

IV

DEUX EXPERIENCES ANTERIEURES TRES SIGNIFICATIVES

*La véritable réalité physique ne réside que dans
l'ensemble des résultats expérimentaux.*

Louis de Broglie *

A

LES OBSERVATIONS D'ESCLANGON ET DE MILLER

1- Les anomalies du pendule paraconique et les anomalies optiques des visées sur mires que j'ai mises en évidence *ne sont pas des anomalies isolées*. Dans le dernier siècle de nombreuses anomalies ont été mises en évidence par les expérimentateurs.

Dans mon Mémoire de 1958 *"Doit-on Reconsidérer les Lois de la Gravitation ?"*, j'en ai donné de nombreux exemples. Ce sont essentiellement les anomalies constatées dans l'expérience classique de Foucault, les anomalies constatées en Mécanique, les anomalies constatées dans certains phénomènes optiques et électromagnétiques. J'ai accompagné cette présentation relativement détaillée d'une analyse de la précision avec laquelle les lois de la gravitation sont vérifiées ainsi que d'un commentaire général sur la signification des anomalies trouvées.

Au regard de la conception générale du présent ouvrage je ne puis que renvoyer ici à mon analyse de 1958 ¹. Je me bornerai simplement à en rappeler les conclusions essentielles :

"De l'examen des anomalies constatées 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.

 (*) Louis de Broglie, 1953, *La Physique quantique restera-t-elle indéterministe ?*, Gauthier-Villars, p. 96.

(1) p. 99-103.

"Il est temps en fait de repenser tous ces phénomènes...."

"L'examen approfondi sur le plan expérimental et théorique de toutes les anomalies constatées 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".

2- En fait, il y a dans la littérature deux séries de travaux d'une importance capitale qu'il me paraît absolument nécessaire d'analyser ici au moins brièvement au regard de la conception générale du présent ouvrage : - les expériences d'Esclangon sur l'anisotropie de l'espace, 1927-1928 ; - les expériences de Miller, 1925-1926. Tout particulièrement les observations de Miller me paraissent présenter *un intérêt majeur, tout à fait exceptionnel.*

Ces deux séries d'expériences d'Esclangon et de Miller ont été méconnues ou rejetées en raison d'idées préconçues et comme en contradiction avec les "vérités établies" ².

(2) Cependant tous ceux qui ont méconnu ou rejeté comme non valables les observations d'Esclangon et les observations de Miller au nom de leurs convictions et des "vérités établies" devraient bien méditer l'épigraphie placée en tête de ce Chapitre, p. 373.

B

LES OBSERVATIONS OPTIQUES D'ERNEST ESCLANGON
1927-1928

1.- Les recherches d'Esclangon sur l'anisotropie de l'espace 1926-1928

De 1926 à 1928 Ernest Esclangon a publié différentes analyses sur ses recherches réalisées à l'Observatoire de Strasbourg *dans le but de mettre en évidence le mouvement absolu de la Terre par les dissymétries mécaniques et optiques apparentes de l'espace* ¹.

La dissymétrie de l'espace sidéral et le phénomène des marées

1 - Dans sa *Note du 12 juillet 1926* Esclangon donne les résultats de son analyse de 166.500 observations horaires des marées faites à Pola dans l'Adriatique du 1er janvier 1898 au 31 décembre 1916, soit durant 19 ans. Cette analyse met en évidence *une dissymétrie de l'espace sidéral*, étrangère à l'action lunisolaire, correspondant à *une onde sidérale diurne* d'une amplitude d'environ $14,4 \cdot 10^{-6}$ radians.

(1) Ernest Esclangon : - 12 avril 1926, *Sur la dissymétrie mécanique et optique de l'espace en rapport avec le mouvement absolu de la Terre*, CRAS, 1926, 1er semestre, T. 182, p. 921-923 ; - 12 juillet 1926, *La dissymétrie de l'espace sidéral et le phénomène des marées*, CRAS, 1926, 2ème semestre, T. 183, n° 2, p. 116-118 ; - 27 décembre 1927, *Sur la dissymétrie optique de l'espace et les lois de la réflexion*, CRAS, 1927, 2ème semestre, T. 185, n° 26, p. 1593-1595 ; - 15 avril 1928, *Sur l'existence d'une dissymétrie optique de l'Espace*, Journal des Observateurs, Vol. XI, N° 4, p. 49-63.

Sur l'existence d'une dissymétrie optique de l'espace

2- Dans sa *Note du 27 décembre 1927* Esclangon met en évidence l'existence d'une "*dissymétrie optique de l'espace*". Il en a publié, le 15 avril 1928, dans le *Journal des Observateurs*, un exposé détaillé en y joignant un Tableau de ses observations ².

Le dispositif expérimental repose sur la visée *par autocollimation du fil horizontal* d'une lunette astronomique (altazimut de l'Observatoire de Strasbourg) et de son image réfléchi sur des miroirs ³. Des séries d'observations sont effectuées alternativement dans les positions *nord-ouest et nord-est*.

Du 25 février 1927 au 4 janvier 1928, 40 000 pointés ont été effectués au cours de 150 séries d'observations *de jour et de nuit*.

(2) p. 54-57. Les différences observées (dénotées c - c') sont données en dix-millièmes de minute d'arc en fonction du temps sidéral et du temps de Greenwich, avec l'indication des nombres de pointés et des températures.

Un dix-millième de minute d'arc représente $60/10.000 = 0,006$ seconde sexagésimale et $0,0291 \cdot 10^{-6}$ radian. Une seconde sexagésimale représente 166,7 dix-millièmes de minute d'arc et $4,848 \cdot 10^{-6}$ radian [$\pi / (180.3600)$].

(3) Il y a une *connexion évidente* entre ce processus expérimental et les déviations des visées optiques sur mires que j'ai mises en évidence (*Chapitre III* ci-dessus). Mais les déviations observées par Esclangon sont *verticales* alors que celles que j'ai observées le sont en *azimuts*.

2.- L'analyse des observations optiques d'Esclangon de 1927-1928

On constate une *différence systématique* entre les lectures nord-ouest et nord-est, *différence qui dépend uniquement de l'heure sidérale moyenne de la séance d'observations*, et qui peut se représenter par une fluctuation sinusoidale dont la période est de 24 h. sidérales ¹. Par contre, ordonnées suivant le temps solaire moyen, les observations se dispersent sans ordre apparent, sans correspondre à aucune courbe en dehors de l'axe qui représente leur moyenne ².

Les *Graphiques I* ci-contre reproduisent les deux représentations des différences observées en temps sidéral et en temps solaire moyen telles qu'elles ont été publiées par Esclangon dans le Journal des Observateurs de 1928 ³. En secondes sexagésimales les différences observées varient entre - 0",08 et + 0",08, vers 2 h. 30 mn et 14 h. 30 mn sidérales. Elles s'annulent aux environs de 8 h. 30 mn et 20 h. 30 mn.

(1) Je rappelle que l'année sidérale est plus courte d'un jour solaire que l'année solaire. Le jour sidéral est plus court, d'environ 4 minutes, que le jour solaire, et le mois sidéral est plus court, d'environ 2 heures, que le mois solaire.

Au cours d'un seul mois la périodicité diurne sidérale est *indiscernable* de la périodicité diurne solaire. Ces deux périodicités ne peuvent être discernées qu'au cours d'une année.

A tout instant les étoiles fixes se trouvent dans les mêmes azimuts du lieu d'observation que 24 heures sidérales auparavant. Après 24 heures civiles c'est le Soleil qui se trouve dans le même azimut.

(2) C'est exactement ce qu'a constaté Miller dans l'analyse de ses quatre séries d'observations de 1925-1926 (voir ci-dessous § D.1, p. 392-393).

(3) p. 52. Les graphiques d'Esclangon ont été reproduits par photocopie sur le *Graphique I* ci-dessous.

Le *Graphique II* représente les moyennes des différences observées $c - c'$ pour chaque heure sidérale au cours de l'année ainsi que la sinusoïde d'ajustement ⁴. L'amplitude $2r$ de la sinusoïde d'ajustement est d'environ 12 dix-millièmes de minute d'arc, soit d'environ 0,072 seconde sexagésimale (ou encore de $0,35 \cdot 10^{-6}$ radians). L'ordonnée de la sinusoïde d'ajustement s'annule à environ 8 h. 30 mn et 20 h. 30 mn. Le coefficient de corrélation est de 0,925. *Cet ajustement n'a pas été calculé par Esclangon.*

Les observations d'Esclangon mettent ainsi en évidence *une anisotropie optique de l'espace en temps sidéral* ^{5, 6}.

(4) Ces moyennes ont été calculées par moi d'après le *Tableau* des différences $c-c'$ d'Esclangon (note 2 ci-dessus, p. 377).

(5) Les observations d'Esclangon présentent en outre *une périodicité semi-annuelle* dont le minimum correspond au 25 mars au voisinage de l'équinoxe de printemps (voir ci-dessous *Chapitre V*, § C.2, p. 450-451).

(6) Alors que les observations de Strasbourg donnaient des déviations de l'ordre de trois centièmes de secondes sexagésimales, de nouvelles expériences réalisées par Esclangon à l'Observatoire de Paris pendant 18 mois à partir de 1932 n'ont donné aucune variation des déviations, "*du moins jusqu'à l'ordre de 0''001 près*".

(Esclangon, *Recherches expérimentales sur la dissymétrie optique de l'espace*, C.R.A.S., 1^{er} avril 1935, p. 1165-1168).

En fait, les variations des déviations trouvées étaient environ cent fois plus petites que celles trouvées à Strasbourg. Toutefois le dispositif expérimental utilisé à Paris était *entièrement différent* de celui utilisé à Strasbourg et les déviations mesurées étaient *en azimuts, et non verticalement* comme à Strasbourg.

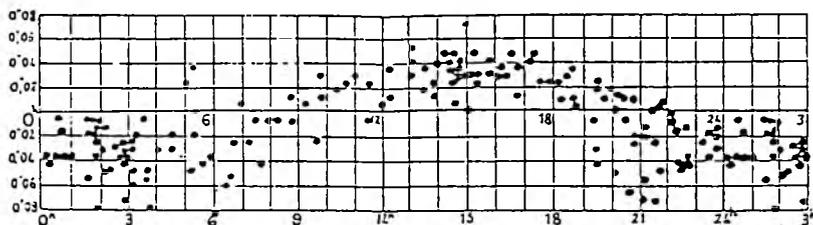
Graphiques I

EXPERIENCES D'ESCLANGON
SUR LA DISSYMETRIE OPTIQUE DE L'ESPACEValeurs de $c - c'$

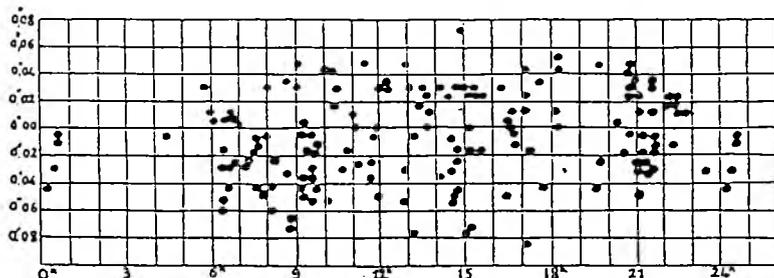
en secondes sexagésimales

Observations journalières de 0 à 24 h.

25 février 1927 - 4 janvier 1928



Temps sidéral



Temps solaire moyen

Légende : Les valeurs de $c - c'$ indiquées par Esclangon dans le Tableau du *Journal des Observateurs*, p. 54-57, le sont en dix-millièmes de minute d'arc (*Graphique II* ci-dessous). Un dix-millième de minute d'arc est égal à 0,006 secondes sexagésimales.

L'ordre de grandeur en valeur absolue des déviations $c - c'$ est d'environ trois centièmes de secondes sexagésimales.

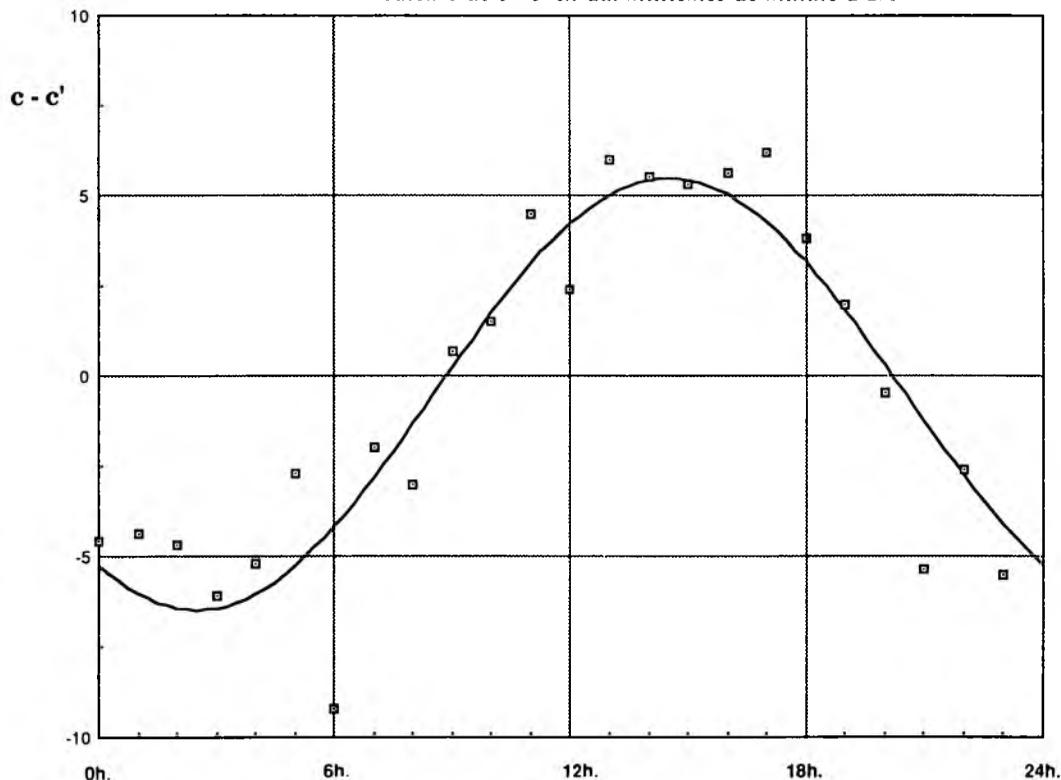
Source : Ernest Esclangon, 15 avril 1928, *Sur l'Existence d'une Dissymétrie Optique de l'Espace*, *Journal des Observateurs*, Vol. XI, n° 4, p. 52.

