



Maurice Allais et la Physique

Par Jean-Bernard
DELOLY (65)

Cet article n'a pu être inséré dans le journal papier. Il figure sur le site de *La Jaune et la Rouge* et a été intégré au fichier pdf du journal

Une règle d'or : la primauté de l'expérience

- Tout au long de son existence Maurice Allais n'a cessé de consacrer une importante partie de ses activités à la physique, qui d'ailleurs avait été sa vocation première. Si son œuvre dans ce domaine est infiniment moins connue que son apport à la science économique, elle pourrait bien pourtant, poursuivie dans le cadre de programmes à long terme et par des équipes disposant de moyens suffisants, déboucher sur des progrès décisifs dans la connaissance des lois les plus fondamentales de la physique.
- Personne ne conteste bien sûr que l'expérience soit souveraine : les progrès en physique résultent toujours de la mise en évidence de phénomènes inexplicables dans le cadre des théories en vigueur, d'une part parce qu'elles sont ainsi remises en cause, bien sûr, mais aussi parce qu'il en résulte des indications pour la construction de théories nouvelles.

Pourtant la situation actuelle n'est guère satisfaisante.

Tout ce qui se passe dans le domaine qui nous est le plus immédiatement accessible (le domaine macroscopique, sur la Terre) étant réputé expliqué par les théories classiques éventuellement complétées par les corrections relativistes, la recherche de phénomènes susceptible d'infirmer les théories en vigueur s'est pour l'essentiel retrouvée cantonnée aux domaines des extrêmes : l'astrophysique et la physique des particules.

Outre les difficultés -et le coût- de la réalisation effective d'observations, un problème majeur est que, même lorsque l'on met en évidence un phénomène nouveau, il est généralement malaisé d'en déduire quoi que ce soit, un exemple typique en étant le problème de la « matière noire ».

La matière noire

Il est apparu qu'il y avait une différence entre d'une part la masse des galaxies calculée à partir de la matière observée directement, et d'autre part la masse calculée à partir de l'observation du mouvement des étoiles, en appliquant les lois de la gravitation : pour toutes les galaxies analysées, la seconde est environ dix fois plus importante que la première.

Cela est-il dû à la présence de « matière noire », ou au fait que les lois de la gravitation ne sont pas exactes (mais alors la relativité générale, qui englobe ces lois, serait inexacte elle aussi, avec toutes les remises en cause conceptuelles qui en résulteraient) ? S'agissant de phénomènes qui se produisent à des millions ou des milliards d'années lumières, et qui impliquent des éléments que l'on ne connaît qu'à travers les modèles que l'on s'en est construit, gageons que l'on risque d'attendre encore un certain temps la réponse à cette question.

Maurice Allais, avec la totale indépendance d'esprit qui marque l'ensemble de son œuvre, s'est avant tout attaché sans aucun à priori à la recherche de phénomènes remettant en cause aussi directement que possible les théories en vigueur.

Il a ainsi mis en évidence qu'il existe bel et bien de tels phénomènes (et même des gisements de tels phénomènes...) dans le domaine macroscopique, sur des sites terrestres fixes, et dans des conditions d'environnement qui n'ont rien d'extrême.

On voit donc tout l'intérêt de ses travaux – et l'absence totale dans sa démarche du moindre calcul carriériste: la nature humaine étant ce qu'elle est, la notoriété va toujours, au moins sur le court terme, à ceux qui proposent des théories, et non aux expérimentateurs.

L'essentiel de son œuvre a été présentée dans son ouvrage de 1997, « L'Anisotropie de l'Espace ».

Les phénomènes découverts par Maurice Allais

Les anomalies de la précession d'un pendule court.

Ayant tout d'abord remarqué que l'observation de la précession d'un pendule court relancé fréquemment (toutes les 20mn) était un outil particulièrement approprié à la détection de forces très petites, il utilisa en 1953 cet outil pour rechercher si un champ magnétique important pouvait agir sur un pendule amagnétique, ce qui aurait témoigné de l'existence d'un couplage entre champ magnétique et champ gravitationnel.

Ceci n'aboutit pas à des résultats significatifs, mais son attention fut alors attirée par le fait que la précession du pendule ne se réduisait absolument pas à l'effet de Foucault, et présentait des anomalies très importantes et variables avec le temps.

