

Maurice ALLAIS

L'ANISOTROPIE DE L'ESPACE

LA NECESSAIRE REVISION

DE CERTAINS POSTULATS DES THEORIES CONTEMPORAINES

*

LES DONNEES DE L'EXPERIENCE

CLÉMENT JUGLAR
Editions juridiques et économiques

Cet ouvrage est dédié :

- *A tous ceux qui ne considèrent pas comme intangibles les "vérités bien établies" d'aujourd'hui et qui n'ont pas une foi aveugle dans leur pérennité,*
- *Et à tous ceux qui pensent que tout progrès réel de nos connaissances ne peut se fonder que sur les données de l'expérience.*

"The scientist should be a man willing to listen to every suggestion, but determined to judge for himself. He should not be biased by appearances ; have no favorite hypothesis ; be of no school ; in doctrine have no master. He should not be a respecter of persons but of things. Truth should be his primary object".

Michael Faraday *

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

Vilfredo Pareto **

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

Henri Poincaré ***

"L'histoire des sciences montre que les progrès de la Science ont été constamment entravés par l'influence tyrannique de certaines conceptions que l'on avait fini par considérer comme des dogmes. Pour cette raison il convient de soumettre périodiquement à un examen très approfondi les principes que l'on a fini par admettre sans plus les discuter".

Louis de Broglie ****

Cet ostracisme envers les novateurs n'est point un fait d'exception ; bien peu de novateurs y échappent et l'on peut, sans hésiter, formuler cette règle générale que tout savant qui découvre un principe s'écartant du conformisme classique, est dans l'impossibilité de faire accepter ses idées, quelle que soit la rigueur des arguments qui en démontrent formellement l'exactitude ...

Le sort injuste des novateurs, la méconnaissance et l'oubli de leurs œuvres, les jugements iniques qu'on prononce contre eux, les persécutions mêmes qu'on leur inflige, sont la règle ; maints savants et philosophes les ont signalés et déplorés, mais il ne semble pas que l'on ait songé encore à réagir contre cet état de choses ...

Les conformistes occupant les situations sociales les plus élevées continuent, comme par le passé, à combattre ou à étouffer toutes les découvertes qui ne cadrent pas avec leurs préjugés et avec les dogmes en vigueur dans les Traités classiques ...

Nous sommes personnellement, bien placé pour le savoir. A quoi sert d'encourager la recherche scientifique si les fruits de ces investigations sont destinés à être enterrés et si leurs auteurs sont, par avance condamnés à l'oubli ou même à la persécution.

Auguste Lumière*****

* Cité par H.C. Dudley, *New Principles in Quantum Mechanic*, 1959, Exposition Press, New York, p. 6.

** Vilfredo Pareto, 1917, *Traité de Sociologie Générale*, Payot, p. 320.

*** Henri Poincaré, 1906, *La Science et l'Hypothèse*, Flammarion, 1927, p. 178.

**** Louis de Broglie, 1953, *La Physique Quantique restera-t-elle Indéterministe*, Gauthier-Villars, p. 22.

***** Auguste Lumière, 1942, *Les Fossoyeurs du Progrès, Les Mandarins contre les Pionniers de la Science*, Imprimerie Léon Sézanne, Lyon, p. X, III, et XVI.

L'ANISOTROPIE DE L'ESPACE

*La nécessaire révision
de certains postulats des théories contemporaines*

SOMMAIRE GENERAL

PREMIERE PARTIE

LES DONNEES DE L'EXPERIENCE

INTRODUCTION

A - Pourquoi cet ouvrage ?

- | | |
|---|----|
| 1 - Des données expérimentales nouvelles, contributions aux débats sur les fondements de la Mécanique et de l'Optique . . . | 37 |
| 2 - L'objet de cet ouvrage | 41 |

B - Mes recherches expérimentales et théoriques

- | | |
|---|----|
| 1 - L'origine de mes recherches expérimentales | 43 |
| 2 - Mes recherches expérimentales, sur le pendule paraconique, 1954-1960, et sur les déviations optiques des visées sur mires, 1958 | 47 |
| 3 - Mes recherches théoriques, 1950-1996 | 54 |

C - Ce qui est en question

- | | |
|---|----|
| 1 - Connexions des observations du pendule paraconique et des déviations optiques des visées sur mires avec les expériences optiques d'Ernest Esclangon de 1927-1928 et les expériences interférométriques de Dayton C. Miller de 1925-1926 | 56 |
| 2 - Deux découvertes fondamentales et authentiques | 60 |

D - Soutiens et oppositions

- | | |
|---|----|
| 1 - Des soutiens exceptionnels | 64 |
| 2 - L'intérêt soulevé par mes expériences | 67 |
| 3 - Des oppositions acharnées | 69 |

E - Au lecteur

- | | |
|---|----|
| 1 - La rédaction de cet ouvrage | 73 |
| 2 - A contre-courant | 76 |

CHAPITRE I

MES EXPERIENCES SUR LE PENDULE PARACONIQUE
A SUPPORT ANISOTROPE

1954 - 1960

A - Caractères généraux des expériences sur le pendule paraconique à support anisotrope et de leurs résultats

1 - Conditions expérimentales	81
2 - Observations enchaînées. Illustration dans le cas de la série mensuelle de juin-juillet 1955	87
3 - Les expériences réalisées 1954-1960	90
4 - Effet de Foucault	93
5 - La structure périodique diurne des observations enchaînées du pendule paraconique à support anisotrope	96

B. - Trois questions fondamentales

1 - La réalité des périodicités constatées	103
2 - Les effets lunisolaires observés et la théorie actuelle de la gravitation	118
3 - Des composantes périodiques non explicables par des phénomènes connus	130

C - Les expériences cruciales de juin-juillet 1958 de Saint-Germain et Bougival

1 - Les deux laboratoires de Saint-Germain et de Bougival	142
2 - La structure périodique diurne des deux séries d'observations enchaînées de Bougival et de Saint-Germain	144
3 - Périodicité lunaire mensuelle sidérale	157
4 - Vue d'ensemble	160

D - Déviations observées lors de deux éclipses totales de soleil

1 - L'éclipse totale de soleil du 30 juin 1954	162
2 - L'éclipse totale de soleil du 2 octobre 1959	166
3 - Comparaison des perturbations observées lors des deux éclipses totales de Soleil du 30 juin 1954 et du 2 octobre 1959	168

E - Facteurs essentiels du mouvement du pendule paraconique à support anisotrope

1 - Un mouvement extrêmement complexe	171
2 - Effet de Foucault	173
3 - Anisotropie du support	176
4 - Influence des billes	183
5 - Influences astronomiques périodiques	184
6 - Autres facteurs	188
7 - Existence d'un plan limite variable avec le temps dans les séries enchainées du pendule paraconique à support anisotrope	193
8 - Vue d'ensemble	196

F - L'hypothèse de l'anisotropie de l'espace d'inertie

1 - La théorie et l'expérience	197
2 - Précision de la vérification des lois de la gravitation	201
3 - L'hypothèse de l'anisotropie de l'espace d'inertie et ses implications	206

G - Vue d'ensemble sur mes expériences sur le pendule paraconique à support anisotrope. 1954-1960

1 - Signification et portée des expériences sur le pendule paraconique à support anisotrope	213
2 - La publication de mes travaux	215
3 - Chronologie sommaire des expériences réalisées dans le cadre de l'IRSID. 1954-1960	217
4 - Le coût des expériences	221
5 - Des oppositions dogmatiques	225
6 - Une décision scientifiquement incompréhensible. L'arrêt total des expériences après le plein succès des expériences cruciales de juillet 1958	231

CHAPITRE II

**MES EXPERIENCES SUR LE PENDULE PARACONIQUE
A SUPPORT ISOTROPE**

1959 - 1960

La détermination de la direction d'anisotropie de l'espace

A - La détermination de la direction d'anisotropie de l'espace

- | | |
|---|-----|
| 1 - Mes expériences sur le pendule paraconique avec le support anisotrope | 238 |
| 2 - La détermination de la direction d'anisotropie de l'espace.
Une étape fondamentale | 239 |

B - La réalisation d'un support isotrope

- | | |
|---|-----|
| 1 - Dispositif expérimental | 241 |
| 2 - Une anisotropie pratiquement nulle du support | 243 |

**C - La détermination de l'azimut X d'anisotropie de l'espace.
Méthode d'analyse**

- | | |
|--|-----|
| 1 - Deux méthodes possibles d'analyse. Séries enchaînées et corrélations mobiles | 247 |
| 2 - Principe de calcul de la méthode des corrélations mobiles .. | 249 |
| 3 - Illustration de la méthode des corrélations mobiles | 250 |
| 4 - La méthode des corrélations mobiles et ses difficultés d'application | 253 |

D - Les variations de l'azimut d'anisotropie de l'espace. Novembre-décembre 1959 et mars-avril 1960

- | | |
|---|-----|
| 1 - Séries d'observations de novembre-décembre 1959 et mars-avril 1960 | 255 |
| 2 - L'anisotropie moyenne de l'espace | 256 |
| 3 - La détermination de la variation au cours du temps de la direction d'anisotropie X de l'espace pendant les deux périodes de novembre-décembre 1959 et de mars-avril 1960 .. | 259 |
| 4 - Variations au cours du temps de $\cos 2 X$ correspondant à la direction X d'anisotropie de l'espace de novembre-décembre 1959 et mars-avril 1960 | 263 |

E - La structure périodique diurne et mensuelle de la direction d'anisotropie de l'espace. Novembre-décembre 1959 et mars-avril 1960

1 - Périodicités diurnes de l'azimut X d'anisotropie de l'espace .	269
2 - Périodicité lunaire sidérale mensuelle de l'azimut X d'anisotropie de l'espace	273
3 - Périodicité lunaire sidérale mensuelle des valeurs cumulées des différences $\cos 2 X - \overline{\cos 2 X}$	277

F - Structure périodique diurne et mensuelle des déplacements du plan d'oscillation du pendule paraconique à support isotrope à partir des directions Nord-Sud et Est-Ouest.

1 - Déviations Δ du plan d'oscillation du pendule paraconique à partir du méridien	280
2 - Composantes périodiques diurnes des déviations du plan d'oscillation du pendule paraconique à partir du méridien	284
3 - Périodicité lunaire sidérale mensuelle des déviations Δ du plan d'oscillation du pendule paraconique à partir du méridien	288
4 - Correspondance structurelle entre les directions d'anisotropie X de l'espace et les déviations Δ du plan d'oscillation du pendule paraconique à partir du méridien	292
5 - Sommes cumulées des différences $\Delta - \overline{\Delta}$ entre les déviations Δ et leurs moyennes $\overline{\Delta}$ dans les azimuts Nord-Sud et Est-Ouest	295
6 - Similitudes structurelles des valeurs cumulées des $\Delta - \overline{\Delta}$ et des valeurs cumulées des $\cos 2 X - \overline{\cos 2 X}$	304

G - Les phases des composantes périodiques lunaires sidérales mensuelles de 27,322 jours des caractéristiques du mouvement du pendule paraconique et la déclinaison de la Lune

1 - Pendule paraconique à support anisotrope, directions X d'anisotropie de l'espace, et déviations Δ à partir des directions Nord-Sud et Est Ouest du plan d'oscillation du pendule paraconique à support isotrope. Phases comparées des périodicités lunaires sidérales de 27,322 jours	306
2 - Déviations Δ du plan d'oscillation du pendule paraconique à support isotrope à partir des directions Nord-Sud et Est-Ouest et valeurs cumulées $\Sigma(\Delta - \overline{\Delta})$. Phases comparées des périodicités lunaires sidérales mensuelles de 27,322 jours	309

3 - Directions X d'anisotropie de l'espace et valeurs cumulées $\Sigma(\cos 2 X - \cos 2 X)$. Phases comparées des périodicités lunaires sidérales mensuelles de 27,322 jours	312
4 - Vue d'ensemble	314
H - Expériences enchaînées du 28 septembre au 4 octobre 1959 et éclipse totale de Soleil du 2 octobre 1959	
1 - Variations au cours des expériences enchaînées de septembre-octobre 1959 de l'azimut ϕ du plan d'oscillation du pendule paraconique à support isotrope	315
2 - Variations au cours des expériences enchaînées de septembre-octobre 1959 de $\cos 2 \phi$ et $\sin 2 \phi$ correspondant à l'azimut ϕ du pendule paraconique à suspension isotrope	317
I - Mouvement du plan d'oscillation du pendule paraconique à support isotrope dans l'hypothèse de l'anisotropie de l'espace d'inertie	
1 - Equations du mouvement et calcul des coefficients d'anisotropie	320
2 - Equation différentielle du second ordre en $u = \phi - X$	323
J - Vue d'ensemble	326

CHAPITRE III

**MES EXPERIENCES SUR LES DEVIATIONS OPTIQUES
DES VISEES SUR MIRES DE JUILLET 1958,
ET LEURS PROLONGEMENTS DE FEVRIER-MARS 1959**

A - Les expériences sur les déviations optiques des visées sur mires et sur collimateurs IRSID 1958 et IGN 1959.	332
B - Mes expériences sur les déviations optiques des visées sur mires à l'IRSID en juillet 1958	
1 - Dispositif expérimental des observations optiques à l'IRSID en juillet 1958	334
2 - Analyse harmonique des déviations diurnes des visées sur mires	335
3 - Correspondance des déviations optiques des visées sur mires et des azimuts du pendule paraconique de juillet 1958 ..	338
4 - Le refus par l'Académie des Sciences de publier ma Note du 23 février 1960 sur les observations optiques de juillet 1958 à l'IRSID	339
5 - Quelques observations complémentaires sur les observations optiques de juillet 1958 à l'IRSID	341
6 - Portée scientifique des expériences réalisées à l'IRSID en juillet 1958	345
C - Les expériences sur les déviations optiques des visées sur mires et sur collimateurs. Institut Géographique National. Février-Mars 1959	
1 - Les expériences optiques de visées sur mires et sur collimateurs réalisées à l'IGN en février-mars 1959	346
2 - Variations diurnes des visées optiques sur mires et sur collimateurs à l'IGN en février-mars 1959	348
3 - Périodicités lunaires sidérales mensuelles des visées sur mires et sur collimateurs à l'IGN en février-mars 1959	354
4 - Portée scientifique des expériences réalisées à l'IGN en février-mars 1959	364
D - Les phases des composantes périodiques lunaires sidérales mensuelles de 27,322 jours des déviations des visées optiques sur mires et sur collimateurs de juillet 1958 à l'IRSID et de février-mars 1959 à l'IGN	
	366
E - Vue d'ensemble sur les expériences de visées optiques de juillet 1958 à l'IRSID et de février-mars 1959 à l'IGN	
	371

CHAPITRE IV

DEUX EXPERIENCES ANTERIEURES TRES SIGNIFICATIVES

A - Les observations d'Esclangon et de Miller	374
B - Les observations optiques d'Ernest Esclangon de 1927-1928	
1 - Les recherches d'Ernest Esclangon sur l'anisotropie de l'espace 1926-1928	376
2 - L'analyse des observations optiques d'Esclangon de 1927-1928	378
C - Les observations interférométriques de Dayton C. Miller de 1925-1926	
1 - Les expériences et analyses de Dayton C. Miller, 1925-1933 ..	382
2 - Le processus expérimental de Miller	385
3 - Les observations de Miller	386
4 - Trois questions fondamentales	391
D - Une très grande cohérence sous-jacente aux observations de Miller	
1 - La cohérence des observations en temps sidéral	392
2 - La correspondance des Graphiques de vitesses et d'azimuts ..	394
3 - Les ajustements diurnes des valeurs journalières des vitesses et des azimuts	395
4 - Les hodographes des vitesses	400
5 - La structure périodique semi-annuelle et annuelle des observations de Miller	409
6 - Une indiscutable et très grande cohérence sous-jacente aux observations de Miller	410
E - Les critiques adressées aux expériences de Miller	
1 - Les résultats de Miller seraient dus à l'effet conjugué de perturbations aléatoires et de perturbations de température	412
2 - Les résultats négatifs des autres expériences interférométriques démontreraient la non validité des expériences de Miller	414
3 - Des critiques totalement infondées	416

<i>F - L'interprétation des observations de Miller</i>	
1 - <i>L'interprétation donnée par Miller à ses observations</i>	417
2 - <i>L'interprétation correspondant aux données de l'observation : une anisotropie de l'espace optique</i>	420
<i>G - Signification et portée des observations de Miller</i>	425
<i>H - Vue d'ensemble sur les observations d'Esclangon et de Miller</i>	427

CHAPITRE V

**STRUCTURE PERIODIQUE SEMI-ANNUELLE ET ANNUELLE
DES OBSERVATIONS DU PENDULE PARACONIQUE,
DES VISEES SUR MIRES, DES OBSERVATIONS D'ESCLANGON,
ET DES OBSERVATIONS INTERFEROMETRIQUES DE MILLER**

A - Les observations du pendule paraconique, les visées sur mires, les observations optiques d'Esclangon, les observations interférométriques de Miller, et le mouvement de la Terre sur son orbite .	430
B - Périodicités semi-annuelles et de longue durée des observations du pendule paraconique à support anisotrope	
1 - Périodicité semi-annuelle des azimuts moyens mensuels du pendule paraconique à support anisotrope	432
2 - Périodicité semi-annuelle des amplitudes de l'onde lunaire diurne de 24 h. 50 mn. du pendule paraconique à support anisotrope	438
3 - Similitudes des ajustements semi-annuels et de longue durée des azimuts moyens et des amplitudes de l'onde de 25 h	444
4 - Vue d'ensemble sur les périodicités semi-annuelles et de longue durée du pendule paraconique à support anisotrope .	446
C - Périodicités semi-annuelles des visées optiques sur mires et des visées optiques d'Esclangon	
1 - Périodicité semi-annuelle des visées optiques sur mires . . .	447
2 - Périodicité semi-annuelle des observations optiques d'Esclangon	450

D - Périodicités semi-annuelles et annuelles des observations interférométriques de Miller

1 - La détermination de la position de la Terre sur son orbite à partir des observations de Miller indépendamment de toute hypothèse	452
2 - Estimation directe des paramètres caractéristiques des huit Graphiques fondamentaux de Miller	453
3 - Structure périodique semi-annuelle et annuelle des paramètres caractéristiques des Graphiques fondamentaux de Miller	462
4 - Une double périodicité	462
5 - Interdépendances structurelles des observations de vitesses et d'azimuts de Miller	465
6 - Aspects essentiels de la structure périodique semi-annuelle et annuelle des observations de Miller	467

E - Structure périodique semi-annuelle et annuelle comparée des observations du pendule paraconique à support anisotrope, des visées sur mires, des observations optiques d'Esclangon, et des observations interférométriques de Miller

1 - Phases comparées des composantes périodiques semi-annuelles des quatre séries d'observations	469
2 - Une double périodicité centrée sur le 21 mars	471
3 - Une approche globale simplifiée : la seule considération des périodicités dominantes des quatre séries d'observations avec leurs maxima ou minima le 21 mars	480
4 - Une triple conclusion	483

F - Vue d'ensemble sur la structure périodique diurne, mensuelle, semi-annuelle et annuelle, et de longue durée des observations du pendule paraconique à support anisotrope, des visées sur mires, des visées optiques d'Esclangon, et des observations interférométriques de Miller

1 - Similitudes des quatre séries d'expériences	485
2 - Cohérence des structures périodiques des quatre séries d'observations	487
3 - Prolégomènes incontournables à toute théorie synthétique des quatre séries d'observations analysées	489
4 - L'anisotropie de l'espace	490
5 - La détermination de la position de la Terre sur son orbite par des expériences purement terrestres	491

CHAPITRE VI

L'ANISOTROPIE DE L'ESPACE

A - Des connexions très significatives entre des phénomènes apparemment très différents	494
B - L'interprétation des données de l'observation	
1 - Trois idées directrices	496
2 - L'anisotropie de l'espace	499
3 - Les influences astronomiques et l'anisotropie de l'espace ..	504
4 - L'existence incontestable d'un milieu intermédiaire	506
C - Isotropie apparente ou anisotropie réelle. Une illustration	
1 - L'évolution de la théorie des potentiels	510
2 - L'anisotropie de l'espace	515
D - Trois prétendues oppositions dans les théories contemporaines	
1 - Les deux aspects ondulatoire et corpusculaire de la lumière ..	518
2 - Continuité et quanta	520
3 - Causalité et indéterminisme	523
E - La réalité de l'éther	
1 - Les conceptions de l'éther	536
2 - Une évidence expérimentale	541
3 - Les fondements d'une théorie unitaire de la physique	542
4 - L'éther, facteur explicatif incontournable	544

CHAPITRE VII

**LES DONNEES DE L'OBSERVATION
ET LA NECESSAIRE REVISION DE CERTAINS POSTULATS
DES THEORIES CONTEMPORAINES**

A - La genèse de la théorie de la Relativité. Des idées préconçues

1 - Les résultats expérimentaux en 1900	552
2 - La rotation de la Terre et son référentiel privilégié	553
3 - Le mouvement de translation de la Terre et le principe de relativité de Poincaré	556
4 - La théorie de la Relativité restreinte d'Einstein	562
5 - La théorie de la Relativité générale d'Einstein	565
6 - Einstein et ses prédécesseurs	569
7 - L'hypothèse alternative d'une anisotropie de l'espace	573

B - La théorie de la Relativité et l'expérience

1 - Une légende : le résultat "négatif" de l'expérience de Michelson	577
2 - Le résultat réputé "négatif" de l'expérience de Michelson et les expériences de Miller	581
3 - Les postulats fondamentaux de la théorie de la relativité restreinte et générale infirmés par l'expérience	582
4 - Quelques commentaires	587
5 - Le rejet de la théorie de la relativité restreinte et générale comme incompatible avec les données de l'observation	590

C - Le développement de la théorie de la relativité : une construction démesurée aux fondations incertaines et fragiles

1 - Les fondements de la théorie de la Relativité	592
2 - La transformation de Lorentz	594
3 - La constance de la vitesse de la lumière	597
4 - Le principe d'invariance des lois de la nature	599
5 - La formulation de Fresnel de 1818	601
6 - Les données expérimentales	603
7 - Le masque des mathématiques	608
8 - Un sens critique aigu à sens unique	611
9 - Des exagérations manifestes	614

D - Les théories classiques et l'anisotropie de l'espace

1 - Des théories classiques à la théorie de la relativité	617
2 - Anomalies mécaniques du pendule paraconique	619
3 - Anomalies optiques des visées sur mires et sur collimateurs	622
4 - Anomalies optiques d'Esclangon et de Miller	624
5 - Des similitudes très remarquables	625
6 - La théorie de la gravitation universelle	627

E - Principes fondamentaux de l'analyse scientifique

1 - Les fondements de la méthode scientifique	629
2 - Principes de toute démarche scientifique	633

F - Une nécessaire révision des théories contemporaines

1 - Les faits	634
2 - L'interprétation des faits	636
3 - Le dogmatisme	638
4 - Une inévitable révision des fondements des théories actuelles	640
5 - Un seul critère. La suprématie absolue des données de l'expérience sur les conceptions théoriques	643

CHAPITRE VIII

UN PLAN D'EXPERIENCES SIMULTANÉES

A - La répétition des cinq séries d'expériences : - sur le pendule paraconique à support anisotrope et à support isotrope ; - sur les visées optiques sur mires, et sur collimateurs ; - sur les visées optiques d'Esclangon ; - et sur l'interféromètre de Miller

1 - Les périodicités constatées	646
2 - Un projet d'ensemble	651

B - Les conditions de réalisation des expériences

1 - Cinq projets distincts	653
2 - Les conditions du succès	654
3 - Une progression indispensable	656
4 - Un ensemble d'expériences d'un intérêt scientifique exceptionnel	658

CHAPITRE IX

COMBATS CONTRE LES DOGMES

A - La tyrannie des vérités établies

1 - Les fabricants de vérités	660
2 - Un exemple significatif	662
3 - L'autorité contre la vérité	664

B - L'obscurantisme séculaire des mandarins de la pseudo-science

1 - Une permanence historique	665
2 - Deux illustrations. Galilée et Képler	669
3 - La science contemporaine	672

CHAPITRE X

NOUVELLES PERSPECTIVES

A - Deux phénomènes entièrement nouveaux

- | | |
|---|-----|
| 1 - Anomalies du mouvement du pendule paraconique et anomalies optiques des visées sur mires | 677 |
| 2 - Données nouvelles sur deux séries d'expériences antérieures. Les visées optiques d'Ernest Esclangon et les observations interférométriques de Dayton C. Miller .. | 681 |
| 3 - Un ensemble de faits très significatifs | 682 |

B - Soutiens et oppositions

- | | |
|---|-----|
| 1 - Des soutiens inappréciables | 683 |
| 2 - Des oppositions acharnées | 685 |
| 3 - Les expériences cruciales de Juillet 1958 | 687 |
| 4 - L'arrêt des expériences | 688 |

C - Ma foi dans l'avenir

- | | |
|---------------------------------------|-----|
| 1 - La sanction de l'expérience | 690 |
| 2 - Seul compte l'avenir | 692 |
| 3 - La recherche de la vérité | 693 |

REFERENCES DES TRAVAUX CITES

I - Données expérimentales

<i>A - Pendule paraconique</i>	698
<i>B - Visées sur mires et sur collimateurs</i>	703
<i>C - Expériences d'Esclangon, de Miller, et expériences connexes</i>	704
<i>D - Analyse statistique</i>	707

II - Théories physiques

<i>A - Ouvrages généraux</i>	708
<i>B - Mécanique, Gravitation, Mécanique céleste</i>	709
<i>C - Optique, Electromagnétisme, Mécanique ondulatoire, Quanta, Géophysique.</i>	713
<i>D - Relativité</i>	716
<i>E - Principes de l'analyse scientifique</i>	720
<i>F - Ouvrages de mathématiques.</i>	722

INDEX DES NOMS	723
----------------------	-----

TABLE DES MATIERES	731
--------------------------	-----

DEUXIEME PARTIE

COMPLEMENTS EXPERIMENTAUX ET THEORIQUES

INTRODUCTION

CHAPITRE I

LE PENDULE PARACONIQUE A SUPPORT ANISOTROPE

A - Expériences sur le Pendule paraconique à suspension anisotrope

B - Théorie du Pendule paraconique à suspension anisotrope

CHAPITRE II

LE PENDULE PARACONIQUE A SUPPORT ISOTROPE

A - Expériences sur le Pendule paraconique à suspension isotrope

B - Théorie du Pendule paraconique à support isotrope

C - Expériences antérieures sur le Pendule de Foucault

CHAPITRE III

LES EXPERIENCES DE VISEES OPTIQUES

- A - Effets lunisolaires et thermiques sur les déviations optiques des visées sur mires*
- B - Essais d'enregistrement continu et automatique des visées sur mires réalisés à Palaiseau et à l'IGN. Avril 1992 - Janvier 1993*
- C - Résultats essentiels des essais*

CHAPITRE IV

**LES EXPERIENCES INTERFEROMETRIQUES DE MILLER
ANALYSES ET INTERPRETATION**

- A - Les huit Graphiques fondamentaux de Miller*
- B - La détermination de l'hodographe de la vitesse de la Terre*
- C - Analyse critique de la théorie de Miller et de son interprétation de ses observations*
- D - Deux hypothèses. L'anisotropie de l'espace et la vitesse cosmique de la Terre vers la Constellation d'Hercule*

CHAPITRE V

**UNE INTERDEPENDANCE POSSIBLE
ENTRE LES AZIMUTS MOYENS DU PENDULE PARACONIQUE
A SUPPORT ANISOTROPE
ET LES AZIMUTS MOYENS DE MILLER**

- A - Vue d'ensemble*
- B - Analyse théorique*

CHAPITRE VI

ANALYSE HARMONIQUE DES OBSERVATIONS

- A - Périodicités astronomiques*
- B - Tests de périodicité*
- C - Applications des tests de périodicité*

CHAPITRE VII

REPETITION DES EXPERIENCES

- A - Répétition des expériences sur le pendule paraconique*
- B - Répétition des expériences de visées optiques*

CHAPITRE VIII

DES OPPOSITIONS DOGMATIQUES

- A - Une très forte opposition de certains membres de l'Académie des Sciences*
- B - Articles de presse publiés sur mes expériences - Ma lettre du 14 février 1958 aux Secrétaires perpétuels de l'Académie des Sciences*
- C - Le refus du 5 mai 1958 de l'Académie des Sciences de publier ma Note sur la vitesse de la lumière*
- D - Le refus de l'Académie des Sciences de publier ma Note du 23 février 1960 sur les anomalies optiques mises en évidence lors des expériences cruciales de juillet 1958*

APPENDICES

- A - Invitation à ma Conférence du 22 février 1958**
- B - Doit-on reconsidérer les lois de la Gravitation ?**
(Mémoire de 1958)
- C - New Theoretical and Experimental Research Work on Gravity**
(Mémoire de décembre 1958)
- D - Test de périodicité : Généralisation du test de Schuster au cas de séries temporelles autocorrélées dans l'hypothèse d'un processus de perturbations aléatoires d'un système stable**
(Mémoire de 1961)
- E - Fréquence, probabilité et hasard, avec deux Appendices :**
1. Fréquences empiriques et fréquences mathématiques -
2. Le Théorème T. La simulation du hasard par des fonctions presque périodiques
(Mémoire de 1982)
- F - Sur la distribution normale des valeurs à des instants régulièrement espacés d'une somme de sinusoides**
(Note de Maurice Allais présentée par Robert Fortet, CRAS, 30 mai 1983)
- G - Considérations sur les théories physiques**
(Extraits de mon mémoire de 1983 : *Les fondements de la théorie de l'utilité et du risque*)
- H - Les expériences de Dayton C. Miller 1925-1926 et la Théorie de la Relativité**
(Mémoire publié dans "*La Jaune et la Rouge*", revue polytechnicienne, septembre 1996, p. 29-37).
- I - Des régularités très significatives dans les observations interférométriques de Dayton C. Miller 1925-1926**
(*Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Mars 1997).

ANNEXES I

- A - Extraits de la correspondance 1958-1960**
- B - Mon mémoire de 1957 sur la vitesse de la lumière**
- C - Articles de Presse**
- D - Scandale à Polytechnique** (Louis Rougier, juillet 1959)

ANNEXES II

**Notes présentées à l'Académie des Sciences
non publiées dans les Comptes Rendus*****Analyse harmonique des mouvements du pendule paraconique***

- 1958 *Sur l'existence d'une Composante Périodique de Période Voisine de 24h 50' dans les Mouvements du Pendule Paraconique à Support Anisotrope dans les observations de Novembre-Décembre 1954 et Juin-Juillet 1955*
IRSID, 20 novembre 1958, 11 p.
- 1959 *Mouvement du Pendule Paraconique - Recherche des Périodicités Cachées par la Considération des Fréquencigrammes Associée à la Généralisation du Test de Schuster*
IRSID, 2 novembre 1959, 8 p.
- 1959 *Mouvement du Pendule Paraconique - Recherche des Périodicités Cachées par la Considération des Corrélogrammes*
IRSID, 26 novembre 1959, 9 p.

Eclipse de soleil

- 1959 *Mécanique - Mouvements du Pendule Paraconique et Eclipse Totale de Soleil du 2 octobre 1959*
IRSID, 10 novembre 1959, 7 p.

Caractéristiques du dispositif expérimental

- 1958 *Détermination Expérimentale du Coefficient Cinétique de Frottement du Pivotement de la Bille du Pendule Paraconique*
IRSID, 20 novembre 1958, 9 p.

Théorie du Pendule Paraconique

- 1958 *Application du Théorème de Bour au cas des mouvements terrestres dans le cas le plus général*
IRSID, 19 mars 1958, 9 p.
- 1958 *Equations du Mouvement du Pendule Paraconique à Support Anisotrope à Petites Oscillations - Première et Deuxième Approximation*
IRSID, 18 août 1958, 7 p.
- 1958 *Variations des Paramètres Osculateurs de l'ellipse décrite dans le mouvement du Pendule Paraconique à Support Anisotrope et à Petites Oscillations - Première et Seconde Approximation*
IRSID, 18 août 1958, 6 p.
- 1958 *Corrections de Première Approximation du Pendule Paraconique à Support Anisotrope et à Petites Oscillations*
IRSID, 18 août 1958, 4 p.
- 1958 *Corrections de Seconde Approximation du Pendule Paraconique à Support Anisotrope et à Petites Oscillations*
IRSID, 18 août 1958, 5 p.

