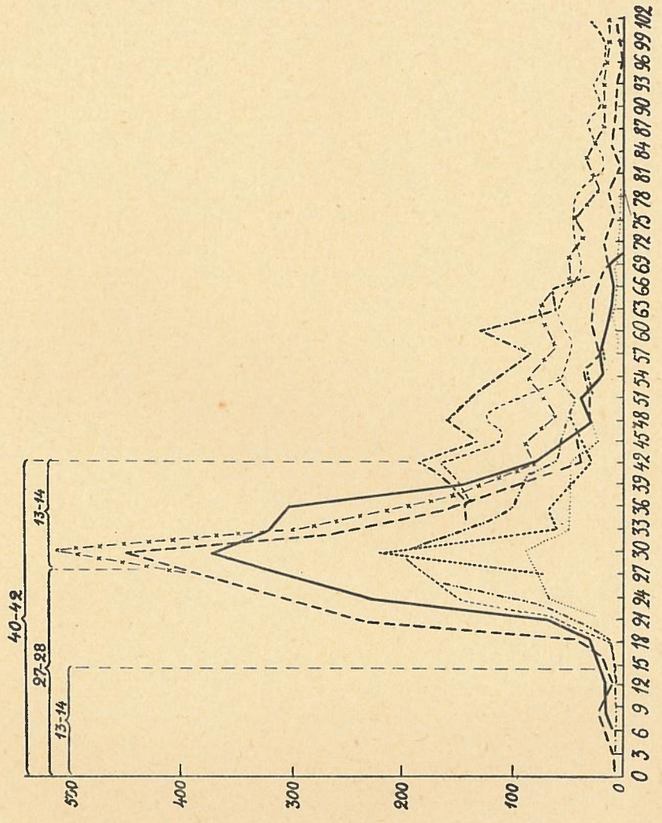

FIG. 81. — Dynamique de la morbidité par la typhoïde au cours de plusieurs épidémies (d'après Knorr). Une demi-rotation du soleil autour de son axe: 13-14 jours. Rotation complète : 27 jours. Une rotation et demie : 40-42 jours.

chute des courbes se produit de 40 à 42 jours depuis le commencement de l'épidémie, c'est-à-dire coïncide avec une révolution et demie du soleil. Nous verrons plus loin certains phénomènes liés à la période des 27 jours. Comme on le sait, en même temps que le soleil lui-même, se déplacent les centres de perturbations de cet astre, comme les taches, les protubérances, les floculli, c'est-à-dire que se manifestent des phénomènes exerçant une action sur la vie terrestre.

B. — DYSENTERIE.

On peut considérer que dans la question de la périodicité de la dysenterie, les chercheurs sont arrivés à l'heure actuelle à cette conclusion qu'il existe une période de 11 années dans la marche des épidémies de dysenterie et que cette périodicité est en relation avec les oscillations du climat. Il faut remarquer toutefois que les données historiques sur les épidémies de dysenterie, tout en présentant parfois cette période de 11 années, concordent très mal avec les conclusions des climatologistes.

Par contre, il n'est pas difficile de constater que de nombreuses années, particulièrement abondantes en cas mortels par suite des épidémies de dysenterie, concordent très bien avec les maxima solaires.

Sur les graphiques 82 et 83 nous donnons des courbes schématiques de mortalité par la dysenterie, au Japon, de 1879 à 1923, et en Allemagne de 1889 à 1923, c'est-à-dire dans 2 pays très éloignés l'un de l'autre. Ces courbes n'expriment que qualitativement le phénomène : les maxima de la courbe épidémique tendent à coïncider avec les maxima solaires.

En 1928, l'épidémiologiste allemand Gleitsmann, après avoir étudié spécialement les matériaux statistiques, est arrivé à cette même conclusion (son travail a été fait à la suite de mes travaux). Nous donnons ci-après une courbe prise dans le travail de Gleitsmann pour la dysenterie (fig. 85). Cette courbe démontre que, l'année du maximum solaire 1917, la mortalité par la dysenterie a présenté à Berlin un ressaut maximal. Mais je n'ai pas étudié cette question plus à fond.

Voici ce que Gleitsmann écrit à ce sujet : « Les taches solaires jouent dans l'apparition et dans la marche des maladies un rôle considérable sinon le principal. » Afin de pouvoir la comparer avec la courbe de Gleitsmann, nous donnons une autre courbe de la mortalité par la dysenterie à Moscou (fig. 84). Le maximum tombe également sur l'année 1917.

FIG. 82. — Schéma d'un rapport qualitatif entre la mortalité par la dysenterie au Japon et l'activité solaire. Ligne supérieure représente la dynamique de la mortalité par la dysenterie ; l'inférieure, la marche de l'activité solaire.

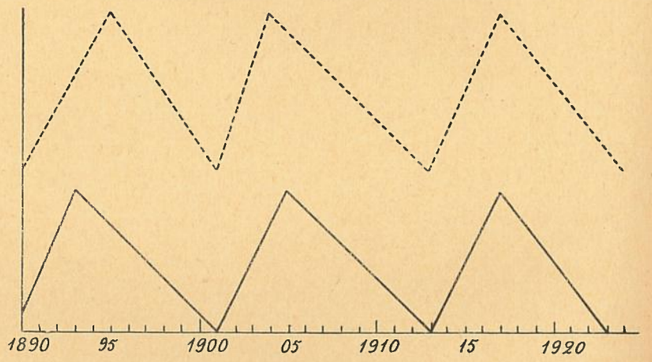

FIG. 83. — Schéma d'un rapport qualitatif entre la mortalité par la dysenterie en Allemagne et l'activité solaire. Courbe supérieure : dynamique de la mortalité par dysenterie. Courbe inférieure : marche de l'activité solaire.

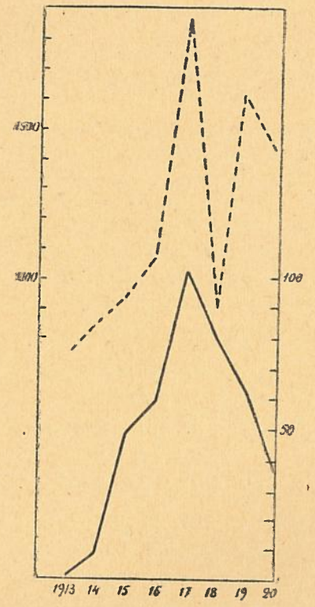

FIG. 84. — Courbe supérieure : mortalité par la dysenterie à Moscou de 1913 à 1920. Courbe inférieure : activité solaire pour le même temps.

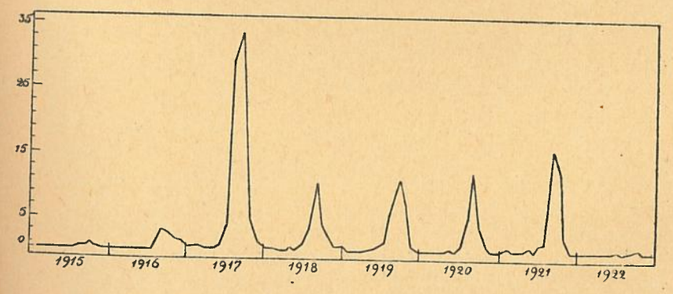

FIG. 85. — Mortalité par la dysenterie à Berlin de 1915 à 1920 (d'après Gleitsmann). Année 1917 : maximum de l'activité périodique du soleil.

C. — Suette anglaise.

Nous aurions considéré notre revue comme incomplète si nous n'avions pas noté certaines maladies épidémiques qui coïncident avec des maxima solaires.

On peut mettre au nombre de ce genre d'épidémies la suette anglaise, maladie très grave qui se répandit en Angleterre aux XVe et XVIe siècles, d'où elle passa sur le continent. L'origine de cette maladie n'est pas encore éclaircie. Haeser écrit : « On ne peut pas nier une très proche parenté de cette affection avec la grippe, dont elle partage le caractère essentiel, à savoir une propagation rapide et générale, tout en s'en distinguant par la direction de sa diffusion. » Nous donnons ci-dessous la liste de toutes les épidémies de suette anglaise et nous mettons en regard les dates des maxima solaires.

Maxima solaires	Epidémies de suette	Aire de diffusion	Gravité de l'épidémie
1490	Ire ép. 1486	Angleterre	Grande
1511	IIe ép. 1507	Angleterre	Moyenne
1518	IIIe ép. 1518	Angleterre et France du Nord	Très grande
1529	IVe ép. 1529	Toute l'Europe	Exceptionnellement grande
1551	V^e^ ép. 1551	Angleterre, Allemagne, Danemark	Très grande

Haeser continue en ces termes : « La gravité de la 3e épidémie de 1518 a dépassé encore celle de la première ; ce phénomène est d'autant plus remarquable que cette année ne présentait aucune des circonstances particulières qui peuvent être considérées comme les causes adjuvantes des épidémies. Elle commença en juillet 1518, et, sans qu'il y ait eu aucun prodrome, elle terrassa les malades au bout de 2 ou 3 heures. Il y eut surtout des cas mortels nombreux dans les basses classes de la société, mais même parmi les gens riches les pertes furent très considérables. Ainsi les universités d'Oxford et de Cambridge perdirent un grand nombre de leurs plus célèbres professeurs. Dans de nombreux endroits un tiers et même la moitié de la population fut anéantie par l'épidémie. »

Le même historien des épidémies caractérise ainsi l'épidémie de 1529 : « L'épidémie commença à sévir tout de suite avec la même rapidité mortelle que 11 ans auparavant. Il n'y eut pas de signes avant-coureurs et les malades mouraient en 5 ou 6 heures. Cette épidémie se répandit sur une grande partie de l'Europe. La 5e et dernière épidémie de suette de 1551 surgit le 13 avril avec une gravité sans exemple, tuant la plupart des malades en quelques heures : jamais la maladie ne dura plus de 24 heures. La panique qui s'ensuivit se manifesta plus irrésistiblement que lors des précédentes épidémies. Les habitants en foule cherchaient le salut dans la fuite. »

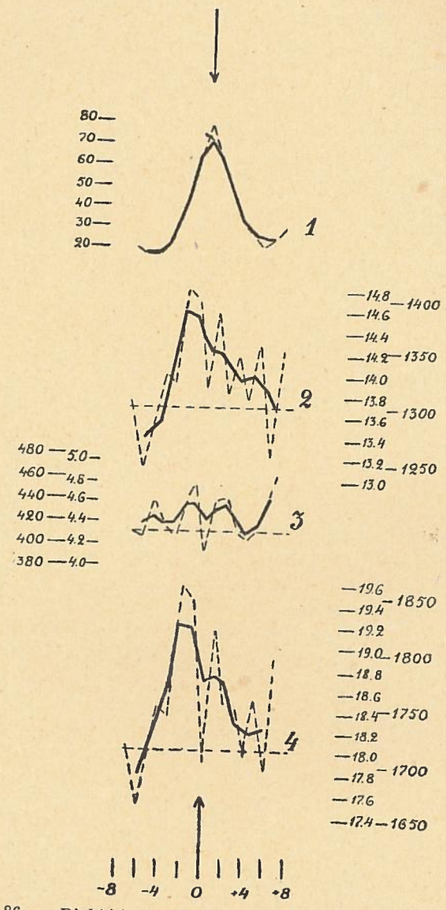

Fig. 86. — Diphtérie et scarlatine à Berlin et l'activité solaire (mouvement journalier).

1. Taches solaires 7 jours avant et 7 jours après la poussée solaire (97 poussées, du 31.XII.1916 à 31.XII.1920).
2. Cas de diphtérie et de croup à Berlin pour le même laps de temps (19.945 cas).
3. Cas de scarlatine à Berlin pour le même temps (6.389 cas).
4. Résultats de l'addition des courbes 2 et 3 (26.334 cas) (d'après B. et T. Dull, 1937).

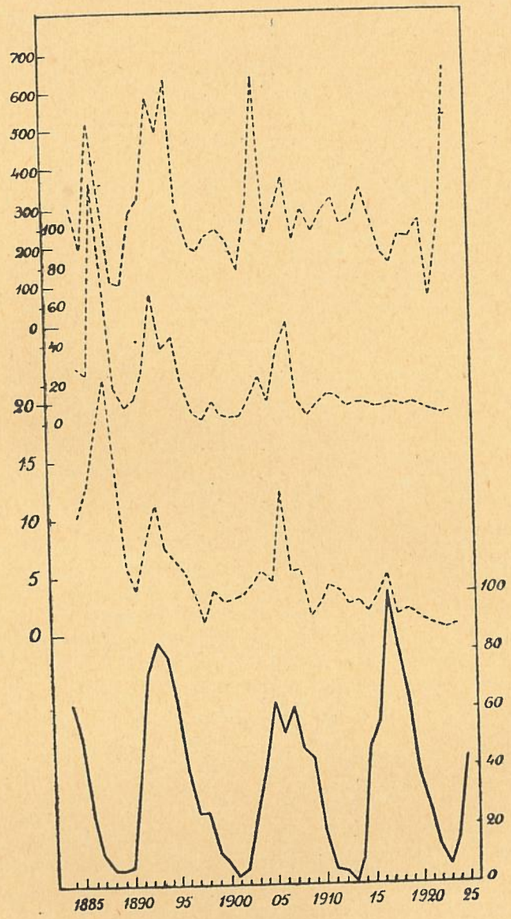

FIG. 87. — *Scarlatine à Providence (U. S. A.)* de 1886 à 1924.

Ire courbe : morbidité par la scarlatine.
IIe — mortalité par la scarlatine.
IIIe — cas graves.
IVe — activité solaire.

(d'après *American Journal of Hygiene*, vol. VI, p. 411, 1926.)

D. — SCARLATINE.

Nous pouvons remarquer que toutes les épidémies de scarlatine aux XVIe et XVIIe siècles tendent à coïncider avec l'activité maximale du soleil.

Minima solaires	Epidémies de scarlatine
1551	1550
1572	1574
1626	1627
1639	1642
1649	1652
1660	1661

Au XVIIIe siècle, la scarlatine présenta déjà une très grande diffusion, mais une corrélation très nette de ses épidémies avec les maxima solaires se trouve en défaut. Toutefois l'épidémiologie mentionne certaines épidémies violentes de scarlatine au XVIIIe siècle qui offrent une coïncidence certaine avec les maxima solaires.

E. — LA RAGE.

Dans la distribution des épidémies de la rage, il est difficile de trouver une corrélation avec l'activité solaire. Nous ne donnerons donc que quelques remarques.

Ci-dessous le tableau des épidémies de la rage animale, de 1271 au XIXe siècle, emprunté au travail de Langé :

Epoques de l'activité solaire	Epidémie de rage animale	Aire de dispersion des épidémies
Max. 1269	1271	France
Max. 1500	1500	Espagne
Max. 1588	1586	France, Hongrie
	1590	Autriche, France
Max. 1604	1604	France
Max. 1693	1691	France
Max. 1705	1708	Italie
Max. 1718	1719-1724	Allemagne, France
	1721-1728	Hongrie
Max. 1727	1725-1726	Divers pays d'Europe
Min. 1734	1734-1735	Angleterre
Max. 1738	1738	Ile Barbados
Max. 1761	1759-1760	Environs de Londres
Min. 1766	1765	Angleterre
Max. 1778	1776	Angleterre
	1779	Environs de Philadelphie
Min. 1784	1783	Indes occidentales
Max. 1788	1785-1789	Europe et Amérique

Nous voyons dans ce tableau que les 8 premières épidémies historiques correspondent aux périodes des maxima. Les autres tombent sur les maxima aussi bien que sur les minima. Les années intermédiaires entre les maxima et les minima sont plus ou moins complètement vides. Un tableau identique nous est donné par la représentation graphique des matériaux statistiques concernant la fréquence des morsures, d'après les données de l'Institut Pasteur de Paris et celles de différents pays.

F. — Psittacose.

La maladie des perroquets, appelée psittacose, est une maladie infectieuse aiguë qui présente pour nous un certain intérêt, car les épidémies les plus fortes pour la plupart correspondent soit aux minima soit aux maxima solaires. Le virus filtrant de la psittacose se trouve dans l'organisme des perroquets, principalement des brésiliens, et se transporte des perroquets à l'homme aussi bien que d'homme à homme.

Nous donnons un tableau comparatif de toutes les épidémies de psittacose qui ont été enregistrées.

Epoques de l'activité solaire	Epidémies de psittacose
Chute du maximum et du minimum	1876 (France)
	1879 (Suisse)
Maximum	1882 (Bonn)
Minimum	1886 (Leipzig)
Maximum	1892 (Paris)
Minimum	1896 (Berlin, Stettin)
Chute du maximum	1908 (Hanovre)
	1909 (environs de Cologne)
Début du maximum	1914 (Angleterre)
Début du maximum	1924 (Angleterre)
Maximum	1928 (Etats-Unis)
	1929-1930 (toute l'Europe et l'Amérique)

C'est surtout la grande épidémie de 1928-1930 qui offre pour nous un vif intérêt, car le nombre de malades dans les différentes villes d'Europe et d'Amérique n'était pas inférieur à 1.000. Ce qui est curieux dans cette épidémie, c'est que l'affection apparaissait simultanément dans des endroits très éloignés les uns des autres (dessin 88). Bien que les perroquets du Brésil soient importés tous les ans en Europe en grand nombre (plus de 10.000), la maladie a tendance à ne se manifester visiblement que dans une certaine liaison avec les époques de l'activité solaire. Nous nous contentons pour l'instant de citer les données ci-dessus.

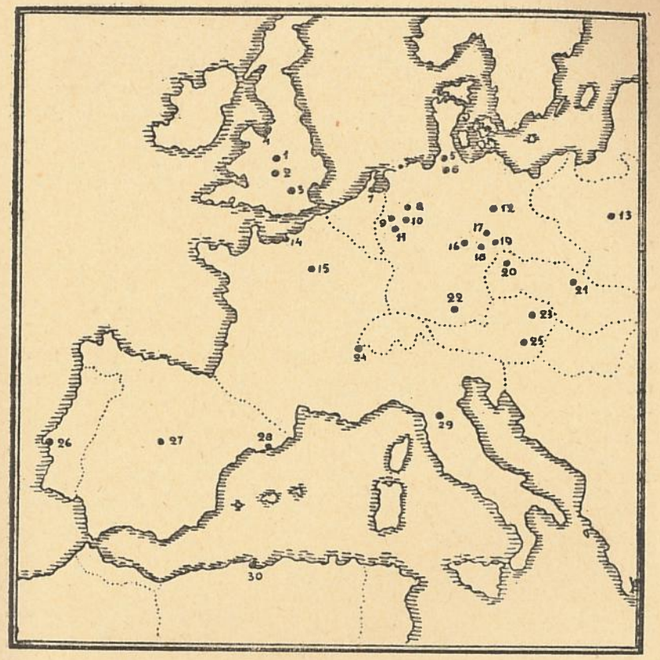

Fig. 88. — *Distribution géographique de la psittacose lors de l'épidémie de* 1929-1930.

Villes : 1) Oxford, 2) Warwick, 3) Londres, 4) Liverpool, 5) Altona, 6) Hambourg, 7) Amsterdam, 8) Munster, 9) Horst, 10) Dortmund, 11) Cologne, 12) Berlin, 13) Varsovie 14) Le Havre, 15) Paris, 16) Glauhau, 17) Döbdn, 18) Chemnitz, 19) Dresde, 20) Prague, 21) Ostrava, 22) Munich, 23) Vienne, 24) Genève, 25) Gratz, 26) Lisbonne, 27) Madrid, 28) Barcelone, 29) Florence, 30) Alger, 31) Copenhague.

G. — Rhumatisme.

Gounar Edström, de Lund (Suède), en s'appuyant sur mes travaux concernant la relation entre l'activité solaire, les épidémies et la morbidité, a fait une tentative très intéressante de comparer ladite activité solaire et la morbidité par le rhumatisme dans toute la Suède, conformément à la statistique officielle pour la période qui va de 1901 à 1934. Le tableau ci-après donne ces chiffres.