EXPERIENCES D'ESCLANGON SUR LA DISSYMETRIE DE L'ESPACE

Observations moyennes journalières de 0 à 24 h. en temps sidéral

25 février 1927 - 4 janvier 1928

valeurs de $c - c'$ en dix-millièmes de minute d'arc



Légende : sinusoïde d'ajustement : $\Sigma = 4,57$; $R = 0,925$, $1-R^2 = 0,145$; $m = -0,51$; $r = 5,98$; $\sigma = 1,74$; heures du minimum et du maximum : 2h.30 mn et 14h.30 mn ; heures pour lesquelles la valeur moyenne est nulle : 8h. 30 mn et 20h. 30mn (voir la Légende du Graphique I ci-dessus et la Légende du Graphique XXVII du § C.3 du Chapitre I, p.158)

Sources : Calcul 718 (6 novembre 1995) et Graphique 13575 ; et Esclangon, 1928, id., p. 54-57.

C

**LES OBSERVATIONS INTERFEROMETRIQUES DE DAYTON C. MILLER
DE 1925 - 1926**

1.- Les expériences et analyses de Dayton C. Miller, 1925-1933

A la suite des expériences interférométriques de Michelson à Berlin, 1878-1881, de Michelson et Morley à Cleveland, 1887 ¹, de Morley et Miller à Cleveland, 1902-1906, de Miller au Mont Wilson, 1921, de Miller à Cleveland, 1922-1924, Miller entreprit en 1925-1926, au Mont Wilson, une suite de *quatre séries d'observations continues*, chacune d'environ une semaine, *au cours de quatre mois différents* ².

(1) Michelson : 1881, *The relative motion of the earth and the luminiferous aether*, The American Journal of Science : Third Series, Vol. XXII, 1881, Art. XXI, p. 120-129.

Michelson et Morley : 1887, *On the relative motion of the earth and the luminiferous aether*, The American Journal of Science : Third Series, Vol. XXIV, N° 203, 1887, Art. XXXVI, p. 333-345.

Sur ces expériences, sur celles qui les ont précédées et celles qui les ont suivies, voir notamment :

- M. Mascart, 1872-1874, *Sur les modifications qu'éprouve la lumière par suite du mouvement de la source lumineuse et du mouvement de l'observateur*, Annales de l'Ecole Normale Supérieure, 1872, p. 157-214 ; et 1874, p. 363-420 ;

- Oliver Lodge, 1893, *Aberration Problems. A Discussion concerning the Motion of the Ether near the Earth, and concerning the connection between Ether and Gross Matter ; with some new Experiments*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 1894, Vol. 184, p. 727-806 ;

- Augustin Sesmat, 1937, *L'Optique des Corps en Mouvement*, Hermann, Paris.

(2) Miller : 28 avril 1925, *The Ether-Drift Experiments at Mount Wilson*, Proceedings, National Academy of Sciences, Vol. II, 1925, p. 306-314 ; - Miller : 1926, *Significance of the Ether-Drift Experiments of 1925 at Mount Wilson*, Science, Vol. LXIII, April 1926, N° 1635, p. 433-443 ; - Conference on the Michelson-Morley Experiment : 4-5 Février 1927, *The Astrophysical Journal*, Vol. LXVIII, December 1928, p. 341-402, (Comptes-rendus d'une Conférence tenue au Mont Wilson en 1927), l'exposé de Miller est présenté p. 352-367 ; - Miller : 1933, *The Ether-Drift Experiment and the Determination of the Absolute Motion of the Earth*, Reviews of Modern Physics, Vol. 5, July 1933, Number 3, p. 203-242. Ce dernier mémoire est *tout à fait fondamental*.

Au regard des observations antérieures, le but de ces expériences était de déterminer s'il était effectivement possible de déceler le mouvement absolu de la Terre par rapport à l'éther en mesurant sa vitesse par l'interféromètre ³.

Bien que d'une importance capitale, la validité des observations de Miller a été niée ou négligée, ou même totalement méconnue, par la presque totalité des commentateurs, en raison notamment de l'emprise absolue qu'a prise la Théorie de la Relativité dans le monde des physiciens ⁴.

En fait, il est hors de doute que si la validité des observations de Miller était reconnue, la Théorie de la Relativité dans sa forme actuelle devrait être pour le moins profondément révisée, car son fondement initial a été précisément de donner une explication à l'absence prétendue de tout résultat positif dans les expériences de Michelson ^{5, 6}.

(3) Sur sa motivation Miller écrit (Miller 1933, id., p. 217) :

"The Theory of Relativity had its inception at this time when Einstein published his paper entitled Zur elektrodynamik bewegter Körper, in November 1905, and was elaborately developed in succeeding years ... Since the Theory of Relativity postulates an exact null effect from the ether-drift experiment which had never been obtained in fact, the writer felt impelled to repeat the experiment in order to secure a definitive result".

(4) La valeur scientifique de Miller (1866-1941) était cependant indiscutable. Miller était une personnalité scientifique de premier plan. Membre de l'Académie des Sciences des Etats-Unis en 1921, il a été président de la Société Américaine de Physique en 1925.

(5) Dans son ouvrage de 1922 sur "Les Axiomes de la Mécanique" (Gauthier-Villars, 1955, p. 102), Painlevé écrit :

"Que les formules (de la théorie de la relativité déduites de la transformation de Lorentz-Einstein) et les hypothèses qu'elles traduisent rendent compte de l'expérience de Michelson, la chose est certaine d'avance, puisque c'est cette expérience qui les a suscitées".

Sur la transformation de Lorentz-Einstein voir Painlevé (1922, id., p. 100-102), et Albert Einstein, 1905, *Zur Elektrodynamik bewegter Körper*, *Annalen der Physik*, 49, p. 465 ; traduction française : *Sur l'Electrodynamique des Corps en Mouvement*, Gauthier-Villars, 1925, p. 12-26 ; les notes (1), p. 2 et 17 de la traduction française, qui se rapportent aux travaux de Lorentz ne figuraient pas dans la publication allemande originale. Voir également le *Chapitre VII* ci-dessous, § A.6, p. 569-572.

(6) Sur la Théorie de la Relativité, voir le *Chapitre VII* ci-dessous, p. 547-616.

L'exposé qui suit distinguera soigneusement le dispositif expérimental de Miller, les faits *indiscutables* qu'il a mis en évidence, et la théorie qu'il a appliquée pour analyser ses observations ⁷.

Pour l'essentiel cet exposé se limitera à l'analyse des observations de Miller ⁸.

(7) La théorie de Miller et son application par lui ne peuvent que susciter de très fortes réserves (voir ci-dessous § F.1, p. 417-419).

(8) Dans le *Chapitre IV* du *Deuxième Volume* de cet ouvrage je présenterai une analyse de la détermination de la projection horizontale de la vitesse de la Terre (*Section B*), une analyse critique de la théorie de Miller et de son interprétation de ses observations (*Section C*), et enfin l'analyse des implications de deux hypothèses : une anisotropie de l'espace et une vitesse cosmique de la Terre vers la Constellation d'Hercule (*Section D*) (Voir le *Sommaire* ci-dessus, p. 29).

2. - Le processus expérimental de Miller

Les expériences du Mont Wilson ont été effectuées dans un local de l'Observatoire du Mont Wilson, à 1750 mètres d'altitude, dont la latitude est de 34° 13'.

Le principe des expériences de Miller est le même que celui des célèbres expériences de Michelson. A partir des déplacements des franges observées dans la rotation du bras de l'interféromètre on peut déduire le carré v^2/c^2 du rapport à la vitesse c de la lumière de la vitesse v de la Terre par rapport à l'éther ¹. *En fait, ce que mesure l'interféromètre, c'est la différence de vitesse v de la lumière pour deux directions rectangulaires.*

Par rapport aux expériences qui l'ont précédé, le processus expérimental de Miller présente trois nouveautés essentielles :

- 1 - Le parcours de chaque rayon lumineux a été porté à 64 mètres, de sorte que le déplacement des franges est rendu 27 fois plus grand que dans la première expérience de 1881 de Michelson et environ trois fois plus grand que dans l'expérience de 1887 de Michelson et Morley ² ;
- 2 - Les observations ont été effectuées *de manière continue dans tous les azimuts à tout instant, de jour et de nuit* ;
- 3 - *Quatre séries d'observations continues de six ou huit jours* ³ ont été effectuées à quatre époques différentes.

Au total, Miller a effectué avec l'interféromètre 6400 tours d'horizon comportant 200 000 lectures ⁴.

(1) On a (Miller, 1933, id., p. 227)

$$d = 2D (v^2/c^2)$$

$$v = (d c^2 / 2D)^{1/2}$$

où d est le déplacement maximum des franges observé dans l'azimut A au cours d'une rotation de 180° de l'interféromètre, et D la longueur du bras de l'interféromètre.

Sur un exposé d'ensemble de l'expérience de Michelson voir notamment : Augustin Sesmat, 1937, id., p. 77-129.

(2) Note (2) du § C.1 ci-dessus, p. 382.

(3) Miller, 1933, id., p. 213.

(4) Miller, 1933, id., p. 228.

3.- *Les observations de Miller*

La présentation des observations

1- Miller n'a pas publié le détail de ses observations, mais *l'essentiel* de toutes ses observations originales est présenté sous la forme de huit Graphiques très clairs, *quatre pour les azimuts et quatre pour les vitesses en fonction du temps sidéral* ¹. J'en donne la représentation ci-contre (*Graphiques III et IV*). Ces Graphiques représentent à la fois les observations et leurs moyennes mobiles.

Ces huit courbes représentatives des vitesses et des azimuts représentent *la synthèse de toutes les observations effectuées*. Ce sont les données à partir desquelles sont déduites *toutes* les estimations de Miller.

En outre, et pour faciliter les comparaisons, je reproduis également les Graphiques représentatifs des azimuts *en fonction du temps civil* (*Graphiques V*) ².

Les déviations moyennes \bar{A}

2- Miller a constaté que dans une période d'observations d'environ une semaine la direction moyenne correspondant à un déplacement maximum des franges *oscillait au cours de 24 heures autour d'une position moyenne \bar{A} non nulle et différente suivant les quatre périodes considérées* (*Graphiques V*).

(1) Miller, 1933, id., p. 229.

Ces Graphiques peuvent être agrandis photographiquement et exploités facilement. Je reproduis ces agrandissements dans le *Chapitre IV (Section A)* du *Deuxième Volume* de cet ouvrage (p. 29 ci-dessus).

Sur ces Graphiques Miller a indiqué les moyennes mobiles des observations déterminant ainsi vingt observations moyennes par jour (1933, id., p. 228).

(2) Miller, 1933, id., p. 234.

Les directions moyennes \bar{A} observées dans les quatre périodes considérées (de 6 ou 8 jours) sont les suivantes d'après Miller en prenant le Nord comme origine des angles et le sens de l'ouest vers l'est à partir du nord comme sens positif³ : - 1er avril 1925, $\bar{A} = + 40^\circ$; - 1er août 1925, $\bar{A} = + 10^\circ$; - 15 septembre 1925, $\bar{A} = + 55^\circ$; - 8 février 1926, $\bar{A} = - 10^\circ$ ⁴.

 (3) Miller, 1933, id., p. 235, et *Graphiques V* ci-dessous.

Les angles \bar{A} sont ainsi comptés en degrés positivement à partir du Nord dans le sens rétrograde.

(4) *Mes propres estimations* déduites des moyennes $(A_M + A_m)/2$ des valeurs maximales A_M et minimales A_m de l'azimut A , relevées sur les *Graphiques de Miller (Graphiques III et IV ci-dessous)* sont les suivantes : 40° ; $12,5^\circ$; 55° ; et $- 12,5^\circ$ (*Chapitre V, § D.2, Tableau II, p. 454*).