Pendule paraconique à support isotrope - Recherches Expérimentales

- 1959 *Pendule Paraconique. Réalisation d'un Support aussi Isotrope que Possible*
IRSID, 5 novembre 1959, 10 p.
- 1959 *Pendule Paraconique à Suspension Isotrope. Détermination des Variations au Cours du Temps des Caractéristiques de la Corrélation du Mouvement avec l'Azimut*
IRSID, 10 novembre 1959, 7 p.

Géodésie et Optique - Recherches Expérimentales

- 1958 *Anomalies des Opérations de Triangulation et de Nivellement - Explication possible et Confrontation avec l'Expérience*
IRSID, 21 mai 1958, 5 p.
- 1960 *Existence de Composantes Périodiques dans les Variations des Lectures Correspondant aux Visées Effectuées avec une Lunette Fixe sur une Mire Fixe en Liaison avec les Mouvements du Pendule Paraconique*
IRSID, 23 février 1960, 6 p.

INTRODUCTION

"La théorie doit donner du monde physique une description aussi simple que possible ...

"Elle ne doit faire appel à une nouvelle grandeur, accepter une hypothèse nouvelle que lorsqu'une inéluctable nécessité l'y contraint.

"Lors donc que le physicien découvre des faits inconnus jusqu'à lui, lorsque ses expériences lui ont permis de formuler des lois que la théorie n'avait pas prévues, il doit tout d'abord rechercher avec le plus grand soin si ces lois peuvent être présentées, au degré d'approximation requis, comme des conséquences des idées admises ...

"C'est seulement après avoir acquis la certitude que les grandeurs traitées jusque là par la théorie ne peuvent servir de symboles aux qualités observées, que des hypothèses reçues ne peuvent découler les lois établies, qu'il est autorisé à enrichir la physique d'une grandeur nouvelle, à la compliquer d'une nouvelle hypothèse.

"Ces principes sont l'essence même de nos théories physiques".

M.P. Duhem *

"Ce sont les faits constatables qui ont seuls une réalité physique".

Max Born **

"Il y a toujours une tendance des plus nuisibles à laisser les opinions se cristalliser en croyances. Cette tendance se manifeste spécialement lorsque quelqu'auteur éminent ... commence à être reconnu comme une autorité ...

"Mais "se tromper est humain" et il devrait toujours être permis de critiquer les meilleurs ouvrages. Si au lieu d'accueillir, comme bienvenues, recherches, et critiques, les admirateurs d'un grand auteur acceptent l'autorité de ses écrits ..., cela porte le plus grand préjudice à la cause de la vérité.

"Dans les sujets de philosophie et de science, l'autorité a toujours été le grand adversaire de la vérité. Un calme despotique est habituellement le triomphe de l'erreur ...

"En science et en philosophie rien ne doit être tenu pour sacré".

Stanley Jevons ***

A

POURQUOI CET OUVRAGE

1.- Des données expérimentales nouvelles, contributions aux débats sur les fondements de la Mécanique et de l'Optique

Les débats sur les fondements de la Mécanique et de l'Optique

1- Cet ouvrage aborde un des domaines les plus discutés de la Physique depuis trois siècles, celui des fondements de la Mécanique et de l'Optique, tout spécialement quant à la transmission des actions à distance et quant à l'influence du mouvement de la Terre sur les phénomènes terrestres ¹.

(*) M.P. Duhem, 1899, *Les Théories Electriques de J. Clerk Maxwell. Etude historique et critique*, Annales de la Société Scientifique de Bruxelles, 24^{ème} année, 1899-1900, p. 245.

(**) Max Born, 1920, *La théorie de la relativité d'Einstein et ses bases physiques*, Gauthier-Villars, 1923, p. 291.

(***) Stanley Jevons, 1888, *La Théorie de l'Economie Politique*, traduction française de la Troisième édition, Giard, 1909, p. 369-370.

(1) Pour la période prérelativiste voir tout spécialement quatre exposés de synthèse :

- 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 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.
- Edmund Whittaker, *History of the Theories of Aether and Electricity*, Tome I, *The Classical Theories*, 1951, voir tout particulièrement le Chapitre XIII, *Classical Theory in the age of Lorentz*, p. 386-428.
- Augustin Sesmat, 1937, *L'Optique des Corps en Mouvement*, Hermann, Paris.

Ce domaine a fait l'objet des plus vives controverses où la passion ne l'a que trop souvent emporté sur l'objectivité, tout particulièrement depuis la domination progressive de la théorie de la relativité dans la littérature ².

C'est pourquoi cet ouvrage se limitera à l'analyse des données de l'expérience, seule source véritable de nos connaissances, et tout particulièrement à l'analyse des données expérimentales nouvelles qui ouvrent de nouvelles perspectives.

Des données expérimentales nouvelles dans quatre domaines

2- Les données expérimentales nouvelles analysées dans cet ouvrage recouvrent *quatre domaines* considérés *a priori* comme différents bien qu'en relation étroite les uns avec les autres :

- mes expériences à l'Institut de Recherche de la Sidérurgie (IRSID) sur le pendule paraconique à *support anisotrope* (Chapitre I), et mes expériences sur le pendule paraconique à *support isotrope* (Chapitre II) ;
- mes expériences sur les déviations optiques des *visées sur mires*, et les expériences de *visées sur mires et sur collimateurs* qui les ont suivies et qui ont été réalisées par l'Institut Géographique National (IGN) (Chapitre III) ;
- les régularités caractérisant les expériences de *visées optiques* d'Esclangon et non aperçues par lui (Chapitre IV) ;
- les régularités caractérisant les *observations interférométriques* de Dayton C. Miller et non aperçues par lui (Chapitre IV).

(2) Edmund Whittaker, id., Tome II, *The Modern Theories*, 1953 ; voir tout particulièrement Chapitre II, *The Relativity of Theory of Poincaré and Lorentz*, p. 27-77, et le Chapitre V, *Gravitation*, p. 144-146 ; et les *Chapitres IV, VI, et VII* ci-dessous.

Whittaker projetait de publier un troisième volume couvrant la période 1926-1950. En raison de sa disparition, ce troisième volume n'a malheureusement jamais pu être publié.

Toutes ces expériences se distinguent de toutes celles qui les ont précédées dans leurs domaines par un caractère tout à fait essentiel. *Elles ont reposé sur de très nombreuses observations, continues, de jour et de nuit, réparties sur de longs intervalles de temps.*

Le danger des idées préconçues

3- Cet ouvrage *s'abstiendra de toute interprétation d'ensemble*, et cela pour au moins deux raisons. Tout d'abord, toute interprétation d'ensemble impliquerait des analyses qui nécessiteraient de trop nombreux développements ; ensuite, et surtout, la nature même des phénomènes nouveaux mis en évidence dans cet ouvrage, pour être complètement définie, nécessiterait au préalable de très nombreuses expériences complémentaires, indispensables pour dégager des lois précises des phénomènes nouveaux.

Dans l'état actuel des informations disponibles une telle construction théorique d'ensemble *serait tout à fait prématurée*. En fait, les nouvelles données de l'expérience analysées dans cet ouvrage *et dont l'existence est tout à fait indiscutable* sont manifestement *si complexes*, elles font intervenir de si nombreux phénomènes que c'est *l'approfondissement expérimental préalable de leur structure et de leurs régularités* qui conditionne toute construction théorique d'ensemble ³.

Il nous faut absolument nous garder de ce travers *qui a tant nui au développement de la physique théorique dans ces deux derniers siècles, celui des idées préconçues*.

 (3) Dans son mémoire du 3 janvier 1980, "*An interim Report on a Repeat of the Allais Experiment*", Robert Latham (Imperial College of Science and Technology, 70 p.) écrit (p. 5) :

"Indeed in all his work there is a complete absence of any detailed attempt at explanation, coupled however with very great care and thoroughness in the conduct of the experiments".

C'est là, en fait, un principe que je n'ai cessé de suivre : ne pas présenter prématurément une théorie générale expliquant mes résultats.

Tout ce qui peut être raisonnablement avancé actuellement, c'est une *anisotropie de l'espace*.

Les nouvelles données déduites de l'expérience, qui sont présentées dans cet ouvrage, si on les considère dans leur ensemble, apparaissent *comme tout aussi incompatibles* avec les théories de la Mécanique et de l'Optique de l'époque prérelativiste qu'avec la Théorie de la Relativité, restreinte ou générale.

Dans le long conflit des doctrines, il nous faut ne jamais oublier que la science est toujours en perpétuel devenir. *En science il n'est jamais de vérité définitive*. Ce qui caractérise fondamentalement la démarche scientifique, c'est un constant effort pour comprendre la nature profonde d'un monde qui le plus souvent reste indéchiffrable.

Puissent les nouvelles données de l'expérience présentées dans cet ouvrage susciter un nouvel effort de réflexion *totalement dégagé de toute vue a priori, de tout préjugé, de tout parti pris, et de toute passion*.

Peu à peu la science avance vers de nouveaux sommets dans sa découverte progressive de la nature profonde, difficilement déchiffrable, du monde où nous vivons.

Lors de nouvelles expériences la nature répond toujours à nos interrogations, mais elle paraît trop souvent nous répondre comme le faisait l'oracle de Delphes. Ses réponses en effet ne nous apparaissent pas toujours très clairement, non pas tellement parce qu'elles seraient réellement ambiguës et incompréhensibles, mais parce que nous sommes trop souvent emprisonnés par des idées toutes faites, par des idées préconçues, et par des vérités établies, *qui nous empêchent de les comprendre*.

2.- L'objet de cet ouvrage

Quatre objectifs

1- Le présent ouvrage a fondamentalement quatre objectifs.

- *Le premier* est de présenter *une vue synthétique* de mes expériences sur le pendule paraconique à *support anisotrope* effectuées de 1954 à 1960 (*Chapitre I*), de mes expériences sur le pendule paraconique à *support isotrope* effectuées en 1959-1960 (*Chapitre II*), de mes expériences de visées optiques *sur mires* qui les ont accompagnées en 1958, et des expériences de visées optiques *sur mires et sur collimateurs* qui les ont suivies en 1959 (*Chapitre III*) ; et des analyses auxquelles j'ai procédé de 1954 à aujourd'hui.
- *Le second objectif* est de présenter *une analyse de deux séries d'expériences antérieures, très significatives et tout à fait fondamentales*, celles d'Esclangon de 1927-1928, et celles de Dayton C. Miller de 1925-1926 (*Chapitre IV*).
- *Le troisième objectif* est de mettre en évidence les caractères *communs* de ces cinq séries d'expériences : des observations *inexplicables* dans le cadre des théories actuellement admises, *des connexions structurelles très marquées*, et des corrélations temporelles *très significatives* avec les données astronomiques, tout particulièrement avec la position de la Terre sur son orbite (*Chapitres V, VI, et VII*).
- Cet ouvrage se propose enfin *d'inciter très fortement* tous ceux qui en ont la possibilité à réaliser ou à faire réaliser une série d'expériences d'ensemble dont *tout* permet de prévoir qu'elles apporteront des informations *majeures* sur les fondements mêmes des théories physiques contemporaines (*Chapitre VIII*).

Mon mémoire de 1958

2- Dans la revue "*Perspectives X*" de l'Ecole Polytechnique de 1958 ¹, j'ai publié sous le titre : "*Doit-on Reconsidérer les Lois de la Gravitation ?*" une vue d'ensemble au 1er janvier 1958 sur mes travaux sur le pendule paraconique à support anisotrope poursuivis de 1954 à 1957. La version anglaise de ce mémoire a été publiée en 1959 par la revue américaine "*Aero-Space Engineering*" de l'*Institute of the Aeronautical Sciences* sous le titre : "*Should the Laws of Gravitation be Reconsidered ?*" ².

Ce mémoire a été suivi d'une *Note Complémentaire* de deux pages ³ où j'ai rendu compte des *expériences cruciales* réalisées simultanément avec des dispositifs identiques en juillet 1958, d'une part dans mon laboratoire de l'Institut de Recherche de la Sidérurgie (IRSID) à Saint Germain, et d'autre part dans un laboratoire installé en avril 1958 dans une carrière souterraine à Bougival avec 57 m. de recouvrement et distante de 6,5 km.

La publication de mes travaux de physique

3- J'ai naturellement l'intention de publier dès qu'il me sera possible l'ensemble de mes travaux de physique, *théoriques et expérimentaux* ⁴, mais le mieux est l'ennemi du bien, et il m'a paru nécessaire de présenter dès maintenant et sans plus attendre cette *vue d'ensemble* sur les cinq séries d'expériences très *significatives*, et à vrai dire *tout à fait fondamentales*, sur lesquelles se fonde cet ouvrage.

(1) p. 90-104. Ce mémoire est reproduit dans l'*Appendice B* du Deuxième volume de cet ouvrage, "*Compléments expérimentaux et théoriques*" (voir le *Sommaire* ci-dessus p. 31).

(2) *Aero-Space Engineering*, September 1959, n° 9, p. 46-52 ; October 1959, n° 10, p. 51-55 ; November 1959, n° 11, p. 55.

La traduction a été faite aux Etats-Unis sur la recommandation de Werner von Braun, directeur de la *National Aeronautics and Space Administration*.

(3) Cette *Note Complémentaire*, envoyée ultérieurement à la Rédaction de *Perspectives X* après les *expériences cruciales de juillet 1958*, a été simplement encartée sans pagination dans cette publication après la correction des épreuves du mémoire.

La version anglaise de cette *Note Complémentaire* a été intégrée dans mon mémoire d'*Aero-Space Engineering* (November 1959, p. 55).

(4) Le premier volume sera publié sous le titre : "*Recherches Expérimentales et Théoriques sur les Théories Physiques 1953-1960*". Il groupera notamment mes principales publications et mes principaux mémoires (voir les *Références* ci-dessous à la fin de ce volume). Il présentera également les valeurs numériques de toutes les observations effectuées de 1954 à 1960 pendant des durées d'un mois ou de quinze jours.

Ce volume sera suivi de deux autres : "*Théorie du Pendule Paraconique*" et "*Analyses Complémentaires des Données de l'Observation*".

Comme les deux volumes du présent ouvrage, ces volumes seront publiés par les Editions Clément Juglar avec l'aide de mon ami Guy Berthault.

B

MES RECHERCHES EXPERIMENTALES ET THEORIQUES

1.- *L'origine de mes recherches expérimentales**Ma passion pour l'exploration de l'"Inconnu physique"*

1- Il me paraît tout d'abord très souhaitable de préciser quelle a été l'origine de toutes mes recherches en physique qui se sont réparties tout le long de ce demi-siècle.

Ma passion pour la recherche en physique, pour l'exploration de l'"*Inconnu physique*", je la dois initialement à mon cours de physique de l'Ecole Polytechnique, et *elle n'a jamais cessé de me motiver profondément.*

C'est elle qui a suscité d'une part mes recherches de physique théorique et d'autre part mes expériences sur les mouvements du pendule paraconique. J'ai réalisé ces expériences de 1953 à 1960. Depuis 1960, et à diverses reprises, j'ai poursuivi des recherches théoriques sur la théorie unitaire de la physique et sur l'interprétation de mes résultats expérimentaux, tout particulièrement en 1967, 1978, 1981, 1985, 1987, 1989, et de 1992 à 1996 ¹.

 (1) J'ai mené tous ces travaux en parallèle avec mon activité d'économiste qui m'a valu en 1988 le *Prix Nobel de Sciences Économiques*.

Au total, depuis 1950, j'ai certainement passé *le quart* de tout mon temps sur mes recherches théoriques et expérimentales sur les théories physiques.

En fait, *originellement*, je voulais me consacrer *entièrement* à la Physique. Ce n'est qu'en raison de la guerre que j'ai été amené à m'orienter progressivement vers la science économique (voir la Troisième édition de mon *Traité d'Économie Pure*, 1994, *Troisième Introduction*, p. 19 et 26).

Une conviction

2- Ma conviction a toujours été que la propagation des actions de gravitation et des actions électromagnétiques *s'effectue de proche en proche, et qu'elle implique* l'existence d'un milieu intermédiaire, l'"*éther*" de Fresnel et des physiciens du XIX^e siècle, sans que toutefois on puisse considérer, *comme il était généralement admis au XIX^e siècle*, que toutes les parties de ce milieu soient parfaitement immobiles les unes par rapport aux autres et notamment par rapport aux étoiles dites fixes ².

Cette conviction m'a amené à considérer au début des années cinquante qu'un champ magnétique correspond à une rotation locale de ce milieu intermédiaire. J'en ai déduit qu'on devait pouvoir établir une liaison entre magnétisme et gravitation en observant l'action d'un champ magnétique sur le mouvement d'un pendule constitué par une boule de verre suspendue par un fil d'une longueur de l'ordre de deux mètres.

Des anomalies dans le mouvement du pendule de Foucault

3- Pour déceler une telle action j'ai commencé par observer le mouvement d'un tel pendule en l'absence de tout champ magnétique autre que le champ terrestre.

A ma très grande surprise j'ai constaté que ce mouvement ne se réduisait nullement à l'effet de Foucault, mais qu'il présentait *des anomalies très importantes et variables avec le temps* relativement à cet effet ³. C'est l'étude de ces anomalies *tout à fait imprévues* qui a constitué l'objet essentiel de mes expériences de 1954 à 1960.

(2) Voir ci-dessous *Chapitre VI*.

(3) Certainement j'ai été favorisé là par la chance. Mais l'exploitation de cette chance, si passionnante qu'elle ait été, s'est révélée *extrêmement difficile à tous points de vue*.

L'action d'un champ magnétique sur le mouvement du pendule

4- De l'ensemble des observations *en nombre très limité* faites en 1953 ⁴, puis en 1954 et 1955 à l'IRSID, du mouvement d'une boule de verre oscillant dans un champ magnétique de l'ordre de quelques centaines de gauss, *je n'ai pu tirer à l'époque aucune conclusion définitive*. Cependant, je considère aujourd'hui que *les effets à prévoir sont trop petits pour pouvoir être décelés avec les champs magnétiques que l'on peut réaliser* ⁵.

*L'étude expérimentale des anomalies du pendule paraco-
nique*

5- Au regard des anomalies constatées dans le mouvement du pendule qui avaient été mises en évidence *de façon indiscutable* dès février 1953, je me suis consacré à partir de 1954 à l'étude des anomalies du mouvement d'un pendule court suspendu par une bille que j'ai appelé "*pendule paraconique*" ⁶.

Je n'ai donc pas été conduit à ces expériences par des idées théoriques. Elles n'ont été qu'un sous-produit d'une toute autre recherche qui, elle, n'a pu aboutir.

(4) C'est grâce à l'aide de mon ami Emmanuel André-Martin, que mes premières expériences ont été réalisées en Février-Juin 1953 dans un local de la Compagnie Clemençon (34, rue Milton, Paris) (voir ci-dessous § D.1).

(5) J'ai ainsi renoncé en 1989 à suggérer toute nouvelle expérience sur l'action d'un champ magnétique sur un pendule comme j'en avais eu auparavant l'intention. En fait, dans mes expériences de 1953 à 1955 le champ magnétique réalisé au centre du solénoïde où oscillait le pendule était seulement de l'ordre de 400 gauss.
Cette question fera l'objet de ma part d'une publication ultérieure.

(6) A partir du 16 octobre 1953, et grâce au puissant soutien de Pierre Ricard (§ D.1 ci-dessous), j'ai pu disposer d'un laboratoire en sous-sol avec deux très grandes pièces superposées (de six sur dix mètres) à l'IRSID à Saint-Germain-en-Laye avec deux collaborateurs Jacques Bourgeot et Annie Rolland.

L'atelier de mécanique de l'IRSID, très compétent, n'a cessé de m'apporter un concours inappréciable pour la construction avec une grande précision des différents appareillages que j'ai utilisés de 1954 à 1960.

Mes expériences à l'IRSID se sont poursuivies de février 1954 à juin 1960.

Les résultats obtenus ont été pour moi *tout à fait inattendus*, à tous points de vue, autant par leur nature que par leur ampleur.

C'est l'expérience, et l'expérience seule, qui m'a incité à effectuer des expériences systématiques sur le pendule paraconique. C'est l'expérience qui m'a constamment guidé, et c'est l'expérience qui m'a finalement amené à la conviction que les observations effectuées correspondaient effectivement à un phénomène nouveau bien réel, totalement inexplicable dans le cadre des théories actuellement admises.

**2.- Mes recherches expérimentales sur le pendule paraconique 1954-1960,
et sur les déviations optiques des visées sur mires 1958**

*L'existence d'une composante périodique lunaire de 24 h 50 mn
dans le mouvement du pendule paraconique à support ani-
trophe d'une amplitude totalement inexplicable dans le cadre
des théories actuellement admises*

1- Pour étudier les anomalies décelées dans le mouvement d'un pendule court, j'ai utilisé principalement un pendule paraconique, d'une longueur de l'ordre du mètre, constitué par un disque de bronze vertical fixé sur une tige de bronze suspendue à un étrier reposant sur une bille d'acier.

En l'absence de tout champ magnétique autre que le champ magnétique terrestre, j'ai constaté, à partir d'observations *continues* poursuivies pendant des périodes de l'ordre d'un mois de 1954 à 1960, des circonstances *très remarquables*, tout particulièrement l'existence d'une périodicité diurne lunaire significative de 24 h 50 mn. d'une amplitude *considérablement plus élevée* que celle calculée d'après les théories actuellement admises. L'amplitude *observée* est d'environ vingt ou cent millions de fois plus élevée que l'amplitude *calculée* suivant que l'on considère le pendule paraconique à suspension anisotrope ou le pendule paraconique à suspension isotrope ¹. En fait, une telle composante périodique diurne *lunaire est tout à fait inexplicable dans le cadre des théories actuellement admises* ².

En outre, les expériences réalisées ont suggéré *l'existence à chaque instant d'une direction d'anisotropie de l'espace.*

(1) Voir ci-dessous *Chapitre I*, § A.5.3, p. 98 et B.2.1, p. 118, et *Chapitre II*, § F.2.2, p. 285.

(2) Voir ci-dessous *Chapitre I*, § B.2.6, et B.2.7, p. 123-125, et *Chapitre II*, § F.2.2, p. 285.

Les deux expériences cruciales de juillet 1958 sur le mouvement du pendule paraconique à suspension anisotrope

2- Des résultats *identiques* quant à l'existence d'une périodicité diurne lunaire d'une amplitude significative ont été trouvés, lors des deux expériences cruciales de juillet 1958, dans deux laboratoires distants d'environ 6 km, l'un en sous-sol à Saint Germain, l'autre dans une carrière souterraine à Bougival avec 57 m de recouvrement ³.

Les expériences associées des visées optiques sur mires de juillet 1958

3- L'existence des anomalies constatées dans les opérations de nivellement de précision et de triangulation ⁴, rapprochées des anomalies constatées dans le mouvement du pendule paraconique, m'a incité à effectuer, *parallèlement* à mes expériences sur le pendule paraconique à support anisotrope de Saint-Germain et de Bougival de juillet 1958, une série de visées optiques Nord-Sud et Sud-Nord sur mires fixes à Saint-Germain. En raison de difficultés techniques ces visées optiques n'ont pu être convenablement réalisées que dans la deuxième quinzaine du mois de juillet 1958.

En fait, j'ai constaté dans cette période *une remarquable correspondance* entre les observations des azimuts du pendule paraconique et les observations correspondant aux azimuts des visées optiques réciproques de deux lunettes azimutales sur deux mires ayant les mêmes supports que ces lunettes ⁵.

En tout état de cause les amplitudes des déviations optiques constatées, *considérées en elles-mêmes, sont inexplicables dans le cadre des théories actuellement admises* ⁶.

(3) Voir ci-dessous *Chapitre I*, Section C.

(4) Voir ma Note du 21 mai 1958, *Anomalies des opérations de triangulation et de nivellement. Explication possible et confrontation avec l'expérience*. Cette Note est reproduite dans les *Annexes II* du *Deuxième Volume* de cet ouvrage (voir ci-dessus p. 33).

(5) Mon intuition initiale a été ainsi *remarquablement confirmée*.

(6) *Chapitre II*, Section B, ci-dessous.

Les anomalies observées lors des deux éclipses totales de soleil de 1954 et 1959

4- Lors de l'éclipse totale de soleil du 30 juin 1954, une remarquable déviation du plan d'oscillation du pendule paraconique s'est constatée, *déviaton inexplicable dans le cadre des théories actuellement admises*. Une déviation *tout à fait analogue* s'est constatée à nouveau lors de l'éclipse totale de soleil du 2 octobre 1959 ⁷.

L'existence d'une direction d'anisotropie de l'espace variable avec le temps déduite des observations du pendule paraconique à support isotrope

5- Enfin, alors que dans toutes mes expériences de février 1954 à juillet 1958 le support du pendule paraconique était anisotrope, j'ai réalisé en octobre 1959 *un support isotrope* afin de pouvoir, par une nouvelle méthode d'analyse, *déterminer à chaque instant la direction d'anisotropie de l'espace*.

Lors de deux séries d'observations mensuelles en novembre-décembre 1959 et en mars-avril 1960, cette approche, *entièrement différente* de la précédente, a confirmé l'existence d'une structure périodique lunisolaire *totalemt inexplicable* dans le cadre des théories actuelles, et *elle a démontré l'existence d'une direction d'anisotropie de l'espace variable avec le temps (Chapitre II)*.

(7) *Chapitre I, Section D, ci-dessous.*

Deux découvertes incontestables

6- A la fin du XIX^{ème} siècle de nombreux expérimentateurs ont mentionné des anomalies dans le mouvement du pendule conique ⁸, mais *rien de précis* n'avait émergé de ces expériences, et je pense que la mise en évidence *incontestable* des anomalies du pendule paraconique et de leur structure périodique constitue *une découverte authentique* dont je puis revendiquer l'*entière paternité*.

Il en est de même *a fortiori* de la mise en évidence des déviations optiques des visées sur mires et de leur structure périodique, tout à fait indépendantes de toute influence triviale, car *personne antérieurement n'en avait même soupçonné l'existence*.

Ce sont là, en fait deux découvertes *incontestables de phénomènes nouveaux* qui, dans l'état actuel des choses, ne paraissent pouvoir s'expliquer que par *une anisotropie de l'espace* ⁹.

 (8) Voir par exemple Dejean de Fonroque, juillet 1879, *Du Pendule, Théorie de ses variations*, Chamerot, 32 p., et *Note* du 14 avril 1979 à l'Académie des Sciences, présentée par M. A. Cornu, *Sur diverses expériences faites avec un pendule oscillant avec de grandes amplitudes*. (voir une analyse détaillée des mémoires de Dejean de Fonroque dans le *Deuxième volume* de cet ouvrage, *Chapitre II*, Section C, voir ci-dessus p. 28).

Les mémoires de Dejean de Fonroque ne sont que qualitatifs et ils ne peuvent faire l'objet d'une analyse quantitative.

(9) Voir ci-dessous § C.2, p. 60-63.

Mes Notes à l'Académie des Sciences

7- Mes observations sur le pendule paraconique à suspension anisotrope ont fait l'objet, de novembre 1957 à février 1959, de huit Notes à l'Académie des Sciences présentées par Albert Caquot, et de deux Notes sur leur signification statistique présentées par Joseph Kampé de Fériet ¹⁰.

Les visites de mes laboratoires

8- A partir de septembre 1955 je suis arrivé à la conviction que les mouvements du pendule paraconique à support anisotrope constituaient effectivement un phénomène nouveau *totalelement inexplicable dans le cadre des théories actuellement admises.*

(10) Ces notes sont les suivantes :

- | | |
|--------------------------|---|
| Note du 13 mai 1957 | - <i>Test de Périodicité - Généralisation du Test de Schuster au cas de séries temporelles auto-correlées</i> |
| Note du 13 novembre 1957 | - <i>Observation des mouvements du pendule paraconique.</i> |
| Note du 25 novembre 1957 | - <i>Analyse harmonique des mouvements du pendule paraconique .</i> |
| Note du 4 décembre 1957 | - <i>Mouvement du pendule paraconique et éclipse totale de soleil du 30 juin 1954.</i> |
| Note du 16 décembre 1957 | - <i>Théorie du pendule paraconique et influence lunisolaire</i> |
| Note du 23 décembre 1957 | - <i>Application du Test de Schuster généralisé à l'analyse harmonique des azimuts du pendule paraconique.</i> |
| Note du 3 novembre 1958 | - <i>Nouvelles expériences sur le pendule paraconique à support anisotrope.</i> |
| Note du 22 décembre 1958 | - <i>Structure périodique des mouvements du pendule paraconique à support anisotrope à Bougival et Saint-Germain en juillet 1958.</i> |
| Note du 19 janvier 1959 | - <i>Détermination expérimentale de l'influence de l'inclinaison de la surface portante sur le mouvement du pendule paraconique à support anisotrope.</i> |
| Note du 9 février 1959 | - <i>Détermination expérimentale de l'influence de l'anisotropie du support sur le mouvement du pendule paraconique.</i> |

Les dates indiquées sont celles des publications dans les Comptes Rendus (et non les dates antérieures de leur présentation). Les dates de présentation ont été les suivantes : 6 mai 1957, 4 novembre 1957, 18 novembre 1957, 18 novembre 1957, 25 novembre 1957, 4 décembre 1957, 20 octobre 1958, 10 novembre 1958, 1^{er} décembre 1958, et 26 janvier 1959.

En outre de leur publication dans les Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, ces différentes Notes ont été publiées séparément par Gauthier-Villars dans deux Fascicules intitulés : "*Structure périodique des mouvements du pendule paraconique à suspension anisotrope et influence lunisolaire. Résultats expérimentaux et anomalies*" (25 et 17 p.). Le premier inclut les six premières Notes, le second les quatre dernières.

J'ai alors diffusé les principaux résultats de mes recherches auprès de diverses personnalités, et organisé des visites de mon laboratoire de l'IRSID, puis des visites de mon laboratoire de Bougival après les expériences cruciales de juillet 1958 ¹¹.

Mes Conférences

9.- Mes travaux ont fait l'objet de trois Conférences organisées par le *Cercle Alexandre Dufour* :

- la première, "*Faut-il reconsidérer les lois de la Gravitation ? Sur une nouvelle expérience de Mécanique*", le samedi 22 février 1958, dans l'amphi Henri Poincaré de l'Ecole Polytechnique ¹² ;

- la seconde, "*Faut-il reconsidérer les lois de la Gravitation ? Nouveaux résultats, bilan et perspectives*", le samedi 7 novembre 1959, à la Société des Ingénieurs Civils de France ¹³ ;

- la troisième, "*Les périodicités constatées dans le mouvement du pendule paraconique sont-elles réelles ou non ? Généralisation du test de Schuster au cas de séries temporelles autocorrélées*", le samedi 18 mars 1967 ¹⁴.

(11) Au total 127 personnalités ont participé à ces visites.

(12) 14 Tableaux muraux ; 34 projections ; sténotypie de la Conférence et de la Discussion, 80 p.

Une vue d'ensemble de cette Conférence a été donnée dans mon Mémoire de 1958 (§ A.2.2 ci-dessus).

(13) 13 Tableaux muraux ; 50 projections ; sténotypie de la Conférence et de la Discussion, 69 p.

(14) Le texte de cette Conférence a été publié dans les Bulletins 120, 121 et 122 du Cercle Alexandre Dufour d'avril, mai, et septembre 1967, p. 80-97, 107-124, et 130-132.

En fait, je n'ai jamais eu le temps de publier mes deux premières Conférences des 22 février 1958 et 7 novembre 1959 dont je dispose seulement des sténotypies et des tableaux muraux et projections annexées.

Mon mémoire de 1958 (§ A.2.2 ci-dessus) présente une vue d'ensemble de ma Conférence du 22 février 1958.

Deux Prix

10 - Mes travaux sur le pendule paraconique à support anisotrope ont été marqués par deux prix auxquels j'ai été très sensible : l'un français, le *Prix Galabert 1959* de la Société Française d'Astronautique ¹⁵, et l'autre américain, en 1959, de la *Gravity Research Foundation* ¹⁶.

L'arrêt des expériences

11 - Finalement, et malgré le succès éclatant des deux expériences cruciales de juillet 1958, malgré les résultats très prometteurs de mes expériences sur les déviations optiques des visées sur mires constatées en juillet 1958 et de mes expériences sur le pendule paraconique à support isotrope de novembre-décembre 1959 et de mars-avril 1960, j'ai dû me résoudre, faute de moyens financiers, à fermer mon laboratoire de l'IRSID en juin 1960 et à me séparer de deux collaborateurs exceptionnels Jacques Bourgeot et Annie Rolland ^{17, 18}.

 (15) Le mémoire présenté à la *Société Française d'Astronautique* avait pour titre "*Recherches théoriques et expérimentales nouvelles sur la Gravitation*" (Décembre 1958, 21 p.).