La représentation graphique de ces données se trouve dans le diagramme 89. Nous remarquons une double période dans la marche de la morbidité par le rhumatisme en Suède, par rapport à la courbe solaire, c'est-à-dire que les ressauts de la morbidité s'aperçoivent aussi bien aux maxima qu'aux minima ; mais il y a une différence essentielle :

Années	Nombres de Wolf-Wolfer	Rhumatisme en Suède par 10.000 habitants
1901	3	3,17
1902	5	3,18
1903	24	3,15
1904	42	3,78
1905	64	3,89
1906	54	2,92
1907	62	3,03
1908	49	2,76
1909	44	2,83
1910	19	2,75
1911	6	3,42
1912	4	3,15
1913	1	2,64
1914	10	2,95
1915	47	3,77
1916	57	3,51
1917	104	2,74
1918	81	2,32
1919	64	2,71
1920	38	3,15
1921	26	2,84
1922	14	2,67
1923	6	2,59
1924	17	2,28
1925	44	2,75
1926	64	3,61
1927	69	3,49
1928	78	3,77
1929	65	4,50
1930	36	5,01
1931	20	4,84
1932	9	4,33
1933	6	3,95
1934	9	3,77

Morbidité par le rhumatisme en Suède, de 1901 à 1934.

les ressauts dans la marche du rhumatisme sont infiniment plus importants pendant les maxima que pendant les minima.

Rappelons ici, qu'une période double de ce genre peut se voir dans les orages magnétiques, quand, aux époques des minima, on note de légères montées de la courbe des orages magnétiques. Il faut remarquer que l'activité des orages en Suède se déroule suivant le cycle solaire présentant des légères montées dans les minima et des grandes montées aux époques des maxima. Les données de Gounar Edström sont également intéressantes, en ce sens que, ces dernières années, plusieurs chercheurs ont essayé d'établir une liaison entre le rhumatisme et l'état électrique de l'atmosphère (ionisation atmosphérique). Je puis citer en dehors de mes travaux ceux de Happel, Strassburger, etc.

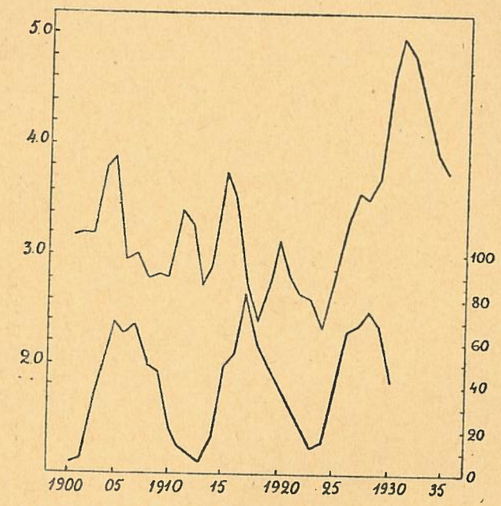

Fig. 89. — Courbe supérieure : morbidité par le rhumatisme en Suède de 1900 à 1935.
Courbe inférieure : activité solaire pour le même temps (d'après G. Edström).

H. — Tuberculose pulmonaire.

J'ai découvert une curieuse corrélation entre l'activité du soleil et des orages, d'une part, et la mortalité par la tuberculose pulmonaire, d'autre part, dans la ville de Moscou. La statistique des orages à Moscou commence en 1882. A l'origine elle a été établie à l'Observatoire météorologique et, à partir de 1915, par A. P. Moïsseieff. La statistique de la mortalité par la tuberculose à Moscou existe depuis 1878. En calculant les écarts du niveau moyen de la mortalité (tableau ci-après) et en les portant sur un système de coordonnées, nous obtenons un graphique sur lequel se manifeste assez clairement une double montée de la courbe de la mortalité par la tuberculose dans chaque cycle solaire. Ces montées atteignent leur plus grande intensité peu de temps avant les maxima de l'activité solaire, ou tout de suite après eux. Par contre, les années

de l'activité maximale et minimale du soleil, la mortalité par la tuberculose offre une marche assez lente.

Ce qui est surtout remarquable, c'est que dans les années des maxima solaires les tuberculeux meurent en moins grand nombre que pendant les années des minima.

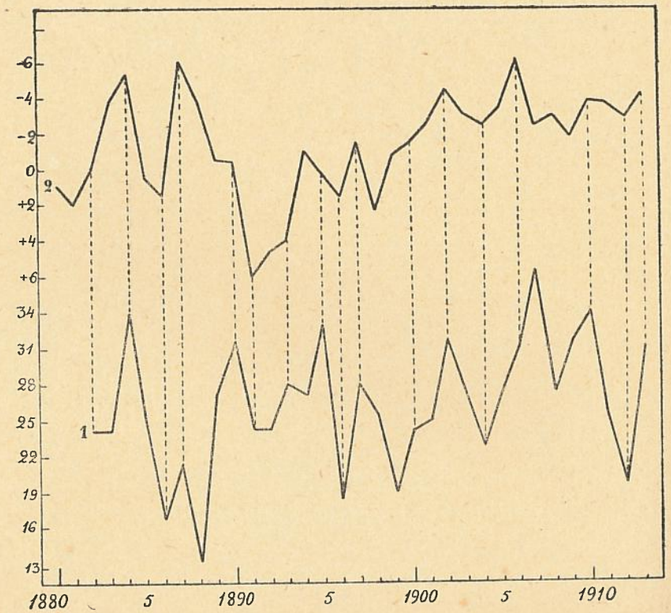

FIG. 90. — Courbe supérieure : mortalité par la tuberculose pulmonaire de 1882 à 1915. Ecarts du niveau moyen (courbe en miroir).
Courbe inférieure : fréquence des orages à Moscou de 1882 à 1915.

Ce phénomène n'est-il pas en relation avec certaines manifestations électriques dans l'atmosphère ayant lieu dans les années des maxima et agissant favorablement sur la tuberculose ? Les recherches expérimentales réalisées par moi de 1923 à 1932 dans le domaine de l'influence de l'air ionisé sur les maladies pulmonaires, ont résolu cette question dans le sens positif. Désireux maintenant de vérifier directement sur une statistique massive, le rapport de la mortalité par la tuberculose et des phénomènes électriques dans l'atmosphère, j'ai dressé deux courbes :

celle de la fréquence des orages et celle de la mortalité par la tuberculose à Moscou (fig. 90). Ensuite j'ai employé la méthode de superposition des cycles sur l'axe des maxima (tableaux ci-après) et j'ai obtenu deux courbes (fig. 91) dont celle de la mortalité par la tuberculose est pré-

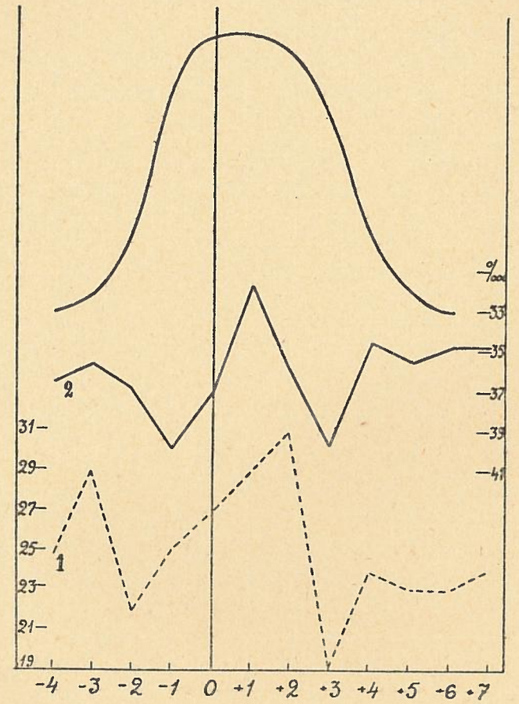

FIG. 91. — Courbe 1 : Fréquence des orages à Moscou de 1882 à 1920.
Courbe 2 : Mortalité par la tuberculose pulmonaire à Moscou de 1882 à 1920 (courbe en miroir).
Courbe supérieure : Schéma d'une période solaire.

sentée en miroir. Un parallélisme remarquable manifesté par les deux courbes parle en faveur d'une relation étroite et inverse entre ces deux phénomènes, c'est-à-dire qu'à mesure qu'augmente la fréquence des orages, diminue la mortalité par la tuberculose et vice-versa. Par conséquent, on peut admettre que la tension augmentée de l'électricité

MORTALITÉ PAR LA TUBERCULOSE PAR 100.000 HABITANTS A MOSCOU DE 1879 A 1920.

	45,4	46,1	46,6	44,3	40,0	38,0	43,3	43,9	36,1	37,9	—	—
	40,6	40,5	46,4	44,9	1883 43,5	38,1	38,7	39,9	36,3	39,6	36,0	35,0
	33,5	31,2	32,1	32,1	1893 30,7	27,7	31,1	30,0	30,7	28,3	27,9	28,5
	26,7	24,8	22,4	38,3	1905 33,3	21,4	29,5	45,2	—	—	—	—
					1917							
$\sum_{i=1}^{i=n} X_i$	146,2	142,6	147,5	159,6	147,5	125,2	142,6	159,0	103,1	105,8	63,9	63,5
$\frac{1}{n}\sum X_i$	36,5	35,8	36,9	39,9	36,9	31,4	35,8	39,7	34,4	35,3	32,0	31,8
	— 4	— 3	— 2	— 1	Max 0	+ 1	+ 2	+ 3	+ 4	+ 5	+ 6	+ 7

NOMBRE DE JOURS D'ORAGE A MOSCOU DE 1882 A 1920.

	—	—	—	24	24	34	25	17	21	13	—	—
	27	32	24	24	1883 28	27	33	18	28	26	19	24
	25	32	27	23	1893 27	31	38	27	32	34	26	20
	31	23	15	28	1905 30	22	29	14	19	22	—	—
	25	—	—	—	1917 —	—	—	—	—	—	—	—
$\sum_{i=1}^{=n} X_i$	108	87	66	99	109	114	125	76	100	95	45	44
$\frac{1}{n}\sum X_i$	27,0	29	32	24,8	27,2	28,5	31,2	19	25	23,8	22,5	22,0
	— 4	— 3	— 2	— 1	Max 0	+ 1	+ 2	+ 3	+ 4	+ 5	+ 6	+ 7

MORTALITÉ PAR LA TUBERCULOSE ET LE NOMBRE DES JOURS D'ORAGE A MOSCOU.

Années	Mortalité en °/₀₀₀	Moyenne calculée °/₀₀₀	Ecart	Jours d'orage	Années	Mortalité en °/₀₀₀	Moyenne calculée °/₀₀₀	Ecart	Jours d'orage
1878	43,7	46,1	— 2,4		1900	35,0	36,4	— 1,4	24
79	45,4	45,6	— 0,2		01	33,5	36,0	— 2,5	25
1880	46,1	45,2	+ 0,9		02	31,2	35,5	— 4,3	32
81	46,6	44,8	+ 1,8		03	32,1	35,1	— 3,0	27
82	44,3	44,3	0,0	24	04	32,1	34,7	— 2,6	23
83	40,0	43,9	— 3,9	24	05	30,7	34,2	— 3,5	27
84	38,0	43,4	— 5,4	34	06	27,7	33,8	— 6,1	31
85	43,3	43,0	+ 0,3	25	07	31,1	33,4	— 2,3	38
86	43,9	42,6	+ 1,3	17	08	30,0	33,0	— 3,0	27
87	36,1	42,1	— 6,0	21	09	30,7	32,5	— 1,8	32
88	37,9	41,7	— 3,8	13	1910	28,3	32,1	— 3,8	34
89	40,6	41,2	— 0,6	27	11	27,9	31,6	— 3,7	26
1890	40,5	40,8	— 0,3	32	12	28,5	31,2	— 2,7	20
91	46,4	40,4	+ 6,0	24	13	26,7	30,8	— 4,1	31
92	44,9	40,0	— 4,9	24	14	24,8	30,3	— 5,5	23
93	43,5	39,5	+ 4,0	28	15	22,4	29,9	— 7,5	15
94	38,1	39,1	— 1,0	27	16	38,3	29,4	+ 8,9	28
95	38,7	38,6	+ 0,1	33	17	33,3	29,0	+ 4,3	30
96	39,9	38,2	+ 1,7	18	18	21,4	28,6	— 7,2	22
97	36,3	37,8	— 1,5	28	19	29,5	28,1	+ 1,4	29
98	39,6	37,3	+ 2,3	26	1920	45,2	27,7	+17,5	14
99	36,0	36,9	— 0,9	19					

atmosphérique, qui se trouve dans une certaine corrélation avec l'activité solaire, exerce une influence bienfaisante sur les tuberculeux en diminuant la mortalité, ce qui a déjà été démontré expérimentalement par le degré d'ionisation de l'air.

Dans le cas présent nous avons obtenu une expérience cruciale par la voie des statistiques et des travaux de recherches dans les laboratoires.

CHAPITRE XIV

Prédiction des épidémies. — Quelques observations sur les processus dans la biosphère de la terre.

Au cours de nos recherches, nous avons pu constater certains phénomènes dont le retour régulier permet une application pratique des résultats de notre travail en ce qui concerne la prédiction de l'évolution des épidémies, et cela assez longtemps d'avance.

1923 marquait un minimum d'activité solaire. A partir de 1924, la formation des taches n'a cessé de tendre progressivement vers son maximum. En 1925 et 1926, la nature du globe terrestre a subi des bouleversements extraordinaires. La planète tout entière a été en proie à des cataclysmes, sans que le continent européen fût épargné. Dès 1926, une forte épidémie grippale s'abattait sur la Russie, et l'année suivante elle s'étendait à l'Europe occidentale.

1928 marquait le maximum d'activité solaire. On pouvait donc prévoir vers 1932 le début d'une nouvelle épidémie grippale. La troisième vague grippale suivit en 1935-1936, le minimum ayant eu lieu en 1933-1934, et le maximum en 1937-1938. Cette dernière épidémie peut déterminer une récidive en 1939-1940. Ensuite, on peut s'attendre à une nouvelle épidémie en 1946-1947, etc.

Bien que, en raison des mesures sanitaires et hygiéniques généralisées, le choléra soit en décroissance dans les pays civilisés et qu'on ne puisse pronostiquer sûrement des épidémies de cette maladie dans les Etats européens ou aux Etats-Unis d'Amérique, il n'en est pas moins possible qu'il sévisse de 1937 à 1939, de 1948 à 1950, de 1959 à 1960, etc. (surtout si au cours de ces années ont lieu des bouleversements sociaux, des guerres, etc.) ou que, du moins, ses foyers locaux s'intensifient en Orient, avec augmentation marquée de mortalité.

En 1939, on pourra s'attendre à une épidémie de typhus exanthématique et de fièvre typhoïde récurrente qui font un retour périodique

tous les onze ans et se manifestent un an ou un an et demi après le maximum solaire. La dernière épidémie importante de typhus exanthématique (qui est toujours favorisée par les bouleversements sociaux) a eu lieu en 1919.

Il va de soi que, pour que les pronostics ci-dessus demeurent valables, l'activité du soleil ne doit souffrir, durant la période prévue, aucune déviation sensible. Celles-ci, du reste, sont fort rares.

Il nous est donc permis d'affirmer que nous possédons désormais certaines données qui autorisent les pronostics, données insuffisantes, selon l'observation du prof. Zabolotny, pour prédire les vagues épidémiques avec la certitude des astronomes : mais les météorologistes prédisent-ils toujours exactement le temps qu'il fera ?

Quoi qu'il en soit, dès que nous avons pu étudier de plus près le mécanisme qui, d'une façon ou d'une autre, détermine la périodicité des épidémies de choléra ou de grippe, leur apparition et leur évolution sont devenues plus claires pour nous. Des déductions analogues pourraient être appliquées à certaines autres épidémies, telles que le typhus exanthématique et la dysenterie pour certaines régions, ou la méningite cérébrospinale, la diphtérie, etc.

Si l'on admet que les oscillations dans la tension du champ électrique de l'atmosphère, l'augmentation de l'électricité négative à la surface du sol ou de l'électricité négative et positive dans l'atmosphère en relation avec l'afflux des électrons solaires à l'époque du passage des taches, si l'on admet que tous ces phénomènes influencent les processus physiologiques dans les organismes vivants, et en particulier dans les microorganismes, il est permis de supposer que l'évolution des épidémies implique deux particularités principales : certaines épidémies coïncideront avec les époques maxima, alors que certaines autres coïncideront avec les époques minima. Parmi les premières figurent le choléra, la fièvre typhoïde récurrente, la méningite cérébrospinale, la dysenterie ; parmi les secondes, souvent la peste, et dans des régions déterminées, la diphtérie. *On observe la recrudescence ou la décroissance périodique, tantôt de l'une et tantôt de l'autre infection.*

Il faudrait étudier la répartition, d'après les régions et en relation avec l'activité solaire, des divers éléments météorologiques ou géophysiques, à commencer par la pression et la température et à finir par les phénomènes électriques et magnétiques ; il faudrait déduire leurs corrélations empiriques et contrôler celles-ci pendant un laps de temps prolongé.

Citons comme exemple la fréquence des orages dont la répartition sur la surface du globe terrestre est loin d'être régulière. Il en est de même pour des phénomènes électro-optiques tels que les halos. Bien qu'ils soient dans un certain rapport avec l'activité solaire, leur répartition dans l'*espace* dépend de facteurs géophysiques et météorologiques.

La fréquence des halos est parfois en proportion directe des taches, parfois aussi en proportion inverse.

Nous avons pu esquisser les tendances générales de l'évolution des

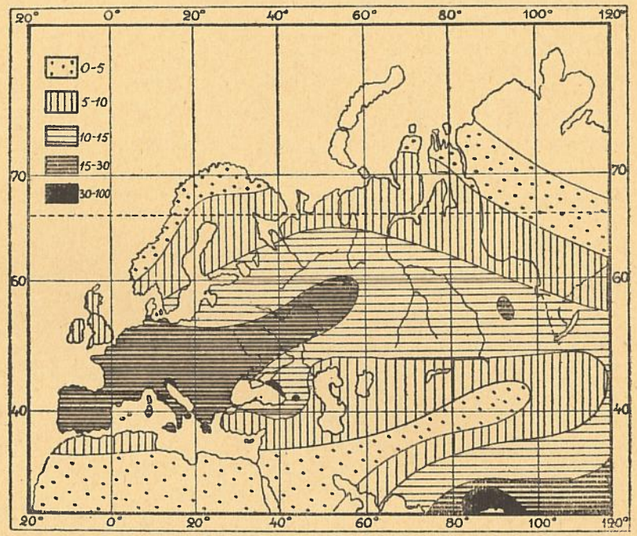

FIG. 92. — Irrégularité de distribution des phénomènes électriques dans l'atmosphère (Europe, une partie de l'Asie et de l'Afrique). Sur cette carte est représenté le nombre annuel des orages dans les différentes régions.

épidémies et préciser leurs caractéristiques dues aux facteurs physico-chimiques du milieu extérieur, sans que le secret des effets épidémiologiques s'en trouve percé. La complexité de leur analyse dépend du système même de la biosphère, une et composite, et dont nous ne percevons que vaguement l'activité vitale et l'interdépendance des diverses fonctions.

