Doit-on reconsidérer les lois de la gravitation ?

Anomalies du mouvement du pendule paraconique à support anisotrope

MAURICE ALLAIS

*Après avoir publié l'article de Maurice Allais à propos de ses travaux sur les expériences de Miller (*Fusion *n°69), remettant en cause l'existence d'un univers isotrope et le fondement même de la théorie de la relativité, nous revenons ici à ses propres expériences. L'article qui suit a paru initialement dans la revue polytechnicienne* Perspectives X *de 1958. Il a paru également dans la revue américaine* Aerospace Engineering *sur la recommandation de Werner von Braun. Ce père du programme Apollo, grand connaisseur de la gravitation et de ses lois, avait jugé que les travaux d'Allais devaient être diffusés dans la communauté scientifique américaine. En France, par contre, les obscurantistes qui aiment les dogmes davantage que la vérité réussirent à étouffer les expériences d'Allais.*

L'intérêt essentiel de l'article qui suit, rédigé en mars 1958 par Maurice Allais à la suite de sa conférence du 22 février 1958 à l'Ecole Polytechnique, est d'établir l'existence d'une composante périodique lunisolaire de 24 h 50 min dans le mouvement d'un pendule paraconique, d'une amplitude d'environ cent millions de fois plus grande que l'amplitude calculée d'après la théorie de la gravitation, complétée ou non par la théorie de la relativité.

De plus, au cours d'une série mensuelle d'observations continues, il a été constaté pendant l'éclipse totale du Soleil du 30 juin 1954 une déviation brutale du plan d'oscillation du pendule, totalement inexplicable dans le cadre des théories actuellement admises.

L'article d'Allais qui suit analyse notamment toutes les objections présentées à l'encontre de ses expériences et démontre qu'elles sont infondées. En fait, elles ont été confirmées de manière éclatante par les deux expériences cruciales de juillet 1958, quatre mois après la rédaction de l'article qui suit (voir le second article p. 52).

Les faits étant têtus, il était temps, quarante ans après, de rendre justice à Maurice Allais et de rouvrir le débat.

« Dans les expériences sur le pendule de Foucault, sous le rapport expérimental au moins, on s'est arrêté précisément au point où les difficultés véritables commençaient. »

Van der Willigen[1]

« Probablement, une possibilité très importante d'échec est la grande difficulté attachée à la réalisation d'observations à tout instant de chaque jour, à toute époque de l'année. Très peu d'expériences scientifiques, s'il y en a même, exigent de faire des observations si nombreuses et d'une manière si continue. »

Miller[2]

« Nous terminerons ce chapitre en disant un mot des expériences tentées en 1827 par MM. Whewhell et Airy aux Mines de Dolcoath en Cornouailles. [...] Deux pendules égaux et invariables avaient été observés par eux, à la surface du sol et à 1 220 pieds anglais de profondeur (372 mètres) [...].
« Le résultat d'une première comparaison donna 8,23 secondes de variation diurne entre la marche des deux pendules, celui qui était au fond des mines allant plus vite que l'autre. On en a conclu, par un calcul inédit, que la densité du globe devait être 7,73 fois celle de la couche superficielle, ou environ 20 fois celle de l'eau ; résultat qui, d'après les auteurs eux-mêmes, exigeait une vérification.
« A ce sujet nous ne ferons qu'une seule remarque : l'accélération de 8"23 est impossible ; car en supposant nulle la densité de la couche superficielle, l'accélération serait de 86 400 secondes multipliées par la profondeur 372 mètres et divisées par 6 767 600 mètres ; ce qui donne environ 5" pour la limite de l'accélération.
[...].
« On voit par là combien est erronée l'observation de ces deux savants anglais [...].
« L'observation est donc en défaut, et il est inutile de s'en occuper davantage. »

Saigey (1832)[3]

« L'expérience démontre que l'avis des hommes "compétents" est souvent tout à fait en désaccord avec la réalité, et l'histoire de la science est l'histoire des erreurs des hommes "compétents". »

Pareto[4]

« Le physicien qui vient de renoncer à l'une de ses hypothèses devrait être plein de joie, car il vient de trouver une occasion inespérée de découverte. Son hypothèse, j'imagine, n'avait pas été adoptée à la légère : elle tenait compte de tous les facteurs connus qui semblaient pouvoir intervenir dans le phénomène. Si la vérification ne se fait pas, c'est qu'il y a quelque chose d'inattendu, d'extraordinaire : c'est qu'on va trouver de l'inconnu et du nouveau. »

Poincaré[5]

Le présent article se propose de rendre compte d'une manière extrêmement sommaire :

a) des anomalies présentées par le mouvement du pendule paraconique (pendule suspendu par une bille) à support anisotrope ;

b) de l'interprétation qu'il y a lieu d'en donner dans l'état actuel de notre information et de la discussion ;

c) des connexions qu'elles paraissent présenter avec les difficultés ou les anomalies rencontrées dans l'étude de nombreux phénomènes.

1. LES FAITS CONSTATÉS

De 1954 à 1957, j'ai procédé à diverses recherches expérimentales sur le mouvement d'un pendule reposant par l'intermédiaire d'une bille *sur un support anisotrope* S" caractérisé par une très faible différence de son élasticité et de son inertie propre dans deux plans rectangulaires.[6]

Bien que j'aie eu successivement recours à divers types de pendules, je me bornerai à décrire très sommairement le dispositif utilisé et les résultats obtenus pendant la série continue d'observations de 30 jours qui a été effectuée en juin-juillet 1955.

Pendule utilisé

Le pendule paraconique utilisé était un pendule dissymétrique constitué par un disque de bronze vertical de 7 500 kg fixé sur une tige en bronze suspendue à un étrier en bronze E reposant sur une bille d'acier de 6,5 mm de diamètre, susceptible de rouler en toute direction sur une surface plane horizontale S.

Cette surface était supportée elle-même par un support circulaire S' évidé, en aluminium, portant un appendice A et d'une épaisseur de 4,5 cm. L'évidement permettait une rotation du pendule en mouvement dans un angle total de 210 grades. Ce support circulaire S' était soutenu par trois vis micrométriques V. La tige du pendule et son étrier pesant 4,5 kg, le poids total du pendule était de 12 kg et la longueur du pendule simple équivalent d'environ 83 cm.

Les billes d'acier étaient des billes S.K.F. de haute précision et les surfaces portantes étaient en carbure de tungstène et cobalt.

Les expériences ont eu lieu dans un sous-sol et le centre de gravité du pendule se déplaçait à environ 1,50 m en dessous de la surface du sol naturel. Le support S'' était boulonné sur une poutre, elle-même serrée contre le plafond par un système de poutrelles.

Le pendule et sa suspension sont représentés sur les **Figures 1 à 4**.

Processus expérimental

Le pendule était lâché toutes les 20 min avec une amplitude initiale d'environ 0,11 radian à partir d'une position de repos, en brûlant un fil. Le mouvement du pendule était observé pendant 14 min environ en visant une aiguille située à son extrémité inférieure.

En général, la pointe décrivait une courbe assimilable à une ellipse aplatie dont on observait le plan du grand axe avec un système de visée placé sur un cercle C, centré sur l'axe du pendule au repos et portant une division en grades et un vernier. Ce système permettait de déterminer l'azimut du plan de l'oscillation avec une précision de l'ordre du dixième de grade.

Au bout de 14 min le pendule était arrêté et il était lâché à nouveau dans le plan du dernier azimut observé. Les séries d'observations étaient donc *enchaînées*, les lâchers successifs étant effectués toutes les 20 min, de jour et de nuit. Chaque période de 24 h comportait donc 72 séries d'observations d'azimut enchaînées.

Pour éviter toute influence systématique, la bille supportant le pendule a été changée *à chaque expérience*, toutes les 20 min, et la surface S a été changée au début de chaque semaine d'observations.

A titre d'illustration, je joins le graphique des azimuts observés du 7 au 12 juin 1955 (**Figure 5**)[7].

Anisotropie du support

Le support S'' étant caractérisé par une très *faible* différence de son élasticité et de son inertie propre dans deux plans rectangulaires, la position *moyenne* du plan d'oscillation tendait, sous cette influence, à se situer parallèlement au plan de plus grande élasticité et de moindre inertie du support indiqué par le vecteur $\vec{PQ}$ sur les photographies jointes, dont l'azimut était d'environ 171 grades, en comptant les azimuts à partir du nord dans le sens direct. Il en résultait encore une certaine *tendance moyenne à la formation d'ellipses* lorsque le pendule était lâché dans un plan différent de $\vec{PQ}$. Ces influences ont été déterminées de manière précise par des expériences de lâchers dans différents azimuts en éliminant l'influence du temps par un choix aléatoire des azimuts de départ.