A ce mémoire ont été annexés mon mémoire du 13 mai 1958 "*Anomalies du mouvement du pendule paraconique à support anisotrope*" (68 p.), mes huit premières Notes à l'Académie des Sciences (note 8 ci-dessus), et mon mémoire du 4 novembre 1957 sur la vitesse de la lumière (voir § 3.3 ci-dessous).

(16) Le mémoire présenté à la *Gravity Research Foundation* des Etats-Unis en 1959 avait pour titre : "*New Theoretical and Experimental Research Work on Gravity*" (janvier 1959, 9 p.).

(17) Alors qu'en 1868 Van der Willigen avait pu écrire (*Le Pendule de Foucault au Musée Teyler*, Arch. Musée Teyler, I, 1868, p. 342) :

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

les autorités scientifiques françaises responsables ont en 1959 délibérément mis fin à mes expériences sur le pendule paraconique alors que paradoxalement les difficultés essentielles avaient été surmontées.

Ce n'était cependant pas en refusant, sans justification réelle, d'examiner avec soin et de manière appropriée les anomalies du pendule paraconique que l'on pouvait progresser.

En fait, *scientifiquement*, la décision, tout à fait injustifiée, de mettre fin à mes expériences a été totalement incompréhensible.

Voir ci-dessous § D.3.1, p. 69-70, et *Chapitre I*, Section G, p. 213-235.

(18) Sur ma demande et au regard de leurs très grandes qualités mes deux collaborateurs ont pu être intégrés tout aussitôt dans les services techniques de l'IRSID.

3.- *Mes recherches théoriques, 1950-1996*

L'analyse des mouvements du pendule paraconique

1- Depuis 1953 je n'ai jamais cessé de travailler sur l'analyse et la signification des mouvements du pendule paraconique et des déviations optiques que je leur ai associées, tout particulièrement quant à leurs relations avec la recherche d'une théorie unitaire de la physique. J'ai en particulier élaboré une théorie générale des mouvements du pendule paraconique et rédigé de nombreux mémoires sur les théories physiques et sur la signification statistique des observations constatées ¹.

Deux difficultés majeures

2- En fait, dans mes travaux théoriques sur le pendule paraconique j'ai eu à surmonter deux difficultés *majeures*.

Tout d'abord, et aussi incroyable que cela puisse paraître au regard de l'immense littérature sur le pendule de Foucault, *aucun auteur n'avait calculé l'influence lunisolaire sur le mouvement du pendule de Foucault*. Au regard de l'importance *fondamentale* de l'estimation théorique de cette influence il m'a donc fallu élaborer une théorie complète des mouvements du pendule paraconique ².

(1) § A.2.3.

(2) Voir mon Mémoire d'ensemble "*Théorie du Pendule Paraconique*", septembre 1956, 441 p.

J'ai préparé en 1958 des exposés résumés de quelques principes essentiels suivis dans ce Mémoire dans cinq *Notes* destinées à l'Académie des Sciences mais qui n'ont pu être publiées (voir ci-dessus p. 33).

- *Application du Théorème de Bour au cas des mouvements terrestres dans le cas le plus général*, 14 mars 1958, 9 p.

- *Equations du mouvement du pendule paraconique à support anisotrope à petites oscillations. Première et deuxième approximation*, 18 août 1958, 7 p.

- *Variations des paramètres osculateurs de l'ellipse décrite dans le mouvement du pendule paraconique à support anisotrope et à petites oscillations. Première et deuxième approximation*, 18 août 1958, 6 p.

- *Corrections de première approximation du pendule paraconique à support anisotrope et à petites oscillations*, 18 août 1958, 4 p.

- *Corrections de deuxième approximation du pendule paraconique à support anisotrope et à petites oscillations*, 18 août 1958, 5 p.

J'avais demandé à Henri Villat de présenter la première Note, mais je me suis heurté à un refus.

En second lieu, j'ai dû constater que dans l'immense littérature, en physique et en économique, sur la recherche des périodicités, il n'existait aucun test de périodicité applicable *au cas général des séries temporelles autocorrélées*. Ce n'est qu'en avril 1957 que j'ai pu surmonter cette difficulté en élaborant un test généralisant le *Test de Schuster* qui n'était valable que pour des séries temporelles constituées de termes *indépendants* ³.

Recherches sur les fondations d'une théorie unitaire de la physique

3- De 1950 à 1960 j'ai poursuivi mes recherches sur les fondations d'une théorie unitaire et rédigé différentes Notes ⁴.

(3) Ma généralisation du test de Schuster *au cas de séries temporelles autocorrélées* a fait l'objet de mes deux Notes à l'Académie des Sciences des 13 mai et 13 novembre 1957, et de mon mémoire d'ensemble "*Test de périodicité. Généralisation du test de Schuster au cas de séries temporelles autocorrélées dans l'hypothèse d'un processus de perturbations aléatoires d'un système stable*", présenté en 1961 à l'Institut International de Statistique. Ce texte est reproduit en *Appendice D* dans le *Deuxième Volume* de cet ouvrage.

Voir *Chapitre I* ci-dessous, § B.1.3, note (6).

(4) Plusieurs de ces Notes ont fait l'objet d'une diffusion miméographiée restreinte dont notamment :

- *Sur une interprétation possible du champ magnétique terrestre*, 24 octobre 1957, 7 p.

- *Sur une solution de l'équation aux dérivées partielles*

$$\frac{1}{\sqrt{|g|}} \partial_i (\sqrt{|g|} g^{ij} \partial_j \varphi) - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} - \frac{2k_0}{c} \frac{\partial \varphi}{\partial t} - k_0^2 \varphi + 4\pi K \delta = 0$$

et sur une interprétation de la constance de la vitesse de la lumière, 4 novembre 1957, 12 p.

- *Sur une interprétation possible des anomalies de la gravité et ses applications*, 5 novembre 1957, 34 p.

- *Interprétation des anomalies de la pesanteur comme un effet d'écran des actions gravifiques*, mars 1960, 29 p.

Sur mon mémoire sur la vitesse de la lumière du 4 novembre 1957 voir ci-dessous *Chapitre I*, § G.5.2, p. 226 ; *Chapitre VI*, § C.1, p. 511-514 ; et *Chapitre VII*, § C.4, note 4, p. 599.

C

CE QUI EST EN QUESTION

1.- Connexions des observations du pendule paraconique et des déviations optiques des visées sur mires avec les expériences optiques d'Ernest Esclangon de 1927-1928 et les expériences interférométriques de Dayton C. Miller de 1925-1926

Les expériences d'Esclangon et de Miller

1- Les anomalies du pendule paraconique et les anomalies des visées sur mires que j'ai mises en évidence présentent des *connexions frappantes* avec les anomalies rencontrées dans l'étude de nombreux autres phénomènes.

Dans ce qui suit j'examine tout particulièrement deux séries d'anomalies, celles qui correspondent aux expériences optiques d'Esclangon de 1927-1928, et celles qui correspondent aux expériences interférométriques de Miller de 1925-1926. Les unes et les autres, *dont l'existence est très réelle*, se révèlent à l'analyse d'une importance *tout à fait exceptionnelle* ¹.

Une corrélation générale avec la position de la Terre sur son orbite

2- Ce qui caractérise notamment les observations du mouvement du pendule paraconique à support anisotrope et à support isotrope, les observations optiques que je leur ai associées, les observations optiques d'Esclangon, et les observations interférométriques de Miller, *c'est leur corrélation avec la position de la Terre sur son orbite*, en contradiction avec un postulat fondamental de la *Théorie de la Relativité, Restreinte ou Générale* ².

(1) *Chapitre IV* ci-dessous.

(2) *Chapitres V, VI, et VII* ci-dessous.
Le *Chapitre V* est entièrement consacré à l'analyse quantitative de cette corrélation.

Aucune interprétation

3- Dans mes *Notes à l'Académie des Sciences* de 1957-1959, et tout particulièrement dans mon mémoire d'ensemble de 1958, "*Doit-on reconsidérer les lois de la gravitation ?*" je me suis *systématiquement* abstenu de toute interprétation des anomalies constatées dans le mouvement du pendule paraconique, et cela pour deux raisons, la première, c'est qu'à mes yeux *ce qui était essentiel, c'étaient les faits observés*, la seconde, c'est que je voulais me tenir à l'écart de toute polémique inutile *sur des dogmes considérés comme définitivement établis* dans les théories contemporaines et considérés *comme intangibles* par certains membres de l'Académie des Sciences ³.

Des anomalies cohérentes entre elles

4- En fait, l'analyse des observations du pendule paraconique à support anisotrope et à support isotrope, l'analyse des observations des visées sur mires que je leur ai associées en 1958, et celle des observations des visées sur mires et sur collimateurs qui les ont suivies en 1959, l'analyse des observations optiques d'Esclangon, et l'analyse des observations interférométriques de Miller, démontrent *toutes l'existence d'une cohérence très remarquable sous-jacente à toutes ces observations*, et elles conduisent *toutes* à une même conclusion :

- *Il est possible de déterminer la position de la Terre sur sa trajectoire par des expériences purement terrestres.*

Elles conduisent *toutes* également à trois conceptions directrices :

- l'existence d'une *anisotropie de l'espace*,
- la détermination de cette anisotropie de l'espace par des *influences astronomiques*,
- l'existence d'un *milieu intermédiaire*, support matériel de la transmission de ces influences.

 (3) Pour éviter toute difficulté avec certains membres de l'Académie des Sciences très attachés à la Théorie de la Relativité d'Einstein, Albert Caquot n'a jamais cessé de me recommander *instamment* de m'abstenir de toute interprétation (voir notamment la note 3 du § A.1.3 ci-dessus, et le § D.3 ci-dessous ; voir également la Section G du *Chapitre I* ci-dessous).

Il me paraît préférable aujourd'hui de me dégager *totalemment* de toute contrainte que ce soit.

L'analyse approfondie de ces cinq séries d'observations ne permet naturellement pas d'affirmer la validité intrinsèque de ces trois conceptions directrices, mais elle permet d'affirmer que *tout se passe comme si* ces trois conceptions directrices correspondaient *effectivement à une réalité profonde* ⁴.

En tout état de cause *la validité, la cohérence, et les propriétés des observations analysées dans les cinq premiers chapitres de cet ouvrage sont totalement indépendantes de toute hypothèse* ⁵ *et de toute théorie que ce soit.*

Une seule conclusion certaine

5- Toute interprétation théorique de l'ensemble de ces cinq séries d'observations *serait actuellement tout à fait prématurée.* De nombreuses expériences complémentaires sont de toute évidence *nécessaires* pour que des régularités suffisantes apparaissent qui puissent mener à des lois précises et à une théorie générale ⁶.

Une seule certitude émerge actuellement. Des phénomènes nouveaux ont été mis en évidence que les théories actuellement admises sont incapables d'expliquer.

Je me suis donc limité dans cet ouvrage *aux seules données de l'observation, en m'abstenant systématiquement de présenter quelque synthèse théorique que ce soit* ⁷.

(4) Voir *Chapitre VI* ci-dessous.

(5) *En fait l'anisotropie de l'espace et sa détermination par des influences astronomiques ne sont pas des hypothèses. Ce sont des données de l'observation.*

(6) Voir ci-dessus § A.1.1.

(7) *La seule exception que j'ai faite à ce principe est de montrer que les observations du pendule paraconique peuvent s'expliquer facilement à partir de l'hypothèse d'une anisotropie de l'espace d'inertie (voir ci-dessous, Chapitre I, § F.3, p. 206-212, et Chapitre II, Section I, p. 320-325).*

La Théorie de la Relativité

6.- En réalité, si tant de discussions, tant de passions se sont manifestées et se manifestent encore sur la *Théorie de la Relativité Restreinte et Générale*, la raison en est très simple : *une erreur de jugement portée initialement sur le caractère prétendu négatif de l'expérience de Michelson, et la non prise en compte des observations de Miller de 1925-1926*. De là est résultée une espèce d'égarement persistant dans la physique contemporaine et le dogmatisme intolérant qui l'a accompagné ⁸.

Rien n'illustre mieux cette espèce d'égarement que ce jugement de Fénelon ⁹ :

"La plupart des erreurs des hommes ne tiennent point tant à ce qu'ils raisonnent mal à partir de principes vrais, mais bien plutôt à ce qu'ils raisonnent juste à partir de principes faux ou de jugements inexacts".

Une règle d'or

7.- Quant à moi, toutes mes recherches, tous mes travaux *ont été dominés par une conviction absolue, c'est que pour être valable toute théorie, quelle qu'elle soit, doit être confirmée, tant dans ses hypothèses que dans ses conséquences, par les données de l'observation*.

C'est cette conviction qu'exprime la maxime qui tout au long de ma vie m'a constamment inspiré dans tous les domaines : *"La soumission aux données de l'expérience est la règle d'or qui domine toute discipline scientifique"* ¹⁰.

(8) Voir ci-dessous le *Chapitre VII*, § A.4

(9) *Lettre de Fénelon, dite de Port-Royal*, pour l'éducation du duc de Chevreuse.

(10) Maurice Allais, 1989, *La Philosophie de ma Vie, Autoportraits*, Montchrestien, 1989, p. 70.

2.- Deux découvertes fondamentales et authentiques

Deux phénomènes nouveaux

1- Comme je l'ai déjà indiqué ¹ j'ai mis en évidence dans mes expériences de 1954 à 1960 *des anomalies très significatives* d'une part dans le mouvement du pendule paraconique à support anisotrope et à support isotrope, et d'autre part dans les visées optiques sur mire. *J'en ai démontré l'existence, indépendamment de tout effet pervers.* Ces anomalies sont *totalelement inexplicables* dans le cadre des théories actuellement admises.

En fait, les anomalies optiques que j'ai mises en évidence en juillet 1958 présentent une connexion frappante avec les anomalies du pendule paraconique à support anisotrope. *Par là même une relation a été établie entre deux phénomènes a priori tout à fait étrangers l'un à l'autre, l'Optique et la Mécanique* ².

Il y a là incontestablement la découverte de deux phénomènes nouveaux, l'un et l'autre sans précédent dans la littérature, et dont les implications ont une importance majeure quant aux fondements mêmes des théories contemporaines.

Ce sont là deux découvertes fondamentales et authentiques, faites en 1958, et totalelement méconnues par la science officielle depuis maintenant trente-huit ans ^{3, 4}.

(1) § B.2.6 ci-dessus, p. 50.

(2) *Chapitre III*, § B.3, p. 338, et B.6, p. 345, ci-dessous.

(3) Peut-être certains lecteurs m'accuseront-ils de manquer ici quelque peu de modestie, mais le fait que je puisse revendiquer la paternité de ces deux découvertes *ne change rien à leur nature*, et je ne vois pas très bien pourquoi je devrais les sous-estimer, *alors que leur importance capitale est manifeste.*

Depuis trente-huit ans la science officielle a réussi à faire un silence total sur ces deux découvertes. C'est à ce silence que dans l'intérêt même de la science il convient de mettre fin.

Ce n'est réellement pas manquer à l'éthique que de revendiquer la paternité de découvertes. Le grand Ampère lui-même n'a-t-il pas écrit :

"On ne peut nier l'importance de ces expériences ni se refuser à convenir que la découverte de l'action de la Terre sur les fils conducteurs m'appartient aussi complètement que celle de l'action mutuelle de deux corps".

(André-Marie Ampère, 1826, *Théorie mathématique des phénomènes électrodynamiques uniquement déduite de l'expérience*, p. 103).

(4) Voir page suivante.

*Les deux expériences cruciales de juillet 1958 sur le pendule
paraconique à support anisotrope*

2.- En fait, *les deux expériences cruciales*, poursuivies d'une manière continue et dans des conditions identiques, pendant un mois, en juillet 1958, l'une dans un sous-sol à l'Institut de Recherche de la Sidérurgie (IRSID) à Saint-Germain, l'autre dans une carrière souterraine à Bougival, à six kilomètres de distance et avec cinquante sept mètres de recouvrement, *ont radicalement balayé toutes les objections présentées auparavant*, en donnant les mêmes résultats quant à l'existence d'une périodicité diurne lunaire de 24 h. 50 mn. dans le mouvement du pendule paraconique à support anisotrope, *d'une amplitude inexplicable dans le cadre des théories actuellement admises.*

Il est très remarquable que pendant le même mois de juillet 1958 à Saint-Germain les déviations optiques des visées Nord-Sud et Sud-Nord sur des mires par deux lunettes azimutales ont mis en évidence *les mêmes composantes périodiques* de 24 h. 50 mn., et que ces *composantes sont exactement en phase avec celles du pendule paraconique* constatées à Saint-Germain et à Bougival ⁵.

Comment ne pas rappeler ici ce qu'écrivait André-Marie Ampère en 1826 ⁶:

" Les époques où l'on a ramené à un principe unique des phénomènes considérés auparavant comme dus à des causes absolument différentes, ont été presque toujours accompagnées de la découverte d'un grand nombre de nouveaux faits, parce qu'une nouvelle manière de concevoir les causes suggère une multitude d'expériences à tenter, d'explications à vérifier".

(4) Pour beaucoup, que deux découvertes fondamentales aient pu être faites "par un amateur" est tout à fait incompréhensible et, à vrai dire, impossible.

Pour mes détracteurs, que des phénomènes tout à fait essentiels aient pu échapper pendant des dizaines d'années à la sagacité d'expérimentateurs avertis dépasse l'entendement. Pour eux, ces prétendues découvertes ne peuvent ainsi reposer que sur des erreurs et des illusions. Il n'y a donc pas lieu de les prendre en considération.

Voir § D.3 ci-dessous.

(5) La validité et la portée de ces deux découvertes se trouvent aujourd'hui *considérablement renforcées* par les analyses fondées sur les nouveaux calculs présentés dans cet ouvrage.

(6) André-Marie Ampère, 1826, *Théorie mathématique des phénomènes électro-dynamiques uniquement déduite de l'expérience*, p. 118.

Des effets d'une grandeur relativement considérable

3.- Si l'on considère les recherches contemporaines, les efforts considérables déployés pour mettre en évidence des effets extrêmement petits, et les appareillages *extrêmement complexes et très coûteux* mis en œuvre, et si on les rapproche de mes expériences sur le pendule paraconique et les effets optiques associés, on ne peut manquer d'être frappé par la *très grande simplicité* des processus expérimentaux que j'ai utilisés pour leur étude et *l'importance quantitative relative considérable des effets constatés*, tout particulièrement pour le pendule paraconique dont l'amplitude observée de la composante périodique de 24 h 50 mn est de *vingt à cent millions de fois plus grande* que l'amplitude calculée par la théorie actuellement admise de la gravitation ^{7, 8}.

De nouvelles perspectives

4- Comme tous les phénomènes nouveaux, qui, à un moment donné, s'avèrent *inexplicables dans le cadre des théories admises et qui contraignent à les remettre en question*, les anomalies du pendule paraconique et les anomalies optiques que j'ai mises en évidence ouvrent à de très nombreux points de vue *de nouvelles perspectives*, notamment quant à l'existence *d'une anisotropie de l'espace variable avec le temps* ⁹.

(7) Suivant que l'on considère le pendule paraconique à support anisotrope ou le pendule paraconique à support isotrope.

Voir ci-dessous, *Chapitre I*, § B.2.1, p. 118, et *Chapitre II*, § F.2.2, p. 285.

(8) Si on considère par exemple l'avance de *42 secondes sexagésimales par siècle* du périhélie de Mercure dont l'explication à 5" près est considérée comme un grand succès de la théorie de la relativité (voir *Chapitre VII* ci-dessous, § C.6.2) et si on considère l'influence lunaire de 24 h. 50 mn. *de l'ordre de 10⁻⁵ radians par seconde de temps* sur le pendule paraconique (note 5 ci-dessus), elle correspond à 6,51 milliards de secondes sexagésimales par siècle *. Les ordres de grandeur sont *totalemt différents*.

* $10^{-5} \text{ rad/sec} = 10^{-5} \left(\frac{180}{\pi} \cdot 60 \cdot 60 \right) (100 \cdot 365,25 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60) \text{ secondes par siècle}$

$= 6,51 \cdot 10^9 \text{ secondes par siècle}$

(9) Certains peuvent se demander pourquoi j'ai tant attendu pour publier cet ouvrage. Les raisons en sont simples. Dans les années soixante l'hostilité qui s'était manifestée était *si puissante*, les rumeurs sur la non validité de mes expériences *si nombreuses et si insistantes*, certaines venant de personnalités ayant une grande réputation et une grande influence, que rien n'aurait pu me permettre de lutter contre elles. *Elles persistent encore aujourd'hui*.

De plus, j'ai été complètement absorbé dans les années qui ont suivi l'arrêt de mes expériences par mes travaux économiques sur l'analyse monétaire, la théorie de l'optimum capitalistique, la théorie des surpluses, la théorie des choix aléatoires, et la théorie des probabilités, tous travaux qui ont donné lieu de ma part à de très nombreuses publications (voir Allais, 1989, *Autoportraits*, p. 121-144).

Comme l'a souligné Max Planck ¹⁰ :

"Lorsqu'il se produit une révision ou une transformation d'une théorie physique, on trouve qu'il y a presque toujours au point de départ la constatation d'un ou plusieurs faits qui ne pouvaient pas entrer dans le cadre de la théorie, sous sa forme actuelle. Les faits restent en effet toujours la clef de voûte de laquelle dépend la stabilité de toute théorie, si importante qu'elle puisse être.

Pour le théoricien vraiment digne de ce nom il n'y a d'ailleurs rien de plus intéressant qu'un fait en contradiction avec une théorie jusqu'alors tenue pour vraie, c'est alors que commence pour lui le véritable travail".

Et comme l'a écrit Henri Poincaré ¹¹ :

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

(10) Max Planck, 1941, *Initiations à la Physique*, Flammarion, p. 40.

(11) Henri Poincaré, 1906, *La Science et l'Hypothèse*, Flammarion, 1927, p. 178.

D

SOUTIENS ET OPPOSITIONS

1.- *Des soutiens exceptionnels*

• Je dois *une immense gratitude* à Emmanuel André-Martin, Pierre Ricard, Albert Caquot, et René Dugas ¹, aujourd'hui disparus, qui m'ont fait confiance et grâce au soutien desquels j'ai pu poursuivre de 1954 à 1960 mes expériences sur le pendule paraconique et les expériences de visées optiques sur mires que je leur ai associées.

C'est à *Emmanuel André-Martin* que je dois d'avoir disposé d'un premier laboratoire en janvier 1953 ².

C'est à *Pierre Ricard* que je dois d'avoir disposé en octobre 1953 d'un laboratoire à l'*Institut de Recherche de la Sidérurgie* à Saint-Germain avec deux collaborateurs, Jacques Bourgeot et Annie Rolland ³. C'est grâce à eux, et tout particulièrement à Jacques Bourgeot, dont l'efficacité, la conscience professionnelle, l'intelligence et le dévouement ont été exemplaires, que mes expériences ont pu être réalisées avec un plein succès ⁴.

(1) ---- Emmanuel André-Martin (16 juillet 1900-23 juin 1978), Pierre Ricard (3 avril 1899 - 4 avril 1956), Albert Caquot (1^{er} juillet 1881 - 27 novembre 1976), René Dugas (11 août 1897 - 15 juin 1957).

(2) Dans les locaux de la Compagnie Clemençon, 34 rue Milton, à Paris, dont le président était André-Martin, avec l'assistance très active et très efficace de M. Coupry, Ingénieur de la Compagnie Clemençon. Voir ci-dessus § B.1.4.

(3) Pierre Ricard était à l'époque Président des Industries Métallurgiques et Minières. En mai 1953 j'ai téléphoné à Pierre Ricard pour lui demander s'il pouvait m'aider pour que je puisse poursuivre avec des moyens suffisants les expériences que j'avais réalisées dans les locaux de la Compagnie Clemençon. Sa réponse a été étonnante :

"J'ai lu votre ouvrage d'économie de 1943. Je le considère comme tout à fait fondamental et comparable pour l'Économie à la "Mécanique Analytique" de Lagrange pour la Mécanique. Je vous fais donc confiance. Que vous faut-il ?

"Malheureusement je pars demain aux Etats-Unis, mais adressez vous de ma part au Directeur de l'Institut de Recherches de la Sidérurgie. Il fera le nécessaire".

Dix jours après la décision était prise définitivement de m'affecter à l'IRSID un grand laboratoire à deux étages superposés avec deux collaborateurs.

Durant toute mon existence je n'ai jamais vu une telle capacité de décision fondée sur la confiance dans les hommes.

(4) Quand j'ai engagé en octobre 1953 Jacques Bourgeot (qui auparavant avait déjà travaillé plusieurs mois au sein de l'Institut Géographique National) il n'avait que 23 ans, mais ses capacités exceptionnelles n'ont cessé de se confirmer dans les années qui ont suivi.

Mon laboratoire à l'IRSID a fonctionné du 16 octobre 1953 au 30 juin 1960.

Je dois à *Albert Caquot* la présentation, *malgré de nombreuses et persistantes oppositions*, de huit *Notes* à l'Académie des Sciences sur le pendule paraconique ⁵. Ces *Notes* ont porté respectivement sur le dispositif expérimental, le processus d'observation, et l'analyse harmonique des mouvements du pendule paraconique, sur les effets de l'éclipse totale de soleil du 30 juin 1954, sur la théorie du pendule paraconique et l'influence lunisolaire, sur les nouvelles expériences cruciales de juillet 1958 sur le pendule paraconique à support anisotrope à Bougival et à Saint-Germain, sur la structure périodique des azimuts observés lors de ces expériences, sur la détermination expérimentale des effets de l'inclinaison de la surface portante et de l'anisotropie du support. Ma dernière communication a été celle du 9 février 1959 ⁶.

Je dois à *René Dugas* ⁷ un soutien constant et efficace auprès de nombreuses personnalités et tout particulièrement auprès de nombreux membres de l'Académie des Sciences.

Les disparitions prématurées en 1956 et 1957 de Pierre Ricard et de René Dugas m'ont privé de deux soutiens *tout à fait essentiels*.

Je dois à Joseph Kampé de Fériet d'avoir présenté mes *deux Notes sur l'analyse harmonique* à l'Académie des Sciences, la première sur la généralisation du test de Schuster au cas de séries temporelles auto-corrélées, et la seconde sur l'application de ce test à l'analyse harmonique des azimuts du pendule paraconique ⁸.

 (5) CRAS, 13 et 25 novembre 1957, 4 et 16 décembre 1957, 3 novembre et 22 décembre 1958, 19 janvier et 9 février 1959 (voir ci-dessus § B.2.7, p. 51).

(6) A partir de cette date s'est imposée une puissante cabale tant à l'encontre de mes travaux de physique qu'à l'encontre de mes positions libérales en économie.

Voir ci-dessous, *Chapitre I*, § G.5, p. 225-230, et *Chapitre X*, § B.2, p. 685-686. Voir également Louis Rougier, Juillet 1959, *Scandale à Polytechnique* (Ce texte est reproduit dans le *Deuxième volume* de cet ouvrage en *Annexe I.D*, p. 31 ci-dessus).

(7) René Dugas était directeur à la SNCF, mais il avait un violon d'Ingres, l'analyse des fondements de la Mécanique, et il a publié deux ouvrages fondamentaux : *Histoire de la Mécanique* (1950), et *La Mécanique au XVIIIème siècle* (1954), préfacés l'un et l'autre par Louis de Broglie.

René Dugas m'avait fait à l'époque une prédiction : "*Il arrivera un jour où votre pendule paraconique sera installé dans tous les observatoires du monde*". Cependant sa prédiction n'a pu jusqu'ici se réaliser.

(8) CRAS, 13 mai et 23 décembre 1957 (voir ci-dessus § B.2.7, p. 51).

• C'est grâce au soutien constant de plusieurs membres de l'Académie des Sciences dont notamment Albert Caquot, Donation Cot, Georges Darrieus, Joseph Kampé de Fériet, André Léauté, Albert Pérard, Maurice Roy, Pierre Tardi, et René Thiry, et des généraux Paul Bergeron et Jean Guérin, présidents successifs du Comité d'Action Scientifique de la Défense nationale, et au retentissement de ma Conférence du 22 février 1958, que des crédits m'ont été accordés par le *Comité d'Action Scientifique de la Défense Nationale* et par le *Centre National de la Recherche Scientifique*, et qu'ainsi ont pu être réalisées *les deux expériences cruciales*, poursuivies d'une manière continue et dans des conditions identiques, pendant un mois, en juillet 1958, l'une dans un sous-sol à l'*Institut de Recherche de la Sidérurgie* à Saint-Germain, l'autre dans une carrière souterraine à Bougival à six kilomètres de distance et avec cinquante-sept mètres de recouvrement ⁹.

Le plein succès de ces expériences a été marqué par le Prix Galabert 1959 de la Société Française d'Astronautique, et un prix, en 1959, de la Gravity Research Foundation ¹⁰.

Ces expériences de juillet 1958 ont été accompagnés à l'IRSID des expériences de visées sur mires qui ont donné des résultats *tout à fait décisifs* ¹¹.

(9) Voir ci-dessus § C.2.2.

(10) Voir ci-dessus § B.2.10.

(11) *Chapitre III, Section B, p. 334-344* ci-dessous.

C'est grâce à mon ami Guy Berthault qu'en 1992 et 1993 *des essais d'enregistrement continu* des visées sur mires ont pu être réalisés. Une analyse en est donnée dans le *Deuxième volume* de cet ouvrage, *Chapitre III, Section B* (voir p. 29 ci-dessus).

C'est grâce encore à Guy Berthault que vont pouvoir être publiés le présent volume et la plupart de mes travaux de physique.

2.- L'intérêt soulevé par mes expériences

De 1953 à 1956 je me suis abstenu de toute publication, car je voulais être absolument sûr de la réalité du nouveau phénomène que j'avais mis en évidence : des effets lunisolaires dont les amplitudes étaient *totalelement inexplicables* dans le cadre des théories actuellement admises.

En 1956 j'ai considéré que j'étais en mesure de publier l'essentiel de mes résultats. Ils ont fait l'objet de cinq communications à l'Académie des Sciences par Albert Caquot et Joseph Kampé de Fériet ¹.

Le 22 Février 1958 j'ai présenté une synthèse de mes résultats lors de ma Conférence, "*Faut-il reconsidérer les lois de la gravitation ? Sur une nouvelle expérience de mécanique*", présidée par Albert Caquot, dans l'amphithéâtre Henri Poincaré à l'Ecole Polytechnique ².

De 1956 à 1958, cent vingt sept personnalités du monde scientifique dont plus de cinquante spécialistes de Mécanique et de Géophysique ³ sont venues visiter mon laboratoire de Saint Germain, puis celui de Bougival. *Aucune d'entre elles n'a pu présenter une explication valable des effets constatés dans le cadre des théories admises.*

En 1958 la revue Polytechnicienne *Perspectives X* a publié mon Mémoire d'ensemble "*Doit-on Reconsidérer les Lois de la Gravitation ?*". La traduction anglaise de ce mémoire a été publiée en 1959 par la revue américaine *Aero-Space Engineering*, sous le titre "*Should the Laws of Gravitation be Reconsidered ?*" ⁴.

(1) Voir ci-dessus § B.2.7, p. 51, et ci-dessous, § D.3.1, note 1, p.69.

(2) § B.2.9 ci-dessus, p. 52

L'amphi était archicomble. Plus de 600 personnalités ont assisté à ma Conférence. De très larges échos en ont été donnés dans la Presse. Voir tout particulièrement : Pierre de Latil, *Le pendule fatal aux lois de la mécanique*, Le Figaro Littéraire, 18 janvier 1968 ; René Sudre, *L'énigme de la gravitation*, Revue des Deux Mondes, 1^{er} février 1958 ; Henri François, *Faut-il reconsidérer les lois de la gravitation ?*, Le Monde, 22 février 1958 ; Pierre Devaux, *Manifeste scientifique à Polytechnique*, Le Figaro, 25 février 1958.

Les principales analyses sont reproduites en Annexe C dans le *Deuxième volume* de cet ouvrage.

(3) Dont quatorze membres de l'Académie des Sciences : Albert Caquot, Pierre Chévenard, Donation Cot, Jean Coulomb, André Danjon, Georges Darmois, Joseph Kampé de Fériet, André Léauté, Albert Pérard, Joseph Pérès, René Perrin, Maurice Roy, Pierre Tardi, René Thiry.

(4) Voir ci-dessus § A.2.2, p. 42.

Dans l'ensemble mes expériences ont suscité de toutes parts un intérêt considérable en France et à l'étranger ⁵.

En fait, tous ceux qui ont analysé sérieusement mes travaux n'ont cessé d'être frappés par la cohérence de mes analyses et de mes résultats ⁶, et par leur valeur scientifique ⁷.