La complexité de ces interdépendances fait que l'effet des oscillations énergétiques dans l'activité solaire ne se manifeste pas toujours avec une netteté suffisante dans le mécanisme de l'épidémie, même en ce qui concerne le retour régulier des phénomènes les plus typiques. Par sucroît, l'agent cosmique ne se manifeste pas de la même façon sur toute la surface terrestre, mais il a, grâce à des particularités géophysiques et mé-

téorologiques, des régions sélectives pour ses composants, tant dans le temps que dans l'espace. Il faut donc croire que dans différentes localités nous aurons des indices de périodicité différents d'une même épidémie mais avec une tendance pour tous les indices à se rapprocher d'une cer-

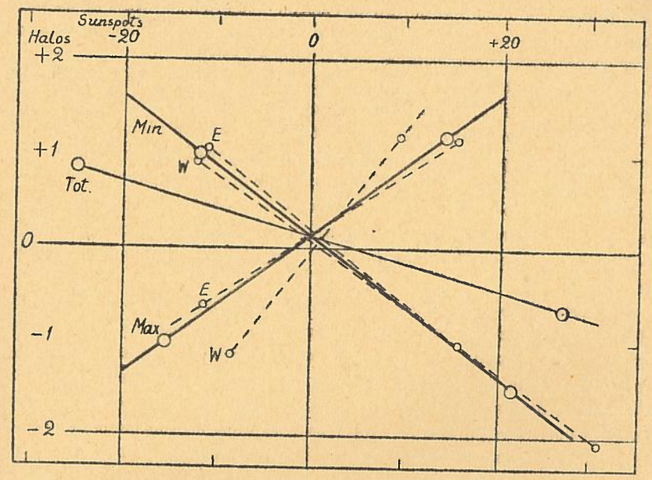

FIG. 93. — Contre-parallélisme entre le nombre des taches solaires et les halos, à Batavia (d'après S. W. Wisser). Les observateurs européens donnent des tableaux inverses.

taine périodicité qui leur serait commune. On le voit d'après certains de nos graphiques.

Il va de soi que plus les données statistiques, les zones territoriales et les segments de temps étudiés sont vastes, mieux nous constatons la régularité du mouvement des épidémies, les accidents s'estompant devant les lois universelles.

L'étude des diverses manifestations de la vie organique nous a nécessairement amené à la conclusion qu'en dehors de la dépendance des oscillations périodiques de l'activité solaire, il existe encore une certaine interdépendance et action réciproque entre les diverses parties de la biosphère réglementées par la périodicité solaire. Telles les oscillations des récoltes, de la germination, de la végétation, de l'aubier, qui sont en rapport étroit avec l'activité solaire mais qui, dans diverses régions, marquent des déviations différentes, les points maxima et minima des

courbes se déplaçant et parfois déterminant un contre-parallélisme manifeste. Nous avons vu que la répartition de certaines épidémies dans le temps et l'espace donnait lieu à des constatations analogues.

Arrêtons-nous au moins sur une particularité de la vie de la biosphère en connexion avec l'activité périodique du soleil, particularité s marquante que nous avons cru devoir lui attribuer le titre de *loi de la compensation quantitative dans les fonctions de la biosphère en relation avec les oscillations énergétiques de l'activité du soleil.*

Voici, en quelques mots, en quoi consiste cette loi : les proportions quantitatives qui accompagnent l'évolution de tel ou tel autre phénomène, sur des territoires très vastes, tendent à se maintenir par voie de compensations périodiques, donnant, en moyenne arithmétique, toujours la même valeur ou du moins une valeur approximative. En d'autres termes, la compensation quantitative a lieu dans telle région, bientôt après une mauvaise récolte ou quelques années après, ou bien, en même temps que cette récolte, dans quelque autre région où la récolte a dépassé la norme.

Le mécanisme des phénomènes qui se produisent dans les fonctions de la biosphère et qui relèvent de la loi de la compensation quantitative attend d'être expliqué par l'étude de la dépendance des phénomènes météorologiques de l'activité périodique du soleil. Ce domaine n'a attiré l'attention des savants que tout dernièrement, mais déjà on a pu constater des séries régulières fort intéressantes dans les fonctions de l'océan atmosphérique, sous l'action des oscillations énergétiques de l'activité solaire. Ici aussi, on constate des phénomènes périodiques surgissant dans divers endroits à des moments divers et faisant supposer également la loi de la compensation quantitative ou même qualificative dans le domaine des phénomènes météorologiques.

Cela nous permet d'esquisser un tableau d'ensemble remarquablement harmonieux des actions réciproques et des interdépendances des différents domaines de la biosphère, réglementés par des diminutions et augmentations périodiques des irradiations énergétiques du soleil. Tout comme l'ensemble complexe des processus météorologiques de l'océan aérien tout entier présente une unité organique, le système plus complexe encore des processus biologiques de la terre doit être considéré comme une unité, comme un organisme. Par ses oscillations énergétiques, le soleil bouleverse ou calme périodiquement l'activité de l'atmosphère, de l'hydrosphère et de la biosphère ; l'action est suivie de la réaction, et tôt ou tard, dans un secteur ou simultanément dans divers secteurs, se produit le processus de compensation tendant à atténuer les virages brusques de la courbe quantitative en en faisant une droite ou une ligne exprimant la tendance générale de l'évolution de tel ou tel autre processus organique sur terre.

Dès lors on conçoit une des fonctions essentielles de la biosphère : la persistance de la vie en dépit des catastrophes météorologiques et climatiques périodiques. Qu'adviendrait-il de la vie animale et végétale si la terre était éprouvée de sécheresse simultanément dans toutes ses parties ? En quelques mois elle se transformerait en désert.

Il semble que les microorganismes sont régis par la même loi de compensation quantitative, qui leur assure une existence continue et leur confère un rythme déterminé dans le temps et dans l'espace.

La répartition des épidémies dans le temps et dans l'espace exige une étude approfondie, car elle comporte certaines importantes particularités qui caractérisent le processus même du retour et de l'arrêt des épidémies.

Nous avons vu plus haut que presque toutes les épidémies que nous avons étudiées, surgissaient le plus souvent de façon inattendue, sans qu'on pût distinguer dans le milieu social des facteurs d'une portée suffisante pour déterminer leur développement, et qu'elles commençaient à décliner aussi inopinément, pour enfin disparaître définitivement. Nous connaissons également un autre fait important : le virus peut vivre des années parmi la population d'une région quelconque ; des milliers d'êtres peuvent en être porteurs, et pourtant l'épidémie ne se déclare pas. Donc, pour qu'elle éclate, il faut des conditions particulièrement favorables, conditions dont nous ignorons la nature.

Nous avons donc constaté l'existence d'un lien entre l'intensité du processus solaire et l'évolution des épidémies. Parfois ce lien se manifestait si nettement qu'involontairement surgissait l'hypothèse d'un rapport de cause à effet entre ces deux phénomènes. D'autre part, nous avons observé qu'il suffit au processus solaire d'atteindre une certaine intensité pour qu'aussitôt, sur les points les plus divers du globe, apparaissent des foyers épidémiques.

Les brusques déviations de l'évolution normale des épidémies, en rapport avec certains états du soleil, ne peuvent être désignées comme des oscillations, ces dernières supposant des modifications lentes et progressives, mais plutôt comme des *catastrophes* ou des *révolutions épidémiques*, puisqu'elles se manifestent à la façon des éléments. Car une épidémie est en premier lieu un élément.

En effet, une lente évolution de l'épidémie permettrait à l'homme, en s'y adaptant, de lui survivre. Cela se voit assez fréquemment. Mais l'habitude ne peut avoir lieu dans la plupart des épidémies qui, s'abattant sur de vastes territoires et sur de grandes masses, débutent avec force et rapidement se généralisent. Tels la peste, le choléra, la grippe, etc., dont le caractère catastrophique est hors de doute et qui sont semblables aux révolutions climatiques ravageant des continents entiers.

Selon les conceptions scientifiques modernes, aux époques de l'inten-

sification maximum de l'activité solaire, lorsque sa production corpusculaire et électromagnétique est en hausse, la terre tout entière, avec son atmosphère, son hydrosphère, sa lithosphère, et sa biosphère, éprouve l'effet de l'énergie intensifiée du soleil, sous forme d'un puissant afflux qui se produit par bonds. Il incombe à l'avenir de résoudre les problèmes ayant trait aux modifications des forces virulentes des microorganismes sous l'effet des facteurs naturels physico-chimiques et de formuler la théorie de leur passage de l'état latent à l'état actif. Mais la science actuelle est insuffisante pour interpréter correctement tous les phénomènes exposés dans le présent ouvrage.

Cependant, faisons au moins une tentative d'entrer dans les voies qui, semble-t-il, doivent nous amener à une compréhension *préalable* de l'ensemble desdits phénomènes.

Les faits observés nous amènent à nous poser deux questions fondamentales et une troisième, qui en résulte :

1. Est-ce que l'activité vitale de certains microorganismes n'augmente pas à certaines époques qui, d'une façon quelconque, sont liées à l'activité solaire ?
2. Est-ce que, à ces mêmes époques, sous l'influence de certains facteurs, ne faiblit pas la résistance de l'organisme au principe morbide ?
3. Ces deux phénomènes ne se produisent-ils pas simultanément ?

Nous ne pouvons donner de réponse à aucune de ces questions. Cette ignorance nous offre une base pour des hypothèses.

Dans quelle mesure est-il probable que la virulence des microorganismes soit apte à se modifier sous l'influence d'effets cosmiques ou d'effets planétaires physico-chimiques ? Si le passage, sous l'influence de ce genre d'effets, du saprophytisme pur à une bacillose pathogène ne présente rien d'invraisemblable, nous ignorons cependant tous les facteurs essentiels de cette influence. Or, ils sont nombreux, et comme nous l'avons vu, dépendent tous d'une façon quelconque des processus solaires. Il se peut que ces facteurs soient les irradiations directes du soleil ou les perturbations des éléments physico-chimiques dans l'atmosphère, l'hydrosphère et à la surface de la lithosphère.

Peut-être ces modifications du milieu transforment-elles l'état latent, en veilleuse, de la population bactérienne en un état pathogène, déterminant ainsi le développement d'une épidémie. Très souvent nous voyons des saprophytes typiques, des microbes qui, pour le moment, ne sont pas pathogènes ou dont la virulence est très affaiblie, se transformer en pathogènes, sous l'influence du changement des conditions de leur alimentation et de leur multiplication. La théorie des « microbes de sortie » met en lumière la faculté des bactéries de *sortir* dans l'arène de l'action

pathogène lors du changement des conditions du milieu; nous voyons alors comment l'état en veilleuse fait place à un état actif; l'infection s'introduit avec facilité dans l'organisme et l'épidémie éclate.

La pensée scientifique moderne penche de plus en plus à reconnaître aux irradiations du soleil un rôle extraordinairement important dans l'activité biologique de l'atmosphère. Ces irradiations déterminent la plupart de ses manifestations, dans les détails aussi bien que dans l'ensemble. Elles activent les organismes vivants et, à la façon d'un sculpteur, modèlent leurs aspects extérieurs et les formes de leur influence. A ce point de vue, les organismes vivants peuvent être considérés comme une sorte de transformateurs qui muent les irradiations solaires en une des formes de l'énergie terrestre, mécanique, thermique, électrique, etc.

Dans les années d'activité solaire intense, la quantité de l'énergie radiante qui afflue vers la terre, augmente sensiblement. Si l'énergie radiante du soleil est la source principale des processus physico-chimiques qui s'accomplissent à la surface de la terre, les oscillations auxquelles est sujette sa quantité doivent nécessairement déterminer des oscillations correspondantes dans l'économie énergétique des couches superficielles de la terre, et notamment de la biosphère.

Cette déduction logique entraîne l'hypothèse d'un *changement possible du tonus vital des macro et microbiosphères* sous l'effet de ces oscillations.

Les déductions qu'on pourrait tirer du présent ouvrage poussent à suivre la voie de ce qu'on pourrait appeler l' « analyse microscopique ». Cette voie comporte, en premier lieu, des recherches de détail faites, avec une précision à un jour près, à l'aide de méthodes mathématiques sur de très vastes matériaux statistiques relatifs, d'une part aux épidémies, et d'autre part à l'activité solaire, à l'électricité atmosphérique et aux autres phénomènes qui dépendent du soleil.

En second lieu, cette voie nécessite d'une part une analyse bio-physico-chimique des processus bactériens, et de l'autre l'étude des différentes modifications dans l'organisme sous l'action d'agents physico-chimiques extérieurs.

Tandis que les recherches du premier genre nous permettront d'approfondir notre conception de l'influence exercée par l'ensemble des facteurs précités sur l'organisme, ou plutôt sur la morbidité et la mortalité, les recherches du second genre nous rapprocheront de la compréhension du mécanisme même de cette influence.

Admettons que nous réussissions à établir que les oscillations quotidiennes de l'activité solaire provoquent des oscillations analogues dans l'évolution des maladies ou de la mortalité d'une épidémie; dans ce cas la science acquiert une arme considérable tant contre la morbidité que contre la mortalité. Etant donné que l'astronomie dispose de certains

moyens de prédire les oscillations quotidiennes et mensuelles de l'activité solaire, *il deviendra possible de prendre à temps telles ou telles autres mesures, les jours particulièrement exposés à l'intensification de la morbidité ou de la mortalité.* Alors l'épidémiologie marchera de pair avec l'astronomie et la météorologie.

D'autre part, il est nécessaire de se mettre aussitôt à l'étude du problème de l'influence exercée sur les bactéries par les modifications du milieu, des processus électriques dans les systèmes colloïdaux dispersés dans les phénomènes d'électrosmose, de cataphorèse, de coagulation et de stabilisation des systèmes bactériens, porteurs d'ions de l'un ou de l'autre signe, etc.

Il va de soi qu'il n'y a pas de raisons d'admettre que tel ou tel autre état de l'activité solaire soit la cause première de l'expansion épidémique de telles ou telles autres maladies. Une déduction de ce genre serait tout à fait erronée. Très probablement, l'activité du soleil ne fait que contribuer aux maladies en précipitant leur maturation et l'intensité de leur évolution. Cela signifie aussi que, grâce à une série de facteurs biologiques, telle ou telle autre épidémie pourrait avoir lieu également en l'absence du facteur solaire. Mais privée de ce facteur, elle pourrait éclater en une année autre que celle où elle a eu lieu, et son intensité serait tout autre. Donc, le rôle de l'activité périodique du soleil est celui d'un régulateur des épidémies quant à leur répartition dans le temps et peut-être aussi quant à l'intensité de leur manifestation.

Sans procéder à des généralisations plus vastes susceptibles d'être déduites de ce qui vient d'être exposé, soulignons que, à partir d'aujourd'hui, l'épidémiologie voit se dresser devant elle des tâches nouvelles, dont la solution projettera la lumière sur les parties les plus obscures de la médecine. Un problème actuel et nouveau est venu se joindre à la théorie biologique de l'existence de l'homme dans un milieu saturé de microorganismes et des lois de cette cohabitation.

Signalons également que dans le présent ouvrage nous avons cherché surtout à préciser les faits, à exposer, sur un vaste plan de biologie générale, le problème des particularités vitales du virus passant de l'état latent à l'état actif, et vice versa, sous l'action des modifications survenues dans l'élément physico-chimique qui entoure l'organisme. Quant à nos interprétations de la mécanique épidémiologique, nous ne prétendons nullement à l'infaillibilité. Nous les proposons exclusivement à titre de première tentative d'élaborer une hypothèse ouvrière.

Mais il nous semble nécessaire de prévenir les épidémiologistes d'une conception par trop simpliste du mécanisme épidémiologique. Il est certain qu'un filtrage défectueux de l'eau ou une canalisation détériorée peuvent jouer un rôle considérable dans l'évolution d'une épidémie de choléra ou de typhus exanthématique ; mais ces phénomènes sont uniquement maillons de la chaîne, les plus proches et les plus accessibles à l'étude : jamais ils ne sont les causes premières des épidémies.

Pour connaître celles-ci, il faut disposer de tout l'arsenal moderne des sciences naturelles et savoir s'en servir. Nous ne pouvons espérer soulever le voile que si l'assaut est livré simultanément par les forces conjuguées de toutes les sciences de la nature. Sinon, nous demeurerons longtemps encore semblables à des hommes qui regardent sans voir.

« Les yeux ne sont d'aucune utilité pour celui qui, désireux de voir l'intérieur d'un objet, ne se sert pas de ses mains pour l'ouvrir. Les mains ne sont d'aucune utilité pour celui qui, devant des objets offerts à sa vue, ne sait pas les voir » (Lomonossov).

CHAPITRE XV

Influence exercée sur les microorganismes par les aéroions, les champs électriques et les irradiations électromagnétiques courtes du soleil.

Les premières tentatives d'élucider la nature de l'influence exercée sur les microorganismes par le facteur essentiel de l'électricité atmosphérique qu'est l'air ionisé, remontent au début de 1925. Par la suite, j'ai organisé dans plusieurs de mes laboratoires des recherches spéciales.

La culture fraîchement préparée était aussitôt soumise à l'ionisation, à moins qu'elle ne fût d'abord conservée pendant 24 heures dans le thermostat. La culture ionisée, après avoir été gardée 24 heures dans un thermostat, était soumise à une nouvelle ionisation ou bien était resemée sur des coupes, pour une nouvelle ionisation, après quoi les coupes contenant les colonies ionisées étaient comparées entre elles aussi bien qu'avec les coupes témoins.

La vitalité et les particularités biologiques de la culture ionisée étaient contrôlées au moyen d'un passage par des milieux nutritifs et une analyse microscopique. Cet examen permit de constater que le nombre des microbes qui se déposaient sur les coupes de Petrie était beaucoup plus considérable avant l'analyse (faite en hiver, les fenêtres fermées) qu'au cours du processus d'ionisation. La différence s'accentuait vers la fin de l'examen.

Au début des expériences on observait un encrassement marqué des cultures par des microbes étrangers, alors que vers leur fin les cultures soumises à l'ionisation n'étaient presque plus encrassées.

Voici les principales déductions que nous avons pu tirer de l'examen de l'ensemble de nos matériaux : 1° Lorsque la culture expérimentée était isolée du sol (hors le champ), l'action de l'ionisation se manifestait faiblement ; 2° Lorsque la culture expérimentée était mise au sol (les coupes de Petrie se trouvant sur une table ou bien étant mises au sol par un lien métallique), l'influence de l'ionisation sur la rapidité de la

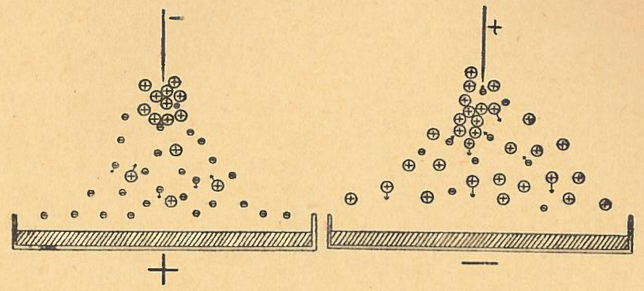

FIG. 94. — Schéma du bombardement de la surface d'agar-agar dans les boîtes de Petrie par le flux ionique négatif et positif.

croissance se manifestait nettement ; la croissance était retardée ou accélérée, en comparaison du contrôle, en connexion avec la dose et le signe de l'ionisation ; 3° Une ionisation négative en dose très faible (quant à la densité du flux ionique et à la durée de son action) stimule la croissance des colonies ; 4° Une ionisation négative à dose faible ou moyenne retarde la croissance des colonies ; 5° Une ionisation positive à dose forte ralentit la croissance des colonies ; à dose moyenne la stimule ; à dose faible ne produit aucun effet. La croissance stimulée sous l'effet de doses moyennes positives est un phénomène fort intéressant, souvent vérifié.

D'autres recherches sur les microorganismes furent entreprises par M. A. A. Pérédelski dans mon laboratoire. Elles portaient sur le *Bacillus coli commun* à des doses de différentes séries diluées dans l'eau, depuis 1/100 à 1/100.000. Un quart d'heure avant l'ionisation, l'eau était chargée de la culture mise en récipients et placée sous le flux aéroionique. Les récipients de contrôle remplis de la même solution étaient placés pendant la durée de la séance dans une pièce voisine, les couvercles fermés. Les recherches portaient sur l'action de l'aéroionisation négative sur les microorganismes.