Phénomène observé

Cependant, au cours d'une série *continue* d'observations, la tendance du plan d'oscillation n'a pas été de se fixer au voisinage de la direction PQ (comme on aurait pu s'y attendre, compte tenu de l'effet de Foucault),

Figures 1 à 4

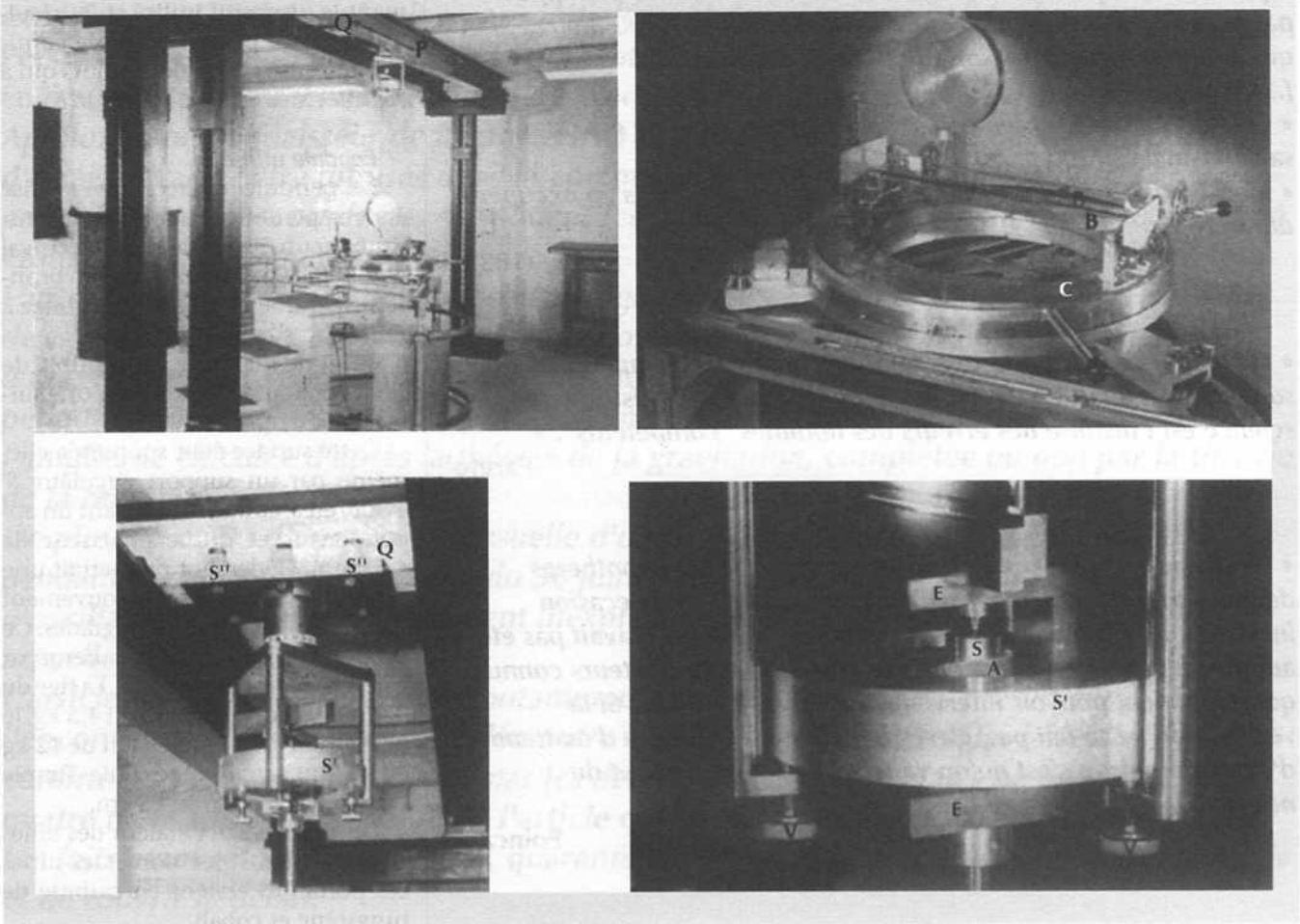
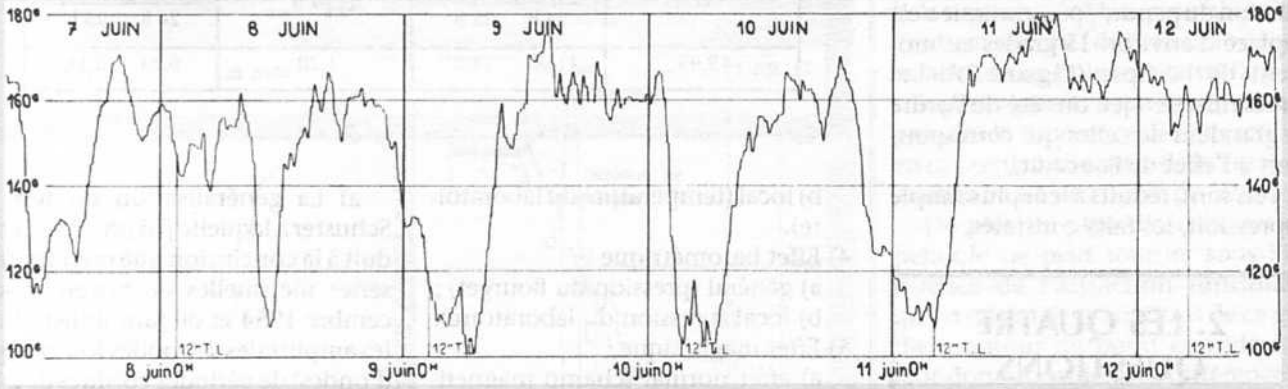


Figure 5 - Azimuts observés du pendule paraconique du 7 juin 6 h au 12 juin 14 h - Série de juin-juillet 1955



12 h T. L. : heure de passage de la Lune au méridien.

et la variation de son azimut en fonction du temps s'est présentée comme une oscillation d'allure très irrégulière, au moins à première vue, autour de sa direction *moyenne* P'Q'. Les écarts observés ont été considérables. Au cours d'une même période de 24 h, les variations d'azimut ont parfois atteint et dépassé 100 grades. L'azimut moyen observé P'Q' a d'ailleurs été de 150 grades en juin-juillet 1955, inférieur de 21 grades à l'azimut PQ.

Il est notable que la tangente au départ de la courbe *moyenne* des différentes courbes correspondant aux 2 163 séries d'observations élémentaires de 14 min de la série mensuelle de juin-juillet 1955 correspond exactement à l'effet de Foucault.

Facteurs influant sur le mouvement

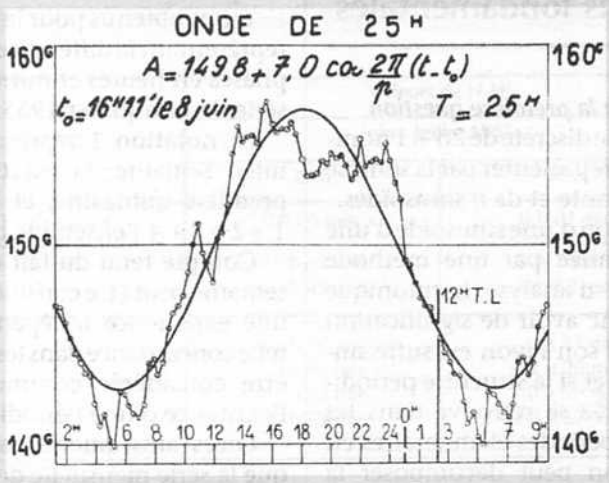
Dans l'état *actuel* de mon information, je considère que les mouvements d'azimut observés résultent de quatre effets conjugués : l'effet de Foucault, un effet de rappel de la suspension, l'influence aléatoire des billes et enfin une influence périodique.

Cette influence périodique, qui représente l'aspect très remarquable du phénomène étudié, a été décelée dans les séries temporelles constituées par les azimuts observés au cours d'une période donnée, par différentes techniques d'analyse harmonique dont les résultats ont été remarquablement concordants : filtre de Buys-Ballot, ajustement à un groupe donné d'ondes par la méthode de Darwin ou la méthode des moindres carrés, périodogramme et corrélogramme.

A titre indicatif, je joins le graphique d'ajustement obtenu par l'application de la méthode de Buys-Ballot à la série de juin-juillet 1955 pour l'onde de 25 h (**Figure 6**).

En désignant par Σ l'écart-type de la série temporelle constituée par les valeurs des azimuts observés et par R le rayon de l'onde correspondant à l'analyse du filtre de Buys-Ballot, on obtient, pour la série d'observations de juin-juillet 1955, les résultats du **Tableau 1** (les valeurs sont exprimées en grades).

Figure 6 - Analyse harmonique par la méthode de Buys-Ballot de la série de juin-juillet 1955



Ordre de grandeur des effets constatés

Les vitesses de variation d'azimut correspondant aux amplitudes des deux composantes périodiques les plus importantes décelées dans la série de juin-juillet 1955, dont les périodes sont respectivement voisines de 24 h et 25 h, sont chacune d'un ordre de grandeur égal au *dixième* de l'effet de Foucault. Cependant, les influences perturbatrices constatées sont en moyenne et au total de l'ordre de deux fois l'effet de Foucault.

Anomalie observée lors de l'éclipse totale de Soleil du 30 juin 1954

Indiquons enfin qu'une influence lunisolaire anormale s'est également

manifestée sous la forme d'une perturbation remarquable des mouvements du pendule paraconique (ayant toutes les apparences d'un effet d'écran) lors de l'éclipse totale de Soleil du 30 juin 1954. Le plan d'oscillation du pendule paraconique s'est déplacé d'environ 15 grades au moment de l'éclipse (**Figure 7**)[8]. Les forces mises en jeu ont été de l'ordre de grandeur de celles qui correspondent à l'effet de Foucault.

Tels sont, réduits à leur plus simple expression, les faits constatés.

2. LES QUATRE QUESTIONS FONDAMENTALES

L'interprétation des résultats expérimentaux mène à se poser successivement les quatre questions fondamentales suivantes :

Première question

Les séries mensuelles d'observations contiennent-elles, ou non, des termes périodiques de périodes voisines de 24 h et 25 h statistiquement significatifs ?

Deuxième question

Si oui, les effets périodiques ainsi constatés peuvent-ils être, ou non, identifiés avec les effets périodiques résultant de la théorie *actuelle* de la gravitation (telle qu'elle résulte du double principe de l'inertie et de la gravitation universelle supposé valable par rapport à l'ensemble des référentiels galiléens), complétée ou non par les corrections de la théorie de la relativité, et telle qu'elle est appliquée dans le cadre de la théorie *actuelle* des mouvements relatifs ?

Troisième question

Si non, l'existence de termes périodiques significatifs dans les séries obtenues peut-elle, ou non, être attribuée à une influence *indirecte* d'un phénomène connu périodique, en l'espèce, de l'un quelconque des phénomènes suivants :

1) Déviation de la verticale (marées terrestres).
2) Variation de l'intensité de la pesanteur.
3) Effet thermique :
   a) général (température du Bourget)[9] ;
   b) local (température du laboratoire).
4) Effet barométrique :
   a) général (pression du Bourget) ;
   b) local (pression du laboratoire).
5) Effet magnétique :
   a) effet normal (champ magnétique terrestre enregistré à Chambon-la-Forêt)[9] ;
   b) agitation magnétique (nombres K de Bartels).
6) Agitation microséismique :
   a) microséismes industriels ;
   b) effet du vent ;
   c) agitation microséismique générale.
7) Rayons cosmiques.
8) Caractère périodique de l'activité humaine.
9) Modification périodique de la structure de l'appareil.