(5) J'ai reçu notamment un immense courrier de tous les pays.

Ainsi, et par exemple, tout récemment encore, le 1^{er} août 1996, j'ai reçu une lettre d'un physicien chinois S.W. Zhon du Department of Physics, *Huazhong University of Science and Technology*, me faisant part de recherches et de publications sur les anomalies constatées en mécanique, en optique, et en physique atomique lors des éclipses solaires de 1987, 1992 et 1995, entreprises à la suite de mes observations des anomalies du pendule paraconique lors de l'éclipse du 30 juin 1954, et soulignant mon rôle de pionner dans le domaine des recherches sur les anomalies de la gravitation.

(6) Voir notamment le jugement du physicien anglais Robert Latham (note 3 du § A.1.3 ci-dessus, p. 39). Voir également les appréciations de mai 1959 du général Paul Bergeron, président du Comité d'Action Scientifique de la Défense Nationale dans sa lettre à Werner von Braun, *Chapitre I*, § G.6, note 2, ci-dessous, p. 231.

(7) A la suite de la publication en septembre 1996 de mon article "*Les expériences de Dayton C. Miller et la Théorie de la relativité*" dans la Revue Polytechnicienne, *La Jaune et la Rouge*, un de mes correspondants de 1958, Paul Ernest de Montaigne, ancien élève de l'École Polytechnique, n'hésite pas à m'écrire :

"J'ai suivi avec un très vif intérêt vos conférences sur le pendule paraconique ...

"J'ai été, faut-il le dire, un peu frustré de vous voir Prix Nobel d'Economie. Je vous attendais davantage Prix Nobel de Physique. Vous voici revenu à la Physique, et comment ! J'espère que vous ne l'abandonnerez plus".

Lorsque j'ai reçu le Prix Nobel 1988 de Sciences Economiques, Robert Latham, de l'*Imperial College of Science and Technology*, m'a écrit :

"Please accept my most hearty congratulations ...

"It is a pity, science being what it is, that you can't get a similar recognition for the pendulum work. I know I am in a minority but my personal view is that it is just as important, and will be acknowledged as such in due course".

3.- *Des oppositions acharnées*

Une très forte opposition sans cesse accrue

1- En fait, dès la publication en 1956 des résultats de mes expériences, je n'ai cessé de me heurter aux "*vérités établies*", et aux dogmatismes des "*establishments*" de toutes sortes qui en assurent la domination ¹.

De multiples objections n'ont cessé de m'être opposées, dont la plupart étaient peu fondées, ou même totalement infondées, et dont les plus redoutables ne reposaient que *sur des rumeurs non explicitées* répandues dans les couloirs, trop souvent par des personnalités de premier plan, et auxquelles il m'était tout à fait impossible de répondre. J'ai demandé, mais en vain, d'être entendu par une Commission de l'Académie des Sciences. Rien n'y a fait.

Un silence de plomb a masqué le plein succès des expériences cruciales de 1958 et leur signification ².

 (1) Mes deux premières Notes à l'Académie des Sciences, "*Mouvements périodiques du pendule paraconique*" et "*Analyse harmonique des mouvements du pendule paraconique*", présentées par Albert Caquot en 1956 ont tout d'abord été refusées par les deux Secrétaires perpétuels, R. Courier et Louis de Broglie (voir leur lettre du 20 novembre 1956 à Albert Caquot reproduite dans l'*Annexe I.A du Deuxième Volume* de cet ouvrage. Voir ci-dessus p. 31). Ces deux Notes n'ont pu être publiées qu'un an plus tard les 13 et 25 novembre 1957.

En fait, une opposition constante, de plus en plus forte, à la publication de toutes mes Notes, n'a cessé de se manifester à l'Académie des Sciences.

(2) Dans un ouvrage récent, "*L'univers de la relativité générale*", Editions Vues nouvelles, mai 1996, Marcel Macaire, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, écrit (p. 11 et 66-67) :

"(L'analyse de Maurice Allais) aurait dû susciter un intérêt passionné ; curieusement, il n'y eut que très peu d'échos et quelques critiques généralement hostiles. Pourtant son argumentation était solide..."

"La critique qui a été faite - en 1958 - des résultats de Maurice Allais est dépourvue d'objectivité

Finalement, faute de crédits, et *malgré le succès éclatant des expériences cruciales de juillet 1958*, j'ai dû fermer mes laboratoires de l'IRSID et de Bougival et arrêter toutes mes recherches expérimentales en juin 1960³.

Une protestation instante

2- A vrai dire, cette résistance aux idées nouvelles, d'autant plus virulente qu'elle est plus ignorante et plus incompétente, dérive d'un postulat toujours sous-jacent : *toute théorie, tout modèle, toute expérience, toute étude, qui s'écarte des vérités établies ou les contredit, ne peut être qu'erronée.*

(note 2 suite)

"Ce qui frappe dans le travail de Maurice Allais, c'est la profusion des résultats qui infirment la loi de Newton. Toutes les expériences montrent des anomalies. S'il n'y en avait qu'une, on pourrait douter ; mais leur nombre et leur répétition auraient dû inciter les milieux scientifiques à analyser les résultats et à les prendre en compte. Or, leur publication n'a suscité que l'indifférence et l'hostilité. A la vérité, les arguments invoqués par les adversaires des thèses de Maurice Allais sont contradictoires. Les uns - par exemple - contestent la périodicité des courbes représentatives des résultats observés, alors que d'autres l'admettent, mais prétendent que la loi de Newton suffit à les expliquer.

"Mais il y a pire que l'indifférence ; le silence. On aurait dû trouver, dans la presse spécialisée, une critique ordonnée des résultats de Maurice Allais et, dans la grande presse, des éditoriaux attestant de la nouveauté des résultats obtenus et faisant état des arguments de ses adversaires. Or, rien de tel ne se produisit ; en 1958, le désintérêt fut total pour des expériences qui remettaient en cause des théories admises depuis trois siècles".

(3) Voir ci-dessous, *Chapitre I*, § G.2, G.5 et G.6, p. 215-216 et p. 225-235 ; et *Chapitre X*, § B.2, B.3, et B.4, p. 685-689.

Voir également dans le *Deuxième volume* de cet ouvrage le *Chapitre VIII, Des oppositions dogmatiques*, et les *Annexes I.A et I.D* (voir le *Sommaire* ci-dessus, p. 30-31).

Cette résistance, trop souvent aveugle et butée, aux idées nouvelles constitue certainement un des plus grands obstacles aux progrès de la science dans tous les domaines. Les découvertes, à toutes les époques, ont rencontré l'opposition fanatique des mandarins de la science ⁴.

Mais quelles qu'aient été les oppositions que j'ai rencontrées, et quels qu'aient été les obstacles de toutes sortes qu'elles ont dressés sur ma route, elles n'ont jamais réussi à m'empêcher et elles ne m'empêcheront jamais de défendre ce que je pense être la vérité ⁵.

(4) La tactique la plus redoutable et la plus perfide contre les idées nouvelles est la conspiration du silence, contre laquelle aucune défense n'est possible.

Si finalement, et malgré tous les obstacles qui lui sont opposés, une idée finit par triompher, celui qui le premier l'a défendue en est souvent dépouillé, et William James a pu justement écrire (Allais, 1966, *L'Economique en tant que Science*) :

"Toute doctrine traverse trois états : on l'attaque d'abord, en la déclarant absurde ; puis on admet qu'elle est vraie, évidente, mais insignifiante. On reconnaît enfin sa véritable importance et ses adversaires revendiquent alors l'honneur de l'avoir découverte".

(5) Je n'en ai pas moins ressenti très durement comme une très grande injustice le refus par l'Académie des Sciences de la publication de ma *Note du 23 février 1960* sur les résultats *purement expérimentaux* de mes observations optiques de juillet 1958 (voir ci-dessous *Chapitre III*, § B.4), et le développement d'une véritable cabale à mon encontre qui m'a finalement contraint à fermer mon laboratoire de l'IRSID en juin 1960 et, faute de moyens, à cesser toute recherche expérimentale (voir ci-dessous *Chapitre I*, Section G, p. 213-235, et *Chapitre X*, § B.2 et B.3, p. 685-689, et *Deuxième Partie* de cet ouvrage, *Chapitre VIII*, voir ci-dessus p. 30).

Que des mandarins de la science officielle aient pu participer à cette cabale n'en change malheureusement en rien la nature. Elle ne fait que l'aggraver. Une cabale reste une cabale.

Cette cabale ne s'est pas limitée à l'Académie des Sciences. Louis Armand, président en 1958-1959 du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique a fait état des rumeurs sur la non validité de mes travaux sur le pendule paraconique pour contribuer à faire échouer ma candidature en 1959 à la chaire d'économie de l'École Polytechnique.

Voir la *Troisième Introduction* à mon *Traité d'Economie Pure*, § 34, p. 124-126, et Louis Rougier, juillet 1959, "*Scandale à Polytechnique*". Le mémoire de Louis Rougier est reproduit en *Annexe I.D* dans le *Deuxième volume* de cet ouvrage (voir p. 31 ci-dessus).

Je mesure pleinement les risques que je prends en persistant à m'engager sur un terrain qui suivant tous les critères officiels n'est pas le mien. Mais serait-ce donc là une raison majeure pour me taire ⁶ ?

En fait, ce livre se veut être une protestation instantane contre les préjugés enracinés et le fanatisme aveugle de tous ceux qui s'opposent de toutes leurs forces aux progrès de la science. Comme l'a écrit autrefois Rabelais : "Ignorance est mère de tous les maux".

(6) Dans ma *Conférence* du 28 février 1958 à l'Ecole Polytechnique et *avant* les expériences cruciales de juillet 1958 je disais déjà :

"Il est hors de doute qu'il y a pour moi de très grands risques, étant un économiste, à faire des recherches de physique, et d'encourir le risque de me tromper. On peut pardonner à un professionnel de se tromper, mais on ne pardonnera jamais à quelqu'un qui n'est pas de la profession, de se tromper".

Quant à savoir si je me trompe, ou si ce sont mes adversaires qui se trompent, seuls les faits peuvent en décider.

E

AU LECTEUR

1.- *La rédaction de cet ouvrage**La présentation en deux volumes*

1.- A la réflexion il m'est apparu préférable de présenter cet ouvrage, "*L'anisotropie de l'espace. La nécessaire révision de certains postulats des théories contemporaines*", en deux volumes intitulés respectivement, "*Les données de l'expérience*" et "*Compléments expérimentaux et théoriques*", et de publier dès maintenant le premier volume ¹.

Le premier volume

2- Dans ce qui suit j'examine successivement ² :

- Mes expériences sur le pendule paraconique à support anisotrope (*Chapitre I*),
- Mes expériences sur le pendule paraconique à support isotrope (*Chapitre II*),
- Mes expériences sur les déviations optiques des visées sur mires de 1958, et leurs prolongements de 1959 (*Chapitre III*),
- Deux séries d'expériences antérieures *très significatives*, celles d'Esclangon et celles de Miller (*Chapitre IV*),
- La structure périodique semi-annuelle et annuelle des observations analysées et leurs interdépendances (*Chapitre V*),
- L'anisotropie de l'espace (*Chapitre VI*),
- L'interprétation et la portée des observations analysées (*Chapitre VII*),
- Un plan d'expériences simultanées à réaliser (*Chapitre VIII*),
- L'opposition incessante aux idées nouvelles au cours de l'histoire (*Chapitre IX*),
- Enfin, les nouvelles perspectives qui s'ouvrent aujourd'hui (*Chapitre X*).

 (1) Le deuxième volume ne pourra être publié que dans quelques mois.

(2) Le présent ouvrage doit *énormément* à mon épouse Jacqueline dont les suggestions et les critiques, toujours très constructives, m'ont été extrêmement utiles.

Le lecteur trouvera à la fin de cette *Première Partie* toutes les références relatives aux développements de cet ouvrage ³ ainsi qu'un index des noms.

Le second volume

3- Dans le *second volume* de cet ouvrage j'examinerai certains développements, *tout à fait essentiels*, des questions traitées dans les différents Chapitres de cette *Première Partie*, et qui, faute de place, n'ont pu y être analysés.

En outre je joindrai en *Appendices* à ce volume différents *Mémoires* en liaison directe avec les développements des dix *Chapitres* de cette *Première Partie*, ainsi que des textes relatifs aux oppositions qui m'ont été faites et auxquelles j'ai dû faire face (*Annexes I*) et les Notes préparées pour l'Académie des Sciences et qui n'ont pu être publiées dans les *Comptes Rendus* (*Annexes II*) ⁴.

Des difficultés inévitables

4- Certains passages du présent ouvrage sont *très techniques*. Certes, et autant qu'il était possible, j'ai évité tout formalisme mathématique en rejetant en principe dans le *Deuxième Volume* de cet ouvrage tous les développements impliquant des développements mathématiques.

Mais certaines questions, comme par exemple la présentation des principes du calcul théorique de l'influence lunisolaire sur le mouvement du pendule paraconique suivant la théorie actuelle de la gravitation, sont *si importantes* qu'il m'a paru nécessaire de les inclure dans mon exposé ⁵.

Le texte comporte également de très nombreuses notes et de très nombreux renvois, ce qui peut présenter quelques difficultés pour le lecteur ; mais j'ai voulu avant tout que mes développements soient rigoureux et dépourvus de toute ambiguïté.

(3) Je recommande tout particulièrement au lecteur de toujours se référer *aux travaux originaux*, et non pas aux commentaires de seconde main.

(4) Voir le *Sommaire* ci-dessus, p. 28-33.

(5) Voir notamment *Chapitre I*, § B.2, et F.3.2, p. 118-129, et 206-212 ; et *Chapitre II*, Section I, p. 320-325.

Enfin, le texte qui suit comporte quelques répétitions. Elles étaient, en l'espèce, *inévitables* dès lors que l'exposé de chaque Chapitre constitue par lui même un tout en liaison avec les exposés des autres chapitres et que toutes les questions étudiées sont liées les unes aux autres par des relations nombreuses et relativement complexes.

Les analyses quantitatives

5- De très nombreux calculs effectués *depuis janvier 1995* ont complété mes analyses de 1954-1960. Tous ont *entièrement confirmé* la très grande cohérence sous-jacente à toutes les observations effectuées de 1954 à 1960 en en précisant la signification et la portée. En fait, ces observations sont *tout à fait inexplicables* dans le cadre des théories actuellement admises.

En tout état de cause, *les analyses quantitatives* présentées dans les cinq premiers Chapitres de cette *Première Partie* sont *totalelement indépendantes de toute hypothèse et de toute théorie que ce soit.*

Une rédaction entièrement subordonnée à la rigueur et à la clarté

6- Tel qu'il est, et bien qu'il ait fait l'objet de très nombreuses versions successives au cours de sa rédaction de juillet 1995 à février 1997, cet ouvrage est certainement *très imparfait*. Cette rédaction comportait en effet de très nombreuses difficultés résultant de la complexité des questions analysées et de la nécessaire limitation des exposés ⁶. Elles n'ont pu être que partiellement surmontées.

Un seul principe m'a guidé : *"Tout sacrifier à la rigueur et à la clarté"* ⁷.

 (6) Il m'a fallu également retrouver tous les matériaux nécessaires pour la rédaction de cet ouvrage. Après plus de trente ans cela n'a pas toujours été facile.

(7) Je tiens ici à remercier très vivement Anne-Marie et Alain Villemur, collaborateurs exceptionnels. Anne-Marie Villemur a su présenter avec une efficacité remarquable les versions successives de cet ouvrage. Alain Villemur a exécuté avec une grande intelligence les calculs et les graphiques très nombreux correspondant aux analyses quantitatives.

2.- A contre-courant

• Incontestablement les analyses de cet ouvrage, *totalemment à contre-courant des "vérités établies" d'aujourd'hui*, susciteront de violentes oppositions. On admettra difficilement que l'économiste que je suis ait pu, par ses expériences et ses analyses, mettre en échec des théories physiques enseignées partout comme des vérités définitives.

Contre les fanatiques, je reste convaincu, comme jadis en 1959, qu'il n'y a rien à faire. Aveugles et sourds, butés dans leurs certitudes, ils nieront tout en bloc ¹. Mais aujourd'hui, comme en 1958 ², il y a des hommes honnêtes, tout prêts à examiner les faits, mêmes s'ils peuvent leur apparaître, de prime abord, opposés à leurs propres convictions.

On m'a dit que la revendication de ma part de deux découvertes fondamentales ne pourrait qu'exaspérer certains lecteurs. Certes, un tel avertissement n'est pas sans valeur ; il est incontestable. Mais, encore une fois, ce n'est pas en sous-estimant la portée des phénomènes nouveaux que j'ai mis en évidence qu'il serait possible d'alerter réellement le monde scientifique, tout au moins la partie du monde scientifique qui n'est pas aveuglée par les préjugés, les partis pris, et une foi aveugle dans les vérités établies.

Il est hors de doute que l'existence *indiscutable* des anomalies du pendule paraconique et des anomalies optiques que j'ai mises en évidence, les implications des observations optiques d'Esclangon, et celles des observations interférométriques de Miller ³ sont de nature à amener une révision profonde des fondements mêmes des théories actuelles.

 (1) Plus vraisemblablement ils essaieront de faire le silence. J'en donnerai dans le *Chapitre X* un exemple récent particulièrement significatif relatif à l'analyse quantitative des observations de Miller présentée dans le *Chapitre IV* ci-dessous.

(2) En 1960 neuf membres au moins de l'Académie des Sciences (Caquot, Cot, Darrieus, Kampé de Fériet, Léauté, Pérard, Roy, Tardi, Thiry) étaient convaincus de la nécessité de poursuivre mes expériences dont les résultats leur paraissaient tout à fait essentiels, et ils ont fait les plus grands efforts pour que les moyens nécessaires me soient accordés.

(3) Implications *inaperçues*, pour une large part, par ces deux auteurs.

C'est là une certitude, mais elle se heurtera comme déjà dans les années cinquante, à l'opposition aussi aveugle qu'acharnée de tous ceux qui ne fondent leur pensée que sur les vérités établies.

• A première vue certains de mes jugements, au cours de cette Introduction et des Chapitres qui suivent, pourront peut-être apparaître au premier abord quelque peu excessifs. Mais ce qui est réellement excessif, et à vrai dire inadmissible, c'est l'espèce d'indifférence avec laquelle les observations du mouvement du pendule paraconique, les observations optiques que je leur ai associées, et les observations interférométriques de Miller ont été méconnues et enterrées ⁴. Comme Bouasse le disait naguère :

"On ne serait pas obligé d'employer des termes aussi durs si l'on parlait à de purs esprits ; mais les vérités nues et décharnées touchent peu et ne laissent dans le cerveau que des traces légères qui s'effacent aisément ... Le grand avantage de la manière forte est d'obliger les gens à réfléchir".

Puis-je paraphraser ici ce qu'a écrit autrefois Alexis de Tocqueville dans un tout autre contexte :

"J'espère avoir écrit le présent livre sans préjugé, mais je ne prétends pas l'avoir écrit sans passion.

"Toutes les fois que j'ai rencontré dans les théories admises ou dans les faits reconnus des erreurs manifestes j'ai pris soin d'appeler sur elles la lumière afin que voyant les obstacles opposés aux progrès de la science on comprit mieux leur nature.

"Pour atteindre ce but je n'ai craint, je le confesse, de blesser personne, ni individus, ni opinions ... quelque respectables qu'ils puissent être. Je l'ai souvent fait avec regret, mais toujours sans remords. Que ceux auxquels j'aurais pu ainsi déplaire me pardonnent en considération du but désintéressé et honnête que je poursuis".

Le motif fondamental de ma démarche, c'est d'exprimer ce que je pense être la vérité.

Saint-Cloud, ce 15 Février 1997

(4) Voir ci-dessous *Chapitre I*, Section G, p. 213-235 ; *Chapitre X*, § B.2, B.3, et B.4, p. 685-689 ; et dans le *Deuxième volume* de cet ouvrage le *Chapitre VIII*, et les *Annexes IA* à *ID* (voir le *Sommaire* ci-dessus, p. 30-31).

Message aux lecteurs

Je serais très reconnaissant aux lecteurs de cet ouvrage s'ils pouvaient me faire part de leurs observations.

Je les en remercie vivement à l'avance.

Maurice Allais
15, rue des Gâte-Ceps
92210 - Saint-Cloud

I

MES EXPERIENCES SUR LE PENDULE PARACONIQUE A SUPPORT ANISOTROPE

1954 - 1960

Les faits importants sont les faits cruciaux, ... c'est-à-dire ceux qui peuvent confirmer ou infirmer une théorie. Après cela, si les résultats ne sont pas conformes à ce qu'on a prévu, les vrais savants n'éprouvent pas un sentiment de gêne, dont ils ont hâte de se débarrasser grâce à la magie des coups de pouce ; ils sentent, au contraire, leur curiosité vivement surexitée ; ils savent que leurs efforts, leur déconvenue momentanée, vont être payés au centuple, parce que la vérité est là, tout près, encore cachée et parée pour ainsi dire de l'attrait du mystère, mais sur le point de se dévoiler.

Henri Poincaré*

Mes expériences sur le pendule paraconique à support anisotrope ¹ se sont poursuivies de 1954 à 1960. Elles ont donné lieu à dix Notes à l'Académie des Sciences en 1957, 1958 et 1959 ², et à un exposé d'ensemble en 1958, "*Doit-on Reconsidérer les Lois de la Gravitation ?*" ³.

En outre, j'ai été amené à rédiger un très grand nombre de mémoires dont les références sont données à la fin de cet ouvrage, et qui seront publiés dans un prochain volume ⁴.

Mes travaux ont fait l'objet de trois Conférences organisées par le *Cercle Alexandre Dufour* : "*Faut-il reconsidérer les lois de la Gravitation ? Sur une nouvelle expérience de Mécanique*", le 22 février 1958 ; "*Faut-il reconsidérer les lois de la Gravitation ? Nouveaux résultats, bilan et perspectives*", le 7 novembre 1959 ; et "*Les périodicités constatées dans le mouvement du pendule paraconique sont-elles réelles ou non ? Généralisation du test de Schuster au cas de séries temporelles autocorrélées*", le 18 mars 1967 ⁵.

Au regard de la conception même du présent ouvrage, l'exposé qui suit sur les anomalies du pendule paraconique à support anisotrope se bornera nécessairement à l'essentiel ⁶.

* Henri Poincaré, 1913, *Dernières Pensées*, Flammarion, p.336.

(1) Mes expériences de 1959-1960 sur le pendule paraconique à *support isotrope* sont examinées dans le *Chapitre II* ci-dessous.

(2) Voir ci-dessus, *Introduction*, § B.2.7, p. 51.

(3) Voir ci-dessus, *Introduction*, § A.2.2, p. 42.

(4) Voir ci-dessus, *Introduction*, § A.2.3, p. 42.

(5) Voir ci-dessus, *Introduction*, § B.2.9., p. 52.

(6) Tous les compléments utiles sont présentés dans le *Deuxième Volume* de cet ouvrage (voir l'*Introduction* § E.1.3 ci-dessus, p. 74).

A

**CARACTERES GENERAUX DES EXPERIENCES
SUR LE PENDULE PARACONIQUE A SUPPORT ANISOTROPE
ET DE LEURS RESULTATS**

1.- Conditions expérimentales

Pendule utilisé

1- Bien que j'aie eu successivement recours à divers types de pendule, je me bornerai ici à décrire très sommairement le dispositif qui a été le plus généralement utilisé ¹.

Les photographies ci-contre représentent l'ensemble du dispositif, pendule et support ².

Le pendule était un pendule *dissymétrique* constitué par un disque de bronze vertical de 7,5 kg, de 21,8 cm de diamètre, fixé sur une tige en bronze suspendue à un étrier en bronze E reposant sur une bille d'acier de 6,5 mm de diamètre, susceptible de rouler en toute direction sur une surface plane horizontale S.

Cette surface reposait elle-même sur un support circulaire évidé S' en aluminium portant un appendice A et d'une épaisseur de 4,5 cm. L'évidement permettait une rotation du pendule en mouvement dans un angle total de 210 grades. Ce support S' était soutenu par trois vis micrométriques V rattachées à un support S" boulonné sur une poutre, elle-même serrée contre le plafond par un système de poutrelles ³.

(1) Ce pendule a été notamment utilisé dans les séries d'observations mensuelles de novembre-décembre 1954, juin-juillet 1955, juillet 1958, novembre-décembre 1959, et mars-avril 1960.

(2) Ces quatre photographies sont les reproductions des *Annexes I à IV* de ma Note du 13 novembre 1957 à l'Académie des Sciences "*Observation des mouvements du pendule paraconique*".

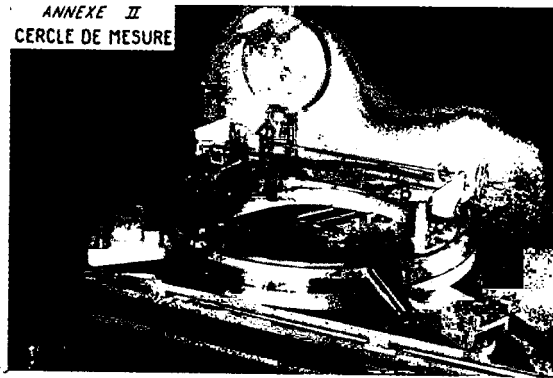
En outre j'ai reproduit (p. 83) une photo de mon chef de laboratoire réalisant une observation (photo prise en 1958 par Georges Lacoste).

(3) La direction de ces poutrelles est indiquée sur l'*Annexe I* par le vecteur \vec{PQ} . Ce vecteur est perpendiculaire à la poutre, support du pendule.

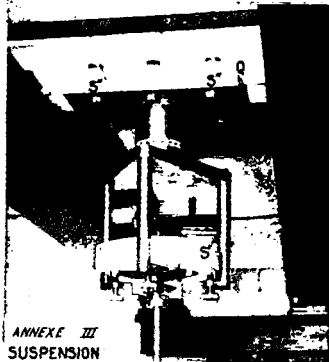
PENDULE PARACONIQUE ET SUPPORT



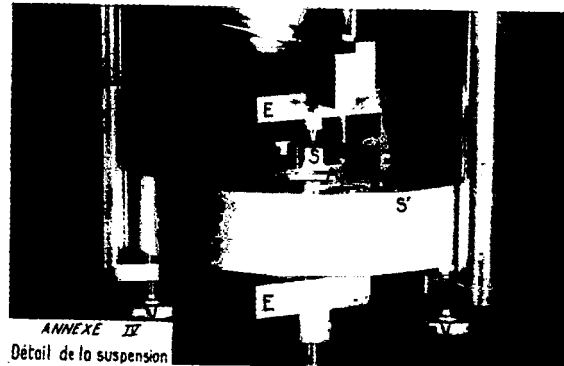
ANNEXE I
Vue d'ensemble



ANNEXE II
CERCLE DE MESURE



ANNEXE III
SUSPENSION



ANNEXE IV
Détail de la suspension

Source : Note du 13 novembre 1957 à l'Académie des Sciences "Observation des mouvements du pendule paraconique".



Photo de mon chef de laboratoire
Jacques Bourgeot

Georges Lacoste, *Les progrès dans nos connaissances physiques des champs ouvrent la voie à de passionnantes recherches*, Sciences et Avenir, n° 135, mai 1958, p. 272.

La tige du pendule et son étrier pesant 4,5 kg, le poids total du pendule était de 12 kg et la longueur du pendule simple équivalent était d'environ 83 cm ⁴.

Les billes d'acier étaient des billes S.K.F. de haute précision et les surfaces portantes étaient en carbure de tungstène et cobalt. En raison de sa suspension par une bille j'ai qualifié ce pendule de *paraconique*.

Processus expérimental

2- Les expériences ont eu lieu dans le sous-sol où se trouvait mon laboratoire, et le centre de gravité du pendule se déplaçait à environ 1,50 m en dessous de la surface du sol naturel.

Le pendule était lâché toutes les 20 minutes avec une amplitude initiale d'environ 0,11 radian à partir d'une position de repos en brûlant un fil ⁵. Le mouvement du pendule était observé pendant 14 minutes environ en visant la pointe d'une aiguille située à son extrémité inférieure et distante du centre de la bille de 105 cm ⁶.

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

(4) La période d'oscillation correspondante du pendule $T = 2\pi \sqrt{l/g}$ était de 1,828 secondes.

Le moment d'inertie B du pendule par rapport à un axe passant par le centre de la bille et perpendiculaire au disque était de $83,11 \cdot 10^6$ et le moment d'inertie A par rapport à l'axe et passant par le centre de la bille et parallèle au disque était de $82,89 \cdot 10^6$ en unités CGS. Le coefficient de dissymétrie $\delta = 2(B-A) / (B+A)$ était ainsi de $0,269 \cdot 10^{-2}$. Le moment d'inertie C du pendule autour de son axe vertical était de $270 \cdot 10^3$. Le coefficient de gyrostaticité $\gamma = 2C/(A+B)$ était ainsi de $\gamma = 0,325 \cdot 10^{-2}$.

(5) L'amplitude choisie a correspondu à la valeur maximale évitant tout glissement de la bille sur la surface S.

Au cours d'une expérience de 14 minutes l'amplitude décroissait de 11 cm à environ 9 cm.

(6) Cette distance $l' = 105$ cm est naturellement différente de la longueur $l = 83$ cm du pendule équivalent.

En outre, un système de deux barres parallèles mobiles B susceptibles d'être déplacées par rapport au cercle de lecture permettait de mesurer les deux axes de l'ellipse en cm et de déterminer l'azimut du plan du disque, c'est-à-dire du trièdre central d'inertie du pendule.

Au bout de 14 minutes le pendule était arrêté. Six minutes après il était lâché à nouveau *dans le plan du dernier azimut observé*. Les séries d'observations d'azimut étaient donc *enchaînées*, les lâchers successifs étant effectués toutes les vingt minutes, de jour et de nuit. Chaque période de 24 heures comportait ainsi 72 séries d'observations enchaînées ⁷.

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

Anisotropie du support

3- Le support S" était caractérisé par une très *faible* différence de son élasticité dans deux plans rectangulaires. En raison de cette anisotropie du support, le plan d'oscillation tendait à se situer dans un plan de direction Σ perpendiculaire à la poutre dont l'azimut était d'environ 171 grades, en comptant les azimuts à partir du Nord dans le sens direct ⁸.

Il en résultait encore une *tendance moyenne à la formation d'ellipses* lorsque le pendule était lâché dans un plan différent ⁹.

(7) A une série mensuelle d'observation de 30 jours correspondait ainsi 2160 expériences de 20 minutes.

(8) Cette direction Σ est parallèle au vecteur \vec{PQ} (note 3 ci-dessus).

(9) Cette influence du support a été déterminée de manière précise par des expériences de lâchers dans différents azimuts en éliminant l'influence du temps par un choix aléatoire des azimuts de départ (voir ci-dessous § E.3).

Observations enchaînées continues

4 - Au cours des séries d'observations enchaînées continues, de jour et de nuit, les observateurs se relayaient en moyenne toutes les 3 heures ¹⁰.

A ma connaissance *c'est le seul exemple dans la littérature d'observations poursuivies de manière continue pendant des durées de l'ordre du mois* ^{11, 12}.

(10) Le nombre d'observateurs a été en moyenne de sept. Lors des expériences simultanées de juillet 1958 à Bougival et à Saint-Germain (Section C ci-dessous) le nombre total d'observateurs a été ainsi de quatorze.

Ces observateurs étaient des techniciens de l'IRSID travaillant en heures supplémentaires. Leur conscience professionnelle a été remarquable.

(11) Les expériences d'Esclangon (*Chapitre IV, § B.2, ci-dessous*) se sont poursuivies pendant environ un an, mais elles n'ont comporté en moyenne qu'environ 15 observations par mois.

Les expériences de Miller se sont bien poursuivies de manière continue, mais seulement pendant des durées de 6 ou 8 jours à quatre époques différentes de l'année (*Chapitre IV, § C.3, ci-dessous*).

(12) Certaines expériences ont pu être réalisées en 1954 avec un pendule long suspendu par un fil grâce à une ouverture circulaire d'environ un mètre de diamètre réalisée entre les deux pièces superposées du laboratoire (note 6 du § B.1.5 de l'*Introduction* ci-dessus).