Nous pûmes constater dans les coupes expérimentales, en comparaison des coupes témoins, un retardement dans le développement des colonies. Dans 36 cas sur 53, nous observâmes ce retard, et seulement dans 17, une certaine accélération. Nous avons constaté une certaine régularité, la voici : plus la distance est grande entre la surface de l'eau contenant la culture et la source des aéroions, plus augmente la probabilité de provoquer une stimulation ; moins cette distance est grande et plus souvent on observe un freinage. Il est probable que dans la

mesure où la densité du flux ionique diminue en raison de l'augmentation de la distance de la source des ions, le signe négatif du flux ionique dans le champ électrique produit un effet déterminé sur l'activité vitale des bactéries.

Le Dr V. A. Niconov a procédé à des observations assez intéressantes, bien que ne servant surtout qu'à l'orientation, sur les saprophytes de l'air. A l'issue de ces expériences, il a constaté que : 1° *la croissance des colonies dans les coupes expérimentales était bien plus marquée que dans les coupes témoins* ; 2° *les colonies du même microbe étaient plus volumineuses dans les premières* ; 3° *on découvrait quelquefois dans les coupes expérimentales des colonies qui étaient absentes des coupes témoins.*

Mentionnons enfin les expériences des Drs D. E. Bélenki, E. I. Passynkov et N. I. Popov, qui, en 1932, étudièrent l'influence de l'air ionisé négatif sur la croissance du vibrion du choléra asiatique et du bacille du typhus exanthématique.

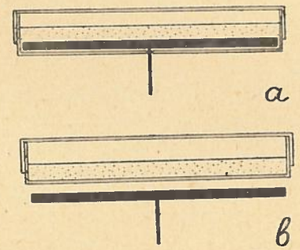

Fig. 95. — *a*) Schéma de mise à la terre d'agar-agar dans une boîte de Petrie.
b) Disque métallique mis à la terre se trouve à une certaine distance de la boîte de Petrie.

La série des expériences ci-dessus, réalisées au moyen d'une même méthode, a toujours accusé une *diminution* du nombre des colonies en comparaison des coupes témoins. Donc, l'aéroionisation négative à de très grandes doses semble freiner le développement du vibrion du choléra asiatique et du bacille du typhus exanthématique. En outre, les auteurs ont observé que l'air de la chambre où avaient lieu les séances demeurait stérile pendant plus de 24 heures. Par conséquent, mes observations sur la stérilisation de l'air par les ions se sont trouvées entièrement confirmées par les recherches du Dr Passynkov et de ses collaborateurs.

En dehors des expériences sus-énumérées, j'ai organisé dans mon laboratoire des recherches sur l'influence exercée sur la microflore par l'air du champ électrique et de l'ionisation, obtenus par la méthode élaborée par le Prof. A. B. Vérigo et le Dr V. A. Podernia, avec la collaboration du Prof. L. L. Vassiliev.

Tableau.

Moyennes arithmétiques des dix expériences effectuées.
Le contrôle est considéré comme 100 %.

Nature de l'influence	%
Ionisation négative dans le champ électrique	117,3
Ionisation positive dans le champ électrique	112,9
Champ électrique (de bas en haut)	104,0
Champ électrique (de haut en bas)	103,3

La nature de la régularité des phénomènes demeure donc la même dans tous les cas, et notamment : 1° Il est hors de doute que les aéroions dans le champ électrique agissent sur les processus de croissance des bactéries et du nombre des colonies ; 2° En l'espèce, les aéorions négatifs ont produit un effet plus fort que les aéroions positifs ; 3° Le champ électrique sans ions a produit un effet certain mais très faible.

Insatisfait de ces données assez peu claires, j'ai procédé en 1934-1935 à des recherches sur l'influence du champ électrique et de l'ionisation, tant séparément que conjointement, sur la croissance d'une série de cultures (staphylocoque, vibrion du choléra asiatique, bacille du typhus exanthématique) dans les conditions suivantes : le champ électrique et l'ionisation positifs et négatifs étaient obtenus dans un thermostat spécial. La figure 96 représente deux thermostats de face. Les coupes de Petrie étaient placées entre deux disques métalliques, distantes l'un de l'autre de 10 cm. Un courant électrique permanent était servi sur les disques à travers les isolateurs, le champ possédant, comme on le voit d'après l'épure, des directions différentes : tantôt de bas en haut, tantôt de haut en bas. Le gradient du champ variait de 50 à 300 volts par centimètre. Cela permettait, en attendant, d'imiter dans certaines limites, les processus naturels dans l'électricité atmosphérique, lorsque le gradient du potentiel de celle-ci possède une grande amplitude d'oscillations (depuis 10 volt/cm. jusqu'à 4.000 volt/cm.). Ces chiffres sont particulièrement impressionnants si l'on tient compte du fait que quotidiennement, dans l'atmosphère de la terre, éclatent 44.000 orages, comme l'ont montré les statistiques de E. P. Brooks. Une partie des disques est munie de pointes en vue d'obtenir une ionisation de l'air à des tensions plus importantes. Le second thermostat était aménagé autrement : le courant était servi sur un filet muni de pointes où s'accomplissait l'ionisation de l'air. Le flux ionique était chassé par le ventilateur vers le bas et échouait

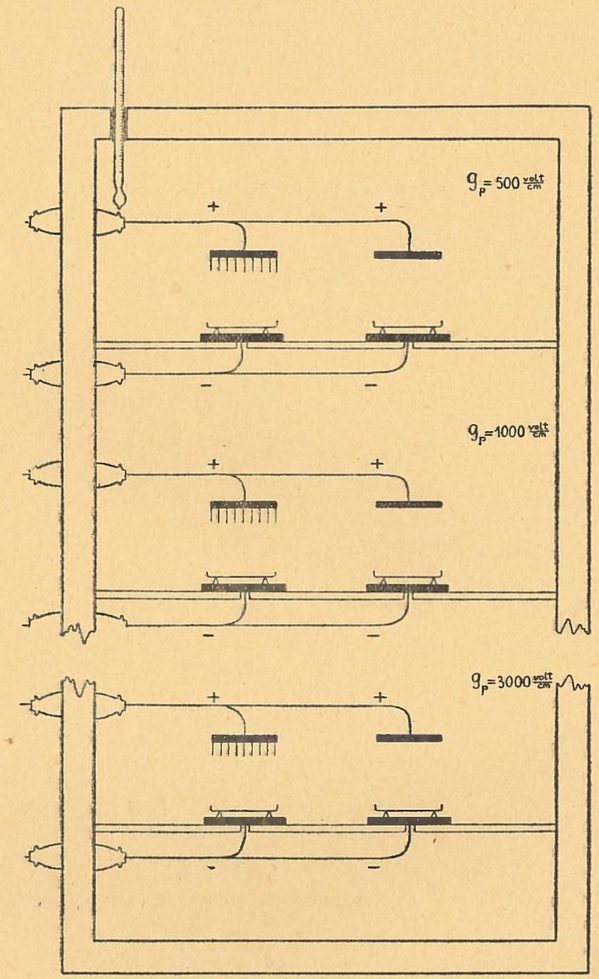

FIG. 96. — Schémas d'un thermostat appliqué à l'étude de l'action des champs électriques et du flux ionique sur les microorganismes.

sur la surface des coupes de Petrie contenant de l'agar-agar ainsi que des cultures d'un microorganisme quelconque. Le champ électrique était détruit par une cage de Faraday mise au sol. Pour le contrôle, nous avions ménagé une installation analogue dans le même thermostat,

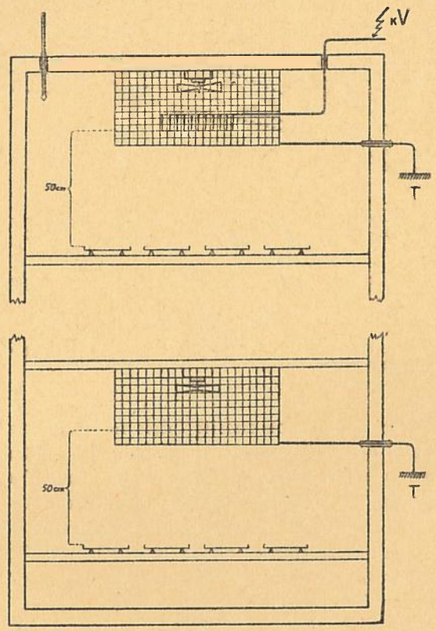

FIG. 97. — Schéma d'un thermostat pour l'étude de l'action de l'air ionisé sur les microorganismes. Le champ électrique se trouve sur l'écran, grâce à la cage de Faraday (réseau métallique) ; au dessus — essai ; en bas — contrôle.

mais sans courant. Donc, les conditions de l'expérience étaient identiques.

Les recherches effectuées dans nos trois thermostats ont montré que le champ électrique produit un effet insignifiant sur la croissance des microorganismes : leur croissance augmente jusqu'à une certaine intensité du champ et lors d'un chauffage d'en haut en bas ; mais au-dessus, elle freine généralement. Plus fort que le champ agit l'ionisation dans

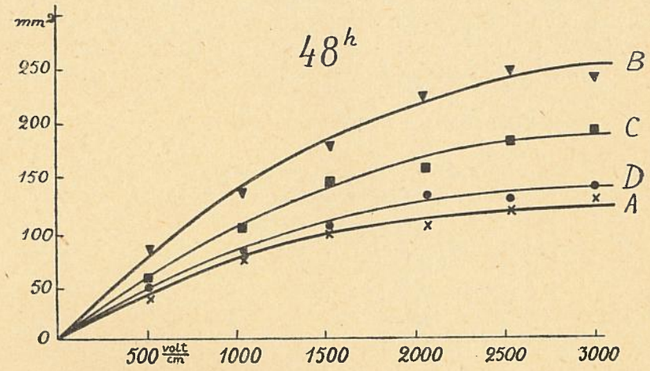

FIG. 98. — Courbes de croissance d'une culture de staphylocoques (en mm²).
A et D. — Influence d'un champ électrique de différents gradients du potentiel.
B et C. — Influence du flux ionique et des champs électriques. Le flux ionique renforce la croissance des colonies.

le champ. Le flux ionique, de densité faible mais durable produit, lui aussi, une action déterminée sur la croissance des bactéries (fig. 98)- Signalons leurs rapports aussi complexes qu'intéressants. Tous les micro. organismes étudiés ne réagissent pas de la même façon à un même facteur. On observe différentes variantes qui, toutes, sont plus ou moins régulièrement liées entre elles et qui indiquent la voie à prendre pour comprendre les rapports entre diverses épidémies et les variations de l'électricité atmosphérique.

J'ai pu constater un fait remarquable : les bonds du gradient du champ vers l'augmentation produisent dans une série de cas une action très marquée sur la croissance des microorganismes ou, au contraire, sur leur retardement. Il serait intéressant d'étudier cette question en servant sur les disques un courant alterné.

La suite de nos recherches devra mettre en lumière le véritable rôle de facteurs électriques aussi importants du milieu extérieur que l'électricité atmosphérique dans les oscillations de la virulence des microorganismes pathogènes dans la genèse et l'évolution des phénomènes épidémiques.

Les résultats obtenus sont variés et parfois même contradictoires. Cependant, ces contradictions ne sont qu'apparentes. Trois facteurs essentiels sont hors de doute : 1° *l'action des ions sur les microorganismes*

est certaine ; 2° *on observe une polarité patente de cette action* ; 3° *la force de l'action dépend de la dose de l'aéroionisation* (nombre d'ions dans 1 cm³ d'air, densité du flux ionique, temps, activité de l'exposition). Dans beaucoup de cas l'aéroionisation positive agit de façon stimulante sur la croissance des microorganismes. Quant aux aéroions négatifs, leur action dépend de la dose : de grandes doses freinent la croissance des microorganismes, de petites doses la stimulent. Il est également hors de doute que les travaux effectués ne peuvent être considérés que comme préalables, ne faisant que préparer les voies pour des recherches ultérieures.

L'étude de l'influence exercée par les aéroions dans un champ électrique ou sans lui, nous a amené à étudier ces phénomènes au point de vue théorique.

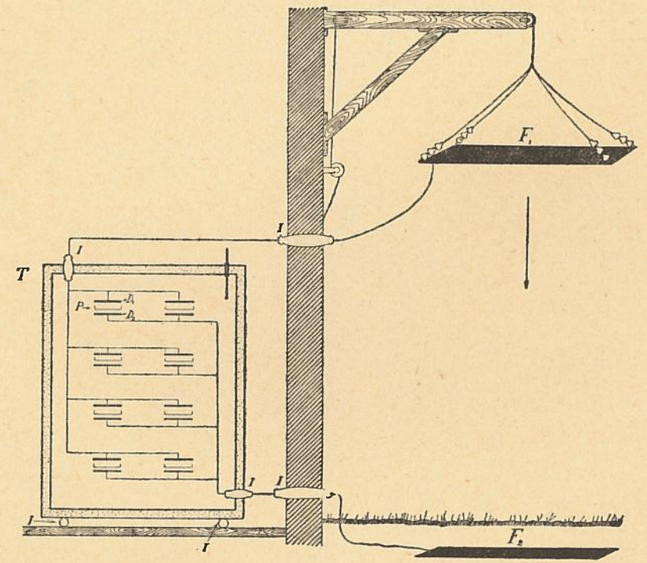

FIG. 99. — Schéma de l'installation pour l'étude de l'action de l'électricité atmosphérique sur les microorganismes.

F_1 — feuille métallique, située en dehors de la maison, s'élevant et s'abaissant grâce à une poulie. La surface de la feuille est recouverte d'un mélange du bromure de radium et du bromure de baryum. F_2 — feuille métallique mise à la terre ; I — isolateurs ; T — thermostat ; P — boîtes de Petrie ; D_1 — disques supérieurs ; D_2 — disques inférieurs.

Depuis longtemps, des tentatives sont faites pour déterminer la charge et son signe chez les microorganismes, au moyen de la cataphorèse, méthode qui permet de déterminer le volume relatif de la charge de la bactérie aussi bien que de son signe. Presque tous les auteurs qui s'en sont occupés (nommons Bechold, Zenovodeanu et Henri Salus, Teague et Buxton, von Szent-Györguy, Putter, Hajos, Karczag, Cluset, Rochaix et Kofmann, Jonescu-Michailesti, Northrop et Paul de Kruif, etc.) s'accordent à reconnaître que la plupart des bactéries portent à leur surface une charge électrostatique négative. Le bactériophage lui aussi est négatif.

Dans les expériences d'électrophorèse les bactéries se mouvaient toujours vers le pôle positif, ce qui signifie qu'elles portaient à leur surface *une charge négative*, à l'instar de la plupart des surfaces biologiques. Karczag et Hajos, qui, en 1923, ont teint les bactéries par des matières colorantes (fuchsine, etc.) ont également constaté chez elles une charge négative. En outre, ces auteurs ont tenté de déterminer la hauteur de cette charge. Ils ont élaboré le tableau suivant :

TABLEAU (selon Karczag et Hajos).

Groupes de bactéries d'après la hauteur de la charge électrique négative.

Charge maximum	Plus faible	Encore plus faible
Paratyphus A.	Bacilles de dysenterie	B. de Koch
Paratyphus B.	Flexner	Anthrax
Typhus	Shiga 2 et 3	
Coli comm.	Pneumabac. Friedländer	
Shiga 1	Subtilis	
Proteus X 19	B. diphtérique	
Staphylococcus		

1. Les bactéries Coli, Typhus du groupe Paratyphus, puis les Proteus X 19, le Staphylococcus et un bacille Shiga ont accusé une forte charge électrostatique négative. En conséquence, elles possédaient la faculté de décolorer la fuchsine S, elles ne colorent pas en rouge le carbinol et elles sont incolores sous le microscope.

2. Les bacilles de dysenterie et de diphtérie, le bacille Friedländer et le Subtilis possèdent en général une charge négative plus faible que les précédents, plus forte toutefois que la fuchsine S. Aussi leur faculté de décolorer la fuchsine est moindre. Ils sont incapables d'adsorber les matières colorantes et sont incolores sous le microscope. Il n'a pas été possible d'établir avec exactitude s'ils sont capables d'adsorber le carbinol.

3. Les bacilles tuberculeux et Anthrax se distinguent nettement des

précédents. Ils possèdent une charge négative moins forte que celle de la fuchsine.

Plusieurs auteurs ont tenté de comparer la virulence des bactéries à leur potentiel électrophorétique (Falk, Jacobsen et Jensen). Il est intéressant pour nous qu'on ait pu établir que les modifications de la virulence des pneumocoques des souris s'accompagnent de modifications parallèles du potentiel superficiel ; au contraire, pour les bacilles de diphtérie, le potentiel électrophorétique est inversement proportionnel à la virulence, donc à la toxicité, car chez ces bacilles la virulence et la toxicité vont souvent de pair.

La question a également attiré l'attention de M. Abramson. Ses expériences l'amenèrent à établir que les formes virulentes et avirulentes de certaines bactéries peuvent être différenciées au moyen de l'étude de la charge électrique dont elles sont porteurs. L'auteur a étudié la question sur les bactéries de la diphtérie, de la pneumonie, etc. Il est donc possible désormais de classer les types de bactéries d'après la hauteur de leur charge électrique ou absolue. Il a été établi que cette charge oscille dans les limites de plusieurs centaines de mille charges électrostatiques élémentaires (jusqu'à 300.000). Ces charges sont disposées à la surface de la bactérie n'en occupant qu'une partie insignifiante. Il semble que l'adsorption joue ici un rôle essentiel. Dernièrement, cette étude a été enrichie par une contribution de Mlle Choukroun, de Paris.

Il est notoire qu'une des facultés des bactéries virulentes est leur pouvoir d'action réciproque avec les animaux dans les tissus desquels elles se multiplient. Il semble que la faculté « d'action réciproque » soit liée aux facultés de la surface des bactéries, en particulier, à la hauteur de leur charge électrostatique. Celle-ci peut donc jouer un rôle assez important dans l'activité vitale de la bactérie, ce qui est le mieux démontré par l'adsorption et l'agglutination de celles-ci dans les électrolytes. Il est notoire que dans un liquide neutre au point de vue électrique, les suspensions colloïdales ou les éléments bactériens conservent encore assez longtemps leur stabilité. Ce phénomène se laisse expliquer par la différence-limite assez haute de potentiels, le fait que les particules de colloïde ou les bactéries de même signe se repoussent, les empêchant de se rapprocher et de s'agglomérer. Cependant, *la baisse* de la différence de potentiels au-dessous d'une certaine signification critique qui suit l'enlèvement ou la neutralisation des charges électriques qui se sont déposées sur les particules ou les bactéries, au moyen de l'adjonction d'électrolytes correspondants, provoque le rapprochement, le collage et le dépôt des particules et des bactéries au fond, ce qui modifie brusquement le régime des bactéries et contrarie leur activité vitale. En 1922, Northrop et de Kruif ont montré que certaines bactéries (*Bacillus typhosus*, etc.) se déposent après que leur différence-limite de potentiels est

tombée jusqu'à 15 mV. Ce fait a une importance primordiale, car il met en lumière le rôle, pour l'activité vitale des bactéries, des charges électriques déposées à leur surface. La perte de la charge entraîne une série de phénomènes à la suite desquels les bactéries sont précipitées.