Effet de Foucault et précession d'Airy

La rotation du grand axe de l'ellipse décrite par l'extrémité d'un pendule résulte à la fois de l'effet de Foucault (\Rightarrow vitesse de rotation = $-\omega \sin L$, ω étant la vitesse de rotation de la terre et L la latitude) et des autres forces s'exerçant sur le dispositif, lesquelles agissent pour l'essentiel **par l'intermédiaire de l'ovalisation de la trajectoire qu'elles entraînent** (précession d'Airy).

Cette ovalisation entraîne en effet une vitesse de rotation égale $\frac{3}{8} \sqrt{g/l} \alpha(t) \beta(t)$, où l est la longueur équivalente du pendule, et $\alpha(t)$ et $\beta(t)$ les angles sous lesquels le grand axe et le petit axe de l'ellipse sont vus du point de suspension du pendule

Le suivi de la précession du grand axe de l'ellipse donne donc des informations sur les actions qui s'exercent sur le pendule, avec une sensibilité d'autant plus importante que le pendule est court.

Pour fixer les idées, dans les expérimentations de Maurice Allais, l est d'environ 80 cm, α est voisin de 0,1 rd, et β reste inférieur à 0,001 rd.

Il s'attacha alors à l'étude de ces anomalies, ce qui, de 1953 à 1960, l'amena tout d'abord à concevoir un pendule doté d'un mode de suspension particulier (pendule appelé « paraconique »), puis à conduire, outre de multiples expérimentations destinées à la mise au point du dispositif et à l'étude fine de son comportement, 6 expérimentations continues d'une durée d'un mois, l'une d'entre elle ayant mis en œuvre simultanément deux pendules identiques implantés dans des sites différents, dont l'un au cœur d'une profonde carrière souterraine (totalement manuelles, ces expérimentations étaient évidemment extraordinairement exigeantes et fastidieuses...).

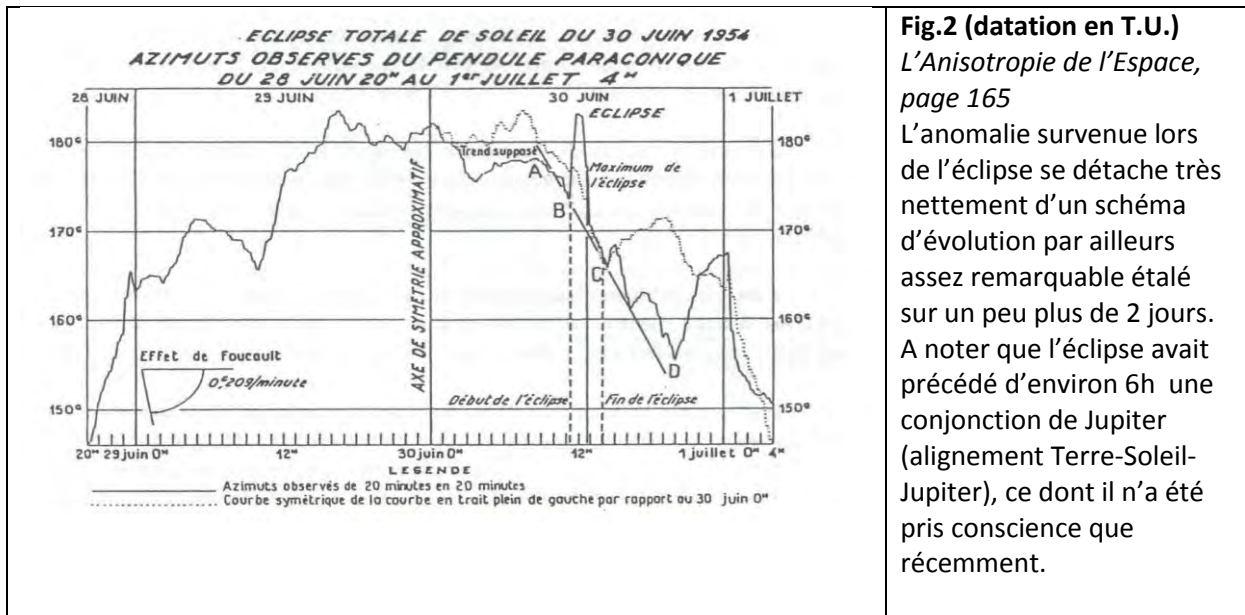
Il en est résulté la mise en évidence dans l'évolution de la précession du pendule de composantes périodiques liées à des événements astronomiques et dont l'analyse a montré qu'elles ne pouvaient résulter de l'action directe ou indirecte d'un phénomène connu : en particulier leur amplitude était plus d'un million de fois supérieure à celle qui aurait résulté de l'action classique de la gravitation.