Quatrième question

Si une réponse négative doit être donnée à la troisième question, c'est-à-dire s'il faut considérer les effets constatés comme résultant de l'action directe d'un champ nouveau, l'origine de ce champ doit-elle être considérée comme solaire, lunaire, lunisolaire ou spatiale ?[10]

Réponse aux quatre questions fondamentales

Réponse à la première question

Toute série discrète de 2n + 1 nombres peut se représenter par la somme d'une constante et de *n* sinusoïdes.

L'obtention d'une sinusoïde d'une période donnée par une méthode quelconque d'analyse harmonique ne peut donc avoir de signification réelle que si son rayon est suffisamment grand et si la structure périodique constatée se retrouve dans les différentes périodes élémentaires en lesquelles on peut décomposer la période d'observation considérée.

Tableau 1

Σ	2 R		$R_{25\,h} / R_{24\,h}$	R / Σ	
	24 h	25 h		24 h	25 h
19,99	11,66	14,01	1,20	0,29	0,35

a) La généralisation du test de Schuster à laquelle j'ai procédé[11] conduit à la conclusion que pour les *deux* séries mensuelles de novembre-décembre 1954 et de juin-juillet 1955, les amplitudes des ondes (ou groupes d'ondes) de périodes voisines de 24 h et 25 h doivent être considérées *chacune* comme statistiquement très significatives (le seuil de signification est au moins de 10^{-4}).

b) La structure périodique des séries mensuelles doit être considérée comme se maintenant pour les deux périodes de 15 jours et même pour les périodes de 1 semaine en lesquelles on peut décomposer chaque série de 1 mois pour la raison suivante : l'analyse simultanée par la méthode des moindres carrés pour 13 ondes de la série des marées fournit 13 sinusoïdes dont la somme peut être effectuée à l'aide du Tide Predictor de lord Kelvin. La série calculée ainsi obtenue, qui *est* la somme de 13 sinusoïdes, peut être analysée pour 24 h et 25 h par la même méthode du filtre de Buys-Ballot.

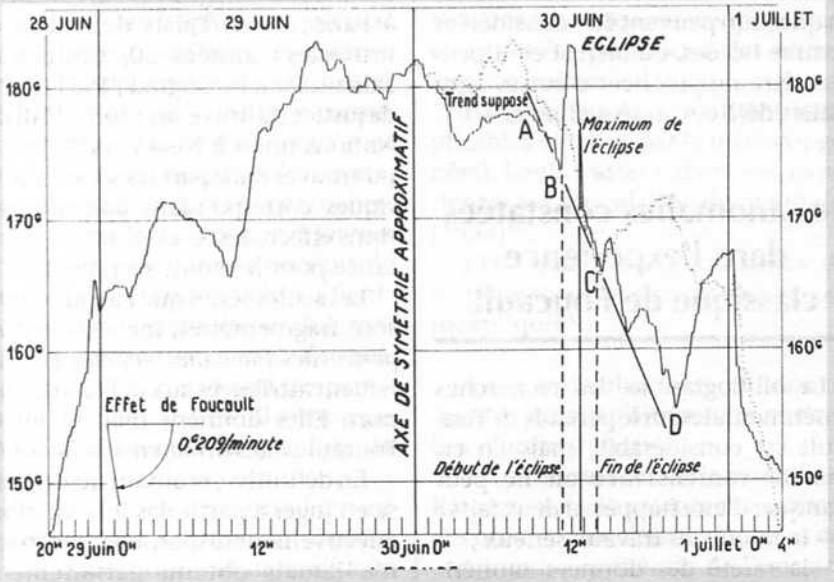
Si les sinusoïdes obtenues existent *réellement* dans les séries brutes, la méthode de Buys-Ballot doit donner pour chaque période élémentaire des sinusoïdes de phases comparables pour la série brute et la série calculée. On peut voir sur le **Tableau 2** les résultats obtenus pour la valeur H-H' représentant la différence de ces deux phases en heures et minutes pour la série de juin-juillet 1955.

La notation 1 représente la première semaine ; la notation 1 + 2 la première quinzaine, et la notation 1 + 2 + 3 + 4 l'ensemble du mois.

Compte tenu du fait que chaque semaine peut être considérée comme une expérience indépendante, une telle concordance dans les phases doit être considérée comme prouvant l'existence d'une périodicité réelle.

On est ainsi amené à la conclusion que la série mensuelle de juin-juillet 1955 contient *effectivement* des élé-

Figure 7 - Eclipse totale de Soleil du 30 juin 1954 Azimuts observés du pendule paraconique du 28 juin 20 h au 1er juillet 4 h



Azimuts observés de 20 min en 20 min.

. . . . . Courbe symétrique de la courbe en trait plein de gauche par rapport au 30 juin 0 h.

ments périodiques de périodes voisines de 24 h et 25 h.

On doit ainsi répondre *oui* à la première question *en toute certitude*.[12]

Réponse à la deuxième question

La théorie *actuelle* de la gravitation (résultant de l'application, dans le cadre de la théorie *actuelle* des mouvements relatifs, du double principe de l'inertie et de la gravitation universelle à l'un quelconque des espaces galiléens) complétée, ou non, par les corrections de la théorie de la relativité, conduit à des ordres de grandeur de l'action lunisolaire absolument indiscernables sur le plan expérimental, de l'ordre de cent millions de fois inférieurs aux effets constatés.[13]

Ces effets sont si petits qu'aucun des auteurs du XIX[e] siècle qui ont travaillé sur la théorie du pendule, et dont certains étaient d'excellents mathématiciens, n'a été tenté par le désir de les calculer.

L'extraordinaire petitesse des effets calculés s'explique aisément si l'on tient compte que pour obtenir le gradient effectif $\vec{f}$ de l'attraction lunisolaire en un point de la surface du sol par rapport à la Terre, il faut prendre la différence des attractions en ce point et au centre de la Terre. Le gradient $\vec{f}$ est de l'ordre de 10^{-8}.

De plus, le plan d'oscillation du pendule ne peut tourner sous l'influence de l'attraction lunisolaire qu'en raison des variations de ce gradient autour du point considéré. Il faut donc considérer la différence $\Delta\vec{f}$ entre la valeur de $\vec{f}$ dans la position moyenne du pendule et sa valeur en un point voisin. $\Delta\vec{f}$ est de l'ordre de 10^{-13}.[14]

Par ailleurs, rien dans la théorie actuelle de la gravitation ne me paraît susceptible d'expliquer le phénomène d'écran observé lors de l'éclipse de Soleil de 1954.

On doit ainsi répondre *non* à la deuxième question, et cela *en toute certitude*.

Réponse à la troisième question

La structure périodique *très particulière* des séries observées (amplitude de l'onde de 25 h du même ordre de grandeur que l'amplitude de l'onde de 24 h et très supérieure aux amplitudes des ondes de 12 h et 12 h 30 min)[15] conduit à l'élimination, comme causes possibles des anomalies observées, de tous les phénomènes (1) à (9) énumérés ci-dessus.

En effet, pour tous ces phénomènes, le total des amplitudes des ondes de périodes voisines de 25 h est petit vis-à-vis du total des amplitudes soit du groupe d'ondes diurnes solaires, soit du groupe d'ondes semi-diurnes solaire, soit du groupe d'ondes semi-diurnes lunaire.[16,17]

La réponse à la troisième question doit donc être, pour les éléments (1) à (9) *limitativement* énumérés ci-dessus, que les effets observés ne peuvent être considérés comme dérivant d'une manière indirecte de l'action de l'un quelconque de ces éléments, et cela *en toute certitude*.

Tant qu'un phénomène autre que ceux ci-dessus énumérés n'aura pas été proposé comme explication possible, on devra considérer que les phénomènes observés dérivent de

Tableau 2

Séries	Valeurs de H-H' juin - juillet 1955	
	24 h	25 h
1 + 2 + 3 + 4	0 h 06 min	0 h 02 min
1 + 2	– 1 h 09 min	0 h 20 min
3 + 4	+ 0 h 43 min	0 h 15 min
1	– 1 h 08 min	– 0 h 33 min
2	+ 0 h 59 min	+ 2 h 20 min
3	– 1 h 23 min	– 0 h 56 min
4	+ 0 h 59 min	+ 0 h 57 min

l'action d'un champ nouveau.

La réponse donnée à la troisième question est ainsi *conditionnelle.*[18]

Réponse à la quatrième question

Si, dans l'état actuel de la discussion, on doit répondre à la troisième question par l'hypothèse de l'action directe d'un champ nouveau, la question se pose de savoir si ce champ dérive de l'action de la Lune, de celle du Soleil, de leur action conjuguée, ou encore d'une influence spatiale.

Ici deux remarques doivent être faites :

a) Lorsque l'on considère des séries mensuelles, rien ne permet d'affirmer, lorsqu'une onde d'une période de l'ordre de 24 h est mise en évidence, qu'il s'agit d'une période de 24 h solaires ou de 24 h sidérales.

b) De même, lorsqu'il s'agit d'une période voisine de 24 h 50 min, rien ne permet d'affirmer qu'il s'agit d'un effet lunaire plutôt que d'un effet solaire. La rotation synodique moyenne du Soleil sur lui-même est, en effet, de 27,275 jours moyens, alors que la révolution sidérale de la Lune est de 27,321 jours. Quant au jour solaire moyen, il est extrêmement voisin du jour sidéral moyen.

Pour décider de manière certaine, il faudrait disposer de périodes d'observations beaucoup plus longues.

Il me paraît ainsi impossible de conclure en toute certitude que les périodes mises en évidence, d'un ordre de grandeur égal à 24 h et 25 h, dérivent respectivement d'une action solaire et d'une action lunaire.