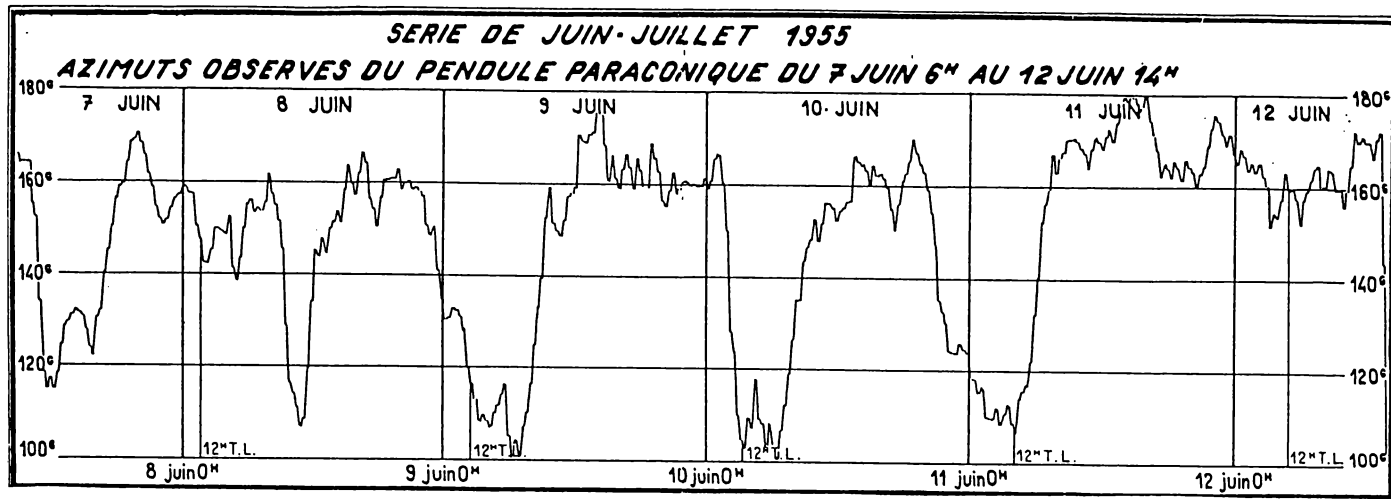
2.- Observations enchaînées - Illustration dans le cas de la série mensuelle de Juin-Juillet 1955

Au cours d'une série *continue* d'observations enchaînées, la tendance du plan d'oscillation n'a pas été de se fixer au voisinage de la direction Σ d'anisotropie du support et la variation de son azimut en fonction du temps s'est présentée comme une oscillation d'allure très irrégulière, au moins à première vue.

Ainsi au cours de la série d'observations continues du 7 juin 12 h. T.U. au 7 juillet 12 h. T.U. de 1955, les écarts observés ont été considérables ¹. Au cours d'une même période de 24 h. les variations d'azimut ont parfois atteint et dépassé 100 grades. L'azimut moyen $\bar{\phi}$ a été de 150 grades, inférieur de 21 grades à l'azimut d'anisotropie Σ de 171 grades, les azimuts étant comptés *dans le sens direct à partir du Nord*.

Le *Graphique I* représente les observations enchaînées d'azimut du 7 juin 12 h. au 12 juin 14 h. Les heures de passages de la Lune au méridien sont marquées par l'indication 12 heures TL ². Le *Graphique II* représente les variations d'azimut pour l'ensemble de la période du 7 juin 12 h. au 7 juillet 12 h. ³. Des variations d'azimut tout à fait analogues ont été observées dans les autres séries d'observations mensuelles ⁴.

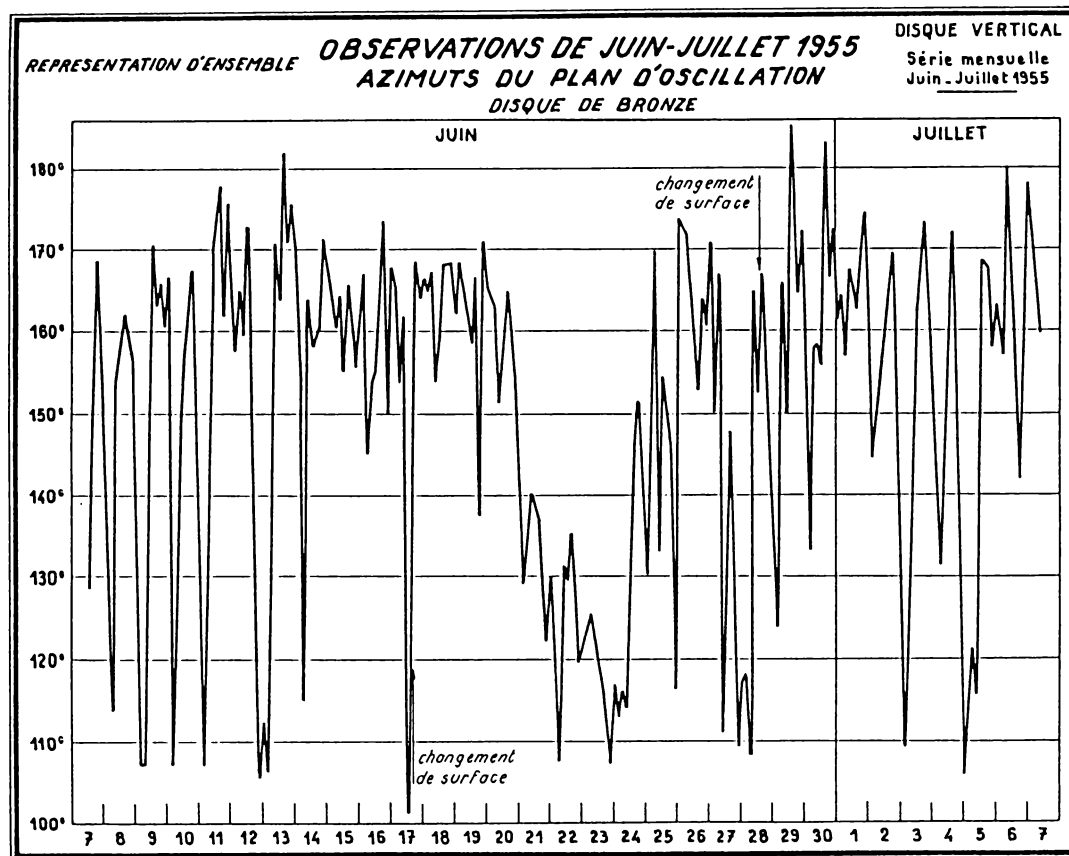
-
- (1) Dans toutes les expériences le temps considéré est *le temps universel* (T.U.).
 - (2) L'indication 12 h. TL signifie 12 heures en temps lunaire.
 - (3) Tous les Graphiques dessinés de 1954 à 1960 sont reproduits par photographie *sans aucun changement*.
 - (4) A titre d'illustration voir le *Graphique XXII* correspondant à la série mensuelle d'observations enchaînées de juillet 1958 de Bougival (§ C.2.4 ci-dessous).



Légende : Les angles sont comptés en grades à partir du Nord dans le sens direct.

L'azimut 100 grades correspond à la direction perpendiculaire au méridien. L'azimut 200 grades correspond au méridien.
12^h T.L. : heure de passage de la Lune au méridien.

Sources : Note à l'Académie des Sciences du 18 novembre 1957, "Analyse harmonique des mouvements du pendule paraconique" ;
& Graphique III A de ma Conférence du 22 février 1958.



Légende : Les angles sont comptés en grades dans le sens direct à partir du Nord. L'azimut 100 grades correspond à la direction perpendiculaire au méridien. L'azimut 200 grades correspond au méridien.

Source : Graphique II B 3 de ma Conférence du 22 février 1958.

3.- Les expériences réalisées 1954-1960

De 1954 à 1960 un grand nombre d'expériences ont été réalisées soit pendant des périodes d'un mois, soit pendant des périodes plus courtes, avec différents types de pendule. Je me borne ci-dessous aux séries d'un mois et aux séries de deux semaines.

Caractéristiques générales des sept séries d'observations enchaînées mensuelles

1- De 1954 à 1960 sept séries d'observations enchaînées mensuelles continues du pendule paraconique dissymétrique à support anisotrope ont été réalisées.

Le Tableau I ci-contre indique pour chaque série mensuelle la durée en jours, l'azimut moyen $\bar{\phi}$, l'azimut minimum ϕ_m , l'azimut maximum ϕ_M , leur moyenne $(\phi_m + \phi_M) / 2$, le rapport $(\phi_m + \phi_M) / 2 \bar{\phi}$, la variation totale d'azimut $D = \phi_M - \phi_m$, l'amplitude $2R_{24}$ de l'onde de 24 h, l'amplitude $2R_{25}$ de l'onde de 25 h, le rapport R_{25} / R_{24} , et les rapports R_{24} / D et R_{25} / D ¹. Ces valeurs sont présentées à la fois en grades et en degrés 2, 3.

La variation totale d'azimut reste toujours inférieure à 166 grades en raison du rappel du support résultant de son anisotropie. En fait, l'azimut moyen de 164 grades est relativement voisin de la direction d'anisotropie du support de 171 grades.

Les pendules utilisés pendant les séries d'observations enchaînées mensuelles ont toujours été identiques à ceux de la série de juin-juillet

(1) Sur les ondes diurnes de 24 h. et 25 h. voir le § A.5 ci-dessous, p. 96-101.

(2) Les Graphiques du Chapitre V, Section B sont présentés en degrés afin de faciliter leur comparaison avec les graphiques représentatifs des expériences de Miller.

(3) Au regard des moyens de calcul très réduits disponibles à l'époque la plus grande partie des calculs ont été effectués avec la période de 25 h. au lieu de 24 h. 50 mn, ce qui évitait de faire des interpolations de 10 mn en 10 mn des observations dans l'application du filtre de Buys-Ballot (sur le filtre de Buys-Ballot voir ci-dessous § 5, note 1, p. 96).

1955⁴ sauf pour la série de juin-juillet 1954 où le pendule était constitué d'un disque vertical et de deux disques horizontaux en bronze⁵.

Comme il résulte du *Tableau I* les amplitudes des composantes périodiques de 24 h. et 25 h. sont *relativement* beaucoup plus importantes pour les séries de novembre-décembre 1954 et juin-juillet 1955 que pour toutes les autres séries. Ce n'est que *récemment*, en 1995, que j'ai pu en donner une explication plausible⁶.

Séries d'observations enchaînées de deux semaines

2- Deux autres séries d'observations enchaînées de quinze jours avec le disque de bronze ont été effectuées du 18 mars au 2 avril 1955 et du 14 juin au 30 juin 1958 à Saint-Germain et à Bougival.

En outre, du 21 septembre au 6 octobre 1955, une série continue d'observations enchaînées a été effectuée avec un pendule symétrique ($A = B$) constitué par une sphère de plomb de 12,2 kgs. Les variations d'azimut ont été tout à fait comparables à celles correspondant au pendule dissymétrique constitué par le disque de bronze⁷.

Présentation des observations

3- Les azimuts observés à la fin de chaque expérience de 14 minutes ont été présentés sur de grands Tableaux, chaque colonne correspondant à un jour donné⁸.

(4) § A.1 ci-dessus.

(5) Son poids total était de 19,8 kgs. Après la série d'expériences de juin-juillet 1954 j'ai allégé le pendule afin de diminuer l'influence perturbatrice des billes (voir ci-dessous § E.4).

(6) Voir ci-dessous *Chapitre V*, § B.2.

(7) § A.1 ci-dessus.

(8) Ces Tableaux seront publiés dans le *Deuxième Volume* de cet ouvrage, *Chapitre I*, Section A (voir ci-dessus p. 28).

PENDULE PARACONIQUE DISSYMETRIQUE A SUPPORT ANISOTROPE
EXPERIENCES MENSUELLES ENCHAINEES 1954 - 1960

Azimuths et Composantes périodiques de 24 et 25 heures en grades et en degrés

$\Sigma =$ Azimut d'anisotropie du support = 171,16 grades = 154,04 degrés

Périodes	Durée en jours	Date moyenne	$\bar{\phi}$	ϕ_m	ϕ_M	$\frac{\phi_m + \phi_M}{2}$	$\frac{\phi_m + \phi_M}{2 \bar{\phi}}$	D = $\phi_M - \phi_m$	$2R_{24}$	$2R_{25}$	R_{25}/R_{24}	R_{24}/D	R_{25}/D
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1 1954 9 Juin - 9 Juillet	30	174,5	164 (148)	102 (92)	268 (241)	185 (166)	1,13	166 (149)	2,0 (1,8)	3,2 (2,9)	1,58	0,012	0,019
2 1954 16 Nov. - 22 Déc.	36	337,5	161 (145)	93 (84)	253 (228)	173 (156)	1,08	160 (144)	10,3 (9,3)	12,9 (11,6)	1,25	0,064	0,080
3 1955 7 Juin - 7 Juillet	30	537,8	150 (135)	99 (89)	180 (162)	140 (126)	0,93	81 (73)	11,7 * (10,5)	14,0 (12,6)	1,20	0,129	0,155
4 1958 B 2 Juillet - 1 ^{er} Août	30	1658,5	161 (145)	145 (130)	177 (159)	161 (145)	1,00	32 (29)	1,4 (1,3)	2,2 (2,0)	1,60	0,044	0,068
5 1958 2 Juillet - 1 ^{er} Août	30	1658,5	164 (148)	141 (127)	187 (168)	164 (148)	1,00	46 (41)	0,8 (0,7)	2,1 (1,9)	2,71	0,017	0,045
6 1959 20 Nov. - 15 Déc.	25	2161,75	171 (154)	142 (128)	200 (180)	171 (154)	1,00	58 (52)	2,5 (2,3)	1,3 (1,2)	0,54	0,043	0,023
7 1960 16 Mars - 16 Avril	31	2282	174 (157)	150 (135)	206 (185)	178 (160)	1,02	56 (50)	1,8 (1,6)	1,5 (1,4)	0,84	0,032	0,027
Moyennes			164 (148)	125 (112)	210 (189)	167 (150)	1,02	86 (77)	4,4 (4,0)	5,3 (4,8)	1,39	0,049	0,060

- Notes**
- 1.- Toutes les expériences, sauf l'expérience 4 réalisée à Bougival, ont eu lieu à Saint-Germain, à l'IRSID.
 - 2.- Toutes les mesures sont indiquées en grades. Les angles sont comptés à partir du Nord dans le sens direct. Les mesures en degrés sont indiquées entre parenthèses.
 - 3.- La date moyenne de chaque série mensuelle est comptée en jours à partir du 1^{er} Janvier 1954.
 - 4.- ϕ_m et ϕ_M désignent les valeurs minimales et maximales de l'azimut du plan d'oscillation. $\bar{\phi}$ représente les valeurs moyennes des azimuths ϕ .

4.- Effet de Foucault

En fait, il est *particulièrement significatif* que lors des séries enchaînées la tangente au départ de la courbe *moyenne* des différentes courbes d'azimuts correspondant aux séries d'observations élémentaires de 14 minutes *corresponde exactement à l'effet de Foucault* ¹.

Les *Graphiques III* représentent les déplacements des azimuts du plan d'oscillation et du trièdre d'inertie pour la sphère de plomb (pendule symétrique) lors des séries d'observations enchaînées du 7 au 13 décembre 1955 et pour le disque de bronze (pendule dissymétrique) lors des séries enchaînées du 4 janvier 1956 ².

Dans les deux cas la moyenne de l'azimut du plan d'oscillation correspond *exactement* au départ au mouvement de Foucault. Il n'en est différemment que lorsque le petit axe de l'ellipse a une valeur notable.

Les *Graphiques IV* représentent pour la sphère de plomb du 21 septembre au 5 octobre 1955 les moyennes des azimuts du plan d'oscillation et du trièdre central d'inertie de 0 à 12 h., de 12 h. à 24 h., et de 0 à 24 h. Ici encore et en moyenne on observe au départ l'effet de Foucault. Il disparaît avec l'apparition d'ellipses ³.

En général le mouvement en azimut du trièdre central d'inertie est différent de celui du plan d'oscillation. Dans le cas du pendule dissymétrique *on démontre, et l'expérience confirme*, que le plan du disque tend à se confondre avec le plan d'oscillation du pendule ⁴.

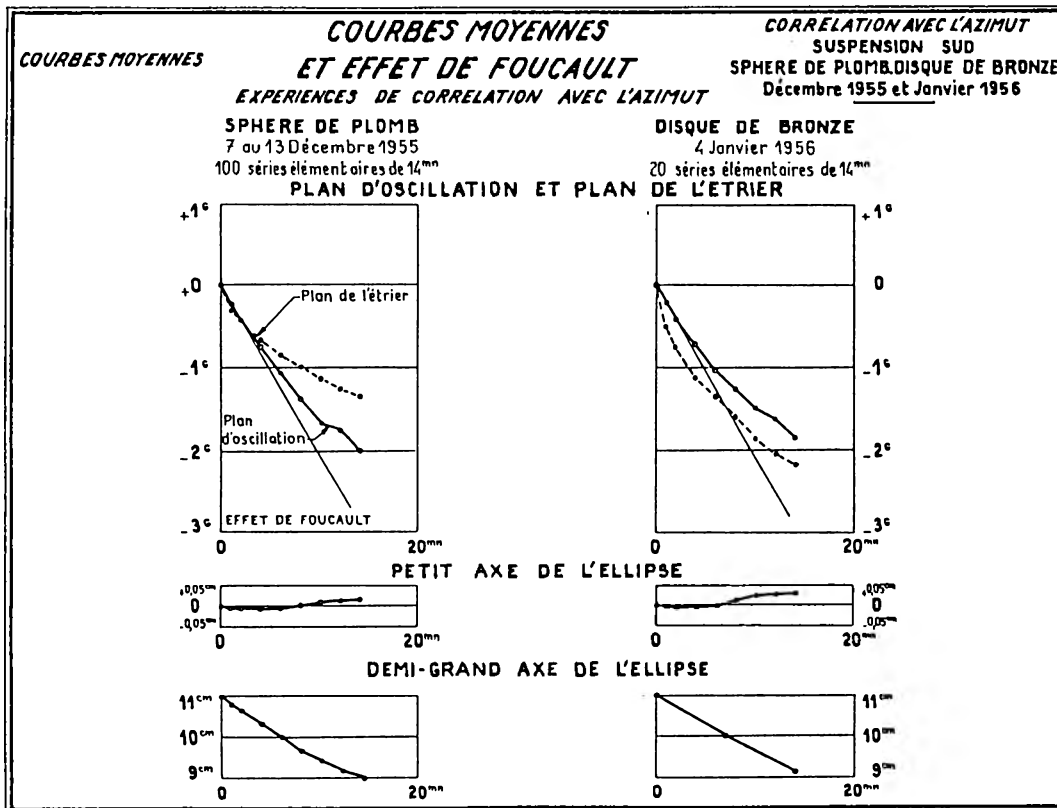
(1) A Saint-Germain la rotation angulaire de l'effet de Foucault - $\omega \sin L$ est de $-0,55 \cdot 10^{-4}$ radian/sec., ce qui *en 14 minutes* correspond à un déplacement angulaire de

$$-0,55 \cdot 10^{-4} \frac{200}{\pi} 60 \cdot 14 = -2,94 \text{ grades en 14 minutes}$$

(2) Le choix de la sphère de plomb correspondant à un pendule symétrique ($B = A$) a l'avantage de mieux mettre en évidence le mouvement du trièdre d'inertie que dans le cas du pendule dissymétrique ($B \neq A$) constitué par un disque.

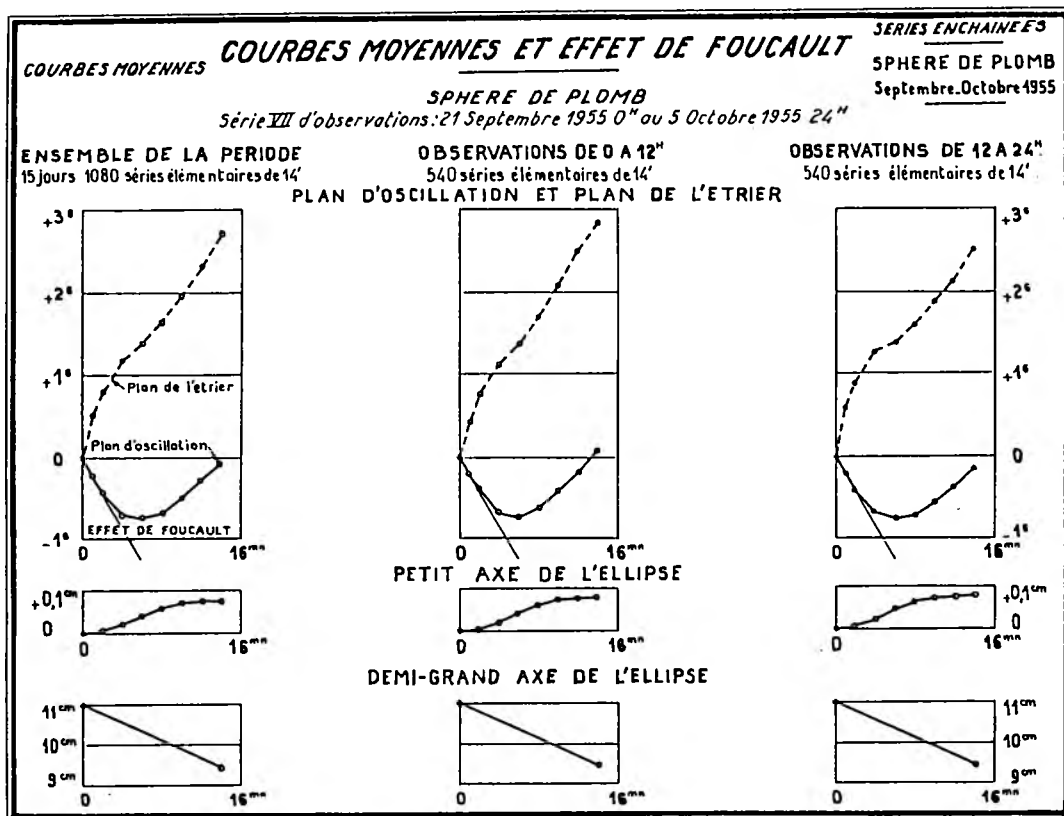
(3) Les *Graphiques III et IV* montrent qu'au cours d'une expérience de 14 minutes l'amplitude diminue de 11 cm à environ 9 cm, soit, pour $l = 105$ cm, d'environ 0,105 à environ 0,086 radians avec une valeur moyenne d'environ 0,10 radians.

(4) Une analyse détaillée du mouvement du pendule paraconique dissymétrique à support anisotrope est présentée dans le *Deuxième Volume* de cet ouvrage, *Chapitre I, Section B* (voir ci-dessus p. 28).



Légende : ●—● azimut du plan d'oscillation - - - - ● azimut du trièdre principal d'inertie

Source : Graphique III A 2 de ma Conférence du 22 février 1958.



Légende : ●—●—●— azimuth du plan d'oscillation - - - ● - - - azimuth du trièdre principal d'inertie

Source : Graphique III A 1 de ma Conférence du 22 février 1958.

5.- La structure périodique diurne des observations enchainées du pendule paraconique à support anisotrope

L'analyse harmonique des observations enchainées

1- La suite des azimuts du plan d'oscillation du pendule paraconique à support anisotrope observés au cours d'une série d'observations enchainées, forme une série temporelle qu'on peut analyser par différents moyens : représentation graphique, analyse harmonique (filtre de Buys-Ballot, ajustement à un groupe d'ondes par la méthode de Darwin ou la méthode des moindres carrés, périodogramme et corrélogramme), représentation par des schémas autorégressifs ¹.

Les résultats obtenus peuvent être appréciés en fonction de trois critères :

- la probabilité d'obtention par hasard d'une amplitude supérieure à une valeur donnée pour une composante harmonique donnée ² ;

(1) En raison de sa commodité, et au regard des moyens de calcul très limités dont nous disposons, nous avons fait à l'époque un très large usage de la méthode de Buys-Ballot.

Le principe de cette méthode est essentiellement le suivant :

Soit une série de $N = pq$ valeurs x_i où q est la période considérée. On dispose les observations suivant un Tableau de p lignes contenant chacune q valeurs successives et on effectue les moyennes par colonne

x_1	x_2	x_q
x_{q+1}	x_{q+2}	x_{2q}
\vdots	\vdots	\vdots
$x_{(p-1)q+1}$	$x_{(p-1)q+2}$	x_{pq}

Moyennes : \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_q

On élimine éventuellement le trend en considérant une $(q + 1)^{\text{ème}}$ colonne dont la moyenne est \bar{x}_{q+1} . Le trend est défini par le rapport $(\bar{x}_{q+1} - \bar{x}_q) / q$.

(2) Voir § B.1.3. ci-dessous, et *Deuxième Partie* de cet ouvrage, Chapitre VI.

- la concordance des phases pour la série originale et pour la somme de ses composantes périodiques pour chacune des deux séries de 15 jours en lesquelles on peut décomposer une série de 30 jours ³ ;
- la qualité des ajustements se caractérisant par une faible dispersion des points autour des sinusoïdes d'ajustement.

De l'ensemble de ces analyses appliquées à diverses séries d'observations est résultée *la certitude* que les séries d'observations obtenues présentent une structure périodique remarquable, comportant notamment l'existence d'une composante périodique de 24 h. 50 mn. ⁴

La série d'observations enchaînées de juin-juillet 1955

2- A titre d'illustration, je me borne ici à indiquer les résultats obtenus à partir d'une *analyse harmonique d'ensemble* portant sur 13 ondes de la théorie des marées appliquée à la série mensuelle de 2163 observations enchaînées de juin-juillet 1955 ⁵ (*Tableau II*).

A titre comparatif j'indique également les résultats correspondant à la série des pressions atmosphériques observées au Bourget pendant la même période (*Tableau II*).

Les composantes K_1 ($T = 23,93$ h.) et M_1 ($T = 24,84$ h. = 24 h. 50 mn.) de la série des azimuts apparaissent comme particulièrement *significatives*.

Il est à remarquer que pour l'ensemble des 13 ondes le total des pourcents relatifs à la pression atmosphérique est environ quatre fois plus faible

(3) --- Voir § B.1.2. ci-dessous.

(4) On a

$$\frac{1}{24} - \frac{1}{29,5305,24} = \frac{1}{24,8412}$$

$$24,8412 \text{ h} = 24 \text{ h.}50\text{mn } 28''$$

$$(24,8412 / 24 = 1,03505)$$

où 29,5305 jours représente la période synodique de la Lune.

(5) L'analyse de cette série et celle des pressions atmosphériques ont été effectuées par le *Service Hydrographique National de Paris* et par l'*Institut Hydrographique de Hambourg*.

Les 13 ondes considérées sont celles généralement utilisées par les Instituts Hydrographiques.

que pour les azimuts, bien que cependant la pression atmosphérique ne soit pas une grandeur purement aléatoire et qu'elle comporte des composantes périodiques lunisolaires bien connues ⁶.

A titre indicatif le *Graphique V* représente l'ajustement obtenu directement par l'application de la méthode de Buys-Ballot à la série de juin-juillet 1955 du pendule paraconique pour l'onde de 25 h. ⁷. L'amplitude de cette composante périodique est de 14 grades.

Ordres de grandeur

3- L'onde elliptique mineure M_1 correspondant à la période de 24 h. 50 mn. (24,84 h.) d'amplitude égale à 10,46 grades (*Tableau II*) correspond à une vitesse de déplacement angulaire de $0,37 \cdot 10^{-5}$ rad./sec., soit environ le quinzième de l'effet de Foucault égal à $0,55 \cdot 10^{-4}$ rad./sec. ⁸

On voit encore que la *totalité* des amplitudes des 13 composantes ci-dessus pour la série des azimuts de juin-juillet 1955 est de l'ordre de la moitié de l'effet de Foucault ⁹. *Les forces en jeu sont donc de l'ordre de grandeur de la force génératrice de l'effet de Foucault correspondant à l'accélération de Coriolis* ¹⁰.

(6) --- Sur les coefficients correspondants de la théorie des marées voir ci-dessous § E5 *Tableau XI*, p. 187.

(7) J'indique à nouveau qu'au regard des moyens *extrêmement réduits* dont nous disposons à l'époque (calculs faits à la main avec une machine à calculer électrique) (voir ci-dessus § A.3) la plupart des calculs ont été effectués en substituant en première approximation une période de 25 h. à la période de 24 h. 50 mn.

En fait, le calcul montre que si on analyse une onde de période $T = 24$ h. 50 mn. avec une période $T_1 = 25$ h., l'amplitude de l'onde est réduite de 6 % et le déphasage est de 2,25 h.

(Voir le *Chapitre VI* du *Deuxième volume* de cet ouvrage, p. 30 ci-dessus).

(8) On a en effet pour la période de 24,84 heures et une amplitude de 10,46 grades une variation moyenne

$$\phi' = 10,46 \frac{\pi}{200} \frac{1}{12,42 \cdot 3660} = 0,367 \cdot 10^{-5} \text{ rad./sec.} \quad 0,55 \cdot 10^{-4} / 0,367 \cdot 10^{-5} = 15,0$$

Si au lieu de prendre $2R = 10,46$ grades (*Tableau II*), on prend $2R = 5,3$ grades (moyenne correspondant au *Tableau I*) on a

$$\phi' = \frac{5,3}{10,46} \cdot 0,367 \cdot 10^{-5} = 0,186 \cdot 10^{-5} \text{ rad./sec.}$$

ce qui correspond au trentième environ de l'effet de Foucault ($0,186 \cdot 10^{-5} / 0,55 \cdot 10^{-4} = 1 / 29,6$).

(9) $67,04 / 10,46 = 6,41$

$6,41 / 15,0 = 0,427$

(10) L'ensemble des résultats correspondant à ce § A.5 a été présenté dans ma *Note* du 25 novembre 1957 à l'Académie des Sciences, "*Analyse harmonique des mouvements du pendule paraconique*".

AZIMUTS DU PENDULE PARACONIQUE ET PRESSION ATMOSPHERIQUE

Séries mensuelles de juin-Juillet 1955

Ajustements à 13 périodes de la théorie des marées

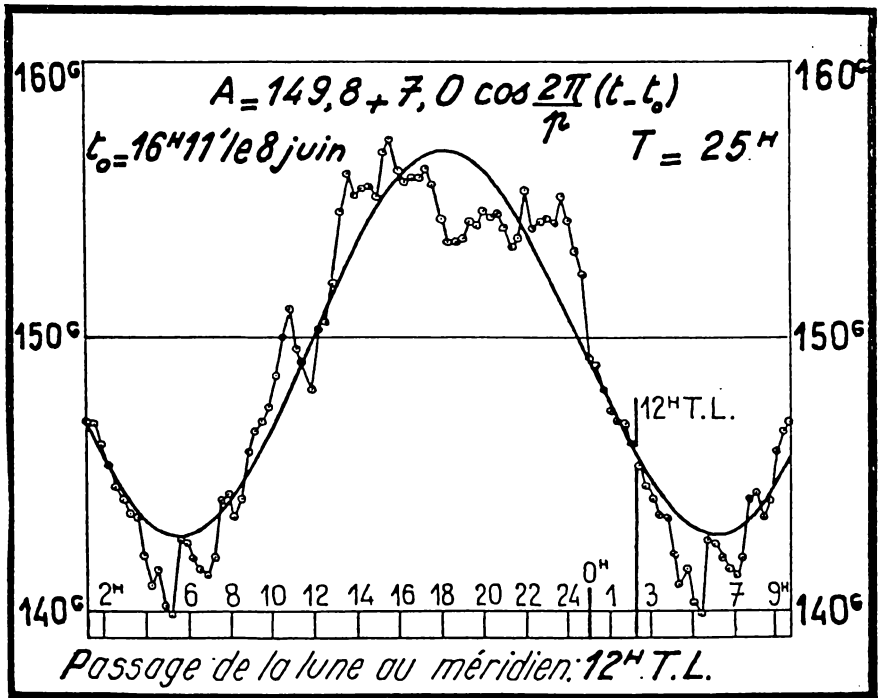
Service Hydrographique de Paris et Institut Hydrographique de Hambourg

		Diamètre de l'onde 2R														
Séries	Variation totale observée D	K ₁ 23 ^h 93	M ₁ 24 ^h 84	O ₁ 25 ^h 82	Q ₁ 26 ^h 87	M ₂ 12 ^h 42	S ₂ 12 ^h	M ₃ 8 ^h 28	S ₃ 8 ^h	μ ₂ 12 ^h 87	L ₂ 12 ^h 19	N ₂ 12 ^h 66	M ₄ 6 ^h 21	MS ₄ 6 ^h 10	TOTAL	
Azimuts valeurs en grades	83,10	13,00	10,46	4,78	7,78	1,40	3,94	2,54	4,88	3,70	5,30	5,30	1,64	2,32	67,04	
Pression en 1/10 de millibar	281,00	11,20	4,24	1,20	3,00	4,40	8,80	1,46	1,96	5,20	1,40	3,40	3,80	3,60	53,66	
		Diamètre de l'onde en % de la variation totale observée 2R/D														TOTAL DES %
Azimuts		15,64	12,59	5,75	9,36	1,69	4,74	3,06	5,87	4,45	6,38	6,38	1,97	2,79	80,67	
Pression		3,99	1,50	0,43	1,07	1,57	3,13	0,52	0,70	1,85	0,50	1,21	1,35	1,28	19,10	

Graphique V

AZIMUT DU PENDULE PARACONIQUE

Série mensuelle de juin-juillet 1955

Ajustement par la méthode de Buys-Ballot
à une onde de 25 h.