Il est hors de doute que les bactéries doivent être assez sensibles aux facteurs électriques et en particulier aux charges électriques élémentaires, aux ions électrolytiques et gazeux, qui atteignent la surface des bactéries. Cette affirmation s'appuie sur une base expérimentale solide. Il est notoire que le signe négatif de la charge, propre à la plupart des bactéries, s'explique par leurs propriétés chimiques, car leur point isoélectrique est généralement déplacé dans le sens acide. La modification du potentiel superficiel négatif de la bactérie ou même sa recharge, c'est-à-dire le changement de son signe en signe inverse, peut avoir lieu en conséquence de l'effet d'électrolytes ou acides correspondants ou du changement du *pH* du milieu.

A mesure que le *pH* se rapprochera du point isoélectrique du colloïde, sa charge aussi bien que le potentiel-limite diminueront jusqu'à zéro, après quoi, au cours du processus ultérieur, il changera de signe et recommencera à augmenter. Winslow n'a obtenu une recharge des bactéries qu'avec un *pH* inférieur à 3,0. Le tableau ci-dessous montre que le point isoélectrique des bactéries oscille dans des limites très vastes en rapport avec les propriétés individuelles de l'espèce bactérienne. Il est naturel que la modification des propriétés physico-chimiques ou du virus de l'une ou de l'autre espèce ne puisse avoir lieu que dans certains états du milieu extérieur ou dans certaines concentrations d'ions positifs ou négatifs dans le milieu ambiant.

Bactéries	pH	Auteurs
Bacterium typhi	4,4	Michaelis, Boas
» »	4,15-4,45	Beniasch
Bacterium paratyphi	3,8-3,5	Michaelis
» »	4,0	Boas
» enteritidis	2,6-3,5	Michaelis
Vibrio cholerae	3	»
Bacillus tuberculosis	2,2	»
Meningococcus	4,1	»
Bacillus cereus	13,3-13,4	Winslow Shangnessy
Bacterium coli	13,6-13,8	» »
Protoplasme des bact. posit.	Env. 5,0	Stearn
» » négat.	Env. 2,0-3,0	»

(d'après Gihei Yamaha)

Le potentiel électrocinétique de l'enveloppe de la bactérie a une grande importance pour le processus de la perméabilité ionique de la membrane ;

les phénomènes de métabolisme sont dans une grande mesure liés à ce processus, donc également les fonctions vitales essentielles de la bactérie. Michaelis a montré que la membrane n'est perméable que pour les ions de l'un ou de l'autre signe, lequel est déterminé par le potentiel électrocinétique des parois des pores. Donc, la membrane, ou plutôt ses pores, laissent librement passer les ions de signe inverse et d'une certaine taille, et barrent l'accès vers les pores aux ions de même signe. En particulier, certains secteurs séparés de la membrane peuvent, dans un nombre relativement restreint, porter d'autres charges, donc être perméables pour les ions de l'autre signe.

Comment, nous basant sur les conceptions modernes de la physico-chimie biologique, pouvons-nous nous représenter les rapports ou l'action réciproque des ions de l'air et des bactéries habitant la surface de milieux liquides ou semi-liquides, de plantes, etc. ?

Rappelons-nous que les propriétés électriques des bactéries ne sont pas encore entièrement étudiées. Nombre de questions y ayant trait non seulement n'ont pas reçu de réponse, mais ne sont même pas encore posées. Nous savons que la recharge des surfaces biologiques peut avoir lieu également en cas d'adsorption d'ions correspondants. Il est notoire que des quantités infimes de certains sels rechargent facilement la surface cellulaire, substituant au signe négatif le signe positif et vice versa. On peut aussi se représenter que les bactéries, qui entreront en contact avec les aéroions, éprouveront leur action favorable ou défavorable. Ainsi, l'augmentation de charges positives dans l'air au-dessus d'une certaine norme habituelle peut aboutir à une neutralisation plus rapide ou plus fréquente de la charge superficielle négative de ces bactéries. La neutralisation de la charge superficielle peut à son tour déterminer une série de processus essentiels qui peuvent conditionner des changements de métabolisme chez la bactérie et le degré de sa virulence. L'augmentation de charges négatives dans l'air peut aussi aboutir à une série de processus de nature opposée.

Dans ce dernier cas on peut admettre que la fréquence et le degré de neutralisation de la charge superficielle de la bactérie devra diminuer, se réduire jusqu'à un certain minimum, ce qui devra provoquer dans les microorganismes des processus rigoureusement déterminés, orientés dans un certain sens.

D'autre part, les variations de l'électricité atmosphérique liées au changement du signe de la charge des ions de l'air en contact avec l'eau et le sol, peuvent entraîner des changement du *pH* dans la couche superficielle (moléculaire) et agir sur des microorganismes qui habitent les milieux liquides et semi-liquides, c'est-à-dire à la surface des bassins d'eau et du sol humide. La question de la proportion du *pH* des bassins d'eau naturels, surtout d'eau douce et d'humidité du sol, par rap-

port à l'électricité atmosphérique et à l'ionisation de l'air, n'a pas encore été posée. Néanmoins c'est par cette question qu'il est indispensable d'aborder l'étude du lien qui existe entre l'électricité atmosphérique et les microorganismes pathogènes habitant les milieux liquides.

Actuellement nos connaissances dans ce domaine se bornent à des observations qui font conclure à des changements quotidiens et saisonniers dans la quantité des ions hydrogènes et hydroxiles de l'eau douce et de l'eau de mer, qui semblent liés à des phénomènes géophysiques ou météorologiques. Mais nous ignorons le mécanisme de ces changements.

De façon générale, le *pH* des bassins d'eau naturels et de l'humidité du sol habités par les bactéries, dépend des ingrédients chimiques de l'eau ou du sol, aussi bien que de la flore aquatique. Le degré de ce *pH* oscille dans de vastes limites. Ainsi, le *pH* de l'eau de mer va en moyenne de 7,85 à 8,35, et le *pH* de l'eau douce, de 3,5 à 10,0 ; le *pH* de l'humidité du sol, de 4,0 à 8,0 (Légandre, Skadowski, Bresslau). Malgré les vastes limites du *pH* dans des milieux naturels comprenant de nombreux microorganismes pathogènes, l'optimum de leur développement oscille dans des limites assez étroites (Kopaczewski). Il n'y a rien d'impossible à l'hypothèse selon laquelle, grâce aux oscillations continues du *pH*, les conditions favorables pour le développement de bactéries de telle espèce ne se produisent que rarement ou périodiquement, en conséquence de facteurs géophysiques ou météorologiques parmi lesquels une certaine place peut appartenir à l'électricité atmosphérique.

Quels sont les délais nécessaires pour que les modifications dans les propriétés des ions-porteurs d'électricité atmosphérique puissent se manifester dans les microorganismes ? Question difficile et trop neuve pour pouvoir d'ores et déjà recevoir une réponse. En 1933, le Prof. F. Vlès, après avoir comparé des courbes d'électroconductibilité de l'air à Strasbourg et les courbes de l'évolution des épidémies de polyomyélite dans le Bas-Rhin, a démontré les coïncidences des oscillations de l'électricité atmosphérique avec celles de la polyomyélite, les maxima de l'épidémie étant quelque peu en retard (de quelques jours).

Il est certain que tous ces processus d'action réciproque d'ions atmosphériques et de microorganismes sont beaucoup plus complexes que nous ne pouvons nous le représenter. Dans la mesure où les microorganismes représentent des cellules végétales, il serait intéressant de suivre jusqu'où va l'influence de l'électricité atmosphérique sur les fonctions vitales des plantes. L'histoire de ce qu'on désigne sous le nom d'électroculture, c'est-à-dire les dizaines de milliers de diverses expériences et observations depuis le milieu du XVIIIe siècle jusqu'à nos jours, effectuées par les plus grands savants, témoigne avec certitude en faveur du fait que les plantes sont extrêmement sensibles à l'égard des phénomènes d'électricité atmosphérique. Les travaux de Bertholon, de Grandeau, etc., aux XVIIIe et XIXe siècles, peuvent apporter beaucoup de lumière dans la question qui nous intéresse.

Entre 1931 et 1935, j'ai procédé, avec l'aide de mes collaborateurs, à de vastes recherches sur l'influence des aéroions sur les semences et les plantes, étudiant l'énergie de la germination et la croissance des plantes telles que concombres, salades, tomates, courgettes, melons, lin, tabac, avoine, froment, pois, lentilles, tournesol, moutarde, etc. Nous fîmes plus de cent expériences, sur des dizaines de milliers de semences et de plantes, dans des conditions d'observation rigoureuse. Nous avons pu tirer de ces expériences une série de conclusions, dont voici les plus importantes.

L'ionisation des semences augmente non seulement la proportion des graines germées, mais aussi le pourcentage de la végétation. Le dosage de l'ionisation joue un rôle important. Chaque culture possède son optimum. Pour le soja — l'optimum le plus bas — il est de 1 minute. Avec ce dosage, le % de végétation surpasse le contrôle de 24 %. Pour les haricots, il est de 4 min., le % général de végétation dépassant le contrôle de 14,17 et de 23 %. Les lentilles possèdent l'optimum le plus élevé, 8 min. Avec ce dosage d'ionisation, la végétation a augmenté de 25, 13, 19 %, ou en moyenne de 18 %.

Non seulement la végétation mais aussi l'énergie quotidienne de germination augmente sous l'effet de l'ionisation. On le constate le plus rapidement sur les lentilles.

A la suite de nombreuses expériences, je conclus que la sensibilité des plantes à l'égard de l'ionisation varie, non seulement selon les différentes familles mais encore à l'intérieur des familles. Ces différences sont certainement dues aux propriétés physico-chimiques de chaque plante, ainsi qu'à la composition chimique de la graine. Récemment, on a attribué le rang principal aux colloïdes de la cellule, en réduisant l'action des stimulants chimiques et physiques à la modification de l'état colloïdal du protoplasma et des ferments. Cet état déterminerait à son tour le changement de la rapidité des processus physico-chimiques et de l'énergie vitale de la cellule dans son ensemble. L'albumine témoigne de la plus grande activité. C'est aux albumines et aux lipoprotéides, principaux colloïdes de la cellule, ainsi qu'aux ferments, qu'est attribué le rôle principal dans l'absorption des charges négatives des aéroions.

1. L'albumine de la graine porte à sa surface des charges négatives. En recevant les charges négatives supplémentaires du flux ionique, les colloïdes albumineux de la cellule intensifient leur charge. En même temps le système colloïdal devient plus stable, est moins exposé à la coagulation et au vieillissement. L'activité des colloïdes une fois inten-

sifiée, il se produit, dans des conditions favorables, une intensification de l'activité vitale de la cellule et de l'organisme entier. Dans mes expériences sur des graines cela s'est manifesté par l'intensification de l'énergie de la germination et de la végétation.

2. En admettant la théorie cinétique de l'action des ferments, les charges supplémentaires apportées aux ferments augmenteront l'énergie cinétique aussi bien que la rapidité des réactions cellulaires.

3. L'huile qui se trouve dans les cellules sous forme d'émulsion comme un diélectrique, doit freiner l'accumulation de charges négatives dans la cellule. Cette action se manifestera surtout dans le germe de la graine qui contient plus de graisse que les cotylédons.

4. Il est possible que l'amidon joue aussi un rôle dans l'échange électrique de la cellule en rapport avec la structure friable d'une cellule de graine mûre (semences albumineuses et amidonneuses).

5. La présence sur la graine d'une pellicule de fleur empêche la pénétration des ions dans la graine.

6. Les graines possédant une surface plate (lentille) sont plus sensibles à l'ionisation que des graines possédant une surface convexe ou ronde (haricot), leur composition chimique étant pareille.

Nous avons également effectué une série d'expériences sur des plantes, qui nous a fait conclure à l'influence exercée par l'ionisation sur les plantes elles-mêmes. Selon la dose, cette influence peut être favorable ou défavorable. A en juger d'après le dynamisme de la croissance dans certaines expériences, les plantes ionisées dépassaient tout d'abord les témoins dans toutes les cultures ; les séances d'ionisation continuant, leur hauteur se rapprochait des témoins pour, enfin, demeurer inférieure à ces derniers.

Donc, l'action bienfaisante des ions négatifs n'est observée qu'en cas de doses relativement faibles ; leur excès, au contraire, détermine une « électrisation » excessive des plantes, qui agit mal sur le travail des cellules et retarde la croissance. Celle-ci était retardée également par une ionisation prolongée de 15 à 20 min. En définitive, nous constatâmes que l'ionisation la plus efficace était celle des graines.

Passant à l'analyse de la partie aérienne des plantes, nous procédions à la mesure du poids de la masse végétative humide et sèche et du pourcentage de cendre. Voici les données obtenues : partout, le poids maximum était celui des plantes issues de graines ionisées (150 à 200 % au-dessus des témoins), et le poids minimum, des plantes quotidiennement ionisées (120 % au-dessus des témoins). Les autres variantes se répartissaient entre ces deux extrémités ; toujours, les plantes ionisées rarement mais longuement (depuis 15 min. en 10 jours) pesaient moins que les plantes ionisées deux fois plus souvent mais moins longuement.

Il est fort probable que l'ionisation active l'évaporation des plantes,

comme on l'observe au cours des orages, lorsque augmente le gradient du potentiel électrique dans l'air. Il est évident que l'action des aéroions négatifs doit agir dans un sens ou dans l'autre également sur les autres processus physiologiques, y compris la respiration, liée à l'énergétique des plantes, ce qui est très important pour l'économie végétative. Nous avons pu constater que l'énergie respiratoire des plantes issues de graines ionisées dépasse sensiblement, après 5 à 10 jours, celle des plantes témoins. Une ionisation faible semble stimuler la respiration et intensifier l'énergie vitale des plantes, influant favorablement sur leur végétation et leur accumulation de matières sèches. De même, nos expériences sur les champignons nous firent constater qu'une faible dose d'aéroions négatifs augmente la matière sèche de leur cuticule et fait baisser le coefficient économique (sucre, poids du champignon) ; cela signifie que le champignon pousse plus vite tout en dépensant moins de sa masse de sucre que la culture témoin.

Nos expériences sur les plantes supérieures aussi bien qu'inférieures confirment notre conception de l'action des ions négatifs, et notamment que leur dose minimum accélère les processus physiologiques ; sous l'effet d'une dose excessive, les plantes sont déprimées.

Résumons brièvement le résultat de nos expériences : sous l'influence de doses favorables du flux aéroionique :

a) l'énergie de la végétation s'accroît ; *b*) le nombre général des boutures s'accroît ; *c*) les pousses sont plus rapides et plus régulières ; *d*) la surface des feuilles est plus grande ; *e*) la coloration chlorophylienne est plus intense ; *f*) les plantes sont plus hautes ; *g*) leur floraison est en retard ; *h*) la masse humide augmente ; *i*) la masse sèche augmente ; *j*) les cendres augmentent ; *k*) la respiration s'intensifie ; *l*) les processus de fermentation semblent de toute évidence intensifiés.

Voici les causes susceptibles d'atténuer ou de diminuer l'effet du flux ionique :

a) la propension de la graine à former des pellicules ; *b*) l'épaisseur et la densité de la peau de la graine ; *c*) l'humidité de la graine ; *d*) grande teneur en graisse. Au contraire, l'effet du flux ionique est augmenté grâce aux causes suivantes : *a*) grande teneur en albumine ; *b*) surface et forme de la graine.

L'étude de l'action de l'ionisation artificielle de l'air sur les semences et les plantes peut aider à déchiffrer l'action de ce même facteur électrique sur les bactéries. Bien que cette comparaison risque d'être fort hardie, nous la faisons néanmoins pour une série de raisons physiologiques et physico-chimiques. En effet, les corps des microorganismes consistent en 40 à 70 % d'albumines, 10 à 30 % d'hydrocarbones, 3 à 30 % de matières minérales et un peu de graisse.

Il est remarquable qu'il existe toute une littérature sur les rapports entre les organismes végétaux et l'activité périodique du soleil.

Caton l'Ancien a indiqué le rapport entre l'obscurcissement du disque solaire et les prix du blé. Dix-neuf siècles après, au XVIIe siècle, Battista Baliani, dans une lettre à Galilée, puis, au XVIIIe siècle, Herschel cherchent à établir un lien entre le nombre des taches solaires et les variations des prix du blé en conséquence des fluctuations des récoltes. De nombreux savants : Clark et Danson, Fritz, Show, Enström, Flammarion, Nansen, Helland-Gansen, Lemström, Huntington, Douglass, Sémenov, Yastremski, Sloutzki se sont préoccupés du problème de l'influence des taches solaires sur les récoltes, la floraison et la croissance des différentes plantes.

Douglass, en particulier, a établi un rapport entre l'activité solaire et l'épaisseur de l'aubier. Ses travaux, qui méritent de passer pour classiques, ont posé la question suivante : *quel est le facteur physique ou chimique du milieu extérieur qui est la cause de la végétation intense de l'aubier dans les années du maximum solaire* ?

Le fait est que ni les travaux de Douglass, ni les travaux analogues de Huntington ne permettent nullement de considérer comme de tels facteurs ni les précipitations atmosphériques, ni la température, etc., lesquelles dévient sensiblement des périodes solaires. Mais un autre facteur, qui, lui, serait en rapport avec l'activité périodique du soleil et qui, en l'espèce, se manifeste dans la végétation des tissus végétaux, n'échappe-t-il pas à ces savants ?

En effet, récemment, plusieurs savants ont constaté divers faits végétatifs au cours des mois de l'activité maximum du soleil, en dehors de tous facteurs météorologiques tels que l'humidité, la température ou la pression. Ainsi, en 1927, les botanistes ont constaté que certaines plantes avaient donné en cette année une floraison exceptionnellement riche (Belot). Les recherches de Memeri et de Lakhovsky sur la qualité du vin durant plusieurs décades, ont établi que ses nuances les plus fines et les meilleures appartiennent aux années de l'activité solaire maximum. Sans m'arrêter sur les détails d'un travail que j'ai fait de 1926 à 1930, j'en résumerai le résultat : il semble qu'on peut constater des mutations chez les plantes, sous l'action de bonds marqués dans l'activité solaire.

Sémenov est arrivé à la conclusion que dans les périodes de taches solaires nombreuses, les récoltes dépassent la moyenne ; au contraire, le nombre de taches diminuant, les récoltes sont en baisse.

Admettons que dans les années de son activité maximum, le soleil envoie au dehors certaines irradiations spécifiques, qui agissent surtout sur la croissance du tissu végétatif ; ces irradiations ne produiraient-elles pas un effet analogue sur les bactéries qui, elles aussi, sont des organismes végétaux ? Il est tout à fait possible de poser ainsi la question, et si, dans l'état actuel de la science, nous ne pouvons la résoudre dans un sens positif, nous n'avons pas non plus le droit d'y répondre négativement. Les microorganismes qui habitent les milieux liquides ou semi-liquides, la couche supérieure du sol, la poussière suspendue dans l'air, la surface des légumes et des fruits, les détritus organiques en décomposition, les vibrions aquatiques, les spirochètes, les anaérobies pathogènes du sol, etc., peuvent se trouver sous l'action directe de certaines irradiations spécifiques du soleil ou de leurs dérivés terrestres, comme peuvent l'être les oscillations de l'électricité atmosphérique, certaines réactions chimiques de l'air, etc. Les microorganismes qui se cachent dans les parties périphériques de l'organisme humain, à la surface de la peau, sur les muqueuses de la glotte, des voies respiratoires, du système des voies urinaires, sont sujets à la même influence, étant donnée la cohabitation pacifique du corps humain avec les bactéries de différentes espèces morphologiques et possédant différentes propriétés biologiques.

Je suis très éloigné de considérer les ions de l'air comme l'unique facteur physique agissant sur les variations de la microflore vulgaire ou pathogène de la terre. Les ions ne sont qu'un des facteurs possibles, mais nullement unique ; peut-être même ne sont-ils pas un facteur fondamental. Quoi qu'il en soit, je considère que l'étude minutieuse de l'ionisation de l'air et de son action biologique est une tâche urgente de la science moderne.