Dans l'état actuel de mon information, cette action m'apparaît simplement comme *très probable.*[19]

La réponse donnée à la quatrième question est donc *conditionnelle.*

3. EXPÉRIENCES EN CONNEXION AVEC LES ANOMALIES CONSTATÉES DANS LE MOUVEMENT DU PENDULE PARACONIQUE À SUPPORT ANISOTROPE

Les anomalies observées peuvent-elles être considérées comme ayant un caractère exceptionnel ?

Lorsqu'une théorie a été vérifiée par une multitude de faits, elle ne saurait être modifiée à la légère. Il faut donc d'abord essayer de rattacher les nouveaux faits observés aux phénomènes déjà connus. Si cette réduction paraît impossible, il y a lieu de se demander si les anomalies en question peuvent être considérées comme isolées, ou bien si elles peuvent être rapprochées d'autres anomalies déjà constatées ailleurs.

Les anomalies constatées dans l'expérience classique de Foucault

La bibliographie des recherches expérimentales sur le pendule de Foucault est considérable, mais en en prenant connaissance on ne peut manquer d'être frappé par deux faits :

– la rareté des travaux sérieux ;

– la rareté des données numériques sur les résultats obtenus.

Les seules expériences sérieuses sur le pendule conique *accompagnées de données numériques* sur les observations effectuées sont, à ma connaissance, celles de Bravais (1851), Van der Willigen (1866), Kamerling Onnes (1879), Longden (1919), Dasannacharya (1937-1939).

Les expériences de Bravais ont porté sur le mouvement du pendule circulaire, celles de Van der Willigen sur le pendule conique, celles de Kamerling Onnes sur le pendule dissymétrique, celles de Longden sur différents types de supports, celles de Dasannacharya sur l'influence du support. L'étude de très loin la meilleure, tant au point de vue expérimental que théorique, est celle d'Onnes.[20]

L'ensemble de ces études frappe par la rareté relative des données d'observation. A ma connaissance, *le mouvement du pendule de Foucault n'a jamais été observé de manière continue de jour et de nuit pendant une durée de l'ordre du mois.* Foucault lui-même n'a jamais publié les résultats de ses observations autrement que sous une forme globale[21], et il est vraiment surprenant de lire sous la plume même d'un expérimentateur aussi éminent : *« Quoique les oscillations diminuent d'amplitude assez rapidement, au bout de cinq à six heures elles sont encore assez grandes pour permettre d'observer la déviation, qui est alors de 60 à 70 degrés »*[22], ou bien *« la montre en main, on voit que, à Paris, la déviation est de 1 degré en cinq minutes. »*[22]

Bien que de nombreuses expériences spectaculaires aient été réalisées (1852, Panthéon à Paris ; 1852, Cathédrale de Cologne ; 1902, Panthéon à Paris ; 1904, Palais de justice de Bruxelles ; années 30, Cathédrale Saint-Isaac à Leningrad ; 1951, Palais de justice de Bruxelles ; 1955, Hall des Nations unies à New York[23]), je n'ai pu trouver *nulle part* les séries numériques correspondant aux observations effectuées. C'est là une circonstance pour le moins surprenante.

Les seules séries que j'ai pu trouver sont fragmentaires, mais *toutes comportent des anomalies notables*, généralement attribuées aux défauts du support. Elles donnent bien l'effet de Foucault, *mais en moyenne seulement.*[24]

En définitive, et autant qu'on puisse en juger à partir des informations effectivement disponibles, personne n'a jamais obtenu parfaitement, autrement que sur des moyennes portant sur de nombreuses séries d'observations, la rotation $-\omega \sin \lambda$.

Toutes les séries numériques d'observations dont on dispose, en nombre *très réduit* d'ailleurs, mettent au contraire en évidence des variations de la vitesse de rotation au cours du temps.

Ces indications étant données, je ne crois pas inutile de donner les précisions suivantes :

1) La courbe moyenne des expériences élémentaires relatives à une série enchaînée a *exactement* comme tangente au départ, lorsque l'oscillation est plane, la pente de Foucault.

Mes expériences ne sont donc nullement en contradiction, comme on ne l'a que trop suggéré, avec le résultat général de l'expérience de Foucault.

2) Le support du pendule utilisé est *anisotrope* et il tend à ramener en moyenne le plan d'oscillation dans une direction déterminée.

Cette anisotropie a pour effet, d'une part, de compenser en moyenne au cours d'une expérience de 14 min l'effet de Foucault et, d'autre part, de provoquer l'apparition d'ellipses, alors que dans l'expérience classique de Foucault les ellipses sont presque planes.

Or il y a tout lieu de penser que les phénomènes constatés sont, sinon dus à des oscillations elliptiques, tout

au moins amplifiés par elles ; autrement dit une perturbation peut parfaitement avoir un effet nul lorsque la trajectoire est plane et un effet appréciable dès que la trajectoire est elliptique.

3) Le pendule utilisé est un *pendule court*, dont la longueur est de l'ordre du mètre, contre plusieurs mètres, voire plusieurs dizaines de mètres, dans les expériences de Foucault et de ses successeurs. Il est bien connu qu'il est très difficile d'obtenir l'effet de Foucault avec des pendules courts. Il y a presque toujours des anomalies.

4) Le pendule utilisé *peut tourner sur lui-même*, alors que le pendule de Foucault est lié au fil qui le soutient.

5) Le mouvement du pendule utilisé a été observé *sans aucune discontinuité*, jour et nuit, pendant des périodes de l'ordre du mois. Il n'en a jamais été ainsi pour le pendule de Foucault.

De toutes ces indications il ressort clairement que *rien dans les résultats de mes expériences n'est contradictoire avec les résultats déjà acquis*. Tous les résultats antérieurs ont, au contraire, montré constamment l'existence d'anomalies dont on a eu certainement jusqu'ici le plus grand tort de négliger l'étude.

Anomalies constatées en mécanique

Les anomalies constatées dans le mouvement du pendule paraconique me paraissent en relation étroite avec les difficultés ou les anomalies rencontrées dans l'explication de nombreux phénomènes dynamiques et restées jusqu'à ce jour inexpliquées :

1) Anomalies de la théorie des marées[25].

2) Mouvements du sommet de la tour Eiffel[26].

3) Importance des déviations vers le sud observées dans la chute des corps[27].

4) Variations de l'amplitude des déviations vers l'est dans la chute des corps[27].

5) Anomalies constatées dans l'action de la rotation terrestre sur l'écoulement des liquides (expérience de Tumlirz)[28].

6) Anomalies constatées dans le mouvement du gyroscope horizontal de Föppl[29].

7) Anomalies constatées dans les expériences effectuées avec l'isotoméographe[30].

8) Anomalies constatées dans les expériences effectuées avec la poulie suspendue[31].

9) Différentes anomalies constatées dans les mesures géophysiques et attribuées jusqu'ici à des erreurs expérimentales.

10) Résultats apparemment inexplicables obtenus par le médecin-général Louis Pasteur dans ses expériences sur l'oscillation des pendules (1954)[32].

11) Caractères remarquables du système solaire restés jusqu'à ce jour inexpliqués[33].

A ces anomalies liées au mouvement viennent s'ajouter des anomalies d'ordre statique :

1) Les anomalies de la pesanteur. Il y a un excès de pesanteur au-dessus des océans et un défaut au-dessus des continents. La théorie de l'isostasie n'en a donné, à mon avis, qu'une pseudo-explication[34].

2) Les anomalies dans les expériences sur l'attraction newtonienne. Il y a, d'une part, une absorption de la gravité (expériences de Majorana)[35] et surtout une variation de la force newtonienne suivant le milieu où elle s'exerce (expériences de Crémieu)[36].

Précision de la verification des lois de la gravitation

Il n'est dès lors pas sans intérêt de se demander avec quelle précision les lois de la gravitation sont vérifiées tant dans le domaine de l'astronomie qu'à la surface de la Terre. Si étonnant que cela puisse paraître, tous les traités de mécanique et d'astronomie restent remarquablement muets sur cette question fondamentale. C'est là une lacune essentielle et une carence évidente du point de vue de la discipline scientifique. Une loi quelconque n'a en fait aucune espèce de signification si l'on ne connaît pas le degré de précision avec lequel elle a été vérifiée.

a) Précision des vérifications astronomiques des postulats de la mécanique

Les lois fondamentales de la mécanique à la surface terrestre résultant d'une extrapolation des résultats obtenus en astronomie, il n'est pas sans intérêt d'examiner avec quelle précision ces lois sont effectivement vérifiées.

Cette discussion n'est malheureusement donnée nulle part, car on pose en principe que les lois de Newton sont rigoureusement vérifiées. Sans pénétrer dans une discussion détaillée qui sort du cadre de cet article, il est cependant facile de se rendre compte de cette précision.

La considération des résidus des ajustements par la méthode des moindres carrés qui ont servi à l'établissement des tables actuellement utilisées en astronomie montre en effet que l'ordre de grandeur des écarts constatés pour les déplacements angulaires entre l'observation et la théorie est de l'ordre de 1 seconde sexagésimale d'arc, ce qui donne une erreur relative de l'ordre de $1/90.60.60 \# 3.10^{-6}$.

Tel est l'ordre de grandeur de la précision avec laquelle les lois de Newton ont été vérifées en astronomie. Ces lois, comme toutes les lois expérimentales, ne sont vérifiées qu'avec une certaine approximation. Cette conclusion va à l'encontre des idées communément admises, sans discussion véritable à vrai dire, mais elle me paraît s'imposer.

b) Précision des vérifications à la surface de la Terre des postulats de la mécanique

Les expériences de mécanique à la surface de la Terre qui ont été faites avec la plus grande précision sont celles relatives au pendule à seconde. Ces expériences *admettent* en fait la relation bien connue

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{Mgl}}$$

déduite des postulats de la mécanique. On calcule le quotient I/Ml à partir de mesures de longueur, on mesure T et on en déduit g. Les expériences de M. Vollet au pavillon de Breteuil à Sèvres, permettant de mesurer directement g par la photographie de la chute de règles d'invar, ont permis de confirmer les valeurs déduites des observations du pendule à 10^{-5} près. Tel est l'ordre de grandeur de la précision avec laquelle les principes de la mécanique paraissent être vérifiés à la surface de la Terre.

c) Ordre de grandeur des anomalies constatées dans le mouvement du pendule paraconique

Ces chiffres sont intéressants à rap-

procher de l'ordre de grandeur des anomalies que j'ai constatées. Cet ordre de grandeur est celui de l'effet de Foucault qui, dans le cas du pendule utilisé, est lui-même de l'ordre de 3.10^{-6} de la pesanteur.