Source : Ma Note du 25 novembre 1957 à l'Académie des Science, *Analyse harmonique des mouvements du pendule paraconique*, et Graphique III A de ma Conférence du 22 février 1958.

Structure presque périodique

4- D'une manière générale les séries d'observations correspondant aux séries enchaînées des azimuts d'oscillation du pendule paraconique présentent tous les caractères de *fonctions presque périodiques* ¹⁰.

Elles présentent en effet de nombreuses symétries ou doubles symétries par rapport à certaines dates, de nombreuses similitudes par translation, et des périodicités locales ¹¹.

Ajustements par les moindres carrés

5- Dans ce qui précède et dans ce qui suit il est fait un usage continu des ajustements par la méthode des moindres carrés fondée sur la théorie générale des corrélations linéaires simples et multiples ¹².

(10) Une fonction *presque périodique* est une somme de composantes sinusoïdales de périodes incommensurables (Voir l'Appendice E de la Deuxième Partie de cet ouvrage, Allais 1983, "Fréquence, Probabilité, et Hasard. Appendice II", p. 31 ci-dessus).

(11) J'en ai donné de très nombreuses illustrations dans ma Conférence du 22 février 1958 pour les symétries et pour les translations.

Sur cette propriété des fonctions presque périodiques, voir Allais, 1983, id. *Appendice II*, § P.9, *Régularités locales des fonctions presque périodiques*.

(12) Il ne me paraît pas inutile de rappeler ici très brièvement le principe de ces calculs dans le cas d'une corrélation simple.

Considérons deux fonctions $z(x)$ et $y(x)$ où $z(x)$ est supposée dépendre linéairement de $y(x)$ en première approximation et pour lesquelles on dispose de n couples d'observations (z_n, y_n) , fonctions de x_n . L'estimation de la corrélation entre z et y revient à déterminer la fonction

$$(1) \quad z^*(x) = a y(x) + b$$

où a et b sont des constantes, telle que l'on ait

$$(2) \quad z(x) = z^*(x) + \epsilon(x)$$

et telle que pour les n couples d'observations disponibles la somme $\sum \epsilon_n^2$ des carrés des résidus ϵ_n soit minimale.

Le coefficient de corrélation R , mesure de la dépendance considérée, est tel que l'on ait

$$(2) \quad 1 - R^2 = \sigma^2 / \Sigma^2$$

où Σ et σ représentent respectivement les écarts types de $z(x)$ et $\epsilon(x)$.

En principe pour toutes les corrélations de ce volume j'indique les valeurs de R , Σ , et σ .

Sur les calculs de corrélation et leur signification voir notamment le remarquable ouvrage de Harald Cramer, *Mathematical Methods of Statistics*, Princeton University Press, 1946.

B

**TROIS QUESTIONS FONDAMENTALES
SUR LE PENDULE PARACONIQUE A SUPPORT ANISOTROPE**

L'interprétation des résultats expérimentaux sur le pendule paraconique à support anisotrope conduit à se poser trois questions fondamentales :

Première question : Les séries d'observations enchaînées contiennent-elles, effectivement ou non, des termes périodiques de périodes voisines de 24 h et 24 h 50 mn *statistiquement significatifs* ?

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

Troisième question : S'ils ne peuvent l'être, l'existence de termes périodiques significatifs dans les séries d'observations enchaînées obtenues *peut-elle, ou non, être attribuée à une influence indirecte d'un phénomène périodique connu*.

1.- *La réalité des périodicités constatées*

A la première question fondamentale l'expérience permet de donner une réponse *totale*ment affirmative pour trois raisons tout à fait essentielles : l'observation des séries triplement enchaînées, la structure comparée des séries observées et reconstituées à partir de leurs composantes périodiques déterminées par l'analyse harmonique, et l'application de la *Généralisation du Test de Schuster au cas de séries autocorrélées*.

Des observations triplement enchaînées

1- Si les variations observées étaient purement fortuites, il faudrait admettre qu'elles seraient dues pour l'essentiel à l'influence aléatoire des billes. S'il en était ainsi, trois séries triplement enchaînées, les observations $3n + 3$ avec les observations $3n$, les observations $3n + 4$ avec les observations $3n + 1$, les observations $3n + 5$ avec les observations $3n + 2$, devraient se comporter *indépendamment* les unes des autres, puisqu'on change de bille à chaque expérience.

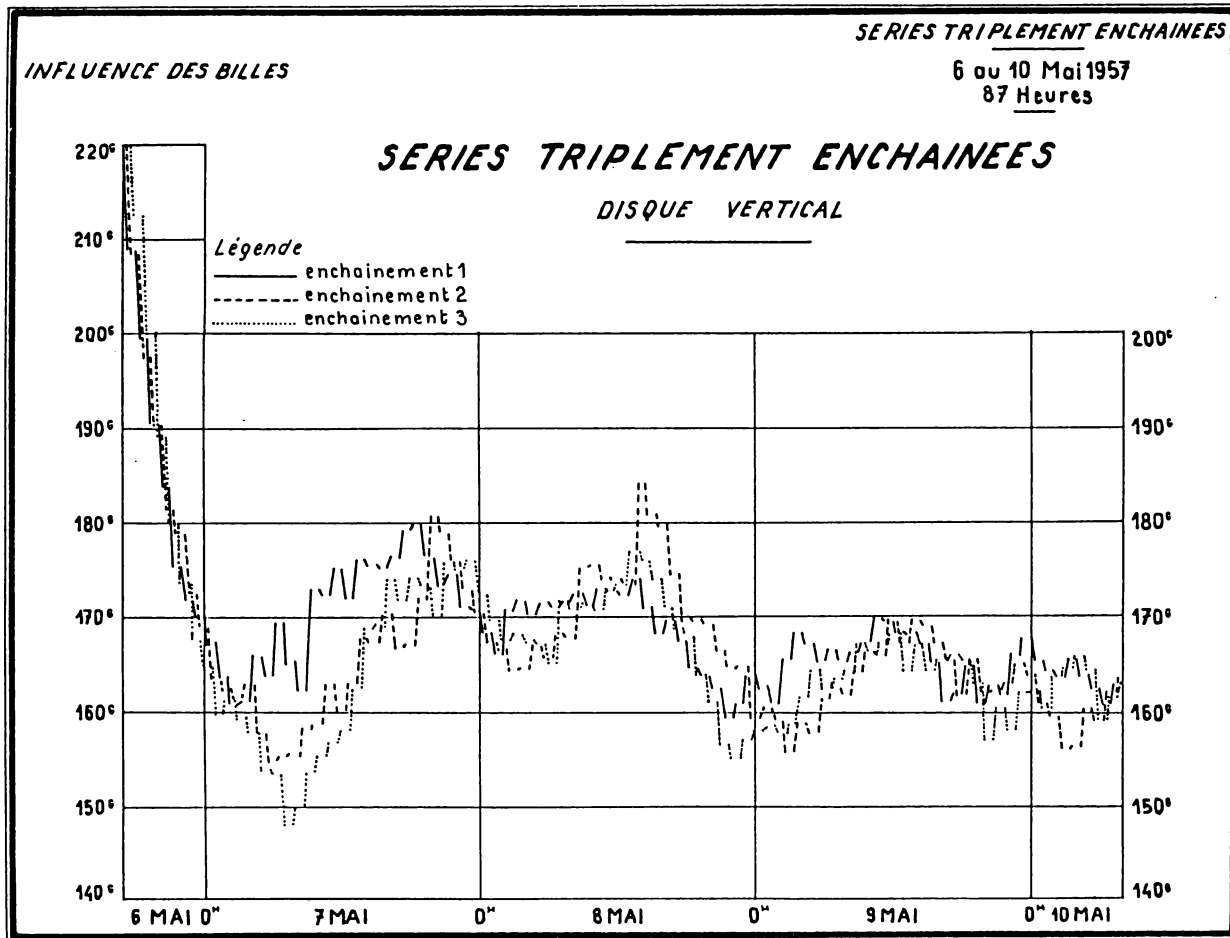
En fait, trois séries d'expériences de 14 minutes triplement enchaînées réalisées du 5 au 10 mai 1957, pendant 87 heures, ont montré que les mouvements du plan d'oscillation dans les trois séries *étaient semblables* (*Graphique VI*).

Ces expériences ont permis d'évaluer l'écart-type de l'influence aléatoire des billes pour chaque expérience élémentaire de 14 minutes à environ $\varepsilon = 2,5$ grades. Compte tenu de l'influence de rappel du support ¹, il en résulte que l'intervalle de confiance à 95 % de l'écart pouvant exister entre deux séries d'observations indépendantes est de $\pm 12,5$ grades. *L'influence des billes est donc très importante, mais elle ne saurait expliquer la similitude des variations d'azimut constatées* (*Graphique VI*) ².

Il est très remarquable que les trois séries, partant du même azimut de 220 grades, ont *toutes les trois* convergé très rapidement vers le même azimut d'environ 160 grades.

(1) § A.1.3 ci-dessus, p. 85.

(2) Ma Note du 25 novembre 1957 à l'Académie des Sciences, *Analyse harmonique des mouvements du pendule paraconique*.



Source : Graphique IV A 2 de ma Conférence du 22 février 1958.

Séries observées et séries reconstituées

2- Aussi bien l'analyse élémentaire par le filtre de Buys-Ballot pour différentes périodes que l'analyse harmonique d'ensemble (par la méthode des moindres carrés) portant *simultanément* sur 13 ondes de la théorie des marées montrent l'existence de composantes significatives de périodes de 24 h. et 24 h. 50 mn. (ondes K_1 et M_1 de la théorie des marées) ³.

L'analyse portant sur un mois on peut en fait se demander si ces ondes existent réellement à *chaque instant du temps*. En effet toute série discrète de $2n + 1$ nombres peut se représenter par la somme d'une constante et de n sinusoïdes. L'obtention d'une sinusoïde d'une période donnée par une méthode quelconque d'analyse harmonique *ne peut donc avoir de signification réelle* que si non seulement son amplitude relative est suffisamment grande, mais encore si la structure périodique constatée pour l'ensemble de la série se retrouve *effectivement* dans les différentes périodes élémentaires en lesquelles on peut décomposer la période d'observation considérée.

En fait, il est facile de vérifier que la structure périodique des deux séries mensuelles d'observations enchaînées de novembre-décembre 1954 et juin-juillet 1955 peut être considérée comme se maintenant pour les deux périodes de quinze jours et même pour les quatre périodes d'une semaine en lesquelles on peut décomposer chacune de ces deux séries de 1 mois.

- Pour une série mensuelle observée l'estimation *simultanée* par la méthode des moindres carrés des amplitudes des 13 ondes habituellement considérées dans la théorie des marées fournit en effet 13 sinusoïdes dont la somme peut être effectuée à l'aide du *Tide Predictor* de Lord Kelvin ⁴. La série calculée ainsi obtenue peut être analysée pour les périodes de 24 h. et 25 h. par la même méthode du filtre de Buys-Ballot que pour la série observée.

(3) § A.5 ci-dessus.

(4) *Tableau II* du § A.5.3 ci-dessus, p. 99.

Si les sinusoides obtenues existent *réellement* dans la série observée, la méthode de Buys-Ballot doit donner pour chacune de ses composantes (quinzaines ou semaines) des sinusoides de phases H et H' comparables pour la série observée et la série calculée.

• Le *Tableau III* présente les différences H - H' de ces phases en heures et minutes, pour les deux séries mensuelles de novembre-décembre 1954 et de juin-juillet 1955, pour le mois, les deux quinzaines et les quatre semaines. *Les différences de phase H - H' restent relativement très faibles* ⁵.

Etant donné que compte tenu du processus expérimental chaque semaine peut être considérée comme une expérience indépendante, *des concordances aussi remarquables dans les phases doivent être considérées comme prouvant l'existence de périodicités réelles de périodes voisines de 24 h et 24 h 50 mn.*

A titre d'illustration les *Graphiques VII, VIII, et IX* représentent les résultats de cette analyse pour les périodes de 24 h. et 25 h. *pour la série mensuelle de juin-juillet 1955* ⁶.

 (5) Sauf pour la période de 24 h. et la première semaine de novembre-décembre 1954 et pour la période de 25 h. et la deuxième semaine de juin-juillet 1955 pour lesquelles on a respectivement H - H' = - 4 h. 02 mn. et + 2 h. 20 mn., les différences H - H' restent relativement très faibles.

Le *Tableau III* indique les moyennes algébriques des H - H' et les moyennes de leurs valeurs absolues pour le mois, les quinzaines, et les semaines.

Il convient de souligner que la série observée contient probablement d'autres composantes périodiques que les 13 ondes considérées et que par ailleurs il y a des perturbations aléatoires comme celles des billes. Les unes et les autres peuvent déplacer les sommets des sinusoides. Les deux écarts relativement importants de H - H' n'ont rien d'étonnant. Ce qui est réellement étonnant, c'est que les écarts restent relativement si faibles dans tous les autres cas.

(6) Sur le *Graphique VII* et l'onde de 24 h. on a H - H' = 4 h. 54 mn. - 4 h. 48 mn. = 6 mn., et sur le *Graphique VIII* et l'onde de 25 h. on a H - H' = 18 h. 11 mn. - 18 h. 12 mn. = - 1 mn.

Je rappelle que pour simplifier les calculs on a considéré à l'époque l'onde de 25 heures à la place de l'onde de 24 h 50 mn (voir ci-dessus § A.3.1, note 3, p. 90).

On constate l'*identité pratique* des résultats des deux méthodes d'analyse non seulement pour le mois, mais également pour les deux quinzaines ⁷.

Cette analyse montre que les composantes périodiques de 24 h. et 24 h. 50 mn. mises en évidence par l'analyse harmonique d'ensemble *existent effectivement dans chacune des périodes élémentaires en lesquelles on peut décomposer le mois.*

- On constate également que si pour les deux quinzaines le filtre de 25 h. donne à partir de la série brute deux sinusoides dont la phase diffère de 3 h. 23 mn., cette différence est due à l'influence de l'onde de 24 h. non complètement éliminée dans une analyse portant seulement sur quinze jours, puisque *une même différence* existe en ce qui concerne la série reconstituée que l'on sait être *une somme de sinusoides* (*Graphique X*) ⁸.
- Au total, l'analyse du filtre de Buys-Ballot pour les périodes de 24 h. et 25 h. donne des résultats comparables pour les séries *observées* de novembre-décembre 1954 et juin-juillet 1955 et les séries *reconstituées* de ces deux séries à partir des résultats de l'analyse harmonique d'ensemble portant sur 13 ondes de la théorie des marées, quelle que soit la période élémentaire que l'on considère dans le cadre de chaque mois. *On peut ainsi en conclure que ces composantes périodiques existent effectivement* ⁹.

 (7) Une telle identité ne se produirait pas en général dans le cas où la série observée ne contiendrait pas réellement les ondes considérées dans chaque période élémentaire, car l'ajustement des moindres carrés qui a fourni les amplitudes des 13 ondes considérées n'a été obtenu que dans une opération portant sur l'*ensemble* du mois.

(8) On a en effet (*Graphique X*)

$$19 \text{ h } 59 \text{ mn} - 16 \text{ h } 36 \text{ mn} = 3 \text{ h } 23 \text{ mn}$$

et (*Graphiques IX*)

$$\begin{aligned} 19 \text{ h } 59 \text{ mn} - 16 \text{ h } 36 \text{ mn} &= 3 \text{ h } 23 \text{ mn} \\ 19 \text{ h } 41 \text{ mn} - 16 \text{ h } 16 \text{ mn} &= 3 \text{ h } 15 \text{ mn} \end{aligned}$$

(9) L'analyse qui précède, le *Tableau III*, et les *Graphiques VII, VIII, IX, et X* ont été présentés dans ma *Note* non publiée, mais très largement diffusée, du 20 novembre 1958 : *"Sur l'existence d'une composante périodique de période de 24 h. 50 mn. dans les mouvements du pendule paraconique à support anisotrope"*.

Tableau III

PENDULE PARACONIQUE A SUPPORT ANISOTROPE
SERIES MENSUELLES OBSERVEES ET CALCULEES
DE NOVEMBRE-DECEMBRE 1954 ET DE JUIN-JUILLET 1955

Comparaison des phases H et H'
correspondant à l'analyse des séries
observées et calculées par la méthode de Buys-Ballot
pour les périodes de 24 heures et 25 heures

	Valeurs de H - H'			
	Nov.- Déc. 1954		Juin-Juillet 1955	
	24h	25h	24h	25h
1 + 2 + 3 + 4	0h 30mn	- 0h 23mn	0h 06mn	- 0h 01mn
1 + 2 3 + 4	- 1h 02mn - 0h 56mn	- 0h 20mn 0h 06mn	- 1h 09mn 0h 43mn	0h 20mn 0h 15mn
1	0h 16mn	1h 31mn	- 1h 08mn	- 0h 33mn
2	- 4h 02mn	- 1h 27mn	0h 59mn	2h 20mn
3	- 1h 41mn	- 1h 42mn	- 1h 23mn	- 0h 56mn
4	1h 43mn	0h 36mn	0h 59mn	0h 57mn
Moyennes	$\overline{H - H'}$		$\overline{ H - H' }$	
mois	3mn		15mn	
quinzaines	- 15mn		37mn	
semaines	- 15mn		83mn	

Légende :

Les notations 1, 2, 3, 4 représentent la première, la deuxième, la troisième et la quatrième semaine ; les notations 1 + 2 et 3 + 4 la première et la deuxième quinzaine ; et la notation 1 + 2 + 3 + 4 l'ensemble du mois.

On a ainsi et par exemple pour la première quinzaine de juin-juillet 1955 et pour la période de 25 h (*Graphiques IX*) : 16 h 36 mn - 16 h 16 mn = 20 mn.

$$\overline{H - H'} = \text{moyenne algébrique de } H - H'$$

$$\overline{|H - H'|} = \text{moyenne des valeurs absolues de } H - H'$$

Source :

Ma Note du 20 novembre 1958, *Sur l'existence d'une composante périodique voisine de 24 h. 50 mn. dans les mouvements du pendule paraconique à support anisotrope.*

Graphique VII

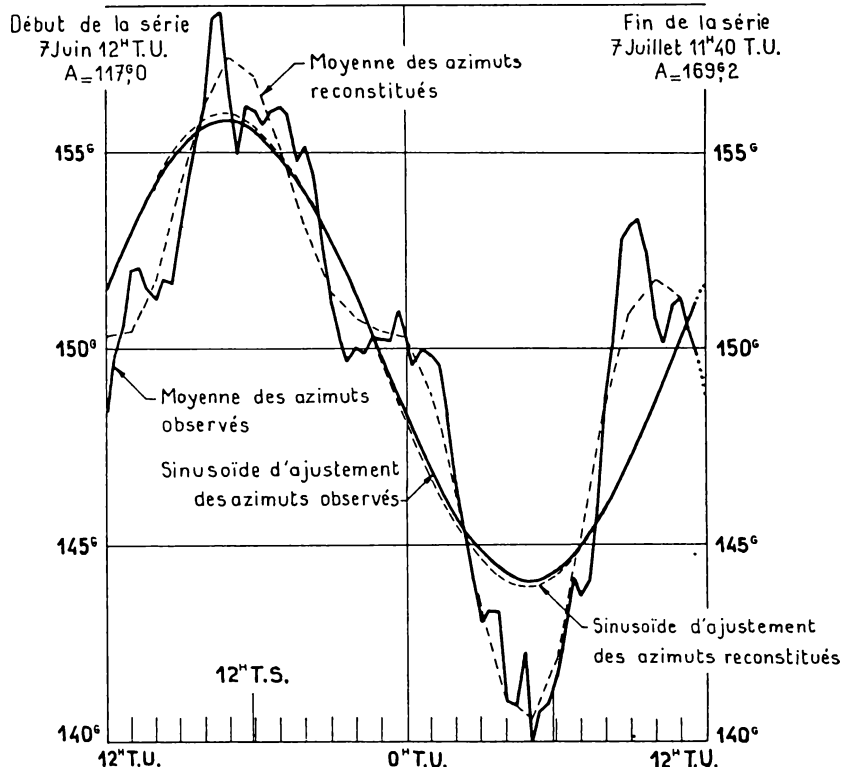
ANALYSE HARMONIQUE

ANALYSE HARMONIQUE

DE LA SÉRIE VI DE JUIN-JUILLET 1955

FILTRE DE BUYS-BALLOT, PÉRIODE DE 24^h - Série complète (1,2,3,4) réelle et reconstituée

24^h
AZIMUTS
Juin-Juillet 1955
1,2,3,4
Série réelle et reconstituée



Sinusoïde d'ajustement

$$y = \bar{y} + R \cos 2\pi \frac{t - \theta}{T}$$

T = 24 θ = heure du sommet par rapport
au début de la série

θ' = heure T.U. du sommet

q = nombre de cycles

	q	\bar{y}	R	θ	θ'
Azimuts observés	30	149,96	5,832	4 ^h 54	16 ^h 54
Azimuts reconstitués	30	149,93	5,957	4 ^h 48	16 ^h 48

N.B.:1) Les azimuts reconstitués sont ceux correspondant à la somme de 13 ondes élémentaires des marées déterminées par la méthode des moindres carrés.

2) Le temps sidéral indiqué est celui correspondant au jour moyen, soit le 22 juin 1955

3) L'échelle des azimuts reconstitués a été décalée de manière à ce que les deux sinusoïdes d'ajustement aient même axe.

Graphique VIII

ANALYSE HARMONIQUE

ANALYSE HARMONIQUE

DE LA SERIE VI DE JUIN - JUILLET 1955

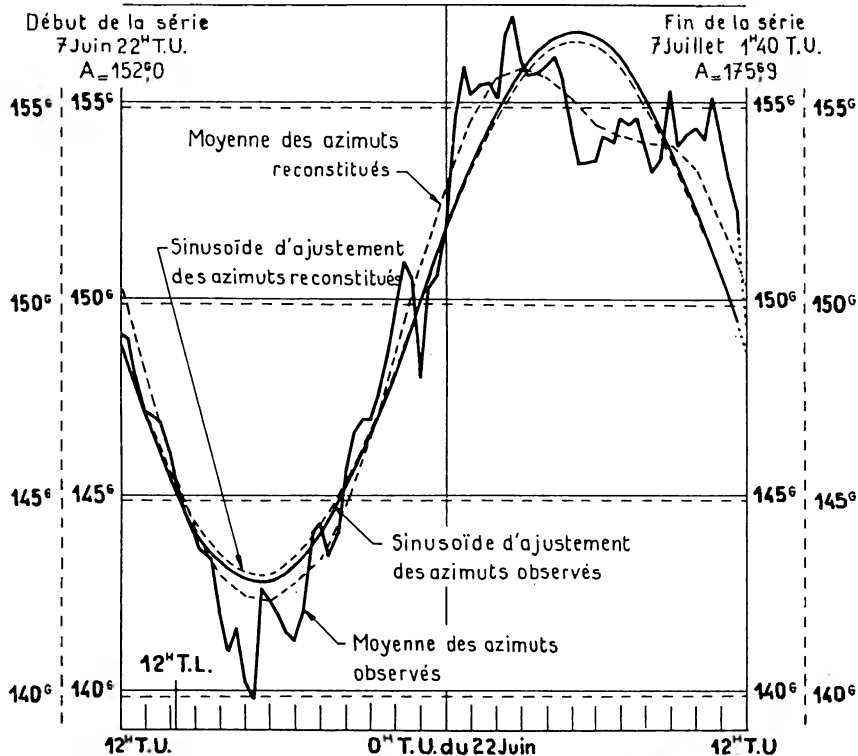
FILTRE DE BUYS-BALLOT. PERIODE DE 25^H - Série complète (1,2,3,4) réelle et reconstituée25^H

AZIMUTS

Juin - Juillet 1955

1, 2, 3, 4

Série réelle et reconstituée



Sinusoïde d'ajustement

$$y = \bar{y} + R \cos 2\pi \frac{t - \theta}{T}$$

$T = 25$ θ = heure du sommet par rapport au début de la série

θ = heure du sommet par rapport à l'heure de passage de la lune au méridien du jour moyen (considérée en temps moyen) q = nombre de cycles

N.B. : 1) Les azimuts reconstitués sont ceux correspondant à la somme de 13 ondes élémentaires des marées déterminées par la méthode des moindres carrés.

2) Le temps lunaire indiqué est celui correspondant au jour moyen, soit le 22 Juin 1955 (12^h T.L. correspond au passage de la lune au méridien)

	q	\bar{y}	R	θ	θ'
Azimuts observés	28	149°80	7°007	18 ^m 41	15 ^m 58
Azimuts reconstitués	28	149°92	6°766	18 ^m 42	15 ^m 59

ANALYSE HARMONIQUE

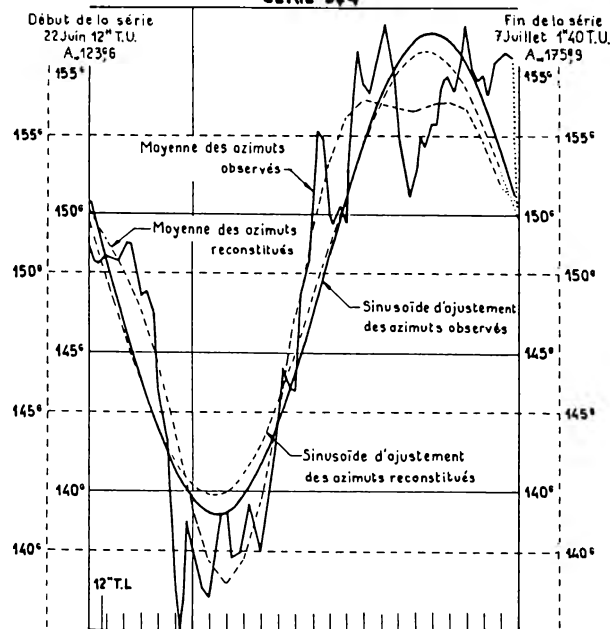
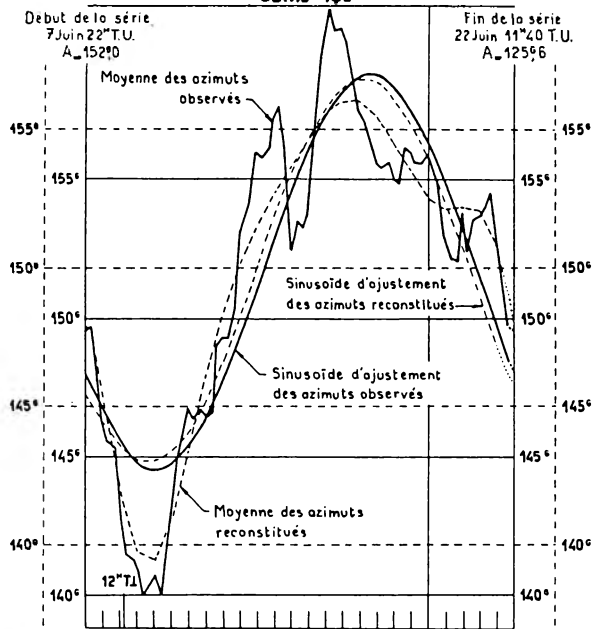
ANALYSE HARMONIQUE DE LA SERIE VI DE JUIN-JUILLET 1955

FILTRE DE BUYS-BALLOT. PERIODE DE 25^m - Série de 14 jours de 25^m (1,2) et (3,4) réelles et reconstituées

25^m
AZIMUTS
Série réelle et reconstituée
1+2 3+4
Temps lunaires

SERIE 1+2

SERIE 3+4



Sinusoïde d'ajustement

$$y = \bar{y} + R \cos 2\pi \frac{t - \theta}{T}$$

T = 25

 θ = heure du sommet par rapport au début de la série θ = heure du sommet par rapport à l'heure de passage de la lune au méridien du jour moyen (considérée en temps moyen)

q = nombre de cycles

N.B. : 1) Les azimuts reconstruits sont ceux correspondant à la somme de 13 ondes élémentaires des marées déterminées par la méthode des moindres carrés.

2) Le temps lunaire indiqué est celui correspondant au jour moyen, soit le 15 Juin 1955 (série 1,2) et 29 Juin 1955 (série 3,4). 12^m T.L. correspond au passage de la lune au méridien.

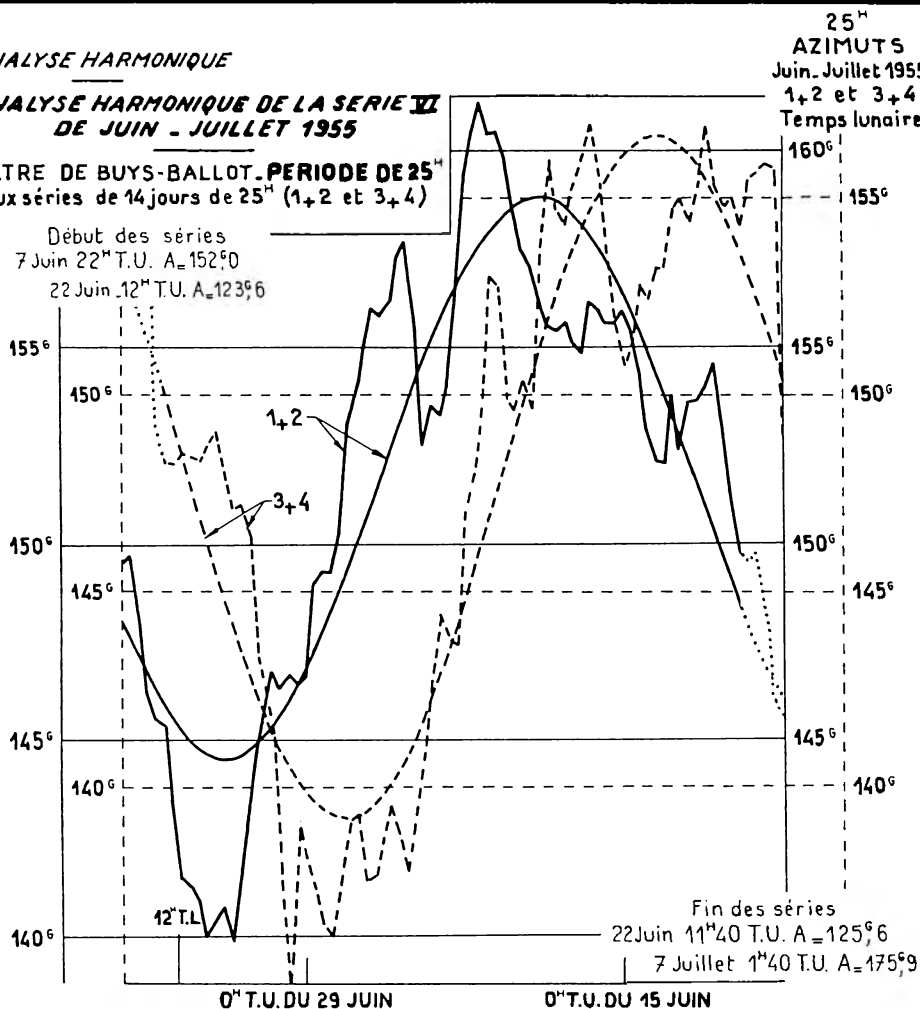
Source : Ma Note du 20 novembre 1958 (voir Tableau III)

Graphique X

ANALYSE HARMONIQUE

ANALYSE HARMONIQUE DE LA SERIE VI
DE JUIN - JUILLET 1955FILTRE DE BUYS-BALLOT. PERIODE DE 25"^m
Deux séries de 14 jours de 25"^m (1+2 et 3+4)

Début des séries
7 Juin 22^m T.U. A=152°0
22 Juin 12^m T.U. A=123°6



Sinusoïde d'ajustement

$$y = \bar{y} + R \cos 2\pi \frac{t - \theta}{T}$$

$T = 25$ θ = heure du sommet par rapport
au début de la série

θ' = heure du sommet par rapport à l'heure de passage de la lune
au méridien du jour moyen (considérée en temps moyen) q = nombre de cycles

Période	q	\bar{y}	R	θ	θ'
1+2	14	151°71	7,171	16 ^m 36	14 ^m 25
3+4	14	147°89	8,693	19 ^m 59	5 ^m 42

N.B.: 1) Le temps lunaire indiqué est celui correspondant au jour moyen, soit le 15 Juin 1955
(série 1+2) et 29 Juin 1955 (série 3+4). (12^mT.L. correspond au passage de la lune au méridien)

L'application de la généralisation du Test de Schuster au cas de séries temporelles autocorrélées

3- Toute série discrète de $N = 2n + 1$ nombres x_i peut se représenter par la somme d'une constante et de n sinusoïdes. L'obtention d'une sinusoïde d'une période donnée par une méthode quelconque d'analyse harmonique ne peut donc avoir de signification réelle que si son amplitude relative est suffisamment grande.