Fig.1

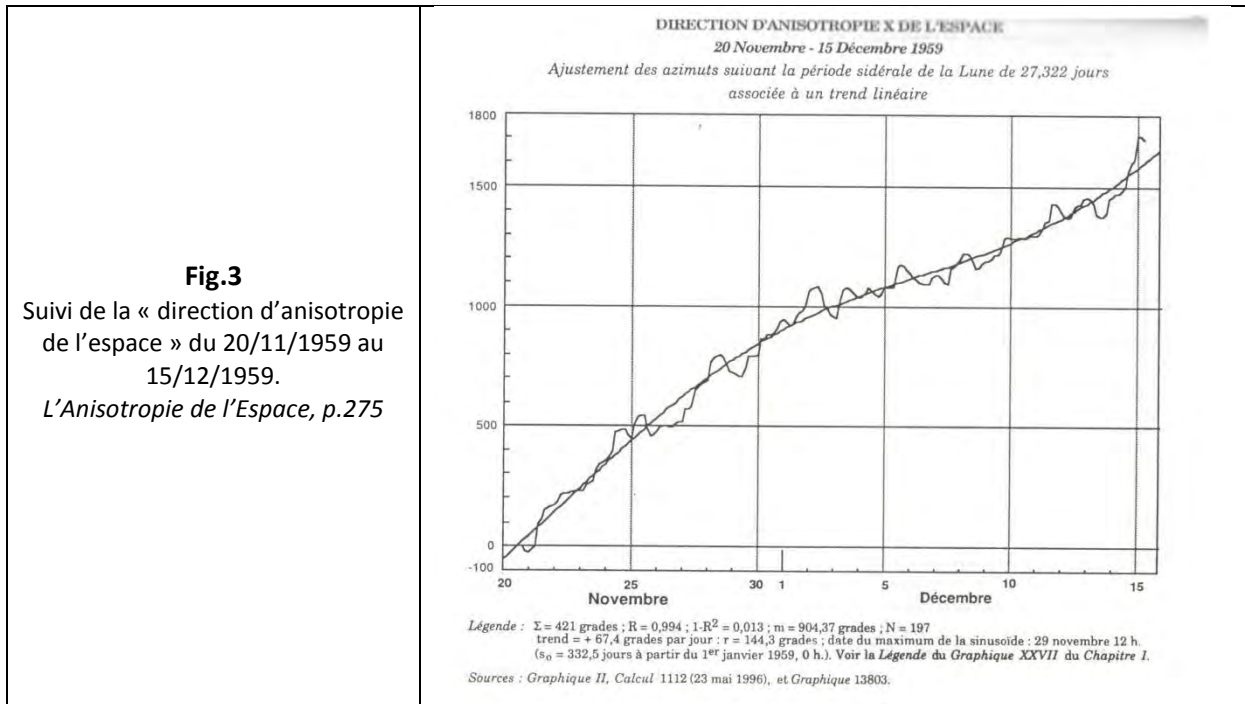
Photo du chef de laboratoire de Maurice Allais
(Sciences et Avenir, n°135, mai 1958)

Sont à citer tout particulièrement, outre une composante diurne d'environ 24h, une composante diurne lunaire (24h50), une composante mensuelle lunaire sidérale (27,32j), ainsi qu'une composante semi annuelle dont les extremums sont voisins des équinoxes et des solstices.



Par ailleurs une déviation très marquée du plan d'oscillation du pendule vers la direction commune du soleil et de la lune a été enregistrée pendant la durée de l'éclipse totale de soleil du 30 juin 1954, dont il s'est trouvé qu'elle est survenue lors de la première des 6 expérimentations. Fig.2

Un phénomène analogue s'est produit lors de l'éclipse du 2 octobre 1959.



Maurice Allais a pu en outre montrer que l'effet de l'ensemble des actions de nature inconnue tendait à rappeler le plan d'oscillation du pendule vers une direction variable dans le temps, qu'il a appelée « direction d'anisotropie de l'espace », les composantes périodiques ci-dessus et les déviations relevées à l'occasion d'éclipses ne constituant qu'une partie de l'évolution de cette direction, qui n'a pu malheureusement être suivie que pendant bien trop peu de temps (sa connaissance effective a nécessité une modification du pendule qui n'a été introduite que pour les 2 dernières expérimentations). Fig.3

Existence de déviations anormales dans des visées sur mires et sur collimateurs.