Les effets constatés sont donc d'un ordre de grandeur inférieur ou égal à l'ordre de grandeur avec lequel on peut considérer que les principes de la mécanique sont vérifiés à la surface de la Terre, ou dans le domaine de l'astronomie.

Il faut d'ailleurs préciser que les anomalies constatées, ayant une structure périodique, sont nulles en moyenne. Si donc des forces nouvelles doivent être considérées, elles ne jouent que dans le cadre du jour solaire, du jour sidéral ou du jour lunaire. Sur le plan astronomique du mouvement des planètes, il faut donc leur faire correspondre des forces dont l'intégrale serait nulle le long de la trajectoire d'une planète. Leur ordre de grandeur est donc bien comparable à l'ordre de grandeur avec lequel on peut penser que les lois de Newton sont vérifiées au cours d'une révolution[37].

Il en résulte que les anomalies que je pense avoir mises en évidence ne sont nullement contradictoires avec les données antérieures de l'expérience ni à la surface de la Terre ni même dans le domaine de l'astronomie.

Anomalies constatées dans certains phénomènes optiques et électromagnétiques

Les anomalies mises en évidence dans le mouvement du pendule paraconique à support anisotrope me paraissent présenter une connexion certaine avec les anomalies mises en évidence par Michelson, Morley et Miller dans leurs expériences destinées à mettre en évidence le mouvement absolu de la Terre par rapport à l'éther[38], par Esclangon dans ses expériences sur la dissymétrie de l'espace[39], par Fizeau dans ses expériences sur la polarisation de la lumière[40] et par Hély et Malsallez dans leurs expériences électromagnétiques sur l'anisotropie de l'espace[41].

Il me paraît difficile de ne pas être frappé de la similitude d'allure existant entre les courbes obtenues par Miller et les nôtres, et je ne puis guère m'empêcher de penser que tous ces phénomènes procèdent d'une seule et même cause[42,43].

Il me paraît que les phénomènes que j'ai mis en évidence sont de nature à conduire à un réexamen approfondi et fructueux sur le plan expérimental et théorique des résultats obtenus dans les différentes expériences ci-dessus. Les composantes lunisolaires que j'ai mises en évidence seraient en effet restées indécelables si nous n'avions pas procédé à des observations continues et la tentation aurait été alors grande d'attribuer les écarts observés à de simples perturbations accidentelles comme cela a été par exemple le cas pour l'interprétation donnée aux résultats de Miller par ses critiques[44].

Je dois encore insister ici sur les remarquables anomalies signalées par Vignal[45]. Les opérations de nivellement ont mis en évidence des erreurs systématiques *liées au sens de la marche*. Ces erreurs systématiques se comportent comme des erreurs accidentelles dès que l'on considère des séries de tronçons d'une longueur supérieure à quelques dizaines de kilomètres. Ces anomalies ne sont certainement pas sans présenter une connexion étroite avec les résultats obtenus par Miller.

Il me paraît en être encore de même des erreurs systématiques de réfraction latérale observées dans les opérations de triangulation.

De toutes ces indications, il me paraît résulter qu'il y aurait le plus grand intérêt à refaire avec le plus grand soin les différentes expériences de mécanique et d'optique ci-dessus avec toute la précision que peuvent donner les appareillages dont on dispose actuellement et en procédant à des observations *continues* pendant une période de l'ordre d'un mois au moins. Dans une telle éventualité, il me semble probable, sinon certain, que l'on constaterait dans les phénomènes observés des influences périodiques absolument analogues à celles que je pense avoir décelées dans le cas du pendule paraconique[46,47].

Ces simples observations que je ne puis malheureusement développer ici en détail me paraissent mettre en pleine lumière l'intérêt que présentent pour la science les résultats que j'ai obtenus.

La signification des anomalies trouvées

De l'examen des anomalies que j'ai rappelées et de la discussion de la précision avec laquelle les principes de la mécanique ont été vérifiés, il résulte en toute évidence que ces principes n'ont pas du tout la valeur absolue qu'une opinion trop commune semble leur attacher. Ces principes ont actuellement acquis une sorte de qualité métaphysique supérieure à toute discussion. En réalité, la mécanique n'est pas du tout une science parfaite, une science pure où il n'y a plus rien à trouver. Elle est et reste une science expérimentale qui peut et doit être améliorée.

En fait, il est grand temps de repenser tous ces phénomènes. Ce réexamen paraît manifestement d'un intérêt capital pour la construction d'une théorie unitaire qui puisse synthétiser en une même théorie les théories de la gravitation, de l'électromagnétisme et des quanta. Ce n'est pas du tout en effet la même chose de dire que l'on a :

(a) $\Delta G + 4 \pi \mu d = 0$ [48]

ou de dire que l'on a :

(b) $\Delta G + 4 \pi \mu d (1 + \varepsilon) = 0$

avec $| e | \leq 5.10\text{-}6$.

Quiconque a travaillé ces questions difficiles sait que l'équation (a) ne saurait être substituée sans grave danger à l'équation (b) car, dans l'intégration des équations aux dérivées partielles, les termes correctifs ont une très grande importance.

Ainsi, à un moment où la construction d'une théorie unitaire cohérente de la physique paraît peut-être présenter plus de difficulté que jamais, l'examen approfondi sur le plan expérimental et théorique de toutes les anomalies ci-dessus me paraît être du plus haut intérêt, car il me semble susceptible d'entraîner la révision de certains postulats dont la validité rigoureuse a été acceptée sans un appui effectif de l'expérience.

Les faits seuls doivent nous guider et non des principes momifiés, si utiles qu'ils puissent être en première approximation. La seule source de notre connaissance est l'expérience et toute pensée qui s'enferme définitivement dans des principes abstraits se condamne par là même à se scléroser.

CONCLUSIONS

1) L'ensemble des indications que je viens de donner me paraît pouvoir être résumé ainsi qu'il suit :

a) Le mouvement du pendule paraconique à support anisotrope comporte des composantes périodiques d'une amplitude statistiquement significative, de l'ordre de l'effet de Foucault, de périodes voisines de 24 h et 25 h.

b) Ces composantes périodiques ne peuvent être identifiées avec les composantes périodiques résultant de l'effet gravitationnel lunisolaire tel qu'il peut être calculé à partir du double principe de l'inertie et de l'attraction universelle, effet qui est environ cent millions de fois plus petit.

c) La structure périodique très particulière des phénomènes observés résultant de l'importance relative de l'onde de période voisine de 25 h exclut toute explication à partir de l'un quelconque des phénomènes périodiques déjà connus qui ont été envisagés comme pouvant expliquer la périodicité observée.

Dans l'état actuel de la discussion, les anomalies observées ne sont explicables qu'en envisageant l'existence d'un champ nouveau, c'est-à-dire en envisageant l'existence de termes complémentaires qui jusqu'ici sont restés inaperçus.

d) Les effets observés, dont l'ordre de grandeur est au plus d'environ quelques millionièmes de la pesanteur, ne sont en fait incompatibles avec aucun des résultats expérimentaux antérieurement dégagés de l'expérience, car la précision avec laquelle ces résultats ont été obtenus ne dépasse précisément pas quelques millionièmes.

e) Les anomalies que j'ai constatées ne constituent pas des anomalies isolées. De nombreuses anomalies ont été constatées par ailleurs dans de nombreux phénomènes géophysiques et il paraît probable, sinon certain, qu'elles procèdent d'une seule et même cause.

2) Ces conclusions, je les avance dans la pleine connaissance des objections qui m'ont été faites de façon explicite et précise, et qui ont fait l'objet d'un examen approfondi de ma part. A ce jour aucune de ces objections ne s'est révélée comme pouvant être retenue.

Je comprends parfaitement que les faits que j'avance et l'interprétation que j'en donne soulèvent a priori le doute et le scepticisme. Je comprends d'autant mieux toutes les réserves qui sont formulées sur mes résultats et conclusions que je n'ai cessé de me les faire à moi-même pendant trois ans, de 1953 à 1956. Pendant ces trois ans, je me suis systématiquement abstenu de faire état de mes résultats, même lorsqu'ils étaient, comme ceux correspondant à l'éclipse de Soleil du 30 juin 1954, particulièrement frappants.

Le scepticisme est, j'en suis bien convaincu, la seule position scientifique que l'on doive adopter lorsque de nouveaux résultats, issus d'expériences limitées, tendent à mettre en cause la validité de principes qui n'ont cessé de paraître confirmés par d'innombrables observations antérieures.

Mais s'il est scientifique d'adopter une attitude prudente et sceptique, il ne l'est pas de condamner sans entendre. Il ne l'est pas non plus de condamner en bloc sans dire sur quel point exact on n'est pas d'accord. Ma position se résume en quatre points. Quiconque n'est pas d'accord avec moi a le devoir *absolu* de dire de façon précise quels sont ceux de ces quatre points qui lui paraissent contestables et pourquoi[49].

*
* *

Je reconnais bien volontiers que je puis me tromper. Le propre de l'erreur, c'est en effet de se croire dans la vérité, mais si cette proposition vaut pour moi, elle vaut également pour ceux qui contestent mes résultats et mes thèses.

Personne sur cette terre ne peut se flatter d'avoir le monopole de la vérité. D'innombrables exemples historiques devraient pourtant rendre prudents ceux qui me condamnent a priori et sans appel parce que mes conclusions s'opposent à leur conviction d'aujourd'hui.