Graphiques III

**OBSERVATIONS INTERFEROMETRIQUES DE MILLER
MOYENNES DES OBSERVATIONS JOURNALIERES**

Vitesses en km par seconde

Azimuths en degrés en fonction du temps sidéral θ

mesurés positivement à partir du Nord dans le sens rétrograde

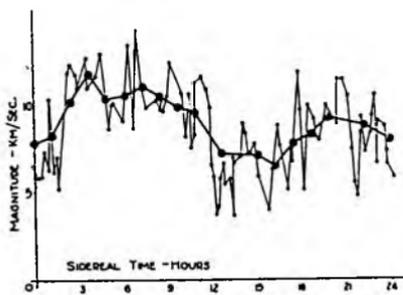
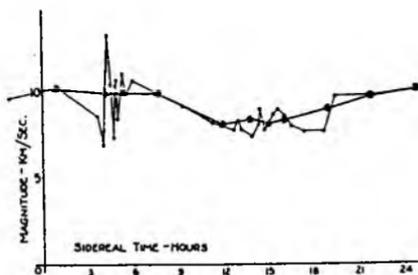
Moyennes sur 6 ou 10 jours d'observations

1er avril 1925

1er août 1925

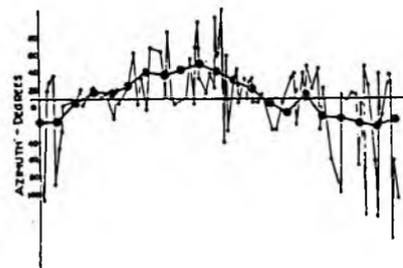
Vitesse

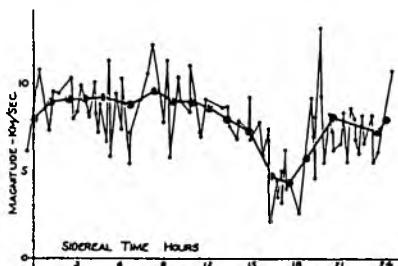
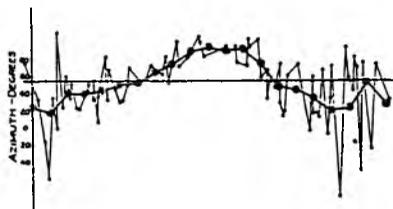
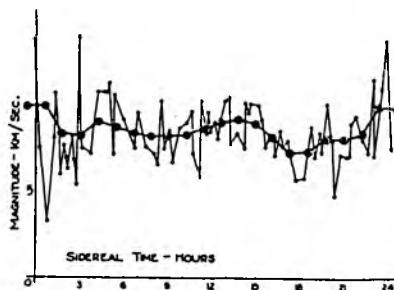
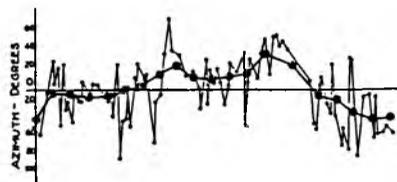
Vitesse



Azimet

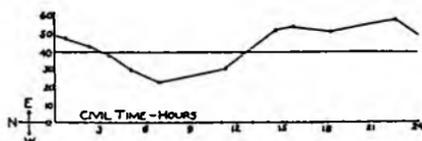
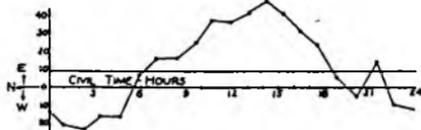
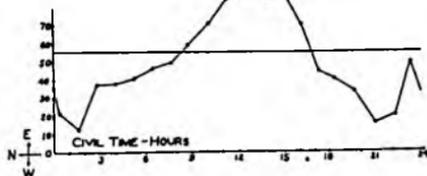
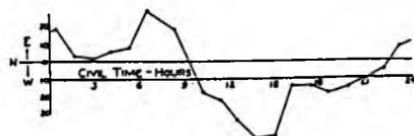
Azimet



*Graphiques IV**15 septembre 1925**Vitesse**Azimut**8 février 1926**Vitesse**Azimut*

Graphiques V

**OBSERVATIONS INTERFEROMETRIQUES DE MILLER
REPRESENTATION DES MOYENNES MOBILES DES AZIMUTS
EN TEMPS CIVIL**

1er avril 1925*azimut moyen : 40° est**1er août 1925**azimut moyen : 10° est**15 septembre 1925**azimut moyen : 55° est**8 février 1926**azimut moyen : 10° ouest*

4.- *Trois questions fondamentales*

Toute appréciation sur la signification et la portée des observations de Miller se ramène à trois questions fondamentales :

Première Question : Les observations de Miller ¹ résultent-elles de simples perturbations comme la température, ou présentent-elles une cohérence interne très réelle, indépendante de tout effet pervers ?

Deuxième Question : Les observations de Miller permettent-elles de déterminer les variations de la vitesse de la lumière suivant sa direction ?

Troisième Question : Est-il possible de déduire des observations de Miller la position de la Terre sur son orbite ?

(1) *Graphiques III et IV ci-dessus.*

D

**UNE TRES GRANDE COHERENCE
SOUS-JACENTE AUX OBSERVATIONS DE MILLER**

1.- La cohérence des observations en temps sidéral

Si les azimuts A sont portés *en fonction du temps civil* les quatre courbes correspondant aux quatre périodes d'observations ne présentent aucune cohérence (*Graphiques V*).

Par contre, lorsqu'on porte ces observations chaque jour *en fonction du temps sidéral* ¹, une cohérence apparaît dans la confrontation des quatre courbes d'azimuts (*Graphiques III et IV*). Leur moyenne apparaît comme une courbe périodique de période égale à 24 heures sidérales (*Graphique VI* des azimuts) ².

La même régularité en temps sidéral se constate pour les vitesses correspondant aux déplacements des franges d'interférences (*Graphique VI* des vitesses) ^{3, 4}.

Ce sont là des résultats très significatifs. Ils correspondent manifestement à une réalité incontestable, et ils permettraient à eux seuls d'écartier toutes les objections présentées en vue d'enlever toute validité aux observations de Miller ⁵.

(1) Voir la note (1) du § B.2 ci-dessus, p. 378.

Représenter deux courbes journalières en temps sidéral revient à faire glisser relativement ces deux courbes en temps solaire d'une durée en minutes approximativement égale au produit par 4 du nombre de jours qui sépare leurs dates moyennes (24.60 / 365,25 = 3,94).

(2) Miller, 4 et 5 février 1927, *Conference on the Michelson-Morley Experiment, The Astrophysical Journal*, Décembre 1928, p. 362 ; et 1933, id., p. 231.

(3) Ces deux régularités pour les vitesses et les azimuts en temps sidéral ont été soulignées par Miller (notamment, 1933, id., p. 231). Mais il n'a pas calculé les deux courbes moyennes et leurs ajustements diurnes des *Graphiques VI*.

Sur la *Légende des Graphiques VI*, voir la *Légende du Graphique XXVII* du *Chapitre I*, § C.3, p. 158.

(4) Les courbes moyennes des *Graphiques VI* ont été calculées à partir des valeurs relevées de 2 h. en 2 h. des moyennes mobiles de Miller indiquées sur les *Graphiques III et IV*.

(5) Ces régularités en temps sidéral sont tout à fait analogues à celles mises en évidence par Esclangon en 1927 (§ B.2 ci-dessus, p. 381).

Graphiques VI

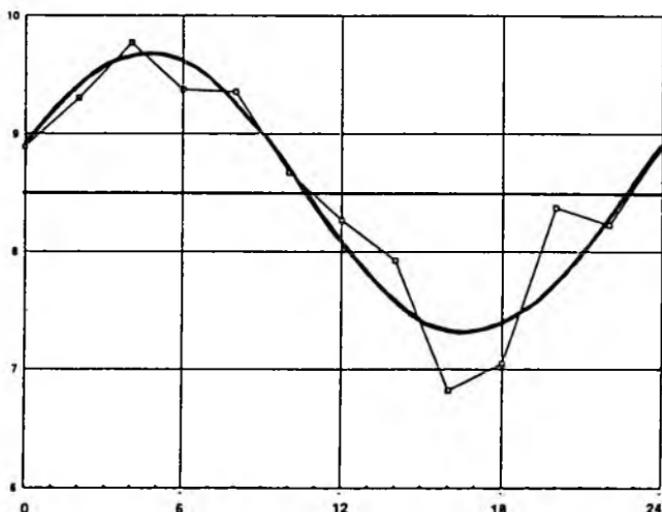
MOYENNES DES COURBES JOURNALIERES
DE VITESSES ET D'AZIMUTS DE MILLER

en temps sidéral

Moyennes : —□—□—

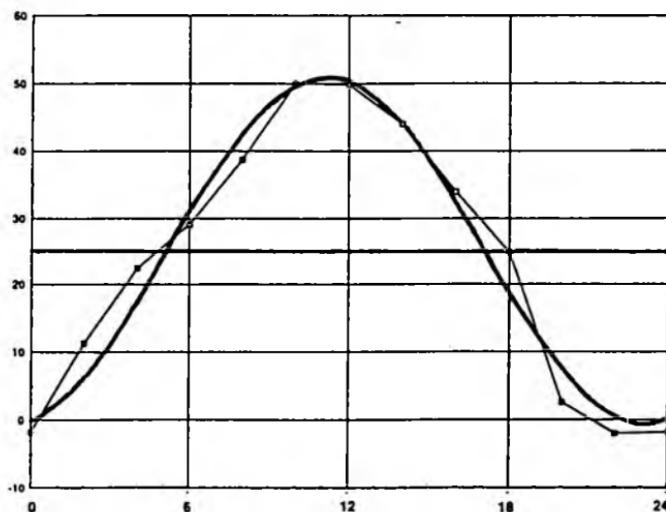
Sinusoïde d'ajustement : —

Vitesses (en km/sec.)



Sinusoïde d'ajustement : (calculée le 4 août 1995) ; $R = 0,945$; moyenne = 8,504 ; demi-amplitude = 1,177 ; heures des intersections avec l'ordonnée moyenne : 10h. 40 mn et 22 h. 40 mn ; heures du maximum et du minimum : 4 h. 40 mn et 16 h. 40 mn
Sources : Calcul 446 ; et Graphique 13526. $\Sigma = 0,853$; $\sigma = 0,279$.

Azimuths (en degrés, comptés positivement à partir du Nord dans le sens rétrograde)



Sinusoïde d'ajustement : (calculée le 4 août 1995) ; $R = 0,985$; moyenne = 25,08 ° ; demi-amplitude = 25,77 ° ; heures des intersections avec l'ordonnée moyenne : 5 h. 7 mn et 17 h. 7 m ; heures du maximum et du minimum : 11 h. 15 mn et 23 h. 15 mn
Sources : Calcul 447 ; et Graphique 13527. $\Sigma = 19,0$; $\sigma = 3,25$.

2.- La correspondance des Graphiques de vitesses et d'azimuts

Sur les *Graphiques III et IV* on constate une correspondance approximative entre les heures des maxima et des minima des vitesses et les heures d'intersection des courbes d'azimuts avec les droites représentatives de leurs ordonnées moyennes ¹.

Cette correspondance est *très marquée* si l'on considère les courbes *moyennes* des vitesses et des azimuts pour les quatre périodes considérées (*Graphiques VI*) ². La sinusoïde d'ajustement des vitesses a son maximum à 4 h. 40 mn et son minimum à 16 h. 40 mn. La sinusoïde d'ajustement des azimuts traverse son ordonnée moyenne à 5 h. 7 mn et à 17 h. 7 mn. *Ces heures se correspondent avec un écart relativement faible de 27 mn* ³.

Il convient de souligner que les courbes de vitesses et d'azimuts des *Graphiques III et IV* de Miller correspondent à trois types très différents de morphologie ⁴. Les courbes du 1^{er} Août et du 15 Septembre sont très analogues, alors que les courbes du 1^{er} Avril et du 8 Février ont une allure différente et qu'elles diffèrent entre elles ⁵. Ces différences correspondent certainement à une réalité sous-jacente.

 (1) Cette correspondance a été soulignée par Miller (notamment : 1933, id., p. 225-226), mais il n'a calculé ni les valeurs moyennes pour les quatre époques ni les ajustements diurnes correspondants.

(2) Ces courbes moyennes, *non calculées par Miller*, ont été établies par mes soins en août 1995 et elles correspondent aux valeurs relevées de 2 h. en 2 h. des moyennes mobiles de Miller, reproduites sur les *Graphiques III et IV*.

Naturellement ces courbes moyennes ne correspondent qu'aux moyennes des observations aux quatre dates de Miller. *Elles ne correspondent pas aux moyennes qui se constateraient si on disposait des données relatives à chacun des mois de l'année.*

(3) Les coefficients de corrélation des données de Miller avec les sinusoïdes d'ajustement (*Graphique VI*) sont respectivement de 0,945 et 0,985. En fait ces deux ajustements sont *très remarquables*.

(4) Notamment quant au nombre de maxima et de minima au cours d'une même période d'observations.

(5) Les quatre périodes d'observation de Miller : 8 Février, 1^{er}Avril, 1^{er}Août, 15 Septembre sont *très inégalement* réparties au cours de l'année. La période du 15 Septembre au 8 Février (près de six mois) ne comporte aucune observation.

Les deux périodes du 1^{er}Avril et du 15 Septembre sont voisines des équinoxes.

3.- Les ajustements diurnes des valeurs journalières des vitesses et des azimuts

Alors que pour l'essentiel l'ensemble de cet ouvrage a été conçu et rédigé de juin à décembre 1995, il m'a paru finalement très souhaitable, en janvier 1996, de compléter cette rédaction par une analyse complémentaire des huit Graphiques fondamentaux des vitesses et des azimuts de Miller. Cette analyse peut en effet contribuer puissamment à l'appréciation de la validité des observations de Miller et à leur interprétation.

Les Graphiques VII et VIII ci-contre représentent les ajustements, avec des sinusoides d'une période de 24 heures, des courbes représentatives en temps sidéral des vitesses et des azimuts de Miller (Graphiques III et IV ci-dessus). Ces ajustements ont été calculés à partir des valeurs relevées d'heure en heure sur les moyennes mobiles calculées par Miller et figurées sur les Graphiques III et IV ci-dessus ¹.

Dans l'ensemble ces ajustements sont très remarquables avec des coefficients de corrélation de 0,361 ; 0,981 ; 0,882 ; et 0,854 pour les vitesses, et de 0,856 ; 0,839 ; 0,970 ; et 0,927 pour les azimuts, pour les quatre périodes centrées sur le 8 février 1926, 1er avril, le 1er août, et le 15 septembre 1925. Seul l'ajustement des vitesses pour le 8 février 1926 est très médiocre, sinon mauvais ². Dans l'ensemble les corrélations sont plus marquées pour les azimuts que pour les vitesses.