Dans le cas où les x_i sont *indépendants* Schuster a établi un test de signification devenu classique, mais *ce test est inapplicable dans le cas où les x_i sont autocorrélés*. En 1957, j'ai montré comment le test de Schuster peut être généralisé et j'ai précisé les conditions d'un test de périodicité applicable aux séries autocorrélées ¹⁰.

• Supposons par exemple que l'on considère une série de N observations x_i et supposons que l'application du filtre de Buys-Ballot pour une période T détermine une sinusoïde

$$(1) \quad X = R \sin \omega (t - t_0) \quad \omega = 2\pi / T$$

et soit P_ω la probabilité pour que R ait une valeur supérieure ou égale à

 (10) Voir mes *Notes* du 13 mai et du 23 décembre 1957 à l'Académie des Sciences : "*Test de périodicité. Généralisation du test de Schuster au cas de séries temporelles autocorrélées*" et "*Application du test de Schuster généralisé à l'analyse harmonique des azimuts du pendule paraconique*". Ces *Notes* ont été présentées par Jean-Marie Kampé de Fériet, membre de l'Académie des Sciences.

En 1961 j'ai présenté lors de la 33ème Session de l'Institut International de Statistique une démonstration détaillée de ce test avec une application au cas des observations du pendule paraconique à Bougival en 1958 (voir ci-dessous Section C) dans ma Communication : "*Test de périodicité. Généralisation du test de Schuster au cas de séries temporelles autocorrélées dans l'hypothèse d'un processus de perturbations aléatoires d'un système stable*" (Bulletin de l'Institut International de Statistique, 1962, Tome 39, 2ème livraison, p. 143-194). Ce mémoire est reproduit en *Appendice D* dans le *Deuxième volume* de cet ouvrage (voir le *Sommaire* ci-dessus, p. 31).

une valeur donnée R_ω dans l'hypothèse où la série considérée est dénuée de toute périodicité. La formulation que j'ai déterminée permet de calculer facilement la probabilité P_ω ¹¹.

Ainsi, et par exemple, le filtre de Buys-Ballot appliqué à la série d'observations enchaînées de *juin-juillet 1955* et à l'onde de 25 h. a donné $R = 7,0$ grades¹². Pour cette valeur on trouve $P = 0,48.10^{-5}$ ¹³. Cela signifie que dans l'hypothèse de l'absence de toute périodicité dans la série considérée il y a moins d'une chance sur 100.000 d'obtenir par l'analyse du filtre de Buys-Ballot une valeur de R supérieure ou égale à 7,0 grades. Du point de vue de l'analyse statistique le seuil de signification est ainsi de 0,00048 %. On peut en conclure que l'existence de l'onde trouvée de 25 heures est pratiquement une certitude.

(11) On a

$$(1) \quad P_\omega = \text{Prob} (\mu_\omega \geq \mu) = e^{-\mu}$$

avec

$$(2) \quad \mu_\omega = \frac{I_\omega}{E(I_\omega)} = \frac{N I_\omega}{4 \sigma^2 k_\omega} \quad \sigma^2 = \left(1 - \frac{1}{N}\right) s^2 \quad \omega = 2\pi/p$$

$$(3) \quad I_\omega = A_\omega^2 + B_\omega^2 = R_\omega^2 \quad A_\omega = \frac{2}{N} \sum_{s=0}^{N-1} x_{s+1} \cos s\omega \quad B_\omega = \frac{2}{N} \sum_{s=0}^{N-1} x_{s+1} \sin s\omega$$

$$(4) \quad k_\omega = 1 + 2 \sum_{v=1}^{v=h} \left(1 - \frac{v}{N}\right) r_v \cos v\omega$$

p représente la période. La fréquence m est égale à N/p . s^2 est la variance des x_j et h la valeur de v à partir de laquelle le coefficient d'autocorrélation r_v n'est plus significativement différent de zéro.

(12) § A.5.2 ci-dessus, *Graphique V*, p. 100.

(13) Ma Note du 23 décembre 1957 à l'Académie des Sciences (note 8 ci-dessus).

Dans le cas de la série de juin-juillet 1955 on a avec les notations de la note (11) ci-dessus : $N = 2161$, $\sigma = 20,24$ grades ; et pour $T = 25$ h. on a $p = 25$, $3 = 75$, $k_{75} = 5,292$. On a $R_{75} = 7,01$ grades (*Graphique V* du § A.5.2 ci-dessus). On a alors $I_{75} = 7,01^2$, et

$$\mu_{75} = (2161 \cdot 7,01^2) / (4 \cdot 20,24^2 \cdot 5,292) = 12,25 \quad P_{75} = e^{-\mu_{75}} = 0,481.10^{-5}$$

- A titre d'illustration le *Graphique VI* représente le fréquencesgramme de la série de *novembre-décembre 1954* de 721 valeurs horaires avec les lignes d'égale signification statistique ¹⁴.

On voit que l'onde de 24 h. 50 mn. (soit 24,84 h.) dont l'amplitude est d'environ $2R = 11$ grades a un seuil de signification de $P = 0,062\%$ ¹⁵. Il y a ainsi *moins d'une chance sur mille* pour que l'on constate une telle amplitude dans une série dénuée de toute périodicité réelle.

 (14) Ce Graphique est la reproduction photographique du *Graphique VI C 1* de ma Conférence du 7 novembre 1959, "*Faut-il reconsidérer les lois de la gravitation ? Nouveaux résultats, Bilan et Perspectives*".

Ce fréquencesgramme peut être utilement comparé avec le fréquencesgramme de la série mensuelle de juillet 1958 de Bougival (*Graphique XXVI* du § C.2.4 ci-dessous, p. 154).

Sur ces deux Graphiques apparaissent des périodes significatives correspondant aux harmoniques caractérisés par les valeurs $m = 29, 30, 31, 32, 33$, et 34 correspondant aux périodes ($p = 721/m$) : 24,86 h ; 24,03 h ; 23,26 h ; 22,53 h ; 21,84 h ; et 21,21 h.

Je signale que les périodes de 23,09 h ; 22,31 h ; et 21,67 h ainsi que des périodes voisines apparaissent dans les analyses de la théorie des marées (Schureman, 1941, *Manual of Harmonic Analysis and Prediction of Tides*, p. 164-165).

Pour simplifier, les analyses du présent ouvrage se concentrent *principalement* sur les périodes de 24 h 50 mn (24,84 h) ; 24 h ; 12 h 25 mn (12,42 h) ; et 12 h, et *tout particulièrement* sur la période de 24 h 50 mn.

(15) Le fréquencesgramme considéré correspond à $N = 721$ valeurs horaires. Pour l'harmonique correspondant à $m = 29$ on a la période $p = 721/29 = 24,86$ h = 24 h 52 mn, et une amplitude $2R = 11,08$ grades.

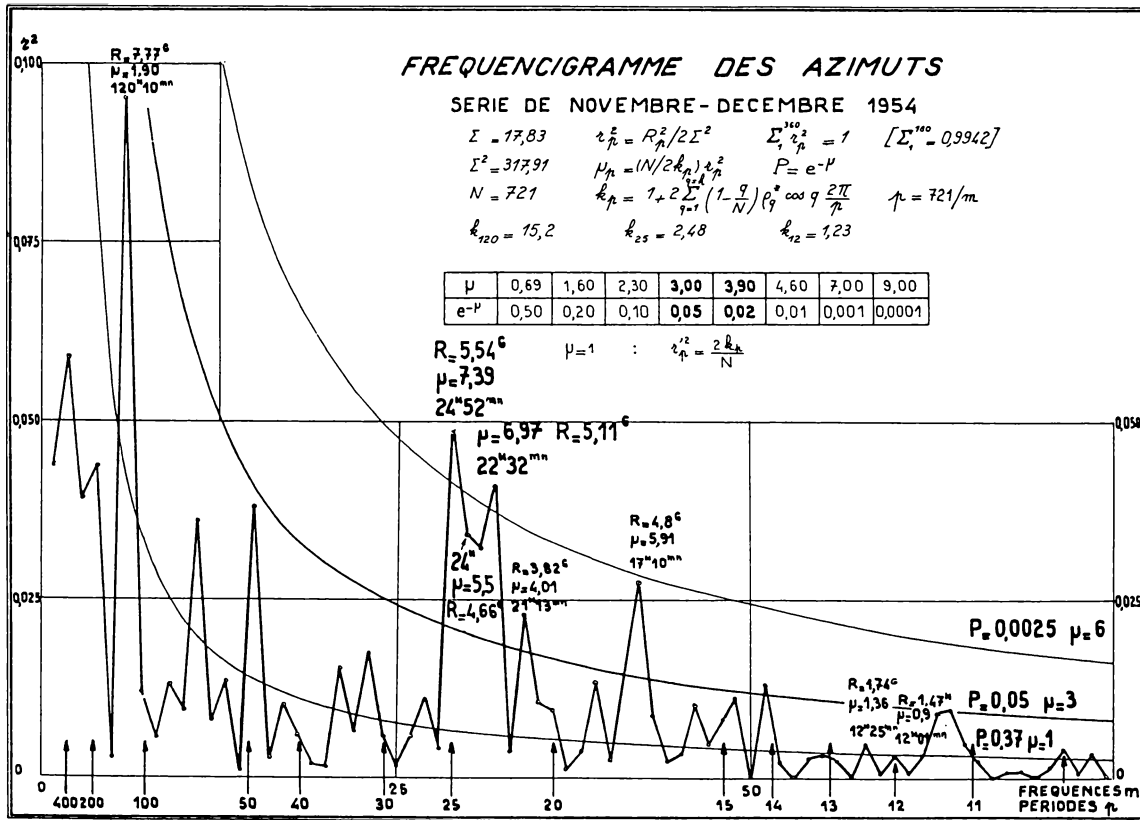
Pour cette période on a (*Graphique XI*) : $\mu = 7,39$; $P = e^{-\mu} = 0,062\%$.

Pour $m = 30$ on a la période $p = 721/30 = 24,03$ h = 24 h 2 mn. avec $R = 4,66$ grades ; $\mu = 5,5$; $P = e^{-\mu} = 0,4\%$.

Le choix de la valeur $N = 721$ valeurs horaires correspond à la condition qu'elle permette de séparer les amplitudes des deux périodes de 24 h et 24 h 50 mn.

On a en effet : $721 / 24 = 30,04$; $721 / 24,84 = 29,03$. Ces valeurs sont ainsi très peu différentes de nombres entiers.

APPLICATION DU TEST DE SCHUSTER GENERALISE



Légende : La formulation du test est déduite de ma Note du 4 décembre 1957 à l'Académie des Sciences. Voir également mon mémoire de 1961, Test de périodicité. Généralisation du Test de Schuster au cas de séries temporelles autocorrélées dans l'hypothèse d'un processus de perturbations aléatoires d'un système stable.

Source : Graphique VI C 1 de ma Conférence du 7 novembre 1959.

Absolue certitude de l'existence des effets lunisolaires constatés

4 - Des trois analyses précédentes, celle des observations enchaînées, celle de la comparaison des structures périodiques des séries observées et des séries calculées, et celle correspondant à l'application de la *Généralisation du test de Schuster*, on peut conclure en toute certitude ¹⁶ à l'existence réelle des effets diurnes lunisolaires constatés, et tout particulièrement de la périodicité lunaire de 24 h 50 mn.

Il faut ainsi répondre par l'affirmative à la première question fondamentale posée au début de cette Section. Les séries mensuelles d'observations enchaînées considérées des azimuts du pendule paracronique contiennent effectivement des termes périodiques lunisolaires statistiquement significatifs, et cela en toute certitude.

(16) Il s'agit naturellement d'une certitude pratique et non d'une certitude métaphysique.

2.- Les effets lunisolaires observés et la théorie actuelle de la gravitation

Au regard des amplitudes observées des effets lunisolaires dans le cas du support anisotrope, il est facile de vérifier que les effets constatés sont *totalemtent inexplicables* dans le cadre des théories actuelles de la gravitation, qu'il s'agisse de la théorie newtonienne ou de la théorie de la relativité.

Valeurs observées et calculées de l'influence lunaire sur l'azimut du pendule paraconique à support anisotrope

1- Si on considère par exemple l'action de la Lune sur le pendule au cours d'une expérience de 14 minutes on peut estimer qu'en première approximation elle se traduit suivant la théorie actuellement admise par une variation moyenne d'azimut inférieure à 10^{-13} radian par seconde ¹.

En fait, l'amplitude *moyenne* de 5,3 grades trouvée pour l'onde de 25 h. *pour les sept séries d'observations mensuelles réalisées*, correspond à une variation moyenne d'environ $0,19.10^{-5}$ radians par seconde ². *L'effet observé est donc ainsi au moins 18 millions de fois plus élevé que l'effet calculé* ³.

L'extrême petitesse de l'influence lunisolaire sur le mouvement du pendule paraconique à support anisotrope

2- En réalité, les effets théoriques de l'influence lunisolaire sur le mouvement du pendule sont si petits qu'*aucun des auteurs du XIXème siècle qui ont travaillé la théorie du pendule et dont certains étaient d'excellents mathématiciens n'a été tenté de les calculer*.

L'extraordinaire petitesse des effets calculés s'explique aisément si l'on considère que pour obtenir le gradient effectif de l'attraction du Soleil ou de la Lune en un point de la surface de la Terre, il faut prendre la différence des gradients en ce point et au centre de la terre.

(1) *Tableau VII, relation (8), p. 129 ci-dessous.*

(2) § A.5.3, note 8, p. 98 ci-dessus.

(3) $0,186.10^{-5} / 10^{-13} = 18,6 \cdot 10^{-8}$

De plus, le plan d'oscillation du pendule ne peut tourner sous l'influence de l'attraction lunisolaire qu'en raison des variations de ce gradient autour du point considéré. Il faut donc considérer la différence de ce gradient entre sa valeur dans la position moyenne du pendule et sa valeur en un point voisin ⁴.

La confrontation des valeurs observées et des valeurs calculées de l'influence de la Lune et du Soleil sur le mouvement du pendule est si importante du point de vue de cet ouvrage qu'il m'a paru nécessaire de présenter sur les quatre *Tableaux IV à VII* les principes des calculs permettant cette confrontation ^{5, 6}.

Tableau IV - Théorie classique du mouvement du pendule de Foucault dans le cas d'une trajectoire rectiligne ou elliptique

3- Le *Tableau IV* rappelle brièvement les résultats de l'analyse théorique du mouvement du pendule sous l'action de la rotation terrestre *telle qu'elle est présentée dans tous les Traités*.

(4) C'est la différence $\text{grad}_G U_i - \text{grad}_S U_i$ de la relation (5) du *Tableau V* ci-dessous, p. 127.

(5) Pour simplifier l'exposé, les calculs qui suivent *ne tiennent pas compte* de la force centrifuge composée correspondant à la rotation de la Terre et de ses variations dans l'espace balayé par le pendule. *L'exposé qui suit se propose seulement en effet de calculer en première approximation les effets de l'attraction lunisolaire sur le mouvement du pendule paraconique, et non ceux de la rotation terrestre.*

Pour tenir compte, en première approximation, de la force centrifuge composée, due à la rotation terrestre, dans les formules qui suivent, il suffit d'y remplacer l'accélération de g de la pesanteur due à l'attraction de la Terre par la pesanteur apparente $g^* = g - \omega^2 r_T \cos^2 L$. C'est d'ailleurs ce que font tous les Traités.

On a $\omega^2 \cos^2 L r_T = (0,729 \cdot 10^{-4} \cos 48,9^\circ)^2 \cdot 6,3712 \cdot 10^8 = 1,46$ soit une fraction d'environ $1,5 \cdot 10^{-3}$ de la pesanteur.

Sur un calcul complet voir Allais, 1956, *Théorie du Pendule paraconique*, Partie VA, *Théorie des mouvements relatifs* (p. V2-V28) et *Mouvement du Pendule conique sous l'influence de la rotation terrestre* (p. V29-V46). Voir également Allais, 13 mars 1958, *Application du Théorème de Bour au cas des mouvements terrestres dans le cas le plus général*.

(6) L'étude *détaillée* de l'influence des astres sur le mouvement du pendule paraconique à support anisotrope et à support isotrope est donnée dans le *Deuxième volume* de cet ouvrage (*Chapitres I et II*, Sections B, p. 28 ci-dessus).

Compte tenu de l'ellipticité β de la trajectoire la variation ϕ' de l'azimut du plan d'oscillation s'écrit

$$(1) \quad \phi' = -\omega \sin L + (3/8) p \alpha \beta \quad p = \sqrt{g/l}$$

ω est la vitesse de rotation de la Terre, L la latitude du lieu, et α et β sont les grand et petit axes en radians de l'ellipse décrite par le pendule. La seconde composante de ϕ' correspond à la précession d'Airy. Le plan d'oscillation tourne *dans le même sens* que celui qui correspond à la description de sa trajectoire elliptique par le pendule ⁷.

Tableau V - Forces agissant sur le pendule de Foucault relativement à des axes liés à la Terre sous l'action de la pesanteur, de la rotation terrestre, et de l'attraction des astres suivant la théorie actuelle de la gravitation

4 - Le *Tableau V* montre comment l'accélération du centre de gravité du pendule par rapport à des axes $S x y z$ liés à la Terre, où S correspond au point de suspension du pendule, est déterminée à partir de la relation fondamentale

$$(2) \quad \vec{F} = M \vec{\gamma}$$

qui d'après la théorie de la gravitation *n'est applicable* (à une translation uniforme près) *que par rapport au trièdre de Copernic* $S' x' y' z'$, dont l'origine est le centre du Soleil et dont les axes passent par trois étoiles fixes.

La relation (3) du *Tableau V* donne l'expression de l'accélération absolue $\vec{\gamma}$ du centre de gravité G en fonction de l'accélération de G par rapport à la Terre, de l'accélération d'entraînement, et de l'accélération de Coriolis.

Une donnée *essentielle* est que l'on a ⁸

$$(3) \quad \text{grad}_G U_i - \text{grad}_T U_i = (\text{grad}_S U_i - \text{grad}_T U_i) + (\text{grad}_G U_i - \text{grad}_S U_i)$$

(7) L'ellipse est décrite dans le sens direct ou dans le sens rétrograde suivant que β est positif ou négatif.

(8) La notation $\text{grad}_G U_i$ signifie que le gradient du potentiel de gravitation de l'astre i est considéré au point G .

Le premier terme qui correspond à la déviation de la verticale due à l'astre i et qui est indépendant du centre de gravité G du pendule n'a aucune influence sur le mouvement du pendule.

Seule intervient dans ce mouvement la différence de l'action de gravitation de l'astre i au point G et au point S , point de support du pendule. Cette différence est naturellement extrêmement petite ⁹.

Tableau VI - Influence du Soleil et de la Lune sur le mouvement du pendule paraconique suivant la théorie actuelle de la gravitation

5- Le *Tableau VI* montre comment se trouvent déterminés les seconds membres des équations différentielles en $m = x / l$ et $n = y / l$ qui dépendent de l'action de l'astre i . L'influence de l'astre i sur le mouvement du pendule paraconique est déterminée par les relations ¹⁰

$$(4) \quad m'' + (g/l) m = K_i (m \cos 2A_i + n \sin 2A_i)$$

$$(5) \quad n'' + (g/l) n = K_i (m \sin 2A_i - n \cos 2A_i)$$

$$(6) \quad K_i = \frac{3}{2} C_i \sin^2 z_i \quad C_i = \frac{M_i}{M_T} \frac{r_T^2}{d_i^3} g$$

où z_i et A_i représentent la distance zénithale et l'azimut de l'astre i , M_i et M_T les masses de l'astre i et de la Terre, r_T le rayon de la Terre, et d_i la distance de l'astre i au centre de la Terre.

(9) Son ordre de grandeur est donné par la relation (10) du *Tableau V*.

En fait, tous les auteurs qui ont le mieux approfondi l'application de la théorie des mouvements relatifs comme Bour et Gilbert ont supposé les forces de gravitation constantes dans tout l'espace balayé par le pendule. *Ils supposent ainsi que le deuxième terme du second membre de la relation (3) ci-dessus (p. 120) est nul.*

Voir Allais, septembre 1956, *Théorie du Pendule Paraconique*, Cinquième Partie, Influence de la rotation terrestre, p. V.1 - V.28. Voir également Allais, 13 mars 1958, *Application du Théorème de Bour au cas des mouvements terrestres dans le cas le plus général*, 32 p. Ce mémoire étend les résultats de Bour au cas le plus général où l'on tient compte de la variation du champ de gravitation dans l'espace balayé par le système en mouvement que l'on considère.

Sur les mouvements relatifs voir E. Bour, *Mémoire sur les mouvements relatifs*, Journal de Mathématiques pures et appliquées, Tome VIII, 1863, p. 1-51. Voir également Gilbert, *Mémoire sur l'application de la méthode de Lagrange à divers problèmes du mouvement relatif*, Gauthiers-Villars, Paris 1889, 197 p. Gilbert s'appuie sur le mémoire de 1863 de Bour.

(10) Ces relations se démontrent à partir du développement en série de l'expression (2) du *Tableau VI*. Les seconds membres des relations (4) et (5) ci-dessus sont considérés comme des perturbations.

A partir des relations (4) et (5) la méthode utilisée de variation des constantes permet de déduire qu'en première approximation l'influence de l'astre i peut se représenter par les deux relations ¹¹

$$(7) \quad \phi' = -\omega \sin L + 3/8 p \alpha \beta$$

$$(8) \quad \beta' = \frac{\alpha}{2p} K_i \sin 2(A_i - \phi)$$

Naturellement s'il y a plusieurs astres on a ¹²

$$(9) \quad \beta' = \sum_i \beta'_i$$

(11) En fait, il est facile de montrer que pour les valeurs de β observées pendant chaque expérience de 14 minutes, soit 840", ($|\beta| < 0,001$) l'effet *direct* (relation 6 du Tableau VI ci-dessous).

$$(1) \quad \phi' = \frac{1}{p} \frac{\alpha\beta}{\alpha^2 - \beta^2} K_i \cos 2(A_i - \phi)$$

est beaucoup plus petit que l'effet *indirect* correspondant à la relation (relation 7 du Tableau VI ci-dessous).

$$(2) \quad \beta' = \frac{\alpha}{2p} K_i \sin 2(A_i - \phi)$$

En effet l'ordre de grandeur e_1 de l'effet direct est (relation 6 du Tableau VI ci-dessous)

$$(3) \quad e_1 = \frac{1}{p} \frac{\beta}{\alpha} K_i$$

alors que l'ordre de grandeur de l'effet indirect est (relation 6 du Tableau VII ci-dessous)

$$(4) \quad e_2 = \left(\frac{3}{8} p \alpha\right) \left(\frac{\alpha}{2p} K_i \frac{\Delta t}{2}\right) \\ = \frac{3}{16} \alpha^2 \frac{\Delta t}{2} K_i$$

d'où

$$(5) \quad \frac{e_2}{e_1} = \left(\frac{3}{16} \alpha^2 \frac{\Delta t}{2} K_i\right) / \left(\frac{1}{p} \frac{\beta}{\alpha} K_i\right) = \frac{3}{16} p \frac{\alpha^3}{\beta} \frac{840}{2}$$

soit pour $|\beta| < 0,001$, $\bar{\alpha} = 1/10$, $p = 3,44$

$$(6) \quad \frac{e_2}{e_1} \geq \frac{3}{16} 3,44 \frac{840}{2} = 270,9$$

C'est là une circonstance *très générale* pour toutes les perturbations que l'effet indirect l'emporte sur l'effet direct.

D'après les *Graphiques III et IV* du § A.4 ci-dessus (p. 94-95) et le *Tableau X* du § E.3 ci-dessus (p. 180) on peut certainement prendre b (en cm) $< 0,1$, d'où pour $l' = 105$ cm (§ A.1.2, note 6, ci-dessus) : $\beta < 0,001$.

Sur cette question voir ma *Note* à l'Académie des Sciences du 16 décembre 1957, *Théorie du pendule paraconique et influence lunisolaire*, note 3. Dans cette *Note* j'avais indiqué pour le rapport e_2/e_1 la valeur minimale de 130. *La nouvelle estimation est meilleure.*

(12) En effet, et en première approximation, les petits effets s'ajoutent.

Si on se limite à l'influence du Soleil et de la Lune on a

$$(10) \quad \beta' = \left[\frac{\alpha}{2p} K_s \sin 2(A_s - \phi) + K_l \sin 2(A_l - \phi) \right]$$

où ϕ représente l'azimut du plan d'oscillation du pendule, et A_s et A_l les azimuts du Soleil et de la Lune.

On a ¹³

$$(11) \quad K_s = \frac{3}{2} C_s \sin^2 z_s \quad C_s = \frac{M_s}{M_T} \frac{r_T^2}{d_s^3} g$$

$$(12) \quad K_l = \frac{3}{2} C_l \sin^2 z_l \quad C_l = \frac{M_l}{M_T} \frac{r_T^2}{d_l^3} g$$

$$(13) \quad C_s = 0,396.10^{-13} \quad C_l = 0,862.10^{-13}$$

Il est très remarquable que C_s et C_l sont du même ordre de grandeur. On a $C_l / C_s = 2,177$.

Tableau VII - Valeurs observées et calculées de l'influence de la Lune sur le mouvement du pendule paraconique pour la composante périodique de 24 h 50 mn

6- Les formules (7) et (8) ci-dessus permettent de déterminer l'influence théorique de la Lune sur le mouvement du pendule. Le *Tableau VII* montre que pour la *valeur moyenne approchée*

$$(14) \quad 2R = 5,3 \text{ grades} = 0,0833 \text{ radians}$$

de l'onde de 24h 50mn la variation moyenne observée ϕ' correspond à une variation $\Delta\phi = 0,0833$ radians en 24,84 / 2 heures, d'où la valeur moyenne observée (relation 1 du *Tableau VII* ci-dessus)

$$(15) \quad \phi'_0 = 0,186.10^{-5} \text{ radians par seconde.}$$

(13) Les expressions de K_s et K_l sont bien identiques à celles données dans la note (3) de ma *Note à l'Académie des Sciences* du 16 décembre 1957 (*Théorie du Pendule Paraconique et Influence Lunisolaire*, note 3), sauf que j'ai incli par erreur dans les expressions de K_s et K_l le facteur multiplicateur $1 + k \cdot h$ correspondant à la déviation de la verticale. En effet la distance SG est *totalemt indépendante* de la déformation lunisolaire du sol.

En fait le facteur $1 + k \cdot h$ (qu'on peut considérer comme approximativement égal à 2/3) ne vaut que pour la déviation de la verticale dont l'expression est donnée par la relation (6) du *Tableau V*, p. 127 ci-dessous (voir également ci-dessous le § F.1.3 et sa note 6, p. 200).

La valeur *théorique calculée* de la variation $\Delta\phi'_t$ due à la Lune suivant la théorie actuelle de la gravitation se déduit des deux relations

$$(16) \quad \Delta\phi'_t = \frac{3}{8} p \alpha \Delta\beta$$

où $\Delta\beta$ représente l'accroissement moyen β du demi petit axe de l'ellipse décrite par le pendule correspondant à la relation

$$(17) \quad \Delta\beta = \beta'_t \Delta t = \beta(t) \frac{\Delta t}{2} < \frac{\alpha}{2p} K_1 \frac{\Delta t}{2}$$

déduite de la relation (8) ci-dessus.

Pour une durée $\Delta t = 14$ minutes = 840 secondes on en déduit (Tableau VII relation 8)

$$(18) \quad |\phi'_t| < 10^{-13} \text{ radians par seconde}$$

d'où pour le rapport de la valeur observée à la valeur théorique la relation (relation 9 du Tableau VII ci-dessous)

$$(19) \quad |\phi'_o / \phi'_t| > 18,3 \cdot 10^6$$

Dans le cas considéré de la périodicité de 24 h. 50 mn. la valeur observée est donc au moins 18 millions de fois plus grande que la valeur calculée 14, 15.

(14) Ce chiffre est plus faible que celui indiqué de 50 millions ($10^{-5} / 2 \cdot 10^{-13}$) dans ma Note du 16 décembre 1957 à l'Académie des Sciences, *Théorie du Pendule Paraconique et Influence Lunisolaire* (§ 3); mais il reste du même ordre de grandeur.

La différence résulte essentiellement de la considération pour l'onde de 24 h. 50 mn. de l'amplitude $2R = 10,46$ grades de juin-juillet 1955 dans ma Note du 16 décembre 1957 (Tableau II du § A.5.3 ci-dessus, p. 99) au lieu de l'amplitude moyenne de 5,3 grades considérée ici (Tableau I du § A.3.1, p. 92).

(15) Les estimations astronomiques considérées dans les calculs des Tableaux VI et VII sont les suivantes en unités CGS (*Smithsonian Physical Tables*, ninth revised edition, 1956, The Smithsonian Institution, p. 729, 730, 731, 734) :

$$\begin{aligned} M_T &= 5,975 \cdot 10^{27} & r_T &= 6,3712 \cdot 10^8 \\ M_S &= 1,987 \cdot 10^{33} & d_S &= 149,5 \cdot 10^{11} \\ M_1 &= 7,343 \cdot 10^{25} & d_1 &= 384,41 \cdot 10^8 \\ \mu &= 6,670 \cdot 10^{-8} & g &= \mu \frac{M_T}{r_T^2} = 981,8 \end{aligned}$$

$$C_s = \frac{M_s}{M_T} \frac{r_T^2}{d_s^3} g = 0,396 \cdot 10^{-13}$$

$$C_1 = \frac{M_1}{M_T} \frac{r_T^2}{d_1^3} g = 0,862 \cdot 10^{-13}$$

C_s et C_1 ont pour dimension (T^{-2}) (l'inverse du carré d'un temps).

Une impossibilité indiscutable

7- A la deuxième question fondamentale posée au début de cette Section il faut ainsi répondre *en toute certitude* par la négative. *Il est totalement impossible d'expliquer dans le cadre de la théorie actuellement admise les effets lunisolaires diurnes observés, et tout particulièrement l'amplitude 2 R constatée, de l'ordre de 5 grades, de la périodicité lunaire de 24 h. 50 mn* ¹⁶.

Les influences lunisolaires théoriques sur les azimuts du pendule paraconique d'après la théorie actuelle de la gravitation sont *si petites*, et les influences observées relativement *si grandes* que lors des visites de mes laboratoires de Saint-Germain et Bougival aucun spécialiste des théories de la Mécanique et de l'Astronomie n'a contesté l'impossibilité *totale* d'une telle explication ¹⁷.

 (16) La correction donnée par la théorie de la relativité générale est *tout à fait négligeable*.

La correction à apporter au potentiel newtonien d'après la formulation de Schwarzschild correspond en effet au coefficient

$$\lambda = 1 - \frac{2\mu M_1}{c^2 d_1}$$

où μ est le coefficient de la gravitation universelle, M_1 la masse de la Lune, c la vitesse de la lumière, et d_1 la distance de la Lune à la Terre (Darmon, *La théorie einsteinienne de la gravitation. Les vérifications expérimentales*, Hermann, 1932, p. 13). On a (pour $c = 3 \cdot 10^{10}$)

$$\frac{2\mu M_1}{c^2 d_1} = \frac{2,6,67 \cdot 10^{-8} \cdot 7,343 \cdot 10^{25}}{9 \cdot 10^{20} \cdot 384,41 \cdot 10^8} = 2,83 \cdot 10^{-13}$$

(17) Les calculs qui précèdent reposent sur la méthode de variation des constantes de Lagrange. Le mouvement du pendule paraconique peut être considéré en effet comme un mouvement elliptique troublé par différentes forces perturbatrices. Dans ma théorie générale du pendule paraconique de 1956 la méthode qui m'a paru à la fois la plus commode et la plus rapide est celle utilisée par Lagrange qui conduit à un système d'équations différentielles que l'on peut intégrer par approximations successives.