J'ai dit, au début du présent livre, qu'outre les corpuscules, le soleil irradie, de secteurs déterminés de sa matière (taches, protubérances, flambeaux, etc.), des ondes électromagnétiques courtes. Les perturbations puissantes et grandioses, qui déterminent l'apparition de taches et d'éruptions, ont lieu sur le soleil en conséquence de processus physico-chimiques qui doivent être accompagnés d'irradiations non seulement de corpuscules mais aussi de flux puissants d'ondes électromagnétiques. La longueur de ces ondes peut être très variée, à commencer par des ultra-courtes et courtes et à finir par les plus longues. Certains savants admettent que les perturbations solaires sont accompagnées d'irradiations d'ondes de toutes longueurs, jusqu'à des rayons « pénétrants ». De toutes façons, rien ne s'oppose à ce que, au soleil, au moment des éruptions, se forment des ondes ultragamma, des rayons X, les plus courts du spectre ultra-violet, et de nombreuses autres oscillations de haute fréquence. Quelques-unes de ces ondes ne déterminent-elles pas, à côté des aéroions et du champ électrique, la variabilité du virus de telles ou telles bactéries ?

De nombreux auteurs ont solidement établi que les ondes électromagnétiques courtes agissent sur les microorganismes ; ils ont indiscutablement démontré que cette action est très considérable et qu'elle est

liée à la longueur de l'onde, à la puissance de l'irradiateur et à la durée de l'exposition. Pour le moment on n'a analysé dans les laboratoires que l'action biologique d'ondes hertziennes de petite amplitude (de 1 à 50 m.). Cependant, cela nous permet de posséder désormais non seulement des résultats théoriques mais aussi pratiques, de grande utilité. L'histoire de cette question est exposée dans le livre du Prof. P. Libesny, aussi ne m'y attarderai-je pas. Je ne ferai qu'indiquer que M. A. Baron, de Moscou, a montré que les bactéries irradient des ondes électromagnétiques d'une certaine longueur (rayons mitogénétiques). Donc, les bactéries elles aussi sont des résonateurs d'oscillations électromagnétiques d'une certaine fréquence.

Par conséquent, outre l'étude de l'action sur les microorganismes de l'électricité atmosphérique (aéorionisation, champs électriques), il fau-

FIG. 100. — Corrélation entre la croissance des saprophytes et l'activité périodique du soleil.

drait étudier dans certaines conditions l'action des oscillations électromagnétiques courtes, que le soleil semble irradier sur les bactéries. Malheureusement, pour des raisons indépendantes de ma volonté, j'ai été obligé d'interrompre les observations que j'ai abordées dans ce sens en 1928 et 1929. Dans mes écrits de ces années, j'exposais les résultats obtenus, variés et intéressants, bien qu'insuffisants. Je n'en fus que plus heureux de recevoir, en 1934, une série de lettres du plus haut intérêt émanant d'un bactériologiste russe, le Dr S. T. Velkhover, directeur du Laboratoire bactériologique de l'Hôpital des maladies infectieuses de Kazan. Le Dr Velkhover décrivait les observations qu'il fit au cours des expériences bactériologiques entreprises sous l'influence de mes travaux statistiques. La place me manque pour citer ici ses lettres, mais j'emprunte à son article, paru en russe en 1935 et intitulé : *Certaines propriétés fonctionnelles des corinébactéries* (on appelle ainsi les bactéries en forme de bâtonnets renflés aux extrémités), l'exposé de sa méthode. La voici, brièvement résumée.

Fréquemment, à partir de 1925, et quotidiennement à partir de 1930, le Dr Velkhover a procédé à des analyses bactériologiques quant à la présence de corinébactéries dans des matériaux provenant des voies respiratoires supérieures des malades de son hôpital. Il procédait de la manière suivante : les matériaux pour les cultures étaient prélevés à l'aide d'un tampon stérile, et étaient déposés dans une éprouvette inclinée contenant du sérum de taureau venant de l'abattoir, sérum chauffé deux fois avant l'expérience jusqu'à 90° pendant une heure ; après 18 à 20 heures de séjour dans un thermostat à 37°, les cultures étaient sou-

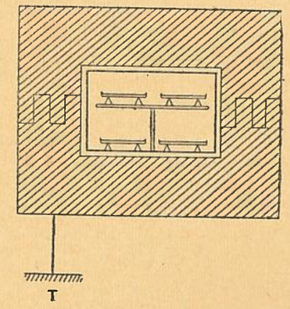

FIG. 101. — Schéma (coupe verticale) de l'installation pour l'étude microbiologique ; protection métallique contre les radiations extérieures.

mises à la bactérioscopie d'après Neisser. Simultanément, on procédait à des observations quotidiennes de l'évolution des facteurs météorologiques. Velkhover établit ce qui suit : la croissance des corinébactéries *s'intensifie de temps en temps par bonds* sur un milieu nutritif rigoureusement standardisé, et elle donne, dans les éprouvettes ensemencées, un pourcentage maximum de trouvailles positives ; on n'a pu établir de rapports étroits entre ces bonds et le temps. Après avoir minutieusement étudié les archives de son laboratoire de 1926 à 1935, le Dr Velkhover a conclu que la croissance intense des corinébactéries se produit périodiquement, ces périodes faisant montre de propriétés particulières. Si l'on prend toutes les périodes de la croissance intense des corinébactéries au coefficient supérieur à 49 %, on constate qu'*elles se succèdent harmonieusement dans le temps*. Leur durée peut être représentée ainsi : 1-2-4-8-16-32. Les périodes les plus fréquentes sont d'une durée de 24 heures. Les périodes les plus longues sont les moins fréquentes. Velkhover a désigné les périodes où le coefficient de la croissance des corinébactéries est supérieur à 49 %, comme périodes « des grands facteurs », et il a com-

mencé des travaux qui les juxtaposent aux données astronomiques relatives à l'activité solaire. Dès lors ses recherches acquièrent pour nous un intérêt tout particulier.

Des calculs précis ont montré que les périodes d'action des « grands facteurs » représentent, en moyenne, 1/7 du total du temps et que le reste du temps (6/7) la croissance des corinébactéries est inférieure à 50 %, sa courbe variant par zigzags et tombant parfois jusqu'à zéro. Cependant, le tableau change avec l'avènement de l'époque du maximum d'activité solaire : la fréquence et la durée des périodes des « grands facteurs » augmentent. Voici les principales caractéristiques des périodes des « grands facteurs » : 1° leur fréquence et leur nombre, 2° la durée de chaque période ; 3° les intervalles entre les périodes des « grands facteurs », et 4° le phénomène des « nœuds ».

La répartition des périodes des « grands facteurs » a permis à Velkhover de découvrir une certaine régularité également dans le mouvement des intervalles qui séparent ces périodes. Voici en quoi consiste cette régularité : dans les années de l'activité solaire minimum (1932-1934), les intervalles, comme il fallait s'y attendre, ont été très longs, jusqu'à atteindre plusieurs mois ; dans les années maximum (1927-1928 et 1936), la fréquence des périodes des « grands facteurs » augmente au point que parfois on ne parvient pas à délimiter nettement leurs débuts ; il va de soi que dans ces conditions les intervalles d'une durée mensuelle disparaissent. On s'en rend compte d'après les figures 103 et 104 et le diagramme.

Enfin, Velkhover signale le phénomène des « nœuds ». Il se trouve que la durée de la période des « grands facteurs », outre l'effet des augmentations ou diminutions progressives en connexion avec l'activité du soleil, subit des variations de nature suivante : les périodes relativement longues des « grands facteurs » sont suivies de périodes relativement courtes de ces mêmes facteurs. Une grande période et plusieurs relativement courtes constituent un « nœud » ou une « phase » dans le mouvement des « grands facteurs ».

Dans le but d'étudier le problème de l'influence des irradiations solaires sur la croissance des corinébactéries, Velkhover procède depuis 1934 à des analyses bactériologiques quotidiennes sur des échantillons individuels du lait de marché quant à la présence de corinébactéries laitières, *Bac. casei* et de leurs variétés ; il cherche la présence des corinébactéries également sur la peau de l'homme et de l'animal, dans les excréments, dans l'organisme humain (selles normales, dysentériques, de fièvre typhoïde, glaires vaginales), dans le lait de femme au cours des diverses phases de la lactation, dans l'air des rues, des pièces habitées, des salles d'hôpital, dans l'eau de la canalisation, des rivières, des marais, dans l'intérieur des insectes, dans différentes tisanes, liquides

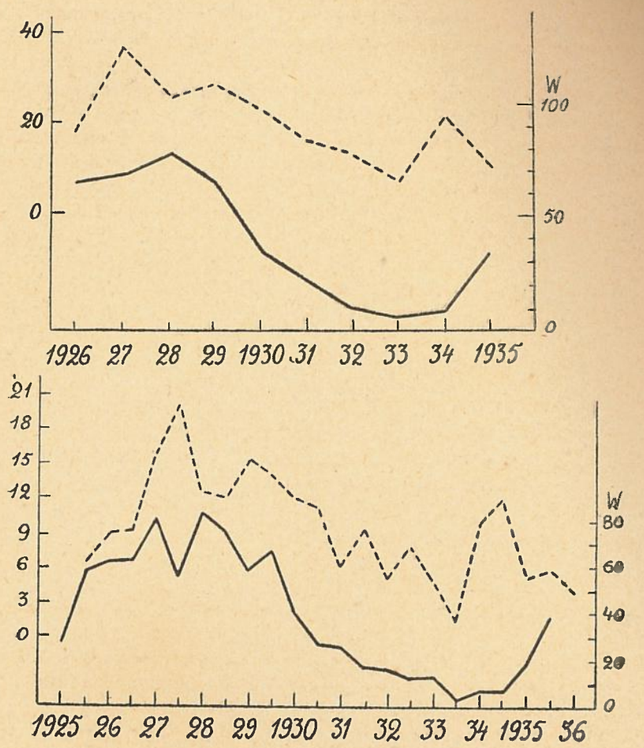

FIG. 102. — Corrélation entre la croissance de corinébactéries et les taches solaires, de 1925 à 1937, données annuelles et semestrielles (d'après S. T. Velkhover).

décomposés ou fermentés, vase, fumier, etc. A la suite de ces recherches il a constaté que les corinébactéries sont un des saprophytes les plus répandus, entourant l'homme de tous les côtés. Ce fait acquiert toute son importance si nous tenons compte de cet autre fait que le bacille diphtérique, dont les propriétés morphologiques ne se distinguent en rien des corinébactéries anodines, appartient lui aussi à ce groupe.

Ici, commence un autre cycle de travaux de Velkhover, travaux qui peuvent avoir une immense portée théorique et pratique. Il s'agit de l'étude d'une des principales fonctions des corinébactéries, la méta-

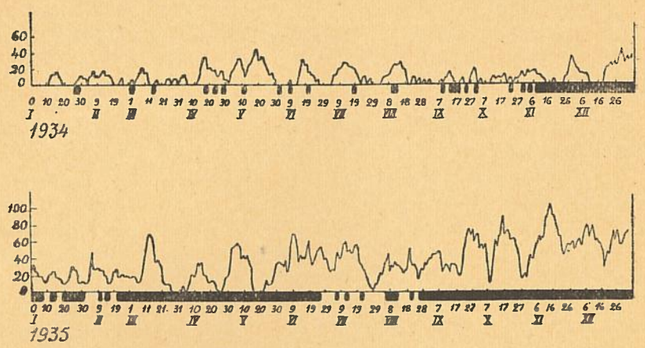

FIG. 103. — Fréquence de jours présentant une forte croissance de corinébactéries (traits épais) et courbe de l'activité solaire pour 1934 et 1935 (d'après S. T. Velkhover).

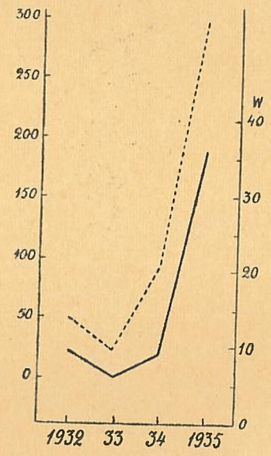

FIG. 104. — Corrélation entre la durée des périodes de la croissance des corinébactéries et l'activité solaire (d'après S. T. Velkhover).

chromasie. Il est notoire que la métachromasie est un processus de scission d'une couleur en certains composants, sous l'effet d'un quelconque agent ; s'il y a deux composants, l'un passe à la leucobase incolore, et l'autre active sa couleur. La métachromasie rouge, très répandue parmi les microbes lorsque leurs corps sont colorés de bleu alcalin de Löffler, s'explique par l'effet photochimique de la scission du composant rouge dans la molécule du bleu de méthylène. Or, Velkhover a observé que la métachromasie rouge atteint son maximum quant à la durée et la fréquence, aux époques d'activité solaire minimum. Au contraire, une intense activité solaire (depuis la fin de 1934) coïncide avec la diminution de la fréquence de la métachromasie rouge.

Sans s'arrêter à ces constatations, le Dr Velkhover a étudié les statistiques de la fréquence des cas de diphtérie toxique, prenant pour point de départ la parenté morphologique du bacille de Löffler et de la corinébactérie. Il put ainsi constater un phénomène extraordinaire : le maximum de la métachromasie rouge coïncide exactement avec le minimum de fréquence de la diphtérie toxique aussi bien qu'avec le minimum de l'activité solaire. La courbe du mouvement quotidien de la métachromasie rouge coïncide avec le dynamisme de la diphtérie toxique dans la ville de Kazan, formant un contre-parallélisme exact. Velkhover dut en déduire que la courbe de la métachromasie rouge des corinébactéries expérimentées était contre-parallèle à la courbe de la toxicité des corinébactéries diphtéroïdes de l'homme. En effet, les observations quotidiennes ultérieures de 1934 à 1937, ont confirmé cette conception. Depuis la fin de 1934, la métachromasie rouge diminue qualitativement et quantitativement, lentement et en zigzags, tandis que le nombre de cas cliniques de diphtéries augmente. Simultanément augmente l'intensité de l'activité électrique du soleil.

Voici quelles sont les conclusions auxquelles aboutit Velkhover :

1. La substance de la cellule corinébactérienne représente un appareil actinorécepteur, « accordé » de façon à recevoir les irradiations d'ondes d'une certaine longueur. C'est là une hypothèse « de travail », confirmée par les expériences de certains auteurs qui ont obtenu des métamorphoses métachromatiques des microbes en les irradiant artificiellement par des rayons à ondes courtes.

La notion d'un appareil actinorécepteur de la cellule, « accordé » dans sa microstructure de façon à recevoir des irradiations déterminées, ne doit point sembler comme trop neuve, puisqu'elle se trouve préparée par la théorie universellement reconnue de l'appareil chimiorécepteur de la cellule d'Ehrlich.

2. Fonction de la cellule corinébactérienne, la métachromasie peut être mesurée par le degré de coloration. En cas d'emploi de bleu de

méthylène, ces degrés sont les suivants : bleu foncé, violet foncé, rouge foncé, rouge et rouge vif.

3. En cas d'emploi de bleu de méthylène, la métachromasie rouge représente une réaction de la cellule corinébactérienne aux irradiations à ondes courtes.

4. La métachromasie rouge se manifeste diversement chez diverses corinébactéries et notamment :

a) La métachromasie des corinébactéries englobées dans le système de cultures quotidiennes, en particulier de corinébactéries diphtéroïdes, est conditionnée par le régime irradiant de la période de temps en question, représentant une adaptation accumulative de la cellule. Durant les mois d'hiver, cette métachromasie n'a lieu qu'aux périodes des « grands facteurs ». Du printemps à l'automne elle accomplit un cycle d'évolution saisonnier déterminé, atteignant le maximum en été, au moment du passage des « grands facteurs ».

b) La métachromasie des corinébactéries du lait de vache frais est périodique et peut également porter un caractère saisonnier plus ou moins marqué.

c) La métachromasie des corinébactéries des tissus cutanés de l'homme (*Bac. cutis commune Nicolle*) et de certains animaux (cobayes, porcs domestiques), ainsi que celle de certaines familles de corinébactéries (provenant de l'eau de la rivière de Kazanka, du foin pourri) a des périodes irrégulières, et il est probable qu'elle porte également un caractère saisonnier.

d) La métachromasie de certaines levures et champignons a des périodes irrégulières, à en juger d'après un nombre restreint d'observations.

e) La métachromasie la plus pauvre donne le groupe Parke de la diphtérie toxique. Depuis mars 1935, nous conservons une culture de Parke dans des cylindres de plomb hermétiquement clos, dont les parois mesurent 1,25 cm. d'épaisseur ; ainsi préservée de la radiation ultraviolette du soleil, cette culture, durant toute la période des observations, n'a subi la métachromasie en rouge foncé que 7 fois, et en violet foncé que 2 fois.

5. En étudiant les phénomènes de métachromasie, il ne faut se servir du microscope qu'avec l'éclairage le plus violent possible.

6. Enfin, mentionnons un fait dont il est difficile pour le moment de déterminer la signification. Grâce à une analyse mathématique des intervalles, que nous représentons sous forme de membres de quelque polynome, nous avons acquis la possibilité de calculer d'avance l'avènement de certains « grands facteurs », c'est-à-dire de prévoir des phénomènes purement astronomiques.

Sans nous arrêter sur les détails des travaux de Velkhover, il faut

dire qu'au point de vue de la biologie générale, aussi bien que de l'épidémiologie et de la bactériologie, elle représente un intérêt hors ligne. Si ses observations se trouvent confirmées par des recherches largement organisées, les méthodes de culture et de coloration des bactéries vont être bouleversées de fond en comble. Il faudra « protéger » les sujets microbiologiques de l'action des rayons spécifiques, à moins de commettre des erreurs !

D'autre part, quelles perspectives grandioses s'ouvrent pour la découverte préventive du danger, grâce à la virulence intensifiée des bactéries, quelles perspectives de prédiction ! Si le soleil irradie des ondes électromagnétiques d'une longueur déterminée. si ces ondes « spécifiques » sont susceptibles de modifier la virulence des microorganismes dans certaines limites, si, enfin, chaque espèce de microorganismes réagit exclusivement à une longueur déterminée d'oscillations électromagnétiques irradiées par le soleil, et cela à des périodes déterminées, alors, combien vastes sont les possibilités de pronostics en ce qui concerne la tactique et la stratégie de l'épidémiologie.

Pour le moment, on ne peut avancer que ceci : les travaux portant sur l'action de certaines irradiations solaires — que nous ignorons — sur l'appareil actinorécepteur des corinébactéries, ont montré que cet appareil reçoit les atteintes des irradiations solaires et cosmiques et réagit à ces atteintes en modifiant ses propriétés physico-chimiques et en faisant passer, semble-t-il, ses bactéries de l'état de repos à l'état de vie active. Selon le Dr Velkhover, le rôle de l'agent est joué dans ses travaux par l'irradiation solaire à ondes courtes .Jusqu'ici il n'y a pas de raisons de réfuter cette opinion qui semble contenir des certitudes.