L'ensemble des résultats est représenté sur les Tableaux I ci-dessous.

Les valeurs moyennes (\bar{A}) des azimuts sont respectivement - 6,87° ; 41,7° ; 12,1° ; et 53,1° pour le 8 février 1926, le 1^{er} avril, le 1^{er} août, et le 15 septembre 1925 ^{3,4}.

 (1) Alors que sur le Graphique VI établi en août 1995 les valeurs des vitesses et des azimuts n'ont été relevées que de 2 heures en 2 heures.

(2) La qualité moyenne des ajustements pour chaque mois peut se présenter par les coefficients R^* du Tableau I. Pour les quatre périodes ces coefficients sont respectivement : 0,657 ; 0,960 ; 0,927 ; et 0,891 ; et leur moyenne est 0,859.

(3) Les valeurs correspondantes des azimuts moyens indiqués par Miller (Graphiques VI ci-dessus) sont respectivement : - 10° ; 40° ; 10° ; et 55°.

(4) J'indique par (\bar{A}) les valeurs moyennes calculées par les ajustements diurnes des azimuts pour les distinguer des moyennes \bar{A} des valeurs maximales A_M et minimales A_m estimées graphiquement des azimuts A (Chapitre V, § D.2, Tableau II, p. 454). Ces moyennes \bar{A} sont respectivement - 12,5° ; 40° ; 12,5° ; et 55°.

Si on désigne par θ^* le temps sidéral pour lequel la vitesse est minimale et par θ^{**} le temps sidéral pour lequel l'azimut A est égal à sa valeur moyenne (\bar{A}) et pour lequel on a $dA/dt < 0$, on constate que pour les quatre époques ces valeurs sont *très voisines* comme il résulte des indications du troisième des *Tableaux I*. Leurs moyennes sont *pratiquement identiques*.

Tous ces résultats sont *très significatifs* et ils traduisent *des propriétés très remarquables sous-jacentes aux observations de Miller* ⁵.

(5) *Aucun de ces résultats n'a été mis en évidence par Miller.*

Tableaux I**OBSERVATIONS DE MILLER****Ajustements sinusoïdaux avec une période de 24 heures****des Vitesses et des Azimuts****Valeurs horaires en temps sidéral****Vitesses (en km/sec)**

	Σ	R	$1-R^2$	m	r	σ	r/m	r/ Σ	r/ σ
8 février	0,723	0,361	0,869	8,25	0,370	0,674	0,0448	0,512	0,548
1 ^{er} avril	0,736	0,981	0,0377	9,10	1,02	0,143	0,112	1,39	7,14
1 ^{er} août	1,43	0,882	0,223	8,86	1,78	0,672	0,201	1,25	2,64
15 septembre	1,46	0,854	0,271	7,90	1,77	0,762	0,223	1,21	2,32

Références : Calculs 977, 979, 975, et 981 (6-8 février 1996). (Voir la Légende du Graphique XXVII, § C.3, Chapitre I, p. 158).

Azimuts (en degrés)

	Σ	R	$1-R^2$	m	r	σ	r/m	r/ Σ	r/ σ
8 février	20,0	0,856	0,267	-6,87	-24,3	10,4	3,53	-1,21	-2,34
1 ^{er} avril	13,2	0,939	0,118	41,7	17,5	4,52	0,419	1,33	3,87
1 ^{er} août	27,7	0,970	0,0593	12,1	31,2	5,54	2,58	1,12	5,63
15 septembre	23,4	0,927	0,141	53,1	30,7	8,80	0,578	1,31	3,49

Références : Calculs 976, 978, 974, et 980 (6-8 février 1996) ; m = (\bar{A}).

Estimations de θ^* et θ^{} (en heures sidérales)**

	θ^*	θ^{**}	$\theta^{**} - \theta^*$
8 février	17,65	18,56	0,91
1 ^{er} avril	14,55	15,48	0,93
1 ^{er} août	16,50	15,83	-0,67
15 septembre	17,59	17,78	0,19
Moyennes	16,57	16,91	0,34

Qualité moyenne des ajustements

	R^*	$1-R^{*2}$
8 février	0,657	0,568
1 ^{er} avril	0,960	0,078
1 ^{er} août	0,927	0,141
15 septembre	0,891	0,206
Moyennes	0,859	0,248

Légende : θ^* = heure du minimum de la vitesse

θ^{**} = heure de l'égalité $A = m = (\bar{A})$

avec $dA/dt < 0$

Sources : Calculs ci-dessus des vitesses et des azimuts.

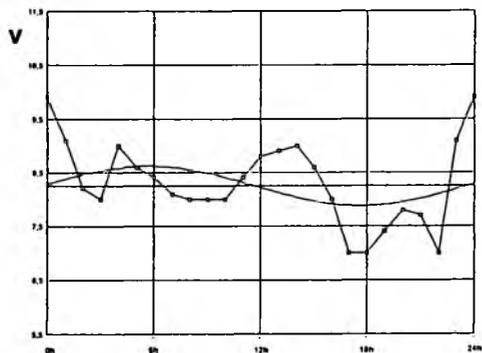
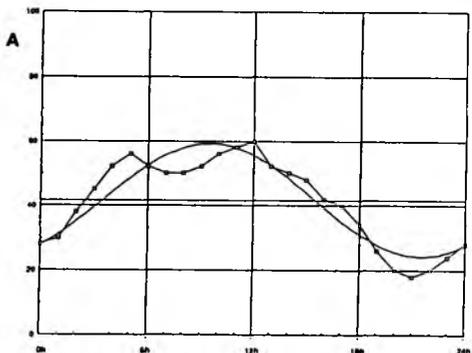
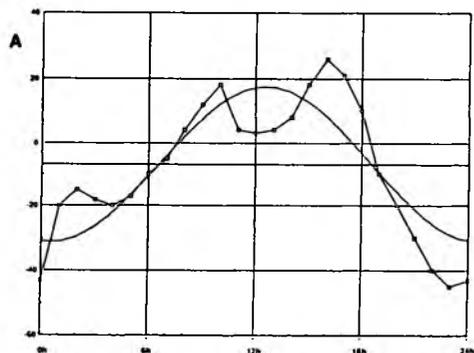
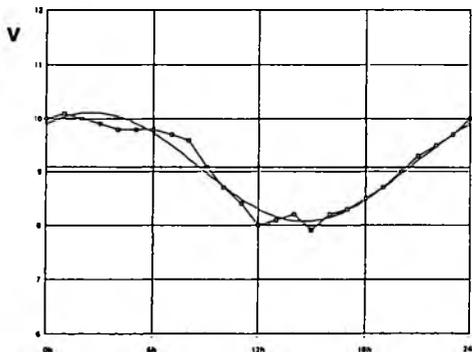
Légende : $R^* = \sqrt{(R_V^2 + R_A^2)} / 2$

Sources : R_V et R_A , valeurs de R pour les vitesses et les azimuts.

Graphiques VII

OBSERVATIONS HORAIRES DE MILLER
COURBES JOURNALIERES DE VITESSES ET D'AZIMUTS
Ajustements diurnes
en temps sidéral

8 février 1926

1^{er} avril 1925

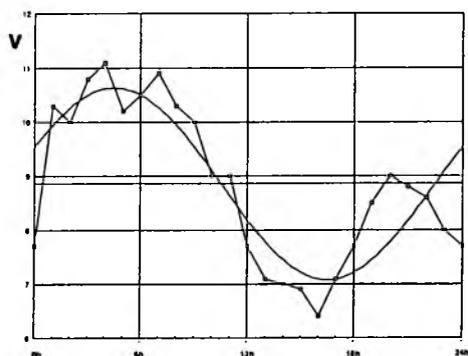
Légende :

valeurs observées : —●—
v = vitesse en km/secsinusoïde d'ajustement avec une période de 24 h. : —
A = azimut en degrés

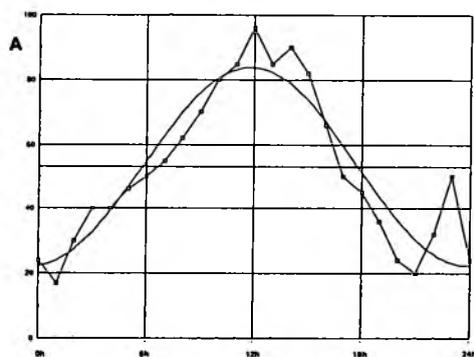
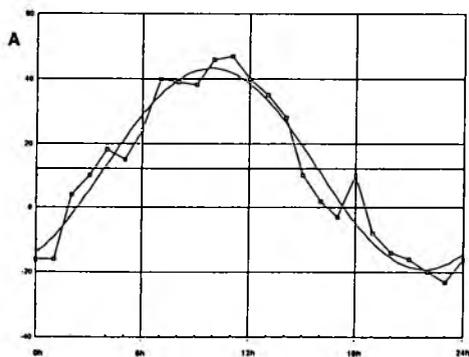
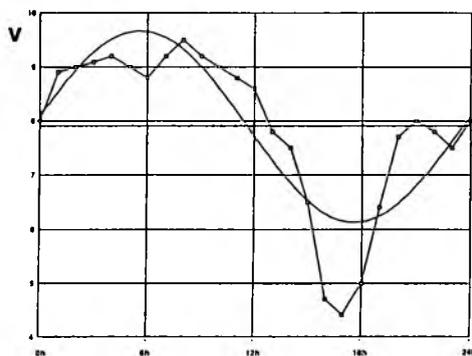
Sources :

Calculs 977, 976, 979, et 978 (7-8 février 1996)
Graphiques 13711*, 13710, 13715, et 13714*

Graphiques VIII

OBSERVATIONS HORAIRES DE MILLER
COURBES JOURNALIERES DE VITESSES ET D'AZIMUTSAjustements diurnes
en temps sidéral1^{er} août 1925

15 septembre 1925



Légende :

valeurs observées : —●—
v = vitesse en km/secsinusoïde d'ajustement avec une période de 24 h. : —
A = azimut en degrés

Sources :

Calculs 975, 974, 981, et 980 (6-7 février 1996)
Graphiques 13707, 13706, 13719, et 13718

4.- Les hodographes des vitesses

Hodographes observés

1- Les *Graphiques IX et X* représentent sur leur partie supérieure les hodographes *observés* des vitesses telles que déduites des observations interférométriques pour les quatre périodes à partir des relevés horaires des vitesses et des azimuts *en temps sidéral* considérés dans le § 3 ci-dessus ¹. Sur chaque Graphique l'azimut moyen (\bar{A}), calculé à partir des valeurs relevées des azimuts (*Tableau I*), est représenté.

Sur le simple vu de ces quatre Graphiques une circonstance *très remarquable* apparaît. C'est que les figures représentatives des hodographes sont dans l'ensemble *approximativement perpendiculaires* aux directions des azimuts moyens (\bar{A}).

Hodographes estimés à partir des ajustements diurnes des vitesses et des azimuts

Sur la partie inférieure des *Graphiques IX et X* j'ai représenté les hodographes *calculés* déduits des ajustements reproduits sur les *Graphiques VII et VIII* ².

On constate que pour les quatre époques les hodographes ainsi estimés sont *presque exactement perpendiculaires* aux directions moyennes (\bar{A}) des azimuts et symétriques par rapport à ces directions. Il y a là une *circonstance encore plus remarquable*.

(1) Pour construire un hodographe on porte la valeur absolue du vecteur vitesse sur la direction correspondant à l'azimut compté positivement à partir du Nord dans le sens rétrograde. L'hodographe correspond à la représentation *en coordonnées polaires* v et A du lieu des extrémités des vecteurs vitesses portés à partir de l'origine.

Sur les graphiques les échelles indiquées d'abscisses et d'ordonnées sont en km/sec.

(2) Les *ajustements* des hodographes sont déterminés en remplaçant les valeurs observées des vitesses et des azimuts par leurs valeurs estimées à partir des ajustements sinusoidaux des *Graphiques VII et VIII*.

En outre pour le 8 février 1926, 1er avril, 1er août, et 15 septembre 1925, *les azimuts A* correspondant aux hodographes calculés ont *leurs valeurs minimales*, en temps sidéral, respectivement à environ 0 h., 22 h., 22 h., et 0 h., *heures très voisines* ³.

Enfin les figures se modifient progressivement d'une époque à l'autre. Elles ont leurs dimensions maximales aux environs du 21 septembre correspondant à l'équinoxe d'automne, et leurs dimensions minimales aux environs du 21 mars correspondant à l'équinoxe de printemps. *Elles dépendent donc de la position de la Terre sur sa trajectoire orbitale.*

Toutes ces propriétés sont très remarquables et elles correspondent incontestablement à une très grande cohérence sous-jacente des observations de Miller ⁴.

(3) Il convient de souligner que les deux dates du 1^{er} avril et du 15 septembre sont *très voisines* des dates des équinoxes des 21 mars et 21 septembre.