En parallèle avec les travaux précédents Maurice Allais a organisé 2 campagnes d'observations optiques continues d'une durée d'un mois (en 1958 et 1959).

La première, menée en même temps que l'expérimentation ayant mis en œuvre deux pendules, et sur le même site que l'un d'entre eux, consistait à viser toutes les 20 mn une mire verticale au moyen d'une lunette; la seconde comportait en supplément des visées sur collimateur (visée du fil vertical du réticule, éclairé par une ampoule montée en lieu et place de l'oculaire, d'une lunette mise au point à l'infini et utilisée donc comme collimateur).

Des déviations apparemment inexplicables sont apparues.

Bien que n'ayant pu être que partiellement exploitées du fait de divers problèmes de mise au point, ces observations ont permis la mise en évidence d'une composante périodique mensuelle lunaire sidérale, ainsi que d'une composante diurne lunaire de 24h50 qui s'est révélée être en phase (à 5mn près) avec la composante identifiée au moyen des pendules.

L'exploitation par Maurice Allais des observations optiques de Dayton C. Miller et d'Ernest Esclangon.

Maurice Allais a en outre réexploité les observations conduites par Dayton C. Miller au Mt Wilson en 1925-1926 (au moyen d'un interféromètre de type Michelson et Morley), et par Ernest Esclangon à l'observatoire de Strasbourg en 1927-1928 (au moyen d'un dispositif très particulier de mesure par autocollimation de déviations de rayons réfléchis).

De toutes les observations effectuées avant 1930, date à partir de laquelle, l'emprise de la théorie de la relativité sur la communauté scientifique étant devenue à peu près totale, il n'était réellement plus guère possible de remettre en question le principe de la constance de la vitesse de la lumière, elles sont les seules à avoir été étalées sur une année environ : toutes les autres avaient été des observations ponctuelles (au maximum quelques séries de mesures réparties sur quelques jours).

Ce sont aussi les seules dont les auteurs ont conclu à l'existence effective de variations de la vitesse de la lumière, en l'occurrence de variations présentant une importante composante périodique diurne sidérale (23h 56mn).

De l'importance fondamentale des observations de longue durée...

On ne peut en effet rien conclure d'observations courtes :

▪ Si l'on observe quelque chose, on est incapable de le caractériser de façon suffisamment précise pour pouvoir l'interpréter :

Ainsi les variations de vitesses d'environ 5 à 10 km/s constatées lors de la plupart des nombreuses observations effectuées au moyen d'un interféromètre Michelson et Morley de 1887 à 1930, qui étaient très inférieures aux vitesses attendues de plusieurs centaines de km/s correspondant au déplacement de la Terre, ont été systématiquement considérées comme étant du bruit.

C'est parce que les observations de Miller ont été suffisamment nombreuses et étalées dans le temps que d'une part ce « bruit » s'est d'une part révélé comporter une importante composante diurne, et que d'autre part cette composante diurne est apparue être diurne sidérale (23h56mn), et non diurne solaire (24h), ce qui est évidemment essentiel pour son interprétation.

C'est parce que les expérimentations de Maurice Allais ont duré un mois qu'il a pu distinguer, dans les anomalies de la précession du pendule, la composante diurne lunaire de 24h50 de la composante d'environ 24h.