Ainsi, dans ses lettres en date du 28 juin et du 8 juillet 1936, le Dr Velkhover m'informait que de vastes matériaux statistiques lui ont permis de tirer la conclusion suivante : la fréquence des périodes des « grands facteurs » correspond aux nombres relatifs des taches solaires, et la durée de ces périodes aux surfaces des protubérances. Or, comme une série de calculs mathématiques permettent, d'après l'évolution des « grands facteurs », c'est-à-dire d'après la croissance et la coloration des bactéries, de prédire l'évolution de ce même phénomène des mois et même des années d'avance, non seulement les microbiologistes ou les épidémiologistes, mais aussi les astronomes, devront s'intéresser à ces phénomènes. Peut-être — qu'un peu de fantaisie me soit permis — le temps n'est pas si éloigné où nous pourrons prédire les phénomènes astrophysiques sur le soleil en étudiant la variabilité des microorganismes sous le microscope. D'ores et déjà nos travaux de statistique et de laboratoire nous autorisent à affirmer que les courbes épidémiologiques et microbiologiques reflètent ou, plutôt, devancent les courbes astrophysiques et astronomiques. Rappelons-nous que les foyers de boule-

versement surgissent primitivement dans les profondeurs du soleil : ils ne sont perçus ni par l'œil de l'astronome ni par la pellicule photographique. Mais les corpuscules ou l'irradiation courte projetés par ces foyers dans l'espace mondial, rencontrent la cellule vivante de la bactérie ou l'appareil nerveux de l'homme ou de l'animal sur lesquels elles agissent immédiatement. Ce n'est qu'après un laps de temps assez long que les foyers de bouleversement apparaissent à la surface du soleil et deviennent accessibles à l'observation visuelle ou à la photographie. Donc, il n'y a rien d'invraisemblable à ce que la préparation microbiologique devienne bientôt l'appareil astronomique le plus sensible, apte à prédire certains processus physiques sur le soleil, et cela avec plus d'exactitude que n'importe quel appareil physique !

Il ne faut point fermer les yeux sur les obstacles qu'il reste à surmonter. Il y a vingt ans, lorsque je jetais les bases de cette science, j'en prévoyais les difficultés. Nous n'avons pas de beaucoup avancé aujourd'hui. Ce qui est fait est peu de chose. Ma conception de la dépendance fonctionnelle des microorganismes des radiations spécifiques du soleil comporte encore bien des obscurités. En vingt ans, aucun microbiologiste, à l'exception du Dr Velkhover, ne s'est sérieusement intéressé à la question. Je n'en suis que plus heureux d'exprimer ici au Dr Velkhover ma vive reconnaissance pour avoir hardiment continué et approfondi ma conception, et de le féliciter d'avoir trouvé des voies de recherche originales.

POSTFACE

Le présent ouvrage, bien qu'il traite d'épidémiologie, n'est écrit ni par un épidémiologiste ni pour les épidémiologistes. Les problèmes que nous nous sommes posés se trouvent hors du champ de l'épidémiologie contemporaine, voire s'opposent aux principes aujourd'hui admis par elle. Non que l'auteur veuille entamer à ce propos des polémiques. C'eût été, du reste, inutile, le temps n'étant pas venu pour l'épidémiologie d'adopter les idées exposées dans ces pages. Il nous faudra encore des dizaines d'années pour trouver une langue commune. J'en juge d'après mon amère expérience : il m'a fallu plus de vingt ans pour trouver enfin des éditeurs aux idées larges et avancées.

La bibliographie ci-jointe de mes travaux montrera au lecteur la lenteur, le temps qu'ont mis mes idées à mûrir. Et pourtant j'ai eu des précurseurs qui, pendant des décades, ont erré autour de ces idées. Il n'en reste pas moins certain que mes successeurs auront encore bien des obscurités à éclaircir. Toute nouvelle science présente de ces difficultés.

Voici l'objection principale que me font les épidémiologistes : à quoi bon chercher dans le ciel l'explication de phénomènes qu'il est facile d'expliquer par des causes terrestres *ou même seulement* sociales. *Les conditions sociales, voilà la raison première de toutes les maladies. Changez-les, et du coup, les épidémies disparaîtront, même si les microorganismes continuent à exister.*

Cette façon d'interpréter le phénomène des épidémies contient, certes, une grande part de vérité. Indubitablement, les facteurs sociaux conditionnent toutes sortes d'épidémies ; admettons-le même, malgré l'évidence, pour la grippe, etc. Il est non moins certain que l'homme parvient à maîtriser une maladie après l'autre, et que dans mille ans il n'en restera qu'un mauvais souvenir, remontant à l'âge primitif.

Cependant, quelles que soient les victoires que l'homme remporte sur la nature, on ne saurait rétrécir la question jusqu'à arracher l'homme et le microorganisme de leur milieu naturel, c'est-à-dire du monde ambiant, avec ses irradiations électriques, ses flux, ses champs. Ce serait commettre une erreur grossière, impardonnable, et prêcher des idées qui n'ont rien à voir avec les tendances de la science moderne.

L'homme et le microbe ne sont pas seulement des êtres sociaux mais

aussi cosmiques, *que toute leur biologie, toutes les molécules, toutes les particules de leurs corps rattachent au cosmos, à ses rayons, à ses flux et champs. C'est là un fait que les épidémiologistes oublient, limitant, à l'instar des aveugles, la sphère de la vie et du monde par un rayon dont la longueur ne dépasse pas celle de leur bras. Leur toucher est incapable d'enregistrer au delà de cette limite, car pour connaître le monde et les choses il faut encore posséder la vue. Or, la cécité professionnelle accable les épidémiologistes, qui, sur un fond net, homoïde, ne voient qu'un fétiche : le milieu humain.*

Notre ouvrage dresse devant l'épidémiologie et la microbiologie des problèmes nouveaux, ceux d'une lutte contre les épidémies dont l'étiologie serait interprétée d'une façon jusqu'ici ignorée.

Certes, nous ne faisons qu'entrer dans cette nouvelle voie. Cependant, d'ores et déjà, je considère l'avenir avec un ferme espoir. Le nouveau point de vue sur les facteurs étiologiques essentiels du mécanisme épidémique et sur la variabilité de la virulence des bactéries semble ouvrir des perspectives inattendues de lutte, de prophylaxie et de thérapie rationnelles. Nous ouvrons un nouveau chapitre, celui des microbes en tant que résonateurs électriques. D'ici, il n'y a qu'un pas à faire jusqu'à la découverte de nouvelles méthodes thérapeutiques des maladies infectieuses, problème que nous étudions ailleurs.

Je suis heureux de constater que l'on rencontre de plus en plus fréquemment des hommes qui considèrent le monde comme une unité indivisible. Aux noms des savants cités dans ma préface, qui partagent mon opinion quant à la participation de facteurs cosmiques de nature électrique et magnétique dans les phénomènes épidémiques, je suis heureux d'ajouter ceux de mes compatriotes : les professeurs V. M. Bekhtérev, D. K. Zabolotny, G. A. Ivachentsev, G. D. Bélonovski. Mes travaux ont poussé de nombreux auteurs à étudier cette question: les docteurs S. J. Ivantchenko, O. Myrbach, le professeur V. P. de Smitt, etc. Une documentation précieuse a été recueillie par les docteurs A. Denier, K. E. Krafft, H. H. Kritzinger, C. C. Morrell, J. Mygge, etc.

Qu'il me soit permis également de remercier le grand savant, le professeur A. Lumière, d'avoir confirmé par voie expérimentale mes recherches sur l'action exercée par les aéroions sur les sujets végétaux. Ma reconnaissance va également aux professeurs Ch. Nordmann, C. E. P. Brooks, G. A. Ivachentzov, J. Maciel, aux docteurs S. Tanenbaum, A. A. Sadov, X. Leclainche, ainsi qu'à d'autres savants européens et américains, qui ont bien voulu prêter leur attention à mes travaux ou leur consacrer des études spéciales.

Mais à tous ces travaux les épidémiologistes opposent la plus parfaite indifférence.

La seconde partie du présent ouvrage paraîtra prochainement sous le

titre : La mortalité et les perturbations électromagnétiques dans le milieu extérieur. *Elle complètera les idées que nous venons d'exposer par l'étude des rapports entre la mortalité et les phénomènes cosmotelluriques, et par celle des* méthodes de la protection de l'organisme *contre les influences mortelles. Cet ouvrage a, lui aussi, son histoire qui ne date pas d'hier. Aujourd'hui, je n'ai plus de doutes sur sa valeur pratique. Mais je ne crois pas que, tout comme le présent ouvrage, ce livre puisse être apprécié avant la fin de notre siècle.*

Je serais aussi heureux que reconnaissant de voir mes lecteurs, médecins et savants, se prononcer sur les questions que j'ai traitées. Mon adresse est : 8, Bd. Tverskoï, app. 6, Moscou, U. R. S. S.

BIBLIOGRAPHIE

A) TRAVAUX DE A. L. TCHIJEWSKY

L'action des facteurs cosmotelluriques sur l'homme, l'animal et les microorganismes.

(Les travaux publiés en U. R. S. S. sont en russe).

1. *L'action du Soleil sur les phénomènes de la biosphère terrestre.* Rapport fait à l'Institut archéologique de Moscou. Moscou, 1915.
2. *L'ionisation de l'air en tant que facteur principal physiologiquement actif de l'électricité atmosphérique.* Kalouga, 1919.
3. *Astronomie, physiologie et histoire.* Conférence faite à l'Institut archéologique de Moscou. Moscou, 1921.
4. *L'influence de l'activité périodique du Soleil sur l'origine et l'évolution des épidémies.* Kalouga, 1922.
5. *Action de l'aéroionisation artificielle sur les animaux.* Kalouga, 1922.
6. *The influence of cosmic factors upon the behaviour of organised human masses as well as upon the universal historical process.* Kalouga, 1924.
7. *Effet des facteurs physiques de la nature sur les éléments nerveux et sur l'activité nerveuse des animaux et de l'homme.* Rapport présenté au Laboratoire pratique de zoopsychologie, 1925. V. Traité de climatologie biologique et médicale. Vol. I, p. 672, Paris.
8. *Influence des causes cosmiques sur l'activité des appareils de la liaison télégraphique.* La vie et la technique. Vol. XII, Moscou, 1925.
9. *Liaison électrique perturbée par l'action des agents cosmiques et géophysiques.* Rapport fait le 17 décembre 1925, à Moscou.
10. *Le problème d'organiser des observations sur les perturbations de l'activité des appareils de la liaison électrique produites par des facteurs géophysiques.* Rapport fait à Moscou, en 1925 et 1926.
11. *Influence of ionized air upon the motor and sexual activity of animals.* Rapport fait les 19 et 26 mars 1926, publié dans les Travaux du Laboratoire pratique de zoopsychologie, fasc. I, Moscou, 1928.
12. *Influence de l'activité périodique du Soleil sur le monde organique.* Moscou, 1926.
13. *L'astrologie moderne.* Leningrad, 1926.
14. *Influence de l'ionisation de l'air sur le comportement des abeilles.* Rapport fait au Musée zoologique de l'Université de Moscou, en 1925.
15. *Physical factors of the historical process. Paper read at the annual meeting of the American Meteorological Society.* Philadelphia, 1926. Copyright, by V. P. de Smitt, New-York, 1927.

16. *Les pandémies du choléra et de la grippe en connexion avec l'activité solaire.* Rapport fait à la Société de neurologie, reflexologie et biophysique, le 24 janvier 1927, et au Laboratoire pratique de zoopsychologie, le 19 mars 1927, à Moscou.
17. *L'ambiance et les affections. Recherches stastistiques sur la criminologie.* Rapport fait au Laboratoire pratique de zoopsychologie, Moscou, 1927.
18. *Influence de l'activité périodique du soleil sur le surgissement et la propagation des épiphyties.* Rapport fait au Laboratoire pratique de zoopsychologie, Moscou, 1927.
19. *Influence de l'activité périodique du soleil sur le surgissement et le développement des épizooties.* Rapport fait au Laboratoire pratique de zoopsychologie, Moscou, 1927.
20. *Uber die Wechselbeziehungen zwischen der periodischen Tätigkeit der Sonne und den Cholera und Grippe Epidemien.* Deutsch-Russische Medizinische Zeitschrift, vol. III, nº 9, Berlin, 1927.
21. *Regarding the influence of changes in the quantity of Solar energy upon the behoviour of flocks of animals.* Travaux du Laboratoire pratique de zoopsychologie, fasc. I, Moscou, 1928.
22. *Système nerveux et influences du milieu.* Rapport fait au Laboratoire pratique de zoopsychologie, Moscou, 1928.
23. *L'activité solaire et notre comportement.* Rapport fait au Laboratoire pratique de zoopsychologie, Moscou, 1928.
24. *Influence de l'air ionisé sur les nerfs isolés et sur le tissu musculaire.* Rapport fait au Laboratoire pratique de zoopsychologie, Moscou, 1928.
25. *Sun spot Activity and History.* Paper presented by prof. V. P. de Smitt. New-York Academie of Science 1928. Bulletin of the New York Academie of Science. New-York, 1928.
26. *Influence des oscillations diurnes et mensuelles de l'activité solaire sur les modifications de l'excitation nerveuse.* Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences de Paris, t. 187, Paris, 1928. La Vie universelle, Bulletin trimestriel de l'Association internationale biocosmique, nº 10, Toulon, 1929.
27. *Theory of the Heliotaraxia,* Moscou, 1930.
28. *Kosmische Einflusse, die die Entstehung und Verbreitung von Massenpsychosen begünstigen.* Deutsch-Russiche Medizinische Zeitschrift. Nº 3. Berlin, 1928.
29. *Uber die Veranderung der Nervenerregbarkeit unter dem Einfluss der Perturbationen in der ausseren chemisch-physikalischen Umwelt.* Versuch zum Studium der Kollettiv-Psychoneurologie. Deutsch-Russische Medizinische Zeitschrift, nºs 8-9, Berlin, 1928.
30. *Uber die Periodizität des europäischen Typhus recurrens.* Deutsch-Russische Medizinische Zeitschrift, nº 12, Berlin, 1928.
31. *Effets de l'activité périodique solaire sur les phénomènes sociaux.* Traité de climatologie biologique et médicale, vol. I, Paris, 1934.
32. *Loi de la compensation quantitative dans la fonction végétative du globe*

terrestre. Rapport fait au Laboratoire pratique de zoopsychologie, Moscou, 1929.

33. *La signification énergétique des charges électriques portées par les ions aériens dans les processus physico-chimiques de l'organisme en général et de l'appareil respiratoire en particulier*. Le Progrès Médical, nº 48, Paris, 1929.
34. *La radiation cosmique comme facteur biologique. Résultats des recherches expérimentales de l'influence de la radiation cosmique solaire et astrale sur les cellules et les tissus*. Bulletin de l'Association internationale biocosmique, nº 13, Toulon, 1929.
35. *L'application possible de quelques radiations cosmiques dans les buts thérapeutiques*. Astrosophie, vol. IV, nº 3, 1929, Carthage.
36. *Action de l'activité périodique solaire sur les épidémies*. Traité de climatologie biologique et médicale. Tome II. Paris, 1934 (travail de 1929).
37. *Action de l'activité périodique solaire sur la mortalité générale*. Traité de climatologie biologique et médicale. Tome II, Paris, 1934 (travail de 1929).
38. *Cosmic Energy as a Factor in Human History*. The Seer, vol. I, nº 1, Carthage, 1930.
39. *L'activité solaire et la mortalité*. Rapport à l'Académie du Var. Bulletin de l'Académie du Var, vol. 98, Toulon, 1931.
40. *Influence des variations de l'activité solaire sur la natalité et sur la mortalité*. Rapport à l'Académie du Var. Bulletin de l'Académie du Var, vol. 98, Toulon, 1931.
41. *Mortalité causée par la tuberculose des poumons et l'état électrique de l'atmosphère*. Le Progrès médical, nº 25, Paris, 1930.
42. *Les forces excitatrices du Cosmos et notre comportement*. Bulletin de l'Association internationale biocosmique, nº 14, Toulon, 1930.
43. *The correlation between the variations of sun-spot activity and the rise and spreading of epidemies*. Rapport lu le 17 octobre, 1930. XIII Congresso international de Hidrologia, Climatologia e Geologia medicas. Programa das Sessoes Scientificas, 2 sessao. Lisboa, 1930.
44. *La Natalité et la tension de l'activité solaire*. La Côte d'Azur médicale, vol. 11, Toulon, 1930.
45. *Les périodes solaires et la mortalité*. La Côte d'Azur médicale, vol. 11, Toulon, 1930.
46. *Les mutations et les accroissements brusques de l'activité solaire* (l'électricité atmosphérique). La Côte d'Azur médicale, tome 11, nº 12, Toulon, 1930.
47. *Sur la périodicité de la mortalité*. Médecine prophylactique, Kharkov, 1930.
48. *Epidemic Catastrophes and periodical solar activity*. Monographie, Moscou, 1930.
49. *La corrélation entre les accès de paludisme (malaria) et le degré de tension de l'électricité atmosphérique*. Communication à la Société de pathologie comparée et d'Hygiène générale. Revue de pathologie comparée et d'Hygiène générale, vol. 33, nº 446, Paris, 1933.

50. *About the mechanisms of the biological action of ionized air*. « Problèmes de l'ionisation », vol. I. Voronège, 1933.
51. (En collaboration avec le prof. L. L. Vassiliev) : *Hypothesis of the organic electroexchange*. « Les problèmes de l'ionisation », vol. II, Voronège, 1933.
52. (En collaboration avec le prof. L. L. Vassiliev) : *L'action physiologique des aéroions et l'électroéchange. Annales de Médecine physique et de Physio-Biologie*, vol. XXVII, fasc. 5. Anvers, 1934. Voir également : Comptes-rendus des Séances de l'Académie des Sciences de Paris, t. 198, nº 23, 1934. Le même travail à été présenté au 1er Congresso internazionale di Elettro-Radio-Biologia. Venezia, 1934. Publié dans les Actes du Congrès, vol. V, Bologna, 1934.
53. *L'activité périodique du Soleil et l'ionisation de l'air*. Gazette astronomique. Bulletin mensuel de la Société d'Astronomie d'Anvers, t. 21, nº 247, 1934.
54. *Die Wege des Eindringens von Luftionen in den Organismus und die physiologische Wirkung von Luftionen*. Acta Medica Scandinavica, vol. LXXXIII, fasc. I-IV, Stockholm, 1934.
55. *L'électricité atmosphérique et les épidémies*. « Les problèmes de l'ionisation », vol. III, Voronège, 1934.
56. *Influence de l'électricité atmosphérique sur certains processus, normaux et pathologiques dans l'organisme vivant*. « Problèmes de l'ionisation », Voronège, 1934.
57. *Influence of ionization on the energy of the seeds germination*. « Problèmes de l'ionisation », vol. II, Voronège, 1934.
58. *Action of an ion flux on the germination of the lentil's seeds*. « Problèmes de l'ionisation », vol. II, Voronège, 1934.
59. *Influence of an ion flux on microorganisms*. « Les problèmes de l'ionisation », vol. II, Voronège, 1934.
60. *Action of an ion flux in an electrical field on the microflora*. « Problèmes de l'ionisation », vol. II, Voronège, 1934.
61. *La précipitation des micro-organismes de l'air à l'intérieur des locaux, au moyen de l'aéroionisation dans le champ électrique*. Journal des Praticiens, t. 48, nº 2, Paris, 1935. Journal médical, nº 19, Leningrad.
62. *L'Influence du flux des aéroions des signes négatif et positif sur la stabilisation et la coagulation du colloïde coulant*. La Côte d'Azur médicale, tome 17, nº 1, Toulon, 1936.
63. *Les phénomènes électrodynamiques dans le sang et le moyen de les diriger*. « Hippocrate », Revue d'Humanisme médical, vol. 4, nos 1, 2, 3, 4. Paris, 1936.
64. *Sur la connexion entre l'activité solaire, l'électricité atmosphérique et les épidémies de la grippe*. Gazette des Hôpitaux. Paris, 1936.
65. *L'activité corpusculaire, électromagnétique et périodique du Soleil et l'électricité atmosphérique, comme régulateurs de la distribution, dans la suite des temps des maladies épidémiques et de la mortalité générale*. Acta medica Scandinavica, vol. XCI, fasc. VI, Stockholm, 1936.