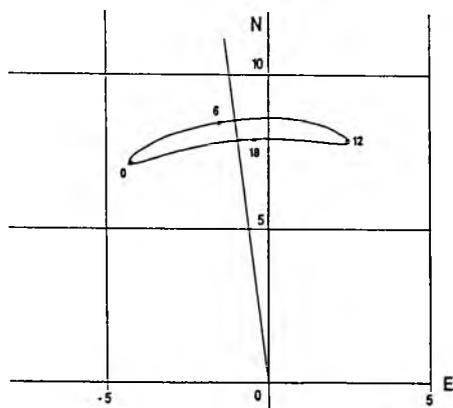
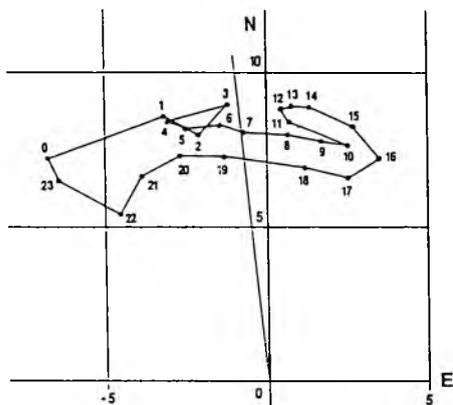
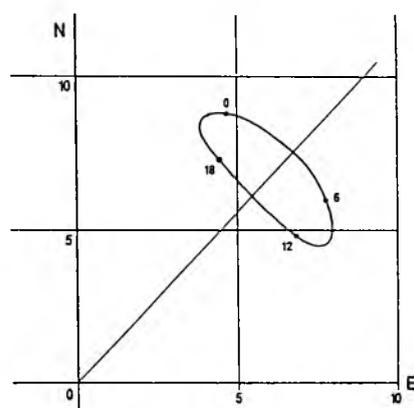
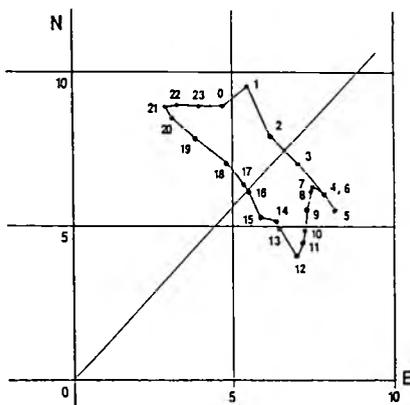
(4) *Toutes ces propriétés, tout à fait essentielles, n'ont pas été aperçues par Miller.*

Graphiques IX

OBSERVATIONS DE MILLER

HODOGRAPHES OBSERVES DES VALEURS HORAIRES
 ET HODOGRAPHES DEDUITS DES AJUSTEMENTS DIURNES
 DES VITESSES ET DES AZIMUTS
 (d'après les Graphiques VII)

8 février 1926

 $(\bar{A}) = -6,87^\circ$ 1^{er} avril 1925 $(\bar{A}) = 41,71^\circ$ 

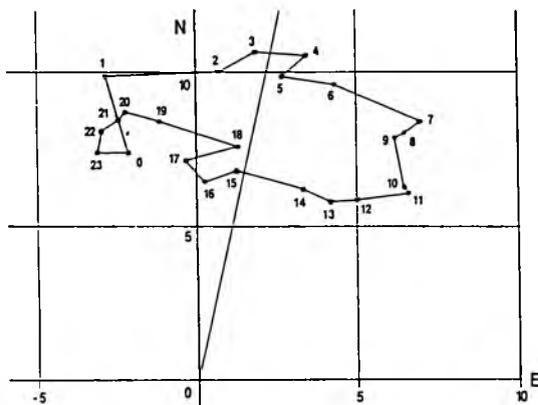
Légende : ●—● valeurs observées ——— valeurs calculées

Sources : Graphiques 13709*, 13712, 13713*, et 13716 (7-8 février 1996)

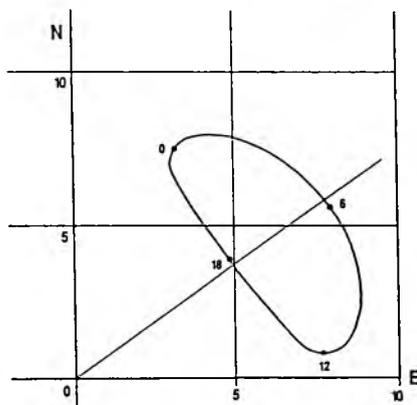
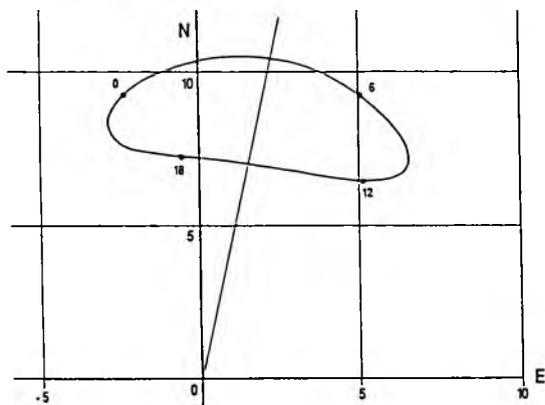
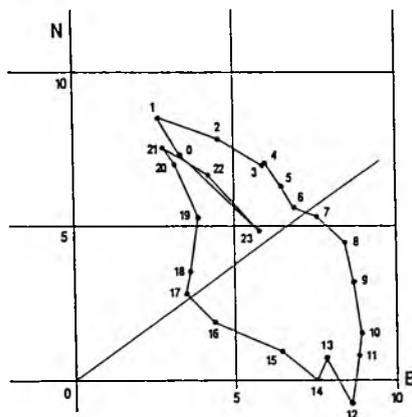
Graphiques X

OBSERVATIONS DE MILLER

HODOGRAPHES OBSERVES DES VALEURS HORAIRES
 ET HODOGRAPHES DEDUITS DES AJUSTEMENTS DIURNES
 DES VITESSES ET DES AZIMUTS
 (d'après les Graphiques VIII)

1^{er} août 1925 $(\bar{A}) = 12,08^\circ$ 

15 septembre 1925

 $(\bar{A}) = 53,12^\circ$ 

Légende : ●—● valeurs observées — valeurs calculées

Sources : Graphiques 13705*, 13708, 13717, et 13720 (6-9 février 1996)

Hodographes estimés à partir des ajustements diurnes des coordonnées cartésiennes du vecteur vitesse (v, A)

3- Les coordonnées cartésiennes x et y du vecteur vitesse \vec{v} de coordonnées polaires v et A déterminées par l'interféromètre ont pour expressions :

$$(1) \quad X = v \cos A \qquad Y = v \sin A$$

Pour chaque période d'observations on peut calculer les ajustements diurnes, avec des sinusoides d'une période de 24 h., des valeurs horaires de X et Y en fonction du temps sidéral, et avec les valeurs estimées X^* et Y^* de X et Y déterminer une nouvelle estimation de l'hodographe. Cet hodographe estimé est une ellipse dont le centre a pour coordonnées les moyennes \bar{X} et \bar{Y} de X et Y 4.

(4) On considère les 24 séries de valeurs de X et Y correspondant aux 24 valeurs horaires du temps sidéral $\theta : 0, 1, \dots, 23$.

Les deux corrélations considérées s'écrivent :

$$(1) \quad X = \alpha \cos \theta + \beta \sin \theta + \gamma + \epsilon_X$$

$$(2) \quad Y = \alpha' \cos \theta + \beta' \sin \theta + \gamma' + \epsilon_Y$$

θ représente l'heure sidérale, exprimée en degrés, égale à la valeur horaire multipliée par 15. Les $\alpha, \beta, \alpha', \beta'$ représentent les coefficients de régression.

Comme les valeurs moyennes de $\cos \theta$ et $\sin \theta$ sont nulles, on a

$$(3) \quad \gamma = \bar{X} \qquad \gamma' = \bar{Y}$$

où \bar{X} et \bar{Y} représentent les valeurs moyennes de X et Y . Les quantités ϵ_X et ϵ_Y représentent les résidus des deux corrélations.

On a naturellement

$$(4) \quad X^* = \alpha \cos \theta + \beta \sin \theta + \gamma$$

$$(5) \quad Y^* = \alpha' \cos \theta + \beta' \sin \theta + \gamma'$$

où X^* et Y^* représentent les valeurs estimées de X et Y .

Les relations linéaires (4) et (5) permettent de déterminer $\cos \theta$ et $\sin \theta$ en fonction linéaire de X^* et Y^* , et en portant ces valeurs de $\cos \theta$ et $\sin \theta$ dans la relation d'identité

$$(6) \quad \cos^2 \theta + \sin^2 \theta = 1$$

on obtient une équation du second degré en X^* et Y^* . Il résulte de là que l'hodographe ainsi estimé est une ellipse dont le centre a pour coordonnées les valeurs moyennes \bar{X} et \bar{Y} de X et Y . L'angle (\bar{A}) joignant l'origine à ce centre a pour expression

$$(7) \quad (\bar{A}) = \arctg \left(\frac{\bar{Y}}{\bar{X}} \right)$$

Les résultats de ces corrélations sont présentés sur le *Tableau II*. Au regard des approximations faites de linéarité ⁵ les coefficients des corrélations multiples sont remarquablement élevés. Leur moyenne générale est égale à $\bar{R} = 0,891$ avec $1 - \bar{R}^2 = 0,206$ ⁶.

Les *Graphiques XI et XII* représentent les ellipses représentatives des hodographes H^* correspondant à ces ajustements. Pour chaque date sont représentés d'une part l'hodographe estimé H^* et d'autre part la superposition de l'hodographe observé H et de l'hodographe estimé H^* .

Dans l'ensemble la représentation des hodographes observés est tout à fait remarquable ⁷. Il en est de même des concordances de phase entre les hodographes calculés et observés. On constate enfin que les hodographes estimés sont presque exactement perpendiculaires aux directions (\bar{A}) ^{8,9}.

Aucune de toutes ces régularités, cependant tout à fait essentielles, n'a été décelée par Miller.

(5) Relations (4) et (5) de la note (4) ci-dessus.

(6) Les coefficients de régression des huit corrélations du *Tableau II* sont les suivants :

α ou α' : - 0,615 ; - 3,40 ; 1,94 ; - 1,13 ; 1,48 ; - 3,60 ; 3,61 ; - 2,21
 β ou β' : 0,624 ; - 0,630 ; - 0,617 ; 1,75 ; 0,968 ; 2,89 ; 0,950 ; 1,66

(7) Cette représentation est meilleure que celle correspondant aux *Graphiques IX et X*. Elle correspond à la structure périodique diurne des coordonnées des vecteurs vitesses.

(8) De telles régularités excluent totalement et définitivement la thèse souvent avancée que les observations interférométriques ne représenteraient rien d'autre que des effets pervers, comme résultant de la température par exemple (voir le § E.1 ci-dessous, p. 412-413).

(9) La valeur moyenne des vitesses est de 8 km/sec. (*Tableau II*). Elle correspond à un écart relatif moyen d'environ $2,7 \cdot 10^{-5}$ (8 / 300.000).

Tableau II

OBSERVATIONS DE MILLER

*Ajustements sinusödaux avec une période de 24 h.
des coordonnées cartésiennes des vecteurs vitesses observés*

$$X = v \cos A \quad Y = v \sin A$$

Valeurs horaires en temps sidéral

$$X = \alpha \cos \theta + \beta \sin \theta + \gamma + \varepsilon_X$$

$$Y = \alpha' \cos \theta + \beta' \sin \theta + \gamma' + \varepsilon_Y$$

Dates		R	1-R ²	$\frac{R^*}{1-R^{*2}}$	γ ou γ'	(\bar{v})	(\bar{A})
8 février	X	0,702	0,507	0,791	7,72	7,78	- 7,43
	Y	0,871	0,241	0,374	- 1,01		
1 ^{er} avril	X	0,943	0,111	0,939	6,64	8,86	41,47
	Y	0,935	0,126	0,119	5,87		
1 ^{er} août	X	0,844	0,288	0,907	7,97	8,18	12,81
	Y	0,965	0,069	0,178	1,81		
15 septembre	X	0,941	0,113	0,932	4,40	7,26	52,67
	Y	0,923	0,141	0,131	5,77		
Moyennes		0,891	0,200	$\frac{0,892}{0,201}$		8,02	

Légende :

$$R^* = \sqrt{(R_X^2 + R_Y^2)} / 2$$

$$\gamma = \bar{X} \quad \gamma' = \bar{Y} \quad (\bar{v}) = \sqrt{\gamma^2 + \gamma'^2} \quad (\bar{A}) = \text{arc tg} (\gamma' / \gamma)$$

(\bar{v}) : en km/sec.

(\bar{A}) : en degrés

*Calculs correspondants : 1081, et 1082 (11 avril 1996),
et 1240 et 1245 (22 janvier 1997)*

Sources :

Graphiques III et IV ci-dessus des vitesses et des azimuts (p. 388 et 389).

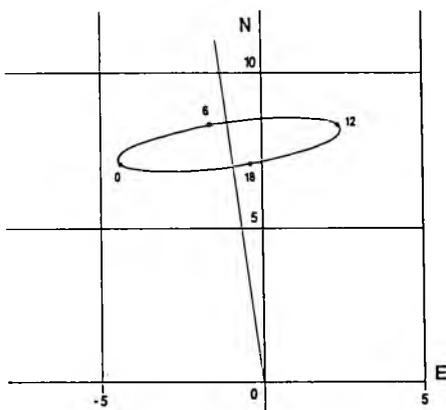
Graphiques X

OBSERVATIONS DE MILLER

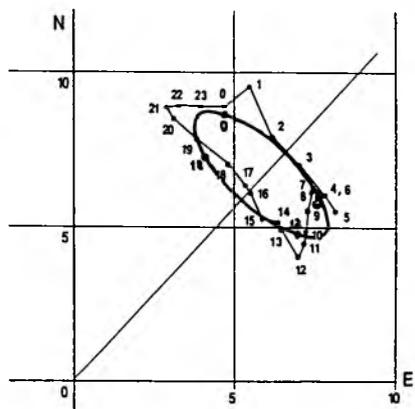
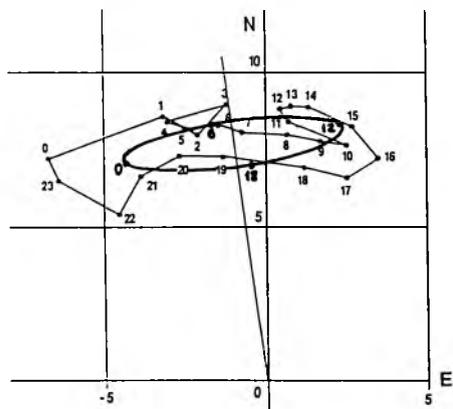
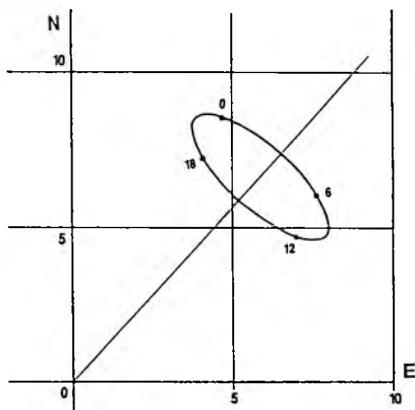
HODOGRAPHES DEDUITS DES AJUSTEMENTS DIURNES
DES COORDONNEES X, Y DU VECTEUR (v, A)
(d'après les corrélations du Tableau II)

8 février 1926

$$\overline{(\dot{A})} = -7,43^\circ$$

1^{er} avril 1925

$$\overline{(\dot{A})} = 41,47^\circ$$



Légende : ●—● valeurs observées ——— valeurs calculées
échelles des vitesses : en km/sec.