Encore une fois il est possible que je me trompe, mais, dans l'état actuel des choses, personne encore n'a pu en apporter scientifiquement la preuve et montrer autrement que par de pures affirmations *a priori* en quoi mes déductions fondées sur plus de 220 000 observations, sur la considération de plus de 1 500 ouvrages et mémoires, et sur cinq ans de travail et de réflexion, sont erronées. Dans l'état actuel de la discussion, tout se passe comme si l'on était en face d'un phénomène nouveau absolument inexplicable dans le cadre de la théorie classique.

Si cette conclusion est contestée, elle ne peut l'être scientifiquement qu'en s'appuyant sur de nouvelles expériences ou en démontrant le défaut des raisonnements, mais toute contestation *a priori* ne peut être considérée comme scientifique.

Le dogmatisme et le sectarisme ne sont pas des positions scientifiques. Ce sont les faits et les faits seuls qui doivent décider des théories, et non l'inverse. ■

Notes et références

1. *Arch. Musée Teyler,* I, 1866, p. 342.
2. *Rev. Mod. Phys.*, 5, 1933, 222.
3. *Petite Physique du Globe,* Hachette, 1832, pp. 164 et 187.

Le calcul de Saigey est fondé sur l'application dogmatique de l'équation des potentiels newtoniens. En fait, plus d'un siècle d'observations ont confirmé l'exactitude des observations d'Airy et Whewell, c'est-à-dire l'existence des anomalies de la pesanteur, donné raison à l'expérience et condamné l'affirmation a priori ! Saigey aurait été mieux inspiré en étudiant plus à fond les résultats expérimentaux plutôt que de décider de cette façon tranchante et blessante en ne tenant compte que de la seule théorie alors admise.

Ce n'est jamais une bonne attitude d'esprit que de mépriser a priori le travail des autres. Avec le recul du temps et dans la pleine connaissance où nous sommes aujourd'hui des faits, que reste-t-il donc des affirmations ironiques et méprisantes de Saigey ?

4. *Traité de sociologie,* T. I, Payot, Paris, 1917, p. 320.
5. *La Science et l'Hypothèse,* Flammarion, p. 178.
6. Les résultats que j'ai obtenus et les études auxquelles ils ont donné lieu ont fait l'objet de six notes à l'Académie des sciences : *C.R.A.S.*, 245, 1 697 ; *C.R.A.S.*, 245, 1 875 ; *C.R.A.S.*, 245, 2 001 ; *C.R.A.S.*, 244, 2 469 ; *C.R.A.S.*, 245, 2 467 ; *C.R.A.S.*, 245, 2 170.

Le lecteur pourra y trouver un certain nombre d'indications utiles que je ne puis reproduire ici faute de place. J'ai donné un compte rendu relativement détaillé des expériences réalisées et des résultats obtenus dans la conférence que j'ai faite à l'Ecole Polytechnique le 22 février 1958 et je compte publier dans un proche avenir un mémoire expérimental d'ensemble. Le but du présent article se limite à l'exposé de la philosophie générale des résultats obtenus. Il n'est qu'un très bref résumé d'un mémoire d'ensem-

ble qui sera prochainement publié.

7. Chaque point représente l'azimut de départ correspondant à chaque série d'observations de 14 min, égal à l'azimut du plan d'oscillation au bout de 14 min dans l'expérience précédente.

8. La **Figure 7** représente la courbe des azimuts observés du 28 juin 1954, 20 h, au 1er juillet 1954, 4 h, ainsi que la courbe symétrique de la partie gauche de la courbe représentative des azimuts par rapport à la droite verticale correspondant au 30 juin, 0 h. Au moment précis du début de l'éclipse, l'azimut du plan d'oscillation s'est brutalement relevé de 5 grades à partir du trend qui caractérisait auparavant son mouvement. Vingt minutes avant le maximum de l'éclipse qui a eu lieu à 12 h 40 min, cette déviation a atteint un maximum de 15 grades, puis a diminué progressivement mais plus brutalement qu'à la montée, la déviation n'étant plus que de 1 grade, 20 min avant la fin de l'éclipse.

On peut remarquer, autant qu'on puisse en juger, que le déplacement du plan d'oscillation a repris après l'éclipse un mouvement CD analogue au mouvement AB que l'on avait constaté avant le début de l'éclipse.

La **Figure 7** met en évidence une symétrie approchée de la courbe des azimuts par rapport à la droite verticale correspondant au 30 juin, 0 h. Cette symétrie que l'on peut attribuer à la structure périodique du mouvement se constate pendant environ 28 h. A supposer, comme il est vraisemblable, que cette symétrie corresponde à une réalité physique indépendante des perturbations entraînées par le contact de la bille et de la surface, il est notable que rien dans la partie de la courbe des azimuts antérieure à l'époque du centre de symétrie ne correspond à la déviation très forte observée pendant l'éclipse.

Je dois encore souligner que durant toutes les périodes d'observations continues auxquelles il a été procédé, je n'ai jamais observé de variation de la courbe des azimuts analogue à la partie BC correspondant à l'éclipse de Soleil du 30 juin 1954. (Voir par exemple sur la **Figure 7** les courbes élémentaires de B à C, d'une part, et de A à B et de C à D, d'autre part).

Il est remarquable que le maximum de la déviation apparente due à l'éclipse a eu lieu 20 min avant le maximum de l'éclipse. Il y a donc une certaine dissymétrie dans l'effet constaté. Une dissymétrie analogue a été observée mais de sens inverse, le maximum de l'effet étant postérieur au maximum de l'éclipse, pour le magnétisme terrestre (Lion, *C.R.A.S.*, 1851, T. 33, p. 202 ; Lion, *C.R.A.S.*, 1852, T. 34, p. 207 ; Lion et Muller, *C.R.A.S.*, 1874, T. 74, p. 199) ; et pour le champ électrique terrestre (Nordmann, *C.R.A.S.*, janvier 1906, p. 40 ; Chevrier, *C.R.A.S.*, 1933, T. 197, p. 1 143 ; Rouch, *C.R.A.S.*, 1954, T. 239, p. 465).

9. C'est l'observatoire le plus proche de mon laboratoire de Saint-Germain.

10. J'entends par là un champ qui ne pourrait être rattaché ni au Soleil ni à la Lune. Ce pourrait être, par exemple, un champ résultant d'une dissymétrie de l'espace sidéral d'inertie. Une période possible serait alors de 24 h sidérales.

11. Voir note 6.

12. On a beaucoup insisté sur les défauts présentés par l'appareillage utilisé : billes imparfaites, non horizontalité parfaite du support, etc. Je ne saurais trop souligner ici que les seuls effets possibles des défauts de l'appareil sont des effets de type systématique ou aléatoire et qu'en aucun cas ils ne sauraient entraîner, *quels qu'ils soient*, l'existence de périodicités réelles.

13. De l'ordre de 10^{-13} au lieu des effets périodiques constatés de l'ordre de 10^{-5} radians par seconde.

14. Voir l'expression exacte de l'effet dans ma note à l'Académie des sciences du 16 décembre 1957.

15. Voici les résultats obenus pour la série de juin-juillet 1955 dont la périodicité est significative :

	2 R			
	25 h	24 h	12 h 30	12 h
Juin-juillet 1955	14,01	11,66	3,71	2,69

16. Ainsi, par exemple pour le potentiel gravitationnel lunisolaire, le total des amplitudes des ondes de périodes voisines de 24 h est environ 18 fois plus grand que le total des amplitudes des ondes de périodes voisines de 25 h.

17. En dehors de l'argument général de la structure périodique spécifique des résultats obtenus qui *à lui seul* suffit à éliminer les causes 1) à 9), un certain nombre d'arguments supplémentaires peuvent être présentés dont certains ont une grande valeur et qui mènent à la même conclusion, mais, faute de place, il m'est impossible de les présenter ici.

18. Je crois devoir faire observer qu'il ne peut en être autrement. Je ne puis fournir de réponse que relativement aux phénomènes qui me sont apparus ou qui m'ont été suggérés comme pouvant expliquer les effets constatés. Il se peut très bien que demain un phénomène explicatif soit proposé qui se révèle effectivement à l'examen comme décisif.

Toutefois, dans l'état actuel de la discussion et compte tenu de tous les facteurs déjà examinés, l'existence d'un tel phénomène apparaît au moins comme peu probable.

19. Le seul phénomène connu lié à la rotation du Soleil est celui des taches. Il paraît vraiment peu probable que les variations du rayonnement dû aux taches puissent donner un effet d'un ordre de grandeur analogue à celui de la suppression du rayonnement pendant la nuit. On ne constate d'ailleurs aucune liaison entre les azimuts observés et les nombres de Wolf caractéristiques de l'activité solaire (dont on ne dispose malheureusement que d'une valeur par jour).

Toutefois on ne peut affirmer qu'il n'existe pas d'autres effets liés à la rotation du Soleil. Cela suffit pour empêcher de conclure en toute certitude.

20. Bravais, *Journ. de Math. pures et appl.*, XIX, 1854, 1-50 ; Van der Willigen, *Arch. Musée Teyler*, T. I, 1866, 341-363 ; Kamerling Onnes, *Nieuwe Bewijzen voor de Aswenteling der aarde*, thèse présentée à l'université de Groningue le 10 juillet 1879. Ce très remarquable travail a fait l'objet d'une analyse détaillée par J. Stein dans le second appendice à l'ouvrage de Hagen, *La Rotation de la Terre*, Rome, 1910. Longden, *Phys. Rev.*, 1919, XIII, 241-258 ; Dasannacharya et Hejmadi, *Phil. Mag.*, XXIII 1937, 65-88 ; Dasannacharya, *Phil. Mag.*, XXV, 1938, 601-622 ; Dasannacharya et Balram Singh Gantom, *Phil. Mag.*, XXV, 1938, 601-622.

21. Foucault, *C.R.A.S.*, 1851, 135-137 ; *Recueil des travaux scientifiques*, Gauthier-Villars, Paris, 1878.

22. Foucault, *Recueil des travaux scientifiques*, Gauthier-Villars, Paris, 1878, p. 386.

23. Haringx et Suchtelen, *Rev. Techn. Philips*, 19, 1957-1958, 248-254.

24. Le lecteur trouvera de très nombreuses références intéressantes dans les deux ouvrages suivants :

Hagen, *La Rotation de la Terre*, Tipografia Poliglotta Vaticana, Rome 1911, deuxième partie.