66. *Uber die Kosmischen Ursachen von Krankheiten.* Zenit, vol. VII, Düsseldorf, 1936.
67. *The cosmical causes of the diseases.* Comptes rendus du IIIe Congrès international de pathologie comparée, du 15-18 avril 1936, vol. II, Athènes, 1936.
68. *Précis historique des relations entre les épidémies et les phénomènes météorologiques, géophysiques et cosmiques.* Le Courrier d'Epidaure, vol. III, nº 9, Paris, 1936.
69. *Les travaux des savants du XIXe siècle sur les rapports entre les épidémies et les phénomènes météorologiques, géophysiques et cosmiques.* Le Courrier d'Epidaure, vol. III, nº 10, Paris, 1936.
70. *La salle d'hôpital cuirassée pour la protection des malades contre les radiations solaires et cosmiques nuisibles.* Gazette des Hôpitaux, vol. 110, nº 14, 17 févr. 1937, Paris.
71. *Nécessité pour chaque hôpital d'être pourvu d'une salle, revêtu de cuirasse, protégeant les malades contre certaines influences électromagnétiques nuisibles du milieu cosmique.* Côte d'Azur médicale, t. 18, nº 3, Toulon, 1937.
72. *Les épidémies et les perturbations électromagnétiques du milieu extérieur.* Hippocrate, vol. 4, nº 10, vol. 5, nos 1-10, Paris, 1936-1937.

B) TRAVAUX DES AUTRES SAVANTS

Epidémiologie, microbiologie, etc.

1. Abramson (H.). — *Electrical charges on bacteria.* Science, vol. 80, nº 2035, p. 10, oct. 1934, New-York.
2. Arrhenius (Sw.). — *Die Einwirkung Kosmischer. Einflusse auf physiologiche Verhältnisse.* Skandinavisches Archiv für Physiol. 8, Bd. 98, 1900.
3. Baron (M. A.). — *Bacterien als Quellen mitogene ischer Strahlung.* Zentralblatt für Bacteriologie, Bd. 73, S. 373, Jena, 1928.
4. Behm (H. W.). — *Jahrbuch für Kosmobiologische Forschung,* Bd. II SS. 127-129. Augsburg, 1929.
5. Belford (J. R.). — *A previsao do tempo.* O Campo, vol. 7, nº 74, p. 46. Rio de Janeiro, 1936.
6. Bélonovski (G. D.). — *Les origines de l'immunité.* Travaux de l'Académie des Sciences de l'U. R. S. S., p. 291, 1934, Leningrad (en russe).
7. Brooks (C. E. P.). — *Sun-spots and epidemies.* The Meteorological Magazine, vol. 63, nº 755, p. 266. London, 1928.
8. Budai (E.). — *Contribution à l'étude de l'action biologique des perturbations atmosphériques.* Revue de pathologie comparée et d'hygiène générale, avril 1929.
9. — *Périodicité biologique et périodicité cosmoatmosphérique.* Revue de pathologie comparée et d'hygiène générale, octobre 1929.

10. — *Electricité atmosphérique et méningite cérébrospinale.* Revue de pathologie comparée et d'hygiène générale, nº 419, p. 855. Paris, 1931.
11. Buzorini (L.). — *Luftelectricität, Erdmagnetismus und Krankheitskonstitution.* Konstanz, 1841.
12. Cadéot (Ch.). — *La radiotellurie et pathologie.* Revue de pathologie comparée et d'hygiène générale, vol. 36, nº 476, p. 661. Paris, 1936.
13. Chostakovitch (V. B.). — *Les taches solaires. La périodicité des phénomènes naturels,* nº 2. Irkutsk, 1928 (en russe).
14. Davydovski (I.). — *Les facteurs météorologiques en pathologie et en médecine.* Grande Encyclopédie médicale, vol. 17, p. 986, Moscou, 1936 (en russe).
15. Düll (B. und T.). — *Bericht über die Frankfurter Konferenz für medizinisch-meteorologische Statistik am* 30. *und* 31. *März* 1936. Die Naturwissenschaften, 24. Jahrg., H. 43, S. 688, Berlin, 1936.
16. — *Statistik über die Abhängigkeit der Sterblichkeit von geophysikalischen und kosmischen Vorgängen.* Die Medizinische Welt, nos 7, 8. Berlin, 1937.
17. Düll (B. und T.). — *Broschüre « Medizinisch-meteorologische Statistik »,* SS. 9-13, Berlin, 1937.
18. Edström (G.). — *Febris rheumatica,* pp. 81 et 315, Lund, 1935.
19. Faure (M.). — *De l'influence des taches solaires sur les accidents aigus des maladies chroniques,* avec J. Vallot et G. Sardou. Communication à l'Académie de Médecine le 11 juillet 1922 et Gazette des Hôpitaux, 20 juillet 1922, Paris.
20. — *Note sur la recrudescence des morts subites.* Communication à l'Académie de Médecine, le 1er mars 1927, et la Médecine internationale. Paris, mai 1927.
21. — *Les taches solaires et la pathologie humaine,* avec G. Sardou, Presse médicale, nº 18, du 2 mars 1927.
22. — *Les influences climatiques, météoriques et cosmiques,* avec G. Sardou, Paris médical, le 9 avril 1927.
23. — *Les influences cosmiques et la pathologie humaine.* Société de Médecine et de Climatologie de Nice, le 29 avril 1927.
24. — *Action des rayons cosmiques.* Société de Médecine et de Climatologie de Nice, le 2 décembre 1927 (*épuisé*).
25. — *Les radiations astrales. Leur rôle possible dans la pathologie humaine.* Presse médicale, nº 98, 7 décembre 1927.
26. — *Les taches solaires aggravent-elles nos maladies* ? Je Sais Tout, janvier 1928. Paris.
27. — *Les taches solaires du* 17 *au* 27 *février* 1928 *et les accidents déterminés par elles.* Société de Médecine et de Climatologie de Nice, 2 mars 1928.
28. — *De l'influence des taches solaires sur les états morbides.* Revue moderne de Médecine et de Chirurgie, octobre 1928. Paris.
29. — *L'influence des radiations cosmiques sur les états morbides.* Congrès de la Lumière, Lausanne, 10-13 septembre 1928.

30. — *Les hémoptysies en série et leur relation éventuelle avec les influences climatiques et cosmiques.* Congrès international de Climatologie, d'Hydrologie et Géologie médicales, Lisbonne, octobre 1930.
31. — *Les influences astrales.* Presse thermale et climatique, Paris, 1er mai 1931, Paris.
32. — *Influence des taches solaires sur les suicides, les crimes et les accidents.* 54e Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, Nancy, 20 au 26 juillet 1931 et Gazette des Hôpitaux, 1931, Paris.
33. — *Influence des taches solaires sur la maladie et sur la mort. Relation des accidents avec la position, la dimension, la forme et l'âge des taches.* Ve Congrès international de physiothérapie, Liège, 14-18 septembre 1931.
34. — *Relation des taches solaires avec les accidents humains, atmosphériques et telluriques. Conclusions de onze années d'observations : 55e Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences,* Bruxelles, 25-30 juillet 1932, et Gazette des Hôpitaux (1932), Paris.
35. — *Sur la variabilité des manifestations rhumatismales, en relation avec les influences solaires et cosmiques.* Congrès du rhumatisme. Paris, 15 octobre 1932.
36. — *Etude sur les orages solaires, leurs manifestations visibles et leurs conséquences terrestres* (Extrait des Annales de l'Office météorologique de la Ville de Nice, 1934).
37. GIHEI YAMAHA. — *Notes sur la floculation des suspensions de quelques Bactéries.* Archives de physique biologique et de chimie physique de corps organisés, p. 135, mars 1932, Strasbourg.
38. GUIWARTOVSKY. — *Observations faites à Moscou sur l'électricité, pendant l'épidémie cholérique.* Bulletin de la Société imp. des Naturalistes de Moscou, année 1849, no IV, ctp. 606-613.
39. GLEITSMANN (H.). — *Uber Ruhrentstehung. Ein epidemiologischer Beitrag zum Ruhrproblem.* S. 26. München, 1925.
40. — *Vom Wesen der Mendelentzündung. Veröffentlichungen aus dem Gebiete des Marine-Sanitätswesens,* Heft 23, S. 66. Berlin, 1932.
41. IVACHENTSOV (G. A.). — *Le problème de l'étiologie et de l'épidémiologie de la grippe.* Journal médical, no 8, Leningrad, 1931 (en russe).
42. KARCZAG (L.) und HAJOS (K.). — *Biochemische Zeitschrift,* Bd. 138, H. 4/6. Berlin, 1923.
43. KINDLIMANN (C.). — *Wirkungen der Sonnenflecken.* Burgdorf, 1925.
44. KRAFFT (K. E.). — *Kosmobiologische Bibliographie.* Jahrbuch für Kosmobiologische Forschung, SS. 134-137. Augsburg, 1929.
45. KRITZINGER (H. H.). — *Der Pulsschlag des Welt,* S. 20 Kempten, 1924.
46. — *Todesstrahlen,* SS. 157-170, 243-248. Leipzig-Zürich, 1930.
47. KRUIF (P. H. DE) & NORTHROP (J. H.). — *Solidity of bacterial suspensions.* American Journal of Physiology, vol. IV and V, 1921-1922.
48. LECLAINCHE (X.). — *Influence des phénomènes météorologiques et cosmiques sur les maladies épidémiques.* Rapport au XXe Congrès d'hygiène, oct. 1934, Revue d'Hygiène et de Médecine sociale, octobre 1935.
49. MEWES (R.). — *Kriegs und Geistesperioden im Völkerleben.* Auflage S. 302 Leipzig, 1922.
50. MOORE (B. I.). — *A manual of diseases of India,* p. 87, London, 1896.
51. MORRELL (C. C.). — *A preliminary investigation respecting the influence of solar storms upon suicide, epilepsy and homicide.* Paper read at the International Congress of the Royal Institut of Public Health at Dublin. August. 1928.
52. — *An investigation and theory concerning cyclo-periodicity in vital rates and its possible relations hip to meteorological and astrophysical cycles.* Roma, 1931.
53. MYGGE (J.). — *Etude sur l'éclosion épidémique de l'influenza. Acta medica scandinavica.* Suppl. 32. Copenhague, 1930.
54. MYRBACH (O.). — *Wetter und Grippe.* Medizinische Mitteilungen, no 2, S. 35, Berlin, 1931.
55. NORDMANN (Ch.). — *Epidémies et taches solaires. Les nouvelles recherches du prof. A. L. Tchijevsky.* Paris, 1930.
56. ORLÉANSKI (L. M.). — *Documents relatifs à l'influence des éléments météorologiques sur le cours des crises d'épilepsie.* Moniteur neurologique, XIII (en russe).
57. OULIANOV (L. D.). — *La périodicité dans l'évolution des épidémies de choléra.* Médecine prophylactique, nos 7-8, Kharkov, 1923 (en russe).
58. PALTCHIKOV (E. I.). — *L'action de l'air ionisé sur les bactéries.* Moscou, 1935 (en russe).
59. PÉRÉDELSKI (A. A.). — *L'action de l'air ionisé sur le bacillus coli commun.* Moscou, 1933 (en russe).
60. POCROWSKY (G. I.). — *On relation of the suns activity to some biological factors. Science,* v. LXVII, no 1737, no 4, 1928.
61. REGNAULT (J.). — *Biodynamique et radiations.* Hippocrate, vol. III, no 8, pp. 661-677, Paris, 1935. En volume chez Legrand, Paris, 1937.
62. — *Organismes considérés comme des oscillateurs-résonateurs polarisés.* Ed. Am. Legrand, Paris, 1931.
63. SADOV (A. A.). — *Le problème de l'étiologie et de l'épidémiologie de la grippe,* pp. 22 et 47. Leningrad, 1932 (en russe).
64. — *La grippe épidémique,* p. 40. Leningrad, 1927.
65. SARDOU (G.), FAURE. — *Les taches solaires et la Pathologie humaine.* La Presse médicale, no 18. Paris, 1927.
66. SKALOVSKI (N. A.). — *Le microcosme et le macrocosme,* p. 319. Pétersbourg, 1913.
67. SMITT (V. P. DE). — *Courses in Meteorology, Climatology and Oceanology,* Columbia University in the City of New York, ch. II, 38, New York. 1930.
68. — *Sun-spots as related to geophysical conditions on the Earth,* pp. 14-18, New York, 1936.
69. SOKOLOV (V. M.). — *Le problème de l'influence exercée sur les crises d'épi-*

lepsie par les conditions météorologiques, et no amment par le magnétisme terrestre. Revue de la psychiatrie clinique et judiciaire, XII. Pétersbourg, 1897 (en russe).

70. Stetson (H. T.). — *Sun-spots and their effects.* Editor-Whittlesey House, 1937.

71. Tannenbaum (S.). — *Sun blamed for epidemic of diseases.* The World, Oct. 14, 1928, New York.

72. Vallot (J.), Sardou (G.), Faure (M.). — *De l'influence des taches solaires sur les accidents aigus des maladies chroniques.* Communication à l'Acad. de Médecine. Paris, 1922.

73. Velkhover (S. T.). — *Quelques propriétés fonctionnelles des corinébactéries.* Revue de microbiologie, d'épidémiologie et d'immunobiologie, vol. 15, nº 6, p. 869, Moscou, 1935 (en russe).

74. — *La course annuelle de la métachromasie dans la cellule des corinébactéries.* Microbiologie, vol. 5, nº 5, p. 731, Moscou, 1936 (en russe).

75. — *Les microbes et les facteurs de l'irradiation.* Travaux de l'Institut Tatare de médecine clinique théorique, fasc. 3, p. 23, Kazan, 1936 (en russe).

76. Vles (F.). — *Remarques sur les propriétés électriques de l'atmosphère pendant l'épidémie de poliomyélite du Bas-Rhin en* 1930. Archives de phys. biolog., p. 144, mars 1933, Strasbourg.

77. Vogralik (G. F.). — *La théorie des maladies épidémiques,* pp. 425-426, Tomsk, 1935.

TABLE DES MATIÈRES

Préface 5

I. Le milieu cosmotellurique et les organismes vivants 9

II. Précis historique des relations entre les épidémies et les phénomènes météorologiques, géophysiques et cosmiques 19

III. Les travaux des savants du XIXe siècle sur les rapports entre les épidémies et les phénomènes météorologiques, géophysiques et cosmiques 30

IV. De l'origine et de la nature de l'activité périodique du soleil, laquelle conditionne les perturbations électriques et magnétiques dans l'atmosphère et l'écorce terrestre 40

V. Les perturbations électriques, magnétiques, électro-magnétiques et autres dans l'atmosphère et l'écorce terrestre, sous l'influence des radiations spécifiques du soleil 56

VI. Corrélation entre les oscillations de l'activité électrique du soleil et les épidémies de choléra asiatique 82

VII. La grippe 97

VIII. La fièvre récurrente 124

IX. La peste 132

X. La diphtérie 145

XI. La méningite cérébro-spinale et la poliomyélite 157

XII. Le paludisme 164

XIII. A. Fièvre typhoïde 169

B. Dysenterie 175

C. Suette anglaise 178

D. Scarlatine 181

E. Rage 181

F. Psittacose 182

G. Rhumatisme 183

H. Tuberculose pulmonaire 185

XIV. Prédiction des Epidémies. Quelques observations sur les processus dans la biosphère de la terre 190

XV. Influence exercée sur les microorganismes par les aéroions, les champs électriques et les irradiations électromagnétiques courtes du soleil 200

Postface 227

Bibliographie. — A. Travaux de A. L. Tchijewsky 230

B. — Travaux des autres savants 234

(Planches hors-texte face aux pages 40, 56, 72 *et* 88*).*

2677. — Imprimerie Jouve et Cie, 15, rue Racine, Paris. — 3-1938

COLLECTION "HIPPOCRATE"

7, rue des Grands-Degrés, PARIS (V^e^)

DIRECTEUR : Professeur LAIGNEL-LAVASTINE

Membre de l'Académie de Médecine

1. Marcel BOLL, docteur ès sciences : **L'Atomistique.** 1 volume in-8° avec 82 illustrations et graphiques ..... 20 fr.
2. Dr T. NAKAYAMA : **Acupuncture et Médecine Chinoise vérifiées au Japon,** traduit du japonais par le Dr T. SAKURAZAWA et G. SOULIÉ DE MORANT. Préface de G. SOULIÉ DE MORANT. 1 vol. in-8° avec 16 illustrations et graphiques ..... 18 fr.
3. Dr Yves DHOTEL : **Joseph Le Bon ou Arras sous la Terreur.** Essai sur la psychose révolutionnaire. Préface du Pr LAIGNEL-LAVASTINE. 1 vol. in-8° avec 26 illustrations ..... 20 fr.
4. Dr Paul DELAUNAY, membre de la Société française d'histoire de la Médecine : **La Vie médicale aux XVIe, XVIIe et XVIIIe siècles.** 1 vol. in-8° de 556 pages avec 114 illustrations ..... 40 fr.
5. Dr Agnès MASSON, médecin-chef de l'Asile de Saint-Alban (Lozère) : **Le Travestissement.** Essai de psycho-pathologie sexuelle. Préface du Pr LAIGNEL-LAVASTINE. 1 vol. in-8° ..... 20 fr.
6. A. WEBER : **Tableau de la Caricature médicale depuis les origines jusqu'à nos jours.** Préface du Pr LAIGNEL-LAVASTINE. 1 vol. in-8° avec 130 illustrations ..... 25 fr.
7. Prof. Dr A.-L. TCHIJEVSKY, directeur du Laboratoire Central de l'Ionification, à Moscou : **Les Phénomènes électrodynamiques dans le sang et le moyen de les diriger.** 1 vol. in-8° ..... 10 fr.
8. Dr Ludovic IPCAR : **Louis XI et ses Médecins.** Préface du Dr René BÉNARD. 1 vol. in-8° avec illustrations ..... 20 fr.
9. **La Chirurgie de Maître Jehan Yperman** (1260-?-1310 ?). **Livres I et II** *(La Tête.-Les Yeux)*, traduits du vieux flamand et précédés d'une Introduction par le Dr A. DE METS. 1 vol. in-8° avec 2 illustrations.... 20 fr.
10. FORTUNIO LICETI, de Gênes (1577-1657) : **De la Nature, des Causes, des Différences des Monstres,** traduit et résumé par le Dr FRANÇOIS HOUSSAY. Préface du Pr L. OMBRÉDANNE. 1 vol. in-8° avec 38 illustrations ..... 25 fr.
11. Dr Elis ESSEN-MOLLER, professeur à la Faculté de Médecine de Lund (Suède) : **La Reine Christine.** Etude médicale et biologique. 1 vol. in-8° avec 7 illustrations ..... 15 fr.
12. Albert COLNAT : **Les Épidémies et l'Histoire.** 1 vol. in-8° avec 56 illustrations ..... 30 fr.
13. Dr Maurice KLIPPEL, médecin honoraire des hôpitaux : **La Médecine grecque dans ses rapports avec la Philosophie.** 1 vol. in-8° ..... 15 fr.
14. Dr Maurice RENARD : **Pensées sur la Biologie et sur l'Esprit.** 1 vol. in-8° ..... 15 fr.
15. Prof.-Dr A.-L. TCHIJEVSKY : **Les Épidémies et les perturbations électromagnétiques du milieu extérieur.** 1 vol. in-8° avec 120 illustrations et graphiques ..... 40 fr.

Maurice BOUVET : **Le Service de santé français pendant la guerre de l'Indépendance des Etats-Unis** (illustré), documents inédits ..... 25 fr.

Henri CANDIANI : **Aphorismes sur l'astrologie et la divination** ..... 7 fr. 50

Dr M. KLIPPEL : **La Mythologie, origine des connaissances, et ses rapports avec les progrès de l'esprit humain** (illustré) ..... 15 fr.

PARACELSE : **La Prognostication, première traduction complète. Introduction par le Dr G. BAISSETTE** (illustré) ..... 15 fr.