Sources : Graphiques 13772* , 13709* , 13773, et 13713* (7 février - 25 mars 1996).

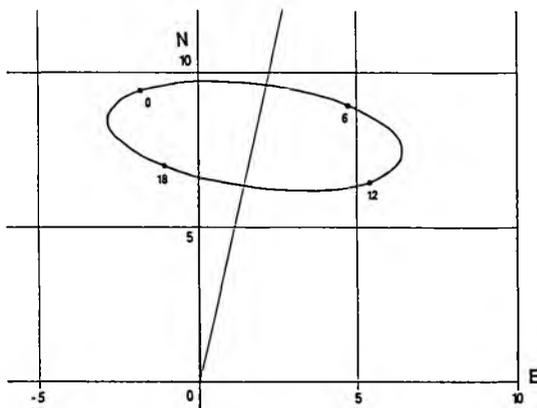
Graphiques XI

OBSERVATIONS DE MILLER

HODOGRAPHES DEDUITS DES AJUSTEMENTS DIURNES
DES COORDONNEES X, Y DU VECTEUR (v, A)
(d'après les corrélations du Tableau II)

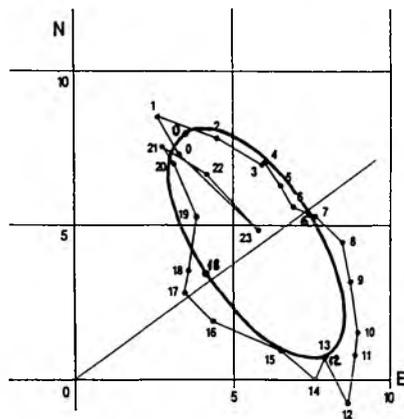
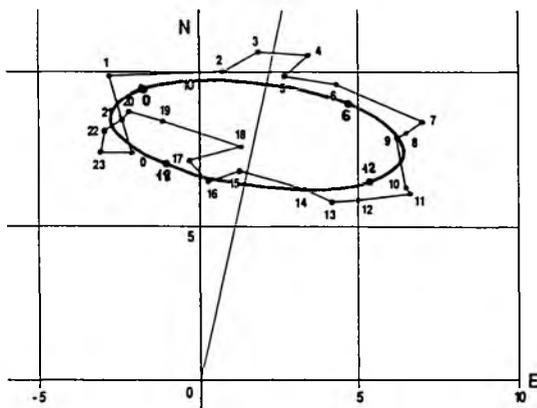
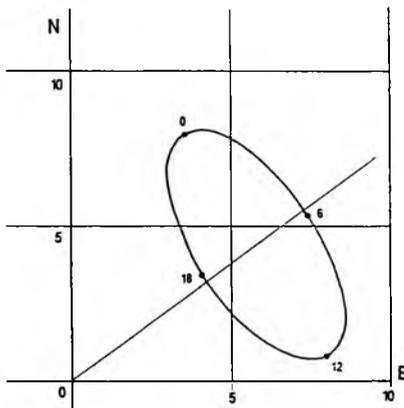
1^{er} août 1925

$$\overline{(\bar{A})} = 12,81^\circ$$



15 septembre 1925

$$\overline{(\bar{A})} = 52,67^\circ$$



Légende : ●—● valeurs observées ——— valeurs calculées
échelles des vitesses : en km/sec.

Sources : Graphiques 13774, 13705*, 13775 et 13717^{bis} (6 février - 27 mars 1996)

5. - *La structure périodique semi-annuelle et annuelle des observations de Miller*

Comme je l'indiquerai dans le *Chapitre V*¹, les paramètres caractéristiques des huit Graphiques fondamentaux de Miller² se caractérisent par des périodicités remarquables semi-annuelles et annuelles qui elles non plus n'ont pas été aperçues par Miller.

Elles comportent également de nombreuses régularités structurelles d'interdépendance entre les vitesses et les azimuts observés, également inaperçues par Miller³.

Non seulement ces régularités viennent renforcer l'hypothèse de l'existence d'une cohérence très réelle sous-jacente aux observations de Miller, mais elles démontrent une étroite dépendance entre les observations de Miller et la position de la Terre sur sa trajectoire.

(1) *Chapitre V*, Sections D et E, p. 452-468 et 469-483.

(2) Il est réellement étonnant que Miller n'ait pas songé à corrélér les azimuts moyens \bar{A} avec la position de la Terre sur son orbite. S'il l'avait fait il aurait constaté que les azimuts ont une période semi-annuelle tout à fait remarquable en concordance de phase avec l'équinoxe de printemps (voir ci-dessous *Chapitre V*, § D.3.1, p. 455-456 et 458).

(3) *Chapitre V*, § D.5, p. 465-466.

6.- Une indiscutable et très grande cohérence sous-jacente aux observations de Miller

Des propriétés très remarquables des huit Graphiques fondamentaux de Miller

1- Il est certain que les observations de Miller présentent *une très grande cohérence interne*.

a- Une cohérence très marquée se manifeste lorsque l'on considère les variations des azimuts et des vitesses, *non en temps civil, mais en temps sidéral* ¹.

b- On constate qu'*effectivement, et au moins approximativement*, les maxima et les minima des vitesses ont lieu lorsque les angles

$$(1) \quad A^* = A - \bar{A}$$

sont nuls, c'est-à-dire lorsque la direction du bras de l'interféromètre est celle de l'azimut moyen \bar{A} ².

c- Les ajustements diurnes des vitesses et des azimuts mettent en évidence une cohérence interne *très marquée* des observations de Miller ³.

d- La considération des hodographes des vitesses met également en évidence *une cohérence extrêmement remarquable* sous-jacente aux observations de Miller ⁴ et que Miller n'a pas aperçue.

e- Les paramètres caractéristiques des huit Graphiques fondamentaux de Miller se caractérisent *par des périodicités semi-annuelles et annuelles remarquables* ⁵ et que Miller n'a pas aperçues.

(1) § D.1 ci-dessus. Cette cohérence en *temps sidéral* est très analogue à celle qui se constate pour les observations d'Esclangon (§ B.2 ci-dessus, p. 378-381).

(2) § D.2 ci-dessus.

(3) § D.3 ci-dessus.

(4) § D.4 ci-dessus.

(5) § D.5 ci-dessus.

Une réponse affirmative aux trois questions fondamentales

2- *Toutes ces régularités permettent de répondre en toute certitude par l'affirmative aux trois questions fondamentales* ⁶.

- Tout d'abord, elles montrent *incontestablement* que les observations de Miller ne résultent pas de *perturbations fortuites*, ou d'influences perverses (comme celle de la température, par exemple). Elles correspondent *en toute certitude* à un phénomène *bien réel*.

- En second lieu, elles démontrent que *la vitesse de la lumière varie suivant sa direction*.

- Enfin, elles démontrent *une étroite dépendance entre les observations de Miller et la position de la Terre sur sa trajectoire*.

(6) § C.4 ci-dessus, p. 391.

L'ensemble de toutes ces propriétés montre que les critiques adressées aux expériences de Miller (Section E ci-dessous, p. 412-416) sont *totalemt infondées*.

E

LES CRITIQUES ADRESSEES AUX EXPERIENCES DE MILLER

Deux sortes d'objections ont été présentées à l'encontre des expériences de Miller.

1.- Les résultats de Miller seraient dus à l'effet conjugué de perturbations aléatoires et de perturbations de température

En avril 1955, Robert S. Shankland, un ancien collaborateur de Miller ¹, a publié avec S.W. Mc Cuskey, E.C. Leone et G. Kuerti, dans la revue américaine *Reviews of Modern Physics*, une étude, "*New Analysis of the Interferometer Observations of Dayton C. Miller*", attribuant les effets obtenus par Miller à des perturbations aléatoires et tout particulièrement à des effets résultant de perturbations de température ², et concluant ³ :

"Miller's extensive Mount Wilson data contain no effect of the kind predicted by the aether theory and, within the limitations imposed by local disturbances, are entirely consistent with a null result at all epochs during a year".

(1) Miller, 1933, id., p. 242.

(2) Sur les précautions prises par Miller à l'égard des effets de température et dont Shankland et ses associés ne tiennent pas suffisamment compte, voir tout particulièrement : Miller, 28 avril 1925, *Ether-Drift Experiments at Mount Wilson* (§ C.1, note 2 ci-dessus, p. 362), p. 310-311 ; Miller, 1926, *Conference on the Michelson-Morley Experiment*, p. 359 ; et Miller, 1933, id., p. 211, 212, 218 et 220.

Miller était un expérimentateur très expérimenté qui a analysé à fond les effets possibles de température avec des conditions expérimentales très différentes, et ce n'était pas sans raison qu'il écrivait (1933, id., p. 311) :

"The experiments proved that under the conditions of actual observation, the periodic displacement (of the interference fringes) could not possibly be produced by temperature effects".

Sur les qualités d'expérimentateur de Miller, voir ci-dessous *Chapitre VII*, § B.3, note 7, p. 586

(3) Shankland et associés, 1955, Summary, p. 167.

Cependant, au regard de l'étude *extensive et approfondie* que j'ai faite de l'étude de Shankland, cette conclusion apparaît *tout à fait biaisée et totalement infondée*, et cela en raison de la très grande cohérence qui apparaît dans l'analyse des observations de Miller et qui de toute évidence ne pourrait résulter de perturbations locales, qu'il s'agisse d'une *périodicité sidérale diurne* dans les huit Graphiques fondamentaux de Miller, *des correspondances remarquables* entre les Graphiques des vitesses et des azimuts ⁴, *de la structure périodique* des ajustements diurnes des vitesses et des azimuts, des propriétés *extrêmement remarquables* des hodographes, *des correspondances structurelles* constatées entre les azimuts et les vitesses, *ou des périodicités semi-annuelles et annuelles* des paramètres caractérisant les huit Graphiques fondamentaux de Miller, et tout particulièrement la périodicité semi-annuelle des déviations moyennes constatées \bar{A} des azimuts ⁵.

(4) Il convient de souligner que les déterminations de l'azimut pour lequel le déplacement des franges est maximum et l'importance de ce déplacement qui détermine la vitesse sont deux estimations *indépendantes* (Miller, 1933, id., p. 211-213, et p. 225-226). Comme l'indique Miller (Conference on the Michelson-Morley Experiment du 4-5 février 1927) :

"The determination of the direction of the earth's motion is dependent only upon the direction in which the telescope points when the observed displacement of the fringes is a maximum ; it is in no way dependent upon the amount of this displacement or upon the adjustment of the fringes to any particular zero position".

(5) Voir ci-dessus la Section D, p. 392-411.
Voir également le Chapitre V ci-dessous, § E.2, note 10, p. 479.

2.- Les résultats négatifs des autres expériences interférométriques démontreraient la non validité des expériences de Miller

On prétend également que *toutes* les autres expériences interférométriques effectuées *ont donné des résultats négatifs*.

Les expériences interférométriques antérieures de Michelson et Morley et de Morley et Miller

1 - En fait, il n'y a *aucune contradiction* entre les résultats de Miller et les résultats précédents de Michelson et Morley ¹.

Dans son mémoire de 1933 ² Miller illustre sur un graphique la compatibilité des résultats des expériences de 1887 de Michelson et Morley, et de 1902, 1904 et 1905 de Morley et Miller avec les résultats qu'il a obtenus en 1925 - 1926. Dans tous les cas les vitesses sont de l'ordre de 8 à 9 km/sec. à *des heures sidérales comparables*.

Tout particulièrement l'expérience de Michelson et Morley de 1887 donnait une estimation de 8 km/sec. pour la vitesse, résultat interprété à l'époque comme correspondant à une erreur de mesure ².

 (1) Trois noms jalonnent les expériences fondamentales sur l'interféromètre de Michelson : Albert A. Michelson (1852 - 1931) ; Edward W. Morley (1838 - 1923) ; Dayton C. Miller (1866 - 1941).

La première expérience interférométrique a été réalisée en 1881 par Michelson, la seconde en 1887 par Michelson et Morley. Elles ont été suivies de trois autres expériences en 1902, 1904, et 1905 par Morley et Miller. A la suite de la mort de Morley en 1923 Miller a poursuivi seul les expériences de 1925-1926.

Chaque fois les dispositifs expérimentaux utilisés ont été considérablement améliorés.

(2) Miller, 1933, id., p. 207.

Les expériences interférométriques antérieures de Miller

2- Dans son allocution du 28 avril 1925 devant la *National Academy of Sciences* ³, Miller commente les résultats obtenus dans trois séries d'expériences : (I) 15 avril 1921 ; (II) 8 décembre 1921 ; (III) 5 septembre 1924. Ces résultats sont entièrement consistants avec ceux du Mont Wilson en avril 1925.