Wolf (C.), *Bibliographie du Pendule (1629-1885)*, Collection de mémoires publiés par la Société française de physique, T. IV, « Mémoires sur le Pendule », Gauthier-Villars, Paris, 1889, pp. B 1 à B 216.

25. Par exemple, les côtes occidentales des continents sont, toutes choses égales par ailleurs, soumises à des marées beaucoup plus fortes que les côtes orientales.

De même, l'heure de la pleine mer ordinaire ne coïncide pas avec le passage de la Lune au méridien, mais elle le suit d'environ trois heures. Dans les syzygies et les quadratures, la marée maximum, ou la marée minimum, n'arrive qu'environ un jour et demi après celle de la syzygie ou de la quadrature. Cela a lieu *dans tous les points du globe*. Il est à remarquer que ces deux déphasages sont très *différents* bien que la force solaire ne représente qu'une fraction de la force lunaire. Il convient également de souligner que le retard est le même aux quadratures, lorsqu'au lieu de s'ajouter comme dans les syzygies, la force solaire vient se retrancher.

Signalons encore qu'aucune théorie satisfaisante des courants marins n'a encore été donnée bien que certaines caractéristiques en

soient très remarquables, par exemple la prépondérance des courants dirigés vers l'est.

Il n'est pas sans intérêt de remarquer que les effets mécaniques des marées sont relativement considérables vis-à-vis des forces marémotrices dues à la Lune et au Soleil qui les produisent et qui ne représentent au plus que les fractions :

$$2\frac{M_l}{M_t}\cdot\frac{r_t^3}{d_l^3}=11{,}2\,.\,10^{-8} \quad \text{et} \quad 2\frac{M_s}{M_t}\cdot\frac{r_t^3}{d_s^3}=5{,}18\,.\,10^{-8}$$

de la pesanteur.

On a expliqué cette anomalie en invoquant des aires océaniques de résonance, mais il est visible que cette hypothèse est purement gratuite.

26. Hagen, *La Rotation de la Terre*, Tipographia poliglotta Vaticana, Rome, 1911, p. 24. Voir également *Rapport sur les mesures de contrôle de la stabilité de la Tour Eiffel*, Ins. Géog. Nat., (1893-1951), 1er mai 1952.

27. Hagen, *ibid.*, pp. 22 à 40.

28. Hagen, *ibid.*, pp. 110 et 111.

29. Hagen, *ibid.*, pp. 94 à 96.

30. Hagen, *ibid.*, pp. 142 à 147. Voir également le second appendice à cet ouvrage, pp. 36, 37 et 46.

31. Hagen, *ibid.*, pp. 166 et 167. Voir également le second appendice à cet ouvrage, pp. 36, 37 et 46.

32. On a objecté que les dispositifs expérimentaux utilisés par M. Louis Pasteur ne pouvaient donner aucune confiance. Je ne saurais trop souligner le fait que ses pendules ne se mettent en mouvement que dans la direction est-ouest et en présence de certains obstacles voisins disposés d'une certaine façon. Cette circonstance exclut un grand nombre d'hypothèses. (Dans le même sens voir les résultats obtenus par l'abbé Panisetti, *Cosmos*, 1856, p. 503.)

33. Ces caractères très nombreux ne sauraient résulter du hasard. Voici quelques références : Gaussen, *C.R.A.S.*, 90, 1880, 518 ; Gaussen, *C.R.A.S.*, 90, 1880, 593 ; Belot, *C.R.A.S.*, 143, 1906, 1 126 ; Belot, *C.R.A.S.*, avril 1907, 885 ; Delauney, *Lois des distances des satellites du Soleil*, Gauthier-Villars, Paris, 1909 ; Butavand, *Les lois empiriques du système solaire*, Gauthier-Villars, Paris, 1913 ; F. Ollive, *C.R.A.S.*, 157, 1913, 1 501 ; M.A. Blagg, *Roy. Astr. Soc.*, 73, 1913, 414 ; Demozay, *Relations remarquables entre les éléments du système solaire*, Gauthier-Villars, Paris, 1919 ; Delauney, *Problèmes astronomiques*, Gauthier-Villars, Paris, 1920 ; Vilar, *Notes sur les distances des planètes au Soleil*, Jouve, Paris, 1923 ; Bourgeois et Cox, *C.R.A.S.*, 198, 1934, 53.

34. La raison invoquée est en l'espèce équivalente à la vertu dormitive de l'opium.

35. Majorana, *C.R.A.S.*, 173, 1921, 478 ; *Journ. de Phys. et Rad.*, I, 1930, 314-324 ; *Phil. Mag.*, XXXIX, 1920, 488-504 ; Schlomka, *Zeit. für Geophys.*, 1927, 397.

36. Crémieu, *C.R.A.S.*, Déc. 1906, 887 ; *Rev. Gén. de Sc. Pur. et Appl.*, 18, 1907, 7-13.

D'après Crémieu, tout se passe comme si la force de gravitation mesurée au sein de l'eau était supérieure à la force prévue par la théorie de l'attraction à distance, l'écart étant de l'ordre du dixième. Cet écart est donc *considérable*.

37. Autrement dit, si aux actions newtoniennes on ajoutait des actions 10^{-6} fois plus petites et nulles en moyenne pendant la révolution d'une planète, elles resteraient probablement indécelées.

38. Voir notamment le remarquable mémoire de Miller : « The ether drift experiment and the determination of the absolute motion of the earth », *Rev. of Mod. Phys.*, 1933, p. 203, dont les résultats obtenus à partir de 200 000 observations sont remarquablement cohérents. Voir également le compte rendu de la conférence du mont Wilson de 1927 : *The Astrophys. Journ.*, 1928, p. 341. Voir enfin les références données par Miller à la fin de son mémoire.

Il est pour le moins étonnant que les résultats de ce mémoire aient été religieusement passés sous silence depuis vingt-cinq ans.

L'enterrement pur et simple du mémoire de Miller me paraît un des scandales de la physique contemporaine.

39. « Sur l'existence d'une dissymétrie optique de l'espace », *Journ. des Obs.*, XI, 49-63. Là encore, la cohérence interne des résultats obtenus ne peut faire aucun doute. Voir encore du même auteur : « La dissymétrie de l'espace sidéral et le phénomène des marées », *C.R.A.S.*, T. 183, 1926, 116-118 ; « Sur la dissymétrie mécanique et optique de l'espace en rapport avec le mouvement absolu de la Terre », *C.R.A.S.*, 1926, 921-923.

Les résultats de Miller et d'Esclangon ont pu être reliés de manière satisfaisante (Voir Carvallo : « Vitesse de la Terre mesurée par des expériences purement terrestres », *C.R.A.S.* ; 1934, 247 ; « Vitesse de la Terre et Relativité », *Rev. Scientif.*, 1934, 405-410 ; « Les lois absolues de la lumière et la loi de relativité », *Rev. gén. Electricité*, XXIX, 493-546). Les résultats obtenus par Esclangon à Strasbourg n'ont pas été retrouvés à Paris (*C.R.A.S.* 1935, 1 165), *mais le dispositif expérimental n'était pas le même.*

40. *Ann. de Chim. et Phys.*, 1860, p. 129.

41. *Mesures*, 1937, N°11, 13-17 et N°12, 19-21.

42. Il n'y a aucun doute pour moi que les phénomènes que j'ai mis en évidence sont de nature à donner aux travaux de Miller un appui indirect de nature à confirmer leur validité. Les fondements mêmes de la théorie de la relativité pourraient ansi être remis en question.

43. Le fait que dans le cas de certaines des expériences ci-dessus certains des expérimentateurs (A. Piccard et E. Stahel, G. Joos pour l'effet Miller, B. Strasser, D.B. Brace pour l'effet Fizeau) n'aient pas trouvé les mêmes résultats s'explique parfaitement, à mon avis, par le fait qu'à certaines époques l'influence lunisolaire globale, telle qu'on la constate effectivement dans le cas du pendule paraconique, est sensiblement nulle (Piccard et Stahel, *Journ. Phys.*, IX, 1928, 49-60 ; *C.R.A.S.*, 185, 1927 ; Joos, *Ann. der Phys.*, 1930, 385-407 ; Strasser, *Ann. der Phys.*, 24, 1907, 137-144 ; Brace, *Phil. Mag.*, 1904, 317-329 ; *Phil. Mag.*, 1905, 591-599).

Il n'y a d'ailleurs aucun parallèle à faire entre les expériences de Piccard et Stahel faites en ballon et les 200 000 observations de Miller faites dans un laboratoire perfectionné en s'entourant de toutes les précautions possibles (voir d'ailleurs Brylinski, *C.R.A.S.*, 185, 1927, 1 198).

Enfin, les expériences d'Esclangon ont mis en évidence que de petites modifications des appareillages, sans portée apparente, pouvaient faire disparaître les effets observés (voir note 39 ci-dessus).

44. Voir notamment R.S. Shankland, S.W. Mc Cuskey, F.C. Leone et G. Kuersi, *Rev. of Mod Phys.*, 27,1955, 167-178, et les références jointes.

Les auteurs attribuent les effets obtenus par Miller à l'effet conjugué de perturbations aléatoires et de perturbations de température. Cependant, cette critique n'explique pas l'extraordinaire consistance des résultats de Miller avec le déplacement de la Terre autour du Soleil (voir les remarquables figures 23 et 28 des pages 232 et 237 de son mémoire), et n'explique pas les remarquables ajustements avec les phases concordantes en temps sidéral de la page 235. Elle n'explique pas plus les concordances entre les résultats de Miller et ceux d'Esclangon (voir les études de Carvallo, déjà citées note 39).

45. « Evaluation de la précision d'une méthode de nivellement », *Bull. Géod.*, 53, 1936 et « Nivellement de précision », *Publ. de l'Inst. Géog. Nat.*, Paris 1948.