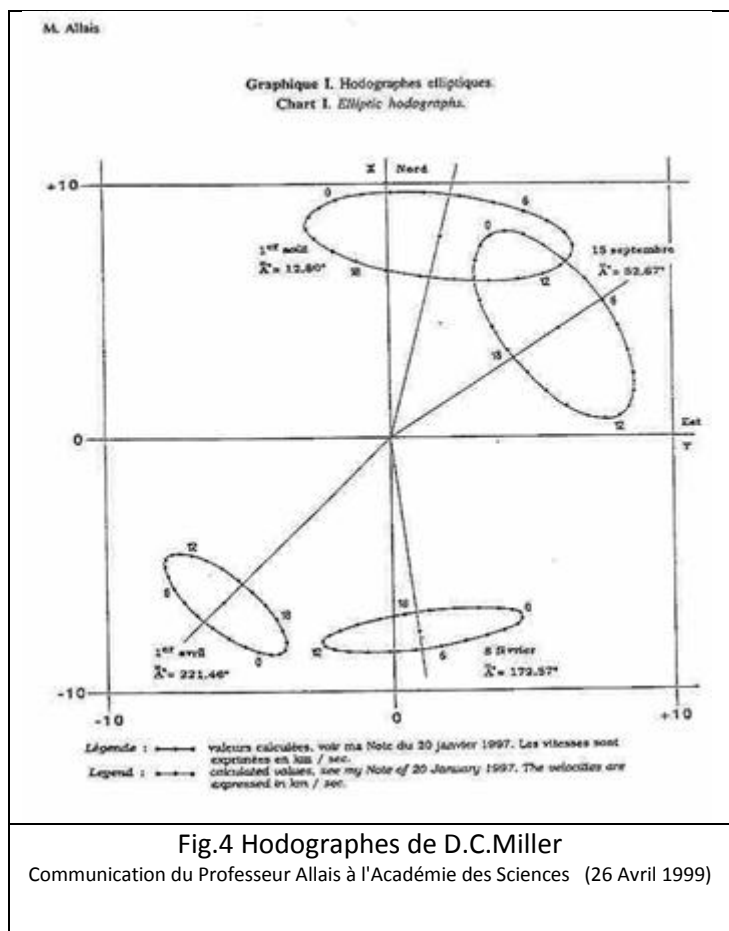
▪ Si l'on n'observe rien du tout, on ne peut en aucune façon en déduire l'absence d'anisotropies.

Ainsi, lors des expérimentations de Miller, il y a eu des périodes pendant lesquelles nulle variation diurne significative ne se manifestait. Pourtant, au vu des données recueillies sur l'ensemble de l'année, l'existence d'une importante composante périodique diurne sidérale était incontestable. Cela résultait simplement de ce que ces données ne se réduisaient pas à cette composante, et que cette dernière s'était alors retrouvée provisoirement masquée.

En reprenant les données de Miller et d'Esclangon, Maurice Allais a mis en évidence des régularités qui n'avaient pas été perçues à l'époque:

- Existence de composantes annuelles ou semi-annuelles, une circonstance remarquable étant que les extremums sont dans le premier cas voisins des équinoxes, et dans le second voisins des équinoxes et des solstices (comme pour les azimuts du pendule).

- Dans le cas des observations de Miller, qui fournissaient à la fois le module de la variation maximum de la vitesse de la lumière sur un tour d'horizon et l'azimut de cette variation maximum (défini à 180° près), le tracé de l'hodographe correspondant fait ressortir des figures tout à fait extraordinaires. Fig.4



Il en résulte en particulier presque immédiatement qu'il est impossible d'expliquer les observations de Miller par l'influence de gradients de température internes au bâtiment dans lequel se trouvait l'interféromètre, contrairement à ce qu'avait conclu l'article de R.S.Shankland publié en 1955 dans une revue de tout premier plan, article dont le rôle a été déterminant dans l'enterrement des travaux de Miller (et dont un examen attentif et le recoupement avec les autres informations disponibles sur ces travaux confirme bien qu'il a été établi à partir de considérations totalement biaisées).

Compte tenu de la structure de cet hodographe, il est en outre impossible de retenir, comme avait cru pouvoir le faire Miller, que les variations de vitesse mesurées résultaient de la vitesse absolue de la Terre: leur origine est certainement beaucoup plus complexe.

Pourquoi tous ces phénomènes ont-ils pu rester à peu près ignorés ?

Toutes les expérimentations mentionnées ci-dessus datant d'un demi-siècle ou plus, c'est évidemment la première question qui vient à l'esprit. En fait cela s'explique très bien par leur nature même.

Il s'agit en effet de phénomènes qui, bien que plus de mille fois supérieurs aux corrections résultant de la relativité générale, demeurent très petits (10^{-6} à 10^{-5} en valeur relative) et qui, soit ne se manifestent que dans des circonstances exceptionnelles (éclipses), soit sont des perturbations à caractère périodique de moyenne nulle. Ils sont donc en règle générale sans incidence notable sur les applications pratiques des lois de l'optique et de la mécanique et, lorsque d'aventure ce n'est pas le cas, ils ont toutes chances d'être considérés comme résultant d'artefacts divers : ils ne peuvent en fait être réellement mis en évidence que par des expérimentations dédiées à leur recherche, et qui plus est d'une nature tout particulièrement exigeante, car elles doivent être d'une durée suffisante, suffisamment nombreuses, et répétées sur des durées suffisamment longues.