Tout particulièrement Miller présente deux Figures ⁴ très suggestives montrant la consistance très *significative* des observations de 1921 et 1925 ⁵.

Les expériences interférométriques postérieures aux expériences de 1925-1926 de Miller

3- Les expériences de 1925 - 1926 de Miller ont été suivies de toute une série d'expériences : - de Kennedy en 1925 ; de Piccard et Stahel, en ballon en juin 1926, à Bruxelles en novembre 1926, et au Mont Riggi en Suisse à 1800 mètres d'altitude en septembre 1927 ; de Michelson, Pease et Pearson en 1926 - 1927 ; de Joss à Iena en 1930 ⁶.

Toutes ces expériences ont donné des résultats considérés comme "négatifs" ⁷.

(3) Miller, 1925, p. 308-314 (Note 2 du § E.1 ci-dessus, p. 412).

(4) id., p. 309 et 312.

(5) Miller écrit (1925, id., p. 312) :

"The agreement between the results for 1921 and 1925 is striking especially when it is recalled that the interferometer has been rebuilt as to its details, has a different system of illumination and observation, and has been changed to a new site, in a house differently oriented, and that many variations in observational procedure have been tried".

Dans cette analyse de 1925 les azimuts considérés par Miller sont *perpendiculaires* à ceux considérés dans son mémoire de 1933, mais il n'en fait aucune mention dans son mémoire de 1933.

(6) J.R. Kennedy, 1926, Proc. Nat. Acad. Sci., 12, 621-629, et 1928, Astrophys. J. 68, 367 ; A. Piccard et E. Stahel, *L'absence de vent d'éther au Rigi*, CRAS, 28 novembre 1927, p. 1198-1200, et 1928, *Réalisation de l'expérience de Michelson en ballon et sur terre ferme*, le Journal de Physique et le Radium, Série VI, Tome IX, N° 2, p. 49-60 ; voir également E. Brylinski, *Sur la vitesse de la Terre*, CRAS, 19 décembre 1927, p. 1458-1459 ; A. A. Michelson, F. G. Pease, and F. Pearson, *Repetition of the Michelson-Morley Experiment*, Nature, 19 janvier 1929, p. 88 ; Georg Joos, 1930, *Die Jenaer Wiederholung des Michelsonversuchs*, Annalen der Physik, Band 7, Heft 4, p. 385-407.

(7) Miller, 1933, id., p. 239-240.

Cependant toutes ces expériences, comme les expériences antérieures de Michelson, de Michelson et Morley, et de Morley et Miller, se sont bornées à des observations limitées faites à un instant donné pour tester des hypothèses spécifiques.

En fait, aucune de ces expériences n'a reposé sur des observations continues de jour et de nuit au cours de différentes périodes de l'année comme cela a été le cas des expériences de Miller en 1925 - 1926 qui ont comporté en tout 6400 tours d'horizon avec 200.000 lectures au cours de quatre périodes de six à huit jours ⁸.

3.- Des critiques totalement infondées

Au total, toutes les critiques contestant la validité des observations de Miller sont totalement infondées. A quelque point de vue que l'on se place les vitesses et les azimuts mesurés par l'interféromètre de Miller correspondent à des phénomènes bien réels, indépendants de tout effet pervers, et les observations de Miller constituent des données incontournables.

Il est ainsi tout à fait inexact d'affirmer, comme il est partout soutenu aujourd'hui, que l'expérience de Michelson a toujours donné des résultats négatifs.

(8) Il n'y a par exemple aucun parallèle à faire entre les expériences de Piccard et Stahel faites en ballon et les 200.000 observations de Miller (Miller, 1933, id., p. 228) faites dans un laboratoire perfectionné en s'entourant de toutes les précautions possibles.

F

L'INTERPRETATION DES OBSERVATIONS DE MILLER

Quelle interprétation peut-on donner aux observations de Miller telles que synthétisées sur les huit Graphiques fondamentaux des vitesses et des azimuts, et dont la cohérence et la validité doivent être considérées comme indiscutables.

1.- L'interprétation donnée par Miller à ses observations

Miller déduit de ses observations qu'elles peuvent s'interpréter comme résultant de l'effet conjugué de la vitesse orbitale de la Terre et d'une vitesse cosmique du système solaire dont il déduit la valeur, la déclinaison et l'ascension droite à partir des formules classiques de l'astronomie ¹.

Dans son analyse théorique Miller ne considère que les écarts

$$(1) \quad A^* = A - \bar{A}$$

des azimuts par rapport à leurs valeurs moyennes, et il suppose que ces écarts A^* et les vitesses v mesurées par l'interféromètre ne dépendent que de la vitesse de la Terre, somme de sa vitesse orbitale et de sa vitesse cosmique.

(1) Miller, 1933, id., p. 222-238.

Les caractéristiques de cette vitesse cosmique sont les suivantes :

$$v_c = 208 \text{ km/sec} \qquad \delta_c = -70^\circ 33' \qquad \alpha_c = 4 \text{ h } 54 \text{ mn}$$

où δ_c et α_c sont sa déclinaison et son ascension droite (Miller, 1933, id., p. 234, et Tableau 4, p. 233).

La vitesse globale de la Terre est égale à la somme de sa vitesse orbitale de 30 km/sec et de sa vitesse cosmique de 208 km/sec.

En fait, dans l'analyse de Miller deux faits *essentiels* restent *totale-ment inexpliqués*.

Tout d'abord les moyennes \bar{A} des azimuts journaliers, *qui au regard des formulations astronomiques utilisées par Miller devraient être nulles, ne le sont pas, et elles varient considérablement d'une période à l'autre*.

De plus Miller a été amené à supposer que les vitesses cosmique et orbitale de la Terre sont réduites *dans une même proportion* par un coefficient $k = 0,0514^2$.

La théorie de Miller laisse ainsi *inexpliqués d'une part le coefficient k de réduction des vitesses, et d'autre part et surtout les valeurs moyennes journalières \bar{A} des azimuts et leurs variations d'une période à l'autre*³.

Quelle que puisse être la cohérence apparente des ajustements de Miller et leur validité approximative⁴, son interprétation et ses estimations apparaissent comme *fondamentalement irrecevables*.

Les relations astronomiques utilisées par Miller⁵ ne peuvent en effet être appliquées qu'aux valeurs *effectives* A des azimuts, et non aux différences $A^* = A - \bar{A}$. En fait, *les formules astronomiques que Miller utilise ne sont appliquées par lui qu'aux différences $A^* = A - \bar{A}$ des azimuts avec leurs valeurs moyennes, alors qu'elles ne sauraient l'être qu'aux azimuts A eux-mêmes. Miller ne tient ainsi aucun compte des déviations moyennes \bar{A} des azimuts.*

(2) Miller, 1933, id., p. 235, *Tableau V*.

(3) En fait, Miller a considéré *comme inexplicables* par sa théorie d'une part le coefficient de réduction k et d'autre part les valeurs *non nulles et variables d'une période à l'autre* des azimuts moyens \bar{A} . Dans son mémoire de 1933 il écrit (Miller, 1933, id., p. 234):

"There are found two facts of observation which are wholly unexplained on this simple theory".

(4) Miller, 1933, id., p. 235-237.

(5) Miller, 1933, id., p. 225-226.

Dès lors l'interprétation donnée par Miller à ses observations ne peut être considérée comme valable. Il est en effet totalement impossible de représenter et d'expliquer les observations de Miller, et tout particulièrement les déviations moyennes \bar{A} des azimuts, à partir de la seule considération de la vitesse totale de la Terre quelle qu'elle puisse être ^{6, 7}.

(6) Une analyse critique approfondie de l'analyse de Miller est présentée dans le *Chapitre IV, Section C, du Deuxième Volume* de cet ouvrage (p. 29 ci-dessus).

(7) Cependant, quelque valables que puissent être les critiques, à *vrai dire tout à fait fondamentales et décisives*, que l'on peut adresser à la théorie de Miller et aux estimations qu'il en a déduites, le fait est que *la validité de ses observations en tant que telles en est tout à fait indépendante* et qu'elles présentent une cohérence très remarquable qui doit et peut être interprétée et expliquée.

2.- *L'interprétation correspondant aux données de l'observation : une anisotropie de l'espace optique*

Une anisotropie de l'espace optique

1- Au regard de la perpendicularité presque parfaite à chaque époque des hodographes H^* aux déviations moyennes ($\bar{\bar{A}}$) des azimuts A (*Graphiques X et XI*) la seule interprétation possible des observations de Miller est qu'elles résultent d'une anisotropie de l'espace optique, variable avec l'époque, dont l'azimut moyen est à chaque époque la déviation moyenne ($\bar{\bar{A}}$) des azimuts de Miller.

Au regard des données de l'observation (cohérence des observations en temps sidéral et périodicités semi-annuelle et annuelle des paramètres caractéristiques des observations) ¹ cette anisotropie doit être considérée comme résultant d'influences astronomiques, et notamment de la situation de la Terre sur sa trajectoire ².

Une impossibilité

2- Ce qui est certain, c'est qu'il est totalement impossible d'expliquer les données de l'observation par la seule considération de la vitesse de la Terre, résultant de sa vitesse orbitale et de sa vitesse cosmique.

(1) § D.1 et D.5 ci-dessus notamment.

(2) En fait, et comme il sera indiqué dans le *Chapitre V* (§ V.D.3, p. 455-456 et 458) les déviations moyennes des azimuts sont *corrélées avec la position de la Terre* sur son orbite.

Cette corrélation est très semblable à la corrélation temporelle de la déviation moyenne des azimuts moyens $\bar{\phi}$ du plan d'oscillation du pendule paraconique avec la position de la Terre sur son orbite.

En effet, dans le cas le plus général l'hodographe de la projection de la vitesse de la Terre sur le plan horizontal est *une ellipse symétrique par rapport au méridien* dont le grand axe est perpendiculaire au méridien, et dont le rapport du petit axe au grand axe est égal à $\sin \varphi$, φ désignant la latitude du lieu ³.

La détermination des facteurs explicatifs de l'anisotropie de l'espace optique

3- Autant l'existence d'une anisotropie de l'espace optique est une certitude, autant sa dépendance vis-à-vis des facteurs astronomiques, et tout particulièrement vis-à-vis de la position de la Terre sur sa trajectoire est une certitude, autant une formulation générale de cette anisotropie apparaît actuellement *comme tout à fait prématurée* au regard du nombre beaucoup trop limité d'observations dont on dispose actuellement.

Ce qui est essentiel, c'est que quelle que puisse être cette formulation, la validité des observations de Miller, leur très grande cohérence, et l'existence d'une anisotropie de l'espace sont totalement indépendantes de toute hypothèse et de toute théorie que ce soit ⁴.

(3) *Chapitre IV, Section B, du Deuxième Volume* de cet ouvrage (p. 29 ci-dessus).

En comptant les abscisses x le long du méridien positivement vers le Nord et les ordonnées y sur la perpendiculaire au méridien positivement vers l'Est, l'équation de l'hodographe est

$$\left(\frac{x - V \sin \delta \cos \varphi}{\sin \varphi} \right)^2 + y^2 = V^2 \cos^2 \delta$$

où V est la vitesse totale de la Terre et δ sa déclinaison, et où φ est la latitude du lieu d'observation.

(4) Les trois Sections B, C, et D du Chapitre IV du Deuxième Volume de cet ouvrage (p. 29 ci-dessus) se rapportent à la détermination théorique de l'hodographe de la vitesse de la Terre, somme de sa vitesse orbitale et de sa vitesse cosmique, à l'analyse critique de la théorie de Miller et de ses estimations, et enfin à un bref examen d'une interprétation des observations de Miller fondée à la fois sur l'anisotropie de l'espace optique et sur l'hypothèse d'une vitesse cosmique de la Terre vers la Constellation d'Hercule.

Ces analyses sont utiles pour comprendre la détermination de la vitesse de la Terre sur laquelle se fondent toutes les expériences interférométriques, l'approche théorique de Miller, et ce qu'implique une approche fondée à la fois sur l'anisotropie de l'espace et la vitesse de la Terre. *Mais les conclusions générales de ce Chapitre IV en sont totalement indépendantes.*

L'anisotropie de l'espace dans la littérature sur l'expérience interférométrique de Michelson

4- Il est tout à fait significatif que dans l'immense littérature sur l'expérience interférométrique de Michelson deux auteurs au moins, Henri Poincaré ⁵ et Richard Birkeland ⁶, ont été amenés à considérer *la possibilité d'une anisotropie de l'espace*.

(5) Dans sa Conférence du 24 septembre 1904 au *Congrès d'Art et de Science de Saint-Louis aux Etats-Unis, L'état actuel et l'avenir de la physique mathématique*, (publiée dans le *Bulletin des Sciences mathématiques* de décembre 1904, p. 302-324) Henri Poincaré déclarait (p. 319-320) :

"Ne devrions-nous pas aussi nous efforcer d'obtenir une théorie plus satisfaisante de l'électrodynamique des corps en mouvement ? ...

"Prenons donc la théorie de Lorentz ...

"Au lieu de supposer que les corps en mouvement subissent une contraction dans le sens du mouvement et que cette contraction est la même quelles que soient la nature de ces corps et les forces auxquelles ils sont d'ailleurs soumis, ne pourrait-on pas faire une hypothèse plus simple et plus naturelle ? On pourrait imaginer, par exemple, que c'est l'éther qui se modifie quand il se trouve en mouvement relatif par rapport au milieu matériel qui le pénètre, que, quand il est ainsi modifié, il ne transmet plus les perturbations avec la même vitesse dans tous les sens. Il transmettrait plus rapidement celles qui se propageraient parallèlement au mouvement du milieu, soit dans le même sens, soit dans le sens contraire, et moins rapidement celles qui se propageraient perpendiculairement. Les surfaces d'onde ne seraient plus des sphères, mais des ellipsoïdes et l'on pourrait se passer de cette extraordinaire contraction des corps.