46. Le fait que les anomalies constatées dans la plupart des phénomènes que j'ai rappelés se distribuent suivant la loi normale ne peut être interprété en aucune façon en attribuant à une cause aléatoire les effets constatés. Ainsi, j'ai pu vérifier que la somme de 11 sinusoïdes obtenues dans l'analyse de mes séries numériques par la méthode des moindres carrés *se distribue suivant la loi normale.* Pourtant, il s'agit bien de 11 sinusoïdes, donc d'une grandeur périodique. Il en résulte que l'aspect aléatoire d'une série numérique n'exclut en aucune façon qu'elle puisse représenter un phénomène périodique.

47. Il est très remarquable que l'ordre de grandeur relatif des différentes anomalies constatées (qu'il s'agisse des effets Miller, des erreurs systématiques liées aux opérations de nivellement ou de triangulation, des anomalies de la chute des corps, ou encore des

anomalies du mouvement du pendule paraconique) est toujours le même, soit environ 5.10^{-6}. Tout se passe comme si tous ces phénomènes dérivaient d'une seule et même cause.

48. Où G est le potentiel newtonnien, d la densité et μ la constante de la gravitation universelle.

49. Je suis très frappé du fait que mes adversaires ne sont d'accord que sur un point, à savoir que j'ai tort. Mais cet accord n'est que global, et si mes adversaires explicitaient en fait leurs points de vue, ils ne pourraient manquer de remarquer que leurs positions sont *contradictoires*. Pour ne prendre qu'un exemple, tel considère que l'existence d'un phénomène périodique lunisolaire est incontestable, mais que ce phénomène est aisément explicable dans le cadre de la théorie habituelle. Tel autre, au contraire, reconnaît bien que la structure périodique observée, si elle était réelle, serait absolument inexplicable, mais il conteste sa réalité. Le plus grand service que pourraient me rendre mes adversaires serait de rédiger en *commun* la réfutation des thèses que j'avance. Je doute fort qu'ils puissent se mettre d'accord sur une réfutation commune.

Doit-on reconsidérer les lois de la gravitation ?

La confirmation expérimentale

Alors que l'article ci-dessus était déjà imprimé, Maurice Allais a fait parvenir à la revue* Perspectives X*, sous forme de note complémentaire, une brève analyse des résultats des expériences cruciales de juin-juillet 1958.*

Ces expériences cruciales ont été réalisées dans deux laboratoires distants de 6 km, l'un à Saint-Germain dans un sous-sol, l'autre à Bougival dans une carrière souterraine avec 57 m de recouvrement. Ces expériences ont donné des résultats identiques et elles ont totalement balayé toutes les objections présentées antérieurement.**

MAURICE ALLAIS

Les expériences auxquelles j'ai procédé en juin-juillet 1958 si multanément avec deux dispositifs identiques dans mon laboratoire de Saint-Germain et dans un nouveau laboratoire à Bougival, dans une galerie souterraine avec 57 m de recouvrement, ont montré que les anomalies précédemment mises en évidence continuent à être observées et qu'elles ont, dans les deux cas, des structures périodiques qui se correspondent de manière remarquable[1].

Je joins, à titre d'illustration, la **Figure 1** représentant les résultats d'analyse harmonique, obtenus par la méthode du filtre de Buys-Ballot pour une période de 24 h 50 min à partir des observations faites simultanément dans les deux laboratoires pendant un mois, de jour et de nuit, du 2 juillet 0 h TU au 31 juillet 23 h 40 min TU, dans des conditions *identiques* à celles de mes expériences de juin-juillet 1955.

Cette **Figure 1** permet de comparer les résultats obtenus dans les deux laboratoires de Saint-Germain et de Bougival. Les deux ondes ont des amplitudes très peu différentes et une concordance remarquable de phase.

Ces expériences parallèles faites en même temps et dans les mêmes conditions permettent d'apporter à mon argumentation antérieure des éléments de très grande valeur pour éliminer avec une très haute probabilité, sinon en toute certitude, la presque totalité des explications proposées des effets périodiques constatés. J'indiquerai simplement que :

a) L'identité pratique des effets périodiques de 24 h 50 min constatés à Saint-Germain et à Bougival permet, à elle seule, d'éliminer toute explication par une cause fortuite.

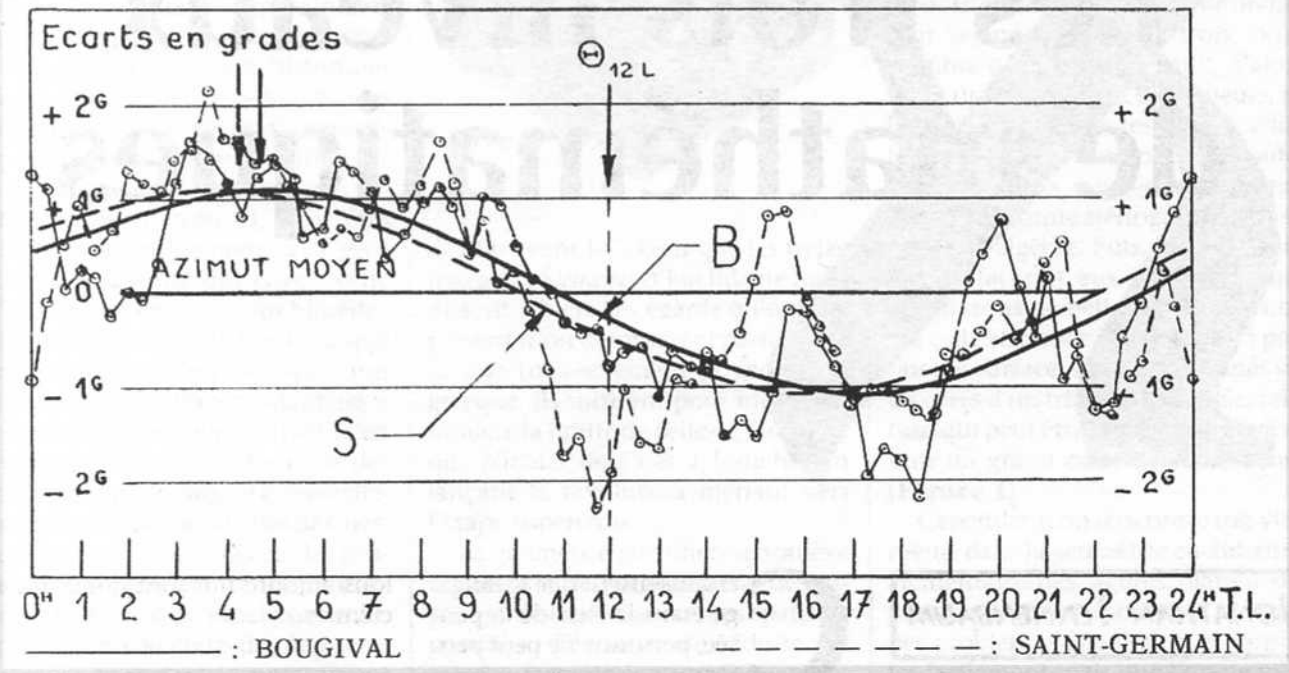
b) De même, les conditions de température pratiquement invaria-

* Cette *Note* a été encartée dans la revue qui était déjà sortie des presses.

** En juillet 1958, des expériences de visées optiques Nord-Sud et Sud-Nord ont été réalisées à Saint-Germain dont l'analyse n'a pu être terminée qu'en février 1960. Elles ont démontré *une remarquable concordance de phase* entre les observations du pendule et les visées optiques, établissant ainsi *un lien fondamental* entre la Mécanique et l'Optique (voir *L'anisotropie de l'espace*, Ch. III, p. 331-334).

Figure 1 - Expériences simultanées du mois de juillet 1958 à Bougival et Saint-Germain

Résultats du filtre de Buys-Ballot pour un filtre de 24 h 50 min.



Traits fins : cycle moyen. Traits forts : sinusoïdes d'ajustement.

	2 R en grades	$\Theta - \Theta_{12\,L}$
BOUGIVAL	2,17	– 7 h 23 min
SAINT-GERMAIN	2,10	– 7 h 55 min

bles réalisées dans le laboratoire de Bougival permettent d'éliminer tout effet thermique.

c) Le parallélisme des effets périodiques constatés à Bougival et à Saint-Germain permet d'éliminer toute influence fondée sur l'influence du bâtiment ou sur celle de toute cause superficielle[2].

d) La variabilité relativement grande des amplitudes des effets périodiques constatés avec l'époque permet d'éliminer toute explication fondée sur les lois actuellement admises de la gravitation.

Ainsi, les résultats de mes expériences de juillet 1958 viennent confirmer, de manière éclatante, mon argumentation antérieure conduisant à la conclusion qu'il existe dans le mouvement du pendule paraconique à support anisotrope des anomalies à caractère périodique qui, dans l'état actuel de la discussion, ne peuvent être rattachées à aucun phénomène connu. ■

Notes

1. Le lecteur pourra se référer utilement aux quatre notes suivantes que j'ai présentées à l'Académie des sciences à la fin de 1958 : « Nouvelle expérience sur le pendule paraconique à support anisotrope », *C.R.A.S.*, 247, 1958, p. 1 428 ; « Structure périodique des mouvements du pendule paraconique à Bougival et Saint-Germain en juillet 1958 », *C.R.A.S.*, 247, 1958, p. 2 284 ; « Détermination expérimentale de l'influence de l'anisotropie du support sur le mouvement du pendule paraconique », *C.R.A.S.*, 248, 1959, p. 764 ; « Détermination expérimentale de l'influence de l'inclinaison du support sur le mouvement du pendule paraconique », *C.R.A.S.*, 248, 1959, p. 359.

2. Les explications présentées par M. Goguel (« Observations à propos du pendule dit paraconique », *C.R.A.S.*, T. 246, N° 16, 21 avril 1958, p. 2 340) et tendant à expliquer les phénomènes constatés par une action conjuguée du vent et du bâtiment ne peuvent notamment être retenues.

Vous pouvez commander le livre de Maurice Allais

L'anisotropie de l'espace

(750 pages, 280 F)

aux

Ed. Clément Juglar,
62 av. de Sufresne,
75015 Paris,
Tél. 01.45.67.58.06.