La suite donnée aux travaux de Maurice Allais, et les travaux connexes.

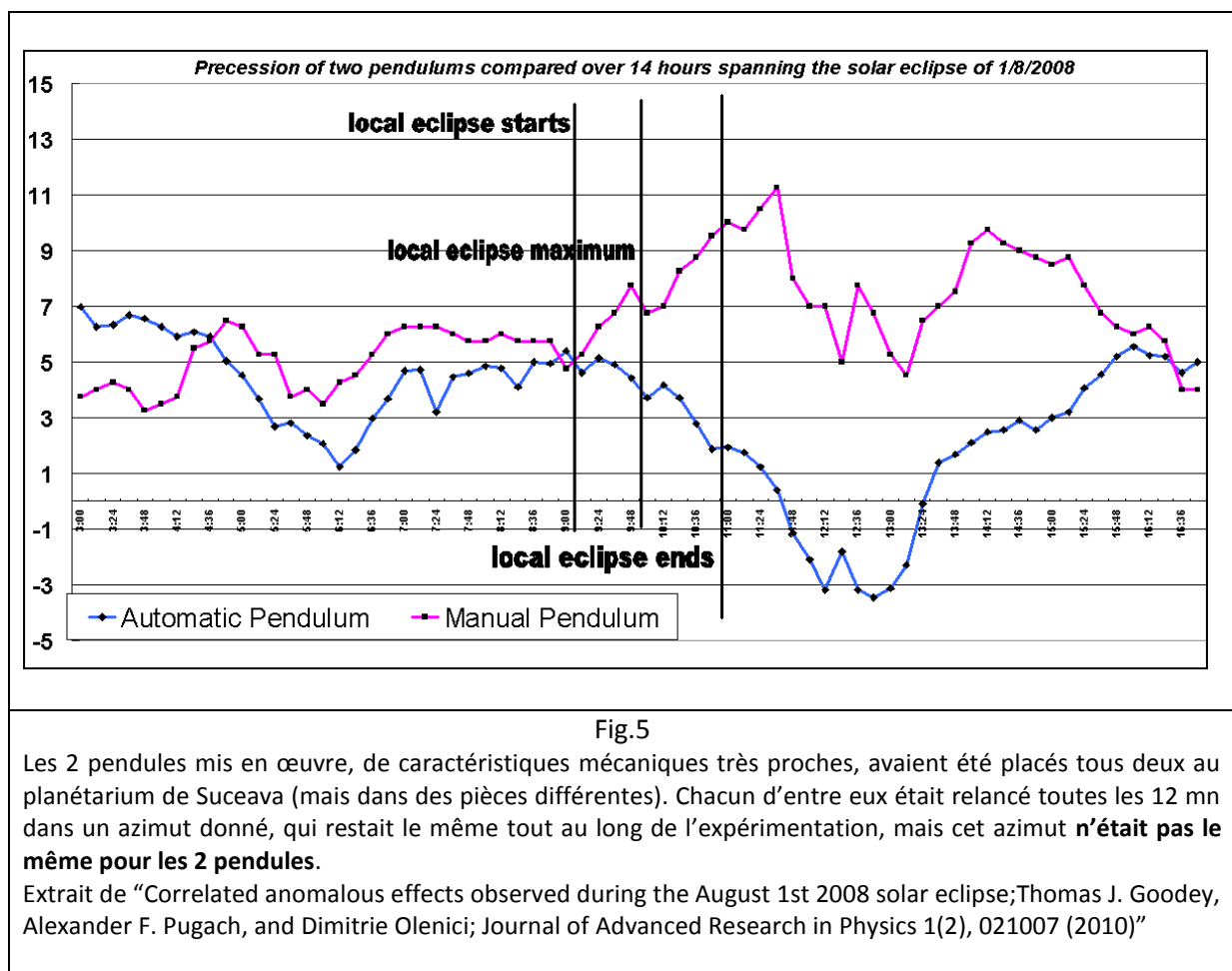
- S'ils sont assurément très loin d'avoir eu à ce jour la suite qu'ils auraient méritée, les travaux de Maurice Allais n'ont pas été pour autant oubliés, et sont l'objet d'un regain d'intérêt depuis une dizaine d'années.