"Je ne cite cela qu'à titre d'exemple, car les modifications que l'on pourrait essayer seraient évidemment susceptibles de varier à l'infini".

Ces commentaires ont été repris par Poincaré en 1905 et 1908 dans *"La valeur de la science"* et *"Science et Méthode"* (Voir ci-dessous *Chapitre VII*, § A.7, p. 573-574).

(6) Il est très significatif que pour expliquer les résultats dits "négatifs" de 1881 et 1887 de Michelson, Richard Birkeland a proposé en 1919 une "anisotropie de l'éther" (*"An Attempt to Explain the Michelson Interference Experiment"*, *Philosophical Magazine and Journal of Science*, XXXVII, January-June 1919, p. 150-159).

a - Birkeland suppose que, dans la direction faisant un angle φ avec la vitesse \vec{v} de la Terre, la vitesse c_φ de la lumière est :

$$(1) \quad c_\varphi = c \left(1 - \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} \sin^2 \varphi\right)$$

et il explique ainsi le résultat "négatif" de l'expérience de Michelson.

La lumière est supposée avoir la même fréquence quelle que soit sa direction.

b - En fait, il est visible que l'hypothèse d'un entraînement partiel de l'éther par la Terre dans son mouvement orbital équivaut à une anisotropie telle que

$$(2) \quad c_\varphi = c \left(1 - \frac{\lambda}{2} \frac{v^2}{c^2} \sin^2 \varphi\right)$$

où λ est une constante.

Pour Richard Birkeland comme pour Henri Poincaré il s'agissait d'expliquer les résultats considérés comme "négatifs" de l'expérience de Michelson, mais la même considération d'une anisotropie de l'espace, vaut tout aussi bien pour expliquer les effets "positifs" correspondant aux expériences de Miller 7, 8.

 (7) Comme le soulignait Poincaré lui-même (note 5 ci-dessus), il y a un très grand nombre d'hypothèses concevables.

Parmi toutes ces hypothèses il y en a une qui n'a jamais été envisagée jusqu'ici : - un entraînement total de l'éther par la Terre dans son mouvement de translation orbitale, et par suite l'impossibilité de déceler ce mouvement de translation par des observations interférométriques ; - une anisotropie de l'espace due à des influences astronomiques et expliquant les variations de vitesse de la lumière suivant sa direction mises en évidence par les expériences de Miller.

Contrairement à une assertion très souvent affirmée un entraînement total de l'éther n'est pas incompatible avec une explication cohérente de l'aberration (Bouasse, 1925, *Propagation de la lumière*, Delagrave, § 62, p. 117-119).

Plutôt que de parler de l'entraînement de l'éther par la Terre, on pourrait d'ailleurs légitimement envisager un entraînement de la Terre par l'éther, ou tout au moins un mouvement identique de la Terre et de l'éther autour du Soleil (voir la note 8 ci-dessous).

Ce ne sont là naturellement que des hypothèses, mais qu'elles soient valables ou non, il n'en reste pas moins qu'on doit considérer comme parfaitement établies la validité et la cohérence des observations de Miller.

(8) Il est facile de vérifier que les données de l'observation sont tout à fait compatibles avec l'hypothèse d'un fluide, l'éther, animé d'un mouvement de rotation de 30 km/sec. autour du Soleil.

Pour un tel fluide on a en effet

$$(1) \quad \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + \frac{1}{2} \text{grad. } v^2 + \text{rot. } \vec{v} \wedge \vec{v}$$

(R. Bricard, Calcul vectoriel, Chapitre VII B, Hydrodynamique, Armand Colin, 1929, p. 162).

Comme il s'agit d'un mouvement permanent on a $\partial \vec{v} / \partial t = 0$. Si l'éther tourne avec la Terre autour du Soleil son accélération est la même que pour la Terre et on a en un point M de la trajectoire de la Terre et en première approximation

$$(2) \quad \frac{d\vec{v}}{dt} = - \frac{\mu M_s}{d_T^2} \vec{n}$$

en comptant l'accélération et ses composantes sur le vecteur unitaire \vec{n} de la droite SM, où μ est la constante de la gravitation, M_s la masse du Soleil, et d_T la distance de la Terre au Soleil.

Comme on a $v = \omega d_T$ où ω est la vitesse de rotation autour du Soleil on a

$$(3) \quad \text{grad. } v^2 / 2 = \text{grad. } \omega^2 d_T^2 / 2 = \omega^2 d_T \vec{n}$$

Enfin on a

$$(4) \quad \text{rot. } \vec{v} \wedge \vec{v} = -2 \omega v \vec{n}$$

Un résultat inattendu

5- *La régularité la plus remarquable présentée par les observations de Miller est certainement la perpendicularité des ajustements elliptiques des hodographes aux directions moyennes.*

C'est là, à vrai dire, un résultat *tout à fait inattendu* tout aussi bien pour les partisans de la théorie de la relativité que pour ses adversaires. Il contredit à *la fois* la théorie de la relativité, puisqu'il démontre *la non invariance de la vitesse de la lumière* ⁹, et la théorie classique, puisque les hodographes *ne sont pas symétriques par rapport au méridien* (note 3 ci-dessus, p. 421).

Autant qu'on puisse en juger l'interprétation la plus vraisemblable, c'est que les vitesses mesurées par l'interféromètre n'ont pas de relation *directe* avec la vitesse de la Terre et qu'*elles correspondent seulement à l'anisotropie de l'espace. C'est là une hypothèse cohérente avec toutes les données de l'observation.*

(suite de la note 8)

Or en unités CGS (p. 124, note 15, et p. 119, note 5, ci-dessus)

$$(5) \quad \mu = 6,67 \cdot 10^{-8} \quad M_s = 1,987 \cdot 10^{33} \quad d_T = 149,5 \cdot 10^{11}$$

$$\omega = \omega_T / 365,25 = 0,729 \cdot 10^{-4} / 365,25 = 1,9959 \cdot 10^{-7}$$

$$\omega d_T = 29,839 \text{ km/sec.}$$

où ω_T est la vitesse de la rotation de la Terre. On a ainsi

$$(6) \quad -\mu M_s / d_T^2 = -0,5930 \text{ cm/sec}^2$$

$$\omega^2 d_T = 0,5956 \text{ cm/sec}^2$$

$$-2 \omega v = -2 \omega^2 d_T = -1,1912 \text{ cm/sec}^2$$

La relation (1) s'écrit donc

$$(7) \quad -0,5930 = 0,5956 - 1,1912 + \varepsilon$$

L'écart $\varepsilon = +0,0046$ résulte des approximations faites.

On vérifie ainsi que l'éther peut être considéré comme animé du même mouvement que la Terre autour du Soleil.

Si on désigne par a, b, c les valeurs absolues de ses trois termes la relation (7) s'écrit en première approximation - $a = b - c$ avec $a = b, c = 2b$. La relation $a = b$ correspond au fait que pour la Terre la force d'attraction a est compensée par la force centrifuge b .

(9) Cette invariance impliquerait que les quatre hodographes (p. 407 et 408 ci-dessus) se réduisent au point 0 correspondant à l'origine.

G

SIGNIFICATION ET PORTEE DES OBSERVATIONS DE MILLER

Une réponse affirmative aux trois questions fondamentales

1- Les observations de Miller, tout à fait inexplicables dans le cadre de la théorie actuellement admise de la relativité, se caractérisent par une *très remarquable cohérence interne*.

En fait, l'analyse qui précède ¹ permet de répondre *affirmativement et en toute certitude* aux trois questions fondamentales ^{2, 3} :

- 1 - *Les observations de Miller ne peuvent être attribuées à des causes fortuites, ou à des effets pervers, comme résultant de la température par exemple.*
- 2 - *La vitesse de la lumière varie avec sa direction.*
- 3 - *Des observations de Miller il est possible de déduire la position de la Terre sur son orbite.*

Ces conclusions sont indépendantes de toute hypothèse et de toute analyse théorique que ce soit.

En fait, la plupart des résultats sur lesquels elles s'appuient, *et tout particulièrement les plus significatifs, n'ont pas été aperçus par Miller* ⁴.

(1) Section D ci-dessus, p. 392-411.

(2) § C.4 ci-dessus, p. 391.

Les implications des réponses totalement affirmatives aux trois questions fondamentales quant à la *Théorie de la Relativité Restreinte et Générale* seront analysées dans le *Chapitre VII* ci-dessus, Sections A à C.

(3) On peut naturellement se demander pourquoi, convaincu qu'il était de la validité et de l'importance de ses expériences au regard de la théorie de la relativité, Miller, après 1933, n'a pas complété ses observations par des observations au cours de quelques mois supplémentaires comme par exemple juin et décembre. Mais en 1933 Miller avait déjà 67 ans, et il devait mourir en 1941. De toute façon, il aurait dû disposer à nouveau de concours financiers importants. En outre la communauté scientifique était alors dominée par la Théorie de la Relativité, *alors toute puissante*.

(4) On ne saurait donc accuser Miller de quelque biais plus ou moins volontaire dans ses analyses, et cela d'autant moins que sa propre interprétation ne peut être considérée comme valide (§ F.1 ci-dessus, p. 417-419).

Les observations de Miller et la Théorie de la Relativité

2- *Le fondement même de la théorie de la relativité restreinte et générale repose sur un triple postulat : le résultat considéré comme "négatif" de l'expérience de Michelson, l'invariance de la vitesse de la lumière suivant sa direction, et l'impossibilité de déceler par une expérience purement terrestre le mouvement de la Terre par rapport aux étoiles fixes.*

Cependant, au regard de l'analyse des observations de Miller, il est certain qu'on ne peut pas soutenir que les expériences interférométriques donnent un résultat "négatif", que la vitesse de la lumière est invariante quelle que soit sa direction, et qu'aucune expérience purement terrestre ne peut déterminer la position et le mouvement de la Terre.

Dès lors, la théorie de la relativité restreinte et générale qui repose sur des postulats infirmés par les données de l'observation ne peut pas être considérée comme scientifiquement valable ⁵.

Un scandale de la Physique contemporaine

3- *En conclusion, et après avoir analysé les travaux de Miller, à différentes reprises depuis 1955 et de manière de plus en plus approfondie, je ne puis que confirmer entièrement aujourd'hui le jugement de mon mémoire de 1958, Doit-on Reconsidérer les Lois de la Gravitation ? ⁶ :*

"Il est pour le moins étonnant que les résultats de ce mémoire aient été religieusement passés sous silence.

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

 (5) L'essentiel des développements de la *Section D* ci-dessus (p. 392-411) et des § 1 et 2 de cette *Section* a fait l'objet de mon article, *Les expériences de Dayton C. Miller 1925-1926 et la Théorie de la Relativité*, publié dans la Revue Polytechnicienne, *La Jaune et la Rouge*, août-septembre 1996, p. 29-37.

Il est très significatif qu'aucune des lettres adressées à la Rédaction de cette revue ou à moi-même à la suite de cette publication ne conteste les régularités mises en évidence dans les observations de 1925-1926 de Miller et leur très grande cohérence.s

(6) p. 102, note 38.

H

VUE D'ENSEMBLE SUR LES OBSERVATIONS D'ESCLANGON ET DE MILLER

Des analyses qui précèdent des observations d'Esclangon et des observations de Miller quelques conclusions se dégagent :

Connexions des différentes expériences

1 - Les observations d'Esclangon et de Miller, *destinées à mettre en évidence le mouvement de la Terre*, présentent des connexions certaines avec les observations du pendule paraconique ¹ et les observations des visées optiques sur mires ².

Toutes ces expériences viennent se renforcer mutuellement les unes les autres quant à leur signification et à leur portée.

Des observations continues et répétées

2 - Toutes ces observations ont été effectuées *de façon continue à différentes époques de l'année.*

En fait, les composantes lunisolaires que j'ai mises en évidence pour le pendule paraconique seraient restées indécélées si je n'avais pas procédé à des observations *continues*, pendant plusieurs périodes d'un mois, 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 certains de ses critiques. Il en est de même des déviations optiques des visées sur mires que j'ai mises en évidence en juillet 1958.

(1) *Chapitres I et II* ci-dessus.

(2) *Chapitre III* ci-dessus.

En réalité, si tant d'expériences de mécanique ou d'optique ont échoué ou ont été mal interprétées, c'est parce qu'elles ont reposé sur des observations de durée *limitée*. Comme l'a justement souligné Miller ³.

"Probably a considerable reason for the failure is the great difficulty involved in making the observations at all times of day at any one epoch. Very few, if any, scientific experiments require the taking of so many and continuous observations of such extreme difficulty ; it requires greater concentration than any other known experiment

"Professor Morley once said, "Patience is a possession without which no one is likely to begin observation of this kind"."

L'existence d'une anisotropie de l'espace

3- Enfin l'existence d'une anisotropie de l'espace, correspondant à la fois aux observations du pendule paraconique et aux observations optiques des visées sur mires et sur collimateurs se trouve *totalemment confirmée* par les travaux d'Esclangon et de Miller ⁴.

 (3) Miller, 1933, p. 222.

En fait, il ne suffit pas de réaliser un appareillage convenable. Il faut encore savoir l'utiliser convenablement, et observer longtemps et de manière continue.

(4) Il convient de souligner tout particulièrement la connexion *extrêmement probable, sinon certaine*, qui existe entre les expériences d'auto-collimation d'Esclangon et les déviations optiques des visées sur mires que j'ai mises en évidence en juillet 1958 (Voir ci-dessus § B.1.2, note 3, p. 377). Les premières sont relatives à des déviations *verticales* et les secondes à des déviations *horizontales*.