Certains scientifiques utilisent le suivi de la précession d'un pendule de Foucault comme outil de recherche de phénomènes gravitationnels anormaux à l'occasion d'éclipses (fig. 5 par exemple), et l'existence de tels phénomènes (qui ont d'ailleurs été appelés « l'effet Allais ») peut aujourd'hui être considérée comme confirmée. Il semble bien en outre qu'on les retrouve aussi dans des alignements de planètes (les éclipses ne sont qu'un alignement de corps célestes particulier).

A noter que d'autres anomalies ont été signalées à l'occasion d'éclipses (variations de la période d'un pendule de torsion, variations de la mesure de g par certains types de gravimètres, modification de la fréquence d'horloges atomiques...)

Par ailleurs la seule campagne d'observations de longue durée qui ait été menée à ce jour (grâce à l'utilisation d'un pendule automatisé) a apparemment permis de retrouver les composantes périodiques lunaires identifiées par Maurice Allais.

A ce jour aucune explication conventionnelle de tous ces phénomènes n'a toujours pu être donnée.



- **L'anisotropie de l'espace mécanique** découverte par Maurice Allais pourrait bien jouer un rôle dans ce qui est l'un des problèmes les plus irritants du moment : l'impossibilité de connaître à mieux que 10^{-4} près la valeur de la constante de gravitation G (les fourchettes d'incertitude associées aux différentes méthodes de mesure ne se recoupent pas).

La construction d'une théorie unitaire de la physique: et si une voie nouvelle avait été ouverte ?

- Les travaux de Maurice Allais, qui aboutissent au constat que l'espace est anisotrope tant dans le domaine de l'optique que dans celui de la mécanique (les anisotropies relevées étant liées à des phénomènes astronomiques), et qui font de plus apparaître des connexions entre ces deux domaines, s'inscrivent assurément dans cette construction.

De toute façon une théorie ayant l'ambition d'être unitaire devra pouvoir rendre compte des phénomènes qu'il a découverts- et de tous ceux qui restent à découvrir en poursuivant ses travaux.

Il est en effet certain que des enseignements extraordinairement précieux seraient à tirer d'un suivi continu, au moyen de pendules appropriés, de la « direction d'anisotropie de l'espace », sur plusieurs années et en différents lieux, surtout si ce suivi était doublé d'observations optiques.

Les technologies aujourd'hui disponibles autorisent la conduite de telles expérimentations de façon largement automatisée

- Depuis des décennies la construction d'une théorie unitaire- du moins est-ce ainsi que cela est présenté- est axée sur la recherche d'une théorie englobant à la fois la mécanique quantique et la théorie de la relativité (théories dont l'intérêt empirique actuel est assurément tout à fait certain), et c'est dans ce cadre qu'un certain nombre de théories ont été proposées, les plus connues étant celles qui font intervenir la notion mathématique de cordes.

Bien qu'ayant mobilisé des centaines de chercheurs parmi les plus brillants de la planète, cette démarche semble bien aujourd'hui avoir conduit à une impasse : on pourra par exemple lire sur ce sujet le remarquable ouvrage de Lee Smolin, « Rien ne va plus en physique ; l'échec de la théorie des cordes ».

En effet, pour qu'une théorie nouvelle soit validée, on doit en revenir à l'expérience: il faut bien sûr qu'elle soit compatible avec tous les faits expérimentaux connus, mais il faut en outre qu'elle fournisse au moins une prédiction nouvelle concernant une expérience non encore réalisée, ou l'explication d'un fait expérimental non explicable par les théories en vigueur, et cela n'a à ce jour été le cas pour aucune des théories proposées.

Dans ce contexte on ne peut évidemment que souhaiter que les travaux de Maurice Allais soient poursuivis en y consacrant enfin des moyens appropriés. Si les expérimentations à conduire, qui pour apporter significativement des données nouvelles devraient pouvoir s'étaler sur plusieurs années et être conduites en plusieurs lieux, sont assurément exigeantes en compétence, capacité d'organisation et motivation, ces moyens demeurent en regard de leur enjeu modestes, et technologiquement très accessibles : nulle nécessité de créer les conditions extrêmes que l'on trouve dans un cyclotron, ou de pouvoir observer finement ce qui se passe dans de lointaines galaxies.