Sur cette méthode voir Allais, 1956, *Théorie du Pendule Paraconique*, Première Partie, Section D, p. I 53-I 98). Voir également et notamment Tisserand, (*Traité de Mécanique Céleste*, Tome I, *Perturbations des planètes d'après la méthode de la variation des constantes arbitraires*, Gauthier-Villars, 1889, p. 173-188).

Tableau IV

FORCES AGISSANT SUR LE PENDULE DE FOUCAULT
RELATIVEMENT A DES AXES LIES A LA TERRE

Théorie classique
dans le cas d'une trajectoire rectiligne ¹ ou elliptique ²

Notations

 ω = vitesse de rotation de la Terre

S : point de suspension

S x y z : axes liés à la Terre

l = longueur du pendule simple équivalent

 $m = x/l$ $n = y/l$ U_T : potentiel de gravitation de la Terre \vec{N} : tension du fil

L : latitude du lieu d'observation

G : centre de gravité du pendule

Orientation des axes : Sx : Sud ;

Sy : Est ; Sz : Zénith

 $p = 2\pi/T = \sqrt{g/l}$ l = SG $\vec{g} = \text{grad}_G U_T$

M : masse du pendule

Equations vectorielles ¹

(1) $\vec{F} = M \vec{\gamma}$

(2) $\vec{F} = M \text{grad}_G U_T + \vec{N}$

(3) $\vec{\gamma} = \frac{d^2 \vec{SG}}{dt^2} + 2 \vec{\omega} \wedge \frac{d \vec{SG}}{dt}$

d'où d'après (1)

(4) $\frac{d^2 \vec{SG}}{dt^2} = -\vec{g} - 2 \vec{\omega} \wedge \frac{d \vec{SG}}{dt} + (\vec{N}/M)$ $\vec{g} = \text{grad}_G U_T$

La relation (1) est supposée n'être valable que par rapport aux axes de Copernic, à une translation uniforme près.

Equations du mouvement de la projection horizontale du centre de gravité ¹

(5) $m'' + \frac{g}{l} m = -2 \omega \sin L n'$

(6) $n'' + \frac{g}{l} n = 2 \omega \sin L m'$

Vitesse de rotation de l'azimut ϕ du pendule (dédiuite de (5) et (6))

(7) $\phi' = -\omega \sin L$ (trajectoire rectiligne)¹

(8) $\phi' = -\omega \sin L + \frac{3}{8} p \alpha \beta$ (trajectoire elliptique)²

(1) Paul Appell, 1953, *Traité de Mécanique Rationnelle*, Gauthier-Villars, Tome II, p. 293-296 ; G. Bruhat et A. Foch, 1967, *Mécanique*, Masson, p.153-156.

Les deux équations (5) et (6) résultent de ce que, en première approximation, on peut prendre $N \sim g$, $z \sim -l$ (Appell, id., p. 293).

(2) H. Resal, *Traité de Mécanique Générale*, 1895, Gauthier-Villars, Tome I, p. 130.
Voir également Jules Haag, *Les mouvements vibratoires*, Volume II, Presses Universitaires de France, 1955, § 194, p.194-196. La précession (3/8) $p \alpha \beta$ est due à Airy (1850).

Tableau V

**FORCES AGISSANT SUR LE PENDULE DE FOUCAULT
RELATIVEMENT A DES AXES LIES A LA TERRE
SOUS L'ACTION DE L'ATTRACTION DE L'ASTRE i**

Notations M_i : masse de l'astre i

I : centre de l'astre i

 U_i : potentiel de l'attraction de l'astre i $d_i = SI$ $l = SG$ \vec{N} = force exercée par le support sur le pendule

T = centre de la Terre

 μ : coefficient de la gravitation universelle r_T = rayon de la Terre**Equations vectorielles ¹**

(1)
$$\vec{F} = M \vec{\gamma}$$

(2)
$$\vec{F} = M \text{grad}_G U_T + M \text{grad}_G U_i + \vec{N}$$

(3)
$$\vec{\gamma} = \frac{d^2 \vec{SG}}{dt^2} + 2 \vec{\omega} \wedge \frac{d \vec{SG}}{dt} + \text{grad}_T U_i$$

d'où

(4)
$$\frac{d^2 \vec{SG}}{dt^2} = -\vec{g} - 2 \vec{\omega} \wedge \frac{d \vec{SG}}{dt} + \text{grad}_G U_i - \text{grad}_T U_i + (\vec{N}/M)$$

(5)
$$\frac{d^2 \vec{SG}}{dt^2} = -\vec{g} - 2 \vec{\omega} \wedge \frac{d \vec{SG}}{dt} + (\text{grad}_S U_i - \text{grad}_T U_i) + (\text{grad}_G U_i - \text{grad}_S U_i) + (\vec{N}/M)$$

Interprétation

(6) $\text{grad}_S U_i - \text{grad}_T U_i$ = déviation de la verticale
(Ce terme n'intervient pas dans le mouvement du pendule)

(7) $\text{grad}_G U_i - \text{grad}_S U_i$ = accélération effective exercée sur le centre de gravité G du pendule

Ordre de grandeur de l'accélération angulaire exercée par l'astre i sur le pendule

(8)
$$\vec{\gamma}_i / l = (\text{grad}_G U_i - \text{grad}_S U_i) / l = \mu \frac{M_i}{l} \left[\frac{\vec{GI}}{GI^3} - \frac{\vec{SI}}{SI^3} \right]$$

(9)
$$|\vec{\gamma}_i / l| \sim \mu \frac{M_i}{d_i^3} \quad g = \mu \frac{M_T}{r_T^2}$$

(10)
$$|\vec{\gamma}_i / l| \sim C_i = \frac{M_i}{M_T} \frac{r_T^2}{d_i^3} g$$

Soleil : $C_s = 0,396 \cdot 10^{-13}$

Lune : $C_l = 0,862 \cdot 10^{-13}$

(1) Sur les relations (1), (2), et (3) voir les références de la note (1) du *Tableau IV*.

Tableau VI

INFLUENCES DU SOLEIL ET DE LA LUNE
SUR LE MOUVEMENT DU PENDULE PARACONIQUE

Accélération angulaire due à l'astre i (Tableau V)

$$(1) \quad \vec{\gamma}_i / l = \mu \frac{M_i}{l} \left[\frac{\vec{GI}}{GI^3} - \frac{\vec{SI}}{SI^3} \right] \quad SI = d_i$$

$$(2) \quad \vec{\gamma}_i / l = \frac{M_i}{M_T} \frac{r_T^2}{d_i^3} \frac{g}{l} \left[\left(\frac{SI}{GI} \right)^3 \vec{GI} - \vec{SI} \right]$$

Equations du mouvement

L'influence de l'astre i sur le mouvement du pendule peut se calculer en introduisant dans les seconds membres des relations (5) et (6) du *Tableau IV* les termes correspondant aux projections horizontales de $\vec{\gamma}_i / l$ (relation 2), d'où en première approximation

$$(3) \quad m'' + \frac{g}{l} m = -2 \omega \sin L n' + K_i (m \cos 2 A_i + n \sin 2 A_i)$$

$$(4) \quad n'' + \frac{g}{l} n = 2 \omega \sin L m' + K_i (m \sin 2 A_i - n \cos 2 A_i)$$

$$(5) \quad K_i = \frac{3}{2} C_i \sin^2 z_i \quad C_i = \frac{M_i}{M_T} \frac{r_T^2}{d_i^3} g$$

z_i, A_i : distance zénithale et azimut de l'astre i

$$C_g = 0,396 \cdot 10^{-13} \quad C_l = 0,862 \cdot 10^{-13}$$

Variation de l'azimut et du petit axe de la trajectoire elliptique du pendule

Compte tenu de la relation (8) du *Tableau IV* on déduit de (3) et (4)

$$(6) \quad \phi' = -\omega \sin L + \frac{3}{8} p \alpha \beta + \frac{1}{p} \frac{\alpha \beta}{\alpha^2 - \beta^2} K_i \cos 2(A_i - \phi)$$

$$(7) \quad \beta' = \frac{\alpha}{2p} K_i \sin 2(A_i - \phi)$$

Au regard des ordres de grandeur et du fait que dans chaque expérience de 14 minutes on a $\beta < 1/1000$ les relations (6) et (7) donnent en première approximation (note 10 du § 2.5 ci-dessus)

$$(8) \quad \phi' = -\omega \sin L + \frac{3}{8} p \alpha \beta$$

$$(9) \quad \beta' = \frac{\alpha}{2p} K_i \sin 2(A_i - \phi)$$

Sources des Tableaux V et VI : Allais, septembre 1966, *Théorie du pendule paraconique* ; et, mai 1996, *Sur les périodicités lunisolaires du pendule paraconique*.

Les termes en K_i des relations (6) et (7) sont déduits des termes en K_i des relations (3) et (4) à partir du *Tableau II* de l'*Annexe I* de ma *Théorie du Pendule Paraconique* de septembre 1986 (ma Note de mai 1996, § 9, p. 12).

Tableau VII

**VALEURS CALCULEES ET OBSERVEES
DE L'INFLUENCE DE LA LUNE
SUR LE MOUVEMENT DU PENDULE PARACONIQUE
pour la période lunaire diurne $T = 24,84 \text{ h} = 24\text{h } 50\text{mn}$**

Valeur observée

D'après le *Tableau I* (§A.3) pour la période $T = 25 \text{ h}$. représentative de la période $T = 24\text{h } 50\text{mn}$ l'amplitude moyenne est

$$2R = 5,3 \text{ grades} = 5,3 \pi / 200 = 0,0833 \text{ radians}$$

La variation moyenne observée correspondante au cours d'une demi-période $24,84 / 2 = 12,42 \text{ h}$ est ainsi

$$(1) \quad \phi'_0 = 0,0833 / 12,42 \cdot 3600 = 0,186 \cdot 10^{-5} \text{ radians par seconde}$$

Valeur théorique

On a (*Tableau VI*, relations 8 et 9) ¹

$$(2) \quad \phi' = -\omega \sin L + \frac{3}{8} p \alpha \beta \quad (p = \sqrt{g/l} = 3,44)$$

$$(3) \quad \beta' = \frac{\alpha}{2p} K_1 \sin 2(A_1 - \phi)$$

Au bout d'une expérience de $\Delta t = 14 \text{ minutes} = 840 \text{ secondes}$, on a ²

$$(4) \quad \beta \sim \frac{\alpha}{2p} K_1 \Delta t \overline{\sin 2(A_1 - \phi)}$$

de sorte que l'on a pour la valeur moyenne $\bar{\beta}$ de β ($\bar{\alpha}$ = valeur moyenne de α)

$$(5) \quad |\bar{\beta}| \sim \frac{\bar{\alpha}}{2p} K_1 \frac{\Delta t}{2} \overline{|\sin 2(A_1 - \phi)|} < \frac{\bar{\alpha}}{2p} K_1 \frac{\Delta t}{2}$$

On a ainsi pour la valeur moyenne théorique $|\phi'_t|$ de l'influence de la Lune

$$(6) \quad |\phi'_t| < \left(\frac{3}{8} p \bar{\alpha} \left(\frac{\bar{\alpha}}{2p} K_1 \frac{\Delta t}{2} \right) \right) = \frac{3}{16} \bar{\alpha}^2 \frac{\Delta t}{2} K_1$$

soit pour $\bar{\alpha} \sim 1/10$

$$(7) \quad \phi'_t < 0,788 K_1 \quad K_1 = \frac{3}{2} \sin^2 \delta_1 C_1 \quad C_1 = 0,862 \cdot 10^{-13}$$

soit

$$(8) \quad \phi'_t < 0,788 \frac{3}{2} C_1 = 1,18 \cdot 0,862 \cdot 10^{-13} = 1,018 \cdot 10^{-13}$$

Valeur observée / Valeur théorique ³

$$(9) \quad \frac{\phi'_0}{\phi'_t} > \frac{0,186 \cdot 10^{-5}}{1,018 \cdot 10^{-13}} = 18,3 \cdot 10^6$$

(1) L'indice l correspond à la Lune.

(2) La valeur moyenne d'une quantité h au cours des 14 minutes du mouvement du pendule est désignée par la notation \bar{h} . La valeur absolue de h est désignée par la notation $|h|$.

(3) On peut remarquer que l'on a $r_T / l = 6,37 \cdot 10^8 / 83 = 7,67 \cdot 10^6$ où r_T est le rayon de la Terre et l la longueur du pendule simple équivalent (§ A.1.1 ci-dessus).

3.- Des composantes périodiques non explicables par des phénomènes connus

Si les séries d'observations du pendule paraconique contiennent effectivement des composantes périodiques diurnes de périodes de 24 h. et 24 h. 50 mn. *statistiquement significatives*, et si les effets périodiques ainsi constatés *ne peuvent être considérés* comme résultant de la théorie actuelle de la gravitation, *est-ce que ces effets périodiques peuvent être attribués à une influence directe ou indirecte d'un phénomène périodique connu*. Telle est la troisième question fondamentale.

Analyse harmonique comparée de différents phénomènes

1- Pour y répondre j'ai procédé à l'analyse harmonique pour les mêmes périodes de 24 h. et 24 h. 50 mn. des phénomènes suivants : Température au laboratoire et au Bourget, Pression atmosphérique au laboratoire et au Bourget, Déclinaison magnétique, Nombres K du magnétisme de Bartels, et Nombres de Wolf (activité solaire), et j'ai comparé les résultats de cette analyse avec ceux correspondant à l'azimut du pendule paraconique, tant au point de vue de l'amplitude que des phases.

Si l'un de ces phénomènes pouvait être considéré comme la cause des mouvements observés du pendule paraconique, on observerait : 1° *une concordance des phases*, au moins approximative, entre la cause et l'effet ; 2° *une même structure périodique*, et en particulier un même rapport des amplitudes pour la période de 24 h. et la période de 24 h. 50 mn., à laquelle on peut valablement substituer en première approximation la période de 25 h. pour la commodité des calculs.

Or, *cette double circonstance n'est réalisée pour aucun des phénomènes dont l'analyse a été effectuée*. Il faut d'ailleurs souligner que les graphiques représentatifs de ces phénomènes ne présentent aucune connexion visible avec les graphiques représentatifs des azimuts du plan d'oscillation du pendule paraconique.

A titre d'illustration les *Graphiques XII et XIII* représentent pour la période de juin-juillet 1955 les résultats comparés de l'analyse de Buys-Ballot pour les périodicités de 24 et 25 heures, d'une part pour l'azimut du pendule paraconique et la *température mesurée au Bourget* ¹, et d'autre part pour le pendule paraconique et la *déclinaison magnétique* enregistrée à Chambon-la-Forêt ¹.

Les *Graphiques XII* montrent d'une part qu'il existe des différences de phase entre les sinusoides d'ajustement pour les périodes de 24 et 25 heures de l'azimut et de la température, et d'autre part et surtout que *l'onde de 25 heures a une amplitude relative beaucoup plus grande pour l'azimut du pendule paraconique que pour la température.*

Les *Graphiques XIII* mettent en évidence *une remarquable concordance de phase* entre l'azimut du pendule et la déclinaison magnétique aussi bien pour la période de 25 heures que pour la période de 24 heures. Par contre pour ces deux périodes *les amplitudes relatives sont très différentes.* Le *Tableau VIII* montre qu'il en est encore de même pour la période de novembre-décembre 1954 ². De telles concordances de phase ne paraissent pas pouvoir être attribuées au hasard ³.

En fait, et pour aucun des phénomènes examinés, la composante lunaire de période de 25 h., représentative de l'onde de 24 h. 50 mn., n'a une amplitude comparable à celle de l'onde de 24 h. ⁴. *Cette structure périodique très particulière des azimuts du pendule paraconique suffit pour éliminer comme explication tous les phénomènes géophysiques connus* ⁵.

(1) C'est l'observatoire le plus proche du laboratoire de l'IRSID à Saint-Germain.

(2) Allais, 1958, *Anomalies du mouvement du pendule paraconique*, p. 31-32.

(3) Il est très remarquable que cette concordance de phases ne se retrouve pas pour les quinzaines et les semaines, *comme on doit s'y attendre* dans l'hypothèse où cette concordance de phase correspondrait à un phénomène réel, car les amplitudes relatives différentes des ondes correspondant aux azimuts et à la déclinaison magnétique pour 24 h. et 25 h. doivent donner des différences de phase lorsque l'analyse harmonique de Buys-Ballot porte sur des périodes trop courtes pour que ces ondes puissent être séparées.

(4) Voir notamment le *Tableau I* du § A.3.1. ci-dessus. Pour les sept séries mensuelles la moyenne des rapports R_{25} / R_{24} est égale à 1,39.

(5) Voir ma *Note* du 16 décembre 1957 à l'Académie des Sciences, "*Théorie du pendule paraconique et influence lunisolaire*".

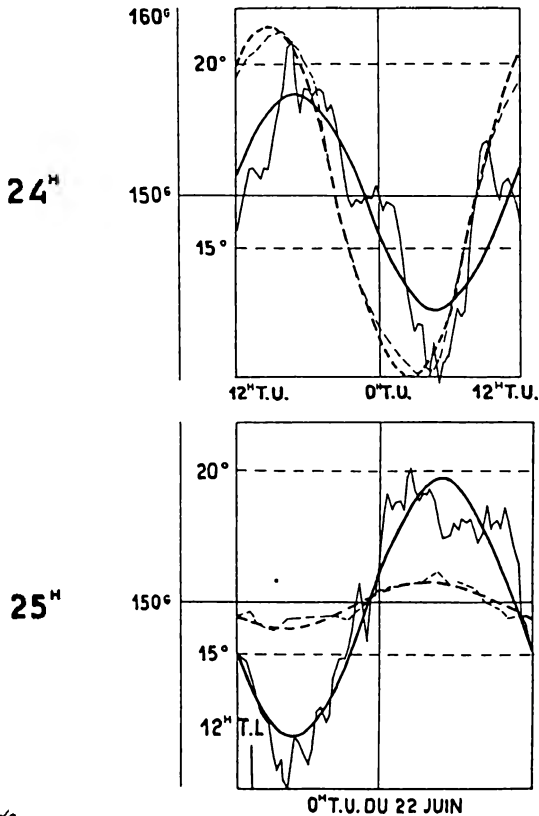
Voir tout particulièrement mon mémoire du 21 avril 1958, *Anomalies du mouvement du pendule paraconique*, p. 23-33.

Graphiques XII

COMPARAISON DES RESULTATS
D'ANALYSE HARMONIQUE

24^h ET 25^h
AZIMUT ET TEMPERATURE(B)
Juin - Juillet 1955

COMPARAISON DES RESULTATS DU FILTRE DE BUYS-BALLOT
POUR L'AZIMUT ET LA TEMPERATURE
POUR LES PERIODES DE 24 ET 25^h

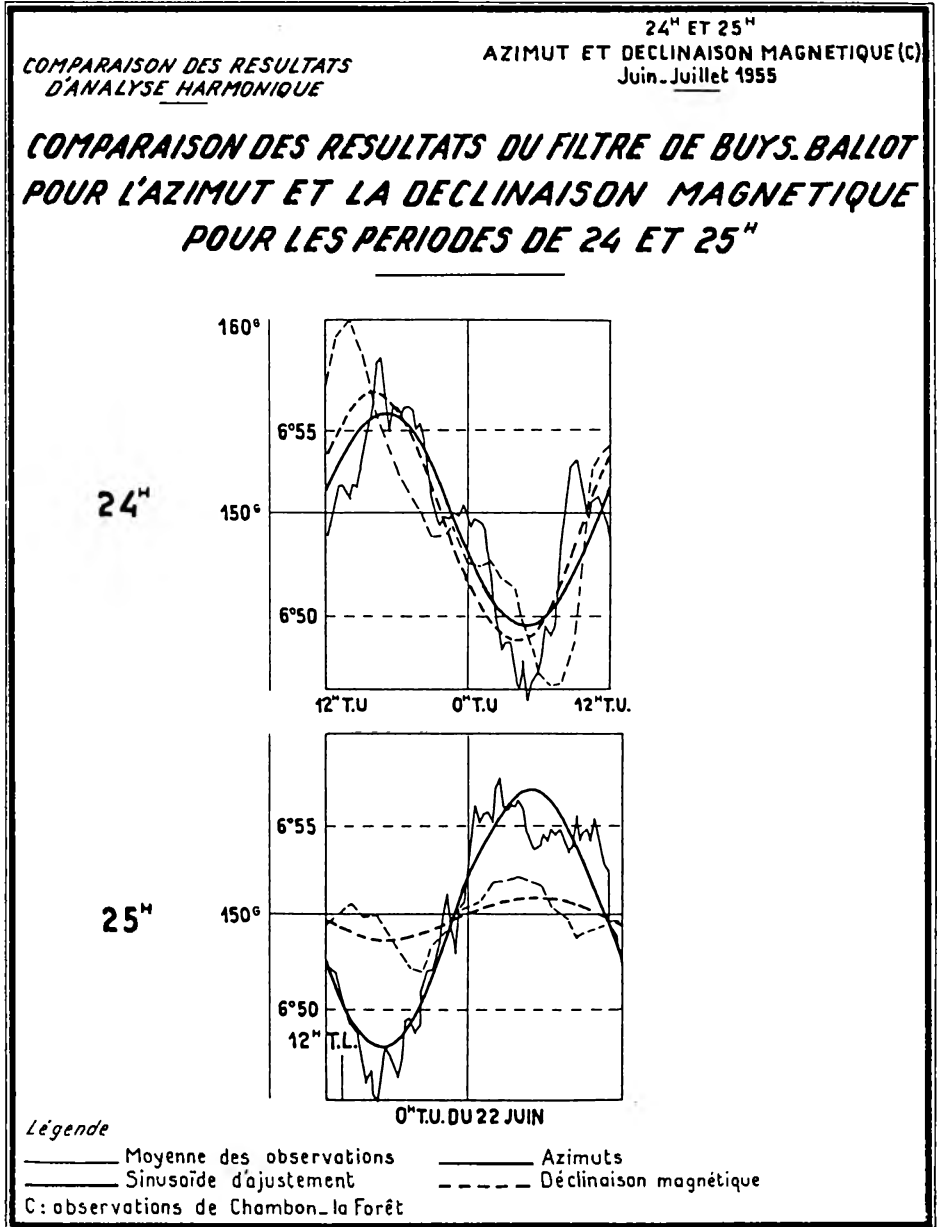


Légende

— Moyenne des observations — Azimuts
— Sinusoïde d'ajustement - - - - - Température

B: observations du Bourget

Graphiques XIII



AZIMUTS DU PENDULE PARACONIQUE ET DECLINAISON MAGNETIQUE

*Observations de Novembre-Décembre 1954 et de Juin-Juillet 1955**Périodicités de 24 et 25 heures*

Périodes		Azimuts en grades			Déclinaison minutes sexagésimales			$\frac{2 R'}{D'} / \frac{2 R}{D}$	H - H'
		2 R	2 R/D	H	2 R'	2 R'/D'	H'		
25 h.	Nov.- Déc. 1954	12,87	0,080	5h 52 mn	0,578	0,037	4h 33 mn	0,461	1h 19 mn
	Juin - Juill. 1955	14,01	0,155	15h 58 mn	1,205	0,056	16h 02 mn	0,362	- 0h 04 mn
24 h.	Nov. - Déc. 1954	10,34	0,064	13h 17 mn	2,67	0,17	11h 36 mn	2,65	1h 41 mn
	Juin - Juill. 1955	11,66	0,129	16h 54 mn	6,96	0,32	15h 56 mn	2,51	0h 58 mn

Légende : 2R = amplitudes des composantes périodiques en grades ; 2R' = amplitudes des composantes périodiques en minutes sexagésimales.

D et D' = différences entre les plus grandes et les plus petites valeurs des séries considérées.

H et H' représentent les heures des sommets des ondes en temps lunaire et solaire. Voir les *Graphiques XIII*

Source : Mon mémoire du 21 avril 1958 (révisé le 28 janvier 1960), *Anomalies du mouvement du pendule paraconique à support anisotrope*, p.32.

*Les variations lunisolaires de la verticale et le mouvement
du pendule paraconique*

2- On a souvent avancé comme explication possible des effets constatés les variations lunisolaires de la verticale ⁶. En fait, il n'en est rien. *Par elles-mêmes*, et comme je l'ai indiqué, *les variations de la verticale*

(6) Au point de suspension S la composante de la direction de la verticale correspondant à un astre i est représentée par la différence

$$(1) \quad \vec{f}_i = \text{grad}_S U_i - \text{grad}_T U_i$$

des gradients du potentiel U_i aux points S et au centre de la Terre (relation 6 du *Tableau V* ci-dessus). Si on suppose la Terre indéformable, on démontre que les composantes horizontales f_{ih} et verticales f_{iv} de f_i ont les expressions suivantes :

$$(2) \quad f_{ih} = \frac{3}{2} \frac{M_i}{M_T} \frac{r_T^3}{d_i^3} g \sin 2z_i$$

$$(3) \quad f_{iv} = 3 \frac{M_i}{M_T} \frac{r_T^3}{d_i^3} g (\cos^2 z_i - \frac{1}{3})$$

M_i et M_T sont les masses de l'astre i et de la Terre. r_T est le rayon de la Terre et d_i la distance de la Terre à l'astre i. g est l'accélération de la pesanteur et z_i la distance zénithale de l'astre i.

Si on tient compte de la déformation de la Terre, la déviation de la verticale est égale au rapport

$$(4) \quad \delta_i = \frac{f_{ih}}{g} = \frac{3}{2} (1 + k - h) \frac{M_i}{M_T} \frac{r_T^3}{d_i^3} \sin 2z_i \quad 1 + k - h \sim \frac{2}{3}$$

Les coefficients k et h sont les nombres de Love correspondant à la déformation de la Terre sous l'action de l'astre i. On a ainsi

$$(5) \quad \frac{\delta_i}{\sin 2z_i} = \frac{M_i}{M_T} \frac{r_T^3}{d_i^3} = C_i \frac{r_T}{g} \quad C_i = \frac{M_i}{M_T} \frac{r_T^2}{d_i^3} g$$

Les valeurs de $\delta_i / \sin 2z_i$ pour le Soleil et la Lune sont *en radians et en secondes sexagésimales* (§ 2.5 et note 14 du § 2.6 ci-dessus)

$$(6) \quad \frac{\delta_s}{\sin 2z_s} = C_s \frac{r_T}{g} = \frac{0,862 \cdot 10^{-13} \cdot 6,371 \cdot 10^8}{981,8} = 2,570 \cdot 10^{-8} \text{ rad.} = 5,30 \cdot 10^{-3}''$$

$$(7) \quad \frac{\delta_l}{\sin 2z_l} = C_l \frac{r_T}{g} = \frac{0,862 \cdot 10^{-13} \cdot 6,371 \cdot 10^8}{981,8} = 5,590 \cdot 10^{-8} \text{ rad.} = 11,54 \cdot 10^{-3}''$$

Voir notamment Schureman, 1941, *Manual of Harmonic Analysis and Prediction of Tides*, p. 14, et Stoyko, 1947, *L'attraction lunisolaire et les pendules*, Bulletin astronomique, Tome XIII, (p. 1-36), p. 3, relation 2, p. 6, et p. 30.

Il convient de souligner que pour le Soleil et la Lune l'accord entre les valeurs observées et calculées des déviations δ_i de la verticale est *très remarquable* (voir notamment Stoyko, 1947, id., p. 31).

ne peuvent avoir aucune influence sur les variations de l'azimut d'oscillation du pendule paraconique ⁷.

Les variations de l'horizontalité du support et le mouvement du pendule paraconique

3- Il a été soutenu au début de mai 1957 que l'horizontalité de la surface, support du pendule, pouvait se modifier au cours des expériences en raison notamment de la déformation thermique du bâtiment par suite de la modification de l'ensoleillement au cours de la journée ⁸, et que si la surface du support prenait une légère inclinaison le plan d'oscillation du pendule tendrait vers la position du plan vertical contenant la ligne de plus grande pente de la surface, support du pendule.

Un de mes correspondants, d'ailleurs très compétent en l'espèce, m'écrivait le 2 mai 1957 : "*Comment ne pas envisager que la variation de la position de votre support n'atteigne pas une minute, étant donnée l'installation réalisée ?*".

En fait, dix-huit mois auparavant, les 15 et 16 décembre 1955, j'avais déjà fait des expériences sur les effets de l'inclinaison du support sur le mouvement du pendule paraconique montrant que ces effets étaient tout à fait négligeables. Au regard de la qualité de mon correspondant j'ai tout aussitôt refait de nouvelles expériences de contrôle sur les effets des variations d'horizontalité du support, en mai et juin 1957, qui ont confirmé les résultats de mes expériences de 1955.

- Pour déterminer l'influence de l'inclinaison du support et pour éliminer toute influence périodique systématique j'ai réalisé des expériences successives, la surface du support étant alternativement horizontale et inclinée ⁹.

(7) Voir ci-dessus § B.2.4, p. 120-121.

(8) Il est remarquable que le pendule ne dépend de l'extérieur que par sa suspension par la surface portante. L'influence de l'extérieur ne peut ainsi agir que par l'inclinaison de cette surface.

(9) Voir ma Note très détaillée du 19 janvier 1959 à l'Académie des Sciences "*Détermination expérimentale de l'influence de l'inclinaison de la surface portante sur le mouvement du pendule paraconique à support anisotrope*".

Soient i l'inclinaison du support en secondes sexagésimales et J l'angle que fait avec le vecteur nord-sud la projection de la ligne de plus grande pente orientée vers le bas. L'azimut du plan d'oscillation est désignée par ϕ (*Graphique XIV,2*).

Les *Graphiques XIV,1 ; XV,III ; et XV,IV* représentent les observations effectuées les 15 et 16 décembre 1955 avec le pendule paraconique ¹⁰ pour 48 expériences de 14 mn, les expériences impaires correspondant à une surface horizontale et les expériences paires à une surface inclinée, les billes étant changées après chaque expérience, pour une inclinaison $i = 2064''$ et un écart angulaire $\phi - J = 50$ gr.

Bien que les différentes courbes soient sensiblement différentes, en raison notamment de l'influence perturbatrice des billes (voir le *Graphique XIV,1* représentant les résultats correspondant aux expériences 5 à 12), les courbes moyennes des 24 expériences impaires et des 24 expériences paires sont peu différentes (*Graphique XV,III*). Il en est de même des moyennes calculées pour les 15 et 16 décembre (*Graphiques XV,IVA et IVB*).

Cependant, si l'on considère les courbes moyennes de toutes les expériences du matin et du soir sans tenir compte de l'inclinaison, on trouve deux courbes moyennes très différentes (*Graphique XV,IVC*).

Des résultats analogues ont été obtenus les 22 et 24 mai 1957 pour $i = 1032''$ et $\phi - J = 25$ grades.

Ces résultats montrent que l'influence systématique de l'époque, à quelques heures de distance, sur le mouvement est beaucoup plus grande que l'influence due à une inclinaison de l'ordre de 2000 ou 1000 secondes sexagésimales. Il est très remarquable que dans tous les cas les tangentes au départ des courbes moyennes correspondent exactement à l'effet de Foucault.

• Par ailleurs, du 19 au 23 juin 1957, j'ai fait une série continue, de jour et de nuit, d'expériences *doublement enchaînées* d'une durée élémentaire de 14 mn. Pour les expériences impaires la surface était horizontale et pour les expériences paires on avait $i = 1032''$, $J = 396$ gr. Les billes étaient changées à chaque expérience. Chaque expérience impaire de 14 mn commençait dans l'azimut auquel

(10) Pendule utilisé pendant les expériences continues de novembre-décembre 1954 et juin-juillet 1955.

avait mené l'expérience impaire précédente, et de même pour les expériences paires. On avait ainsi deux séries d'observations enchaînées indépendantes (*Graphique XV,V*). Les écarts en azimuts qu'elles présentent sont dues d'une part à une légère influence systématique de l'inclinaison de la surface (1,72 grades pour 1032" pour $\phi - J = - 29,7$ gr) et d'autre part à un effet accidentel prépondérant dû aux billes.

Pour ces deux séries le filtre de Buys-Ballot (*Graphique XV,VI*) pour 24 h donne deux courbes de même allure, l'effet des billes étant pratiquement éliminé et l'amplitude de l'effet périodique augmentant avec l'inclinaison.

Par ailleurs huit expériences doublement enchaînées chacune d'une durée de 10 h réalisées *en mai-juin 1957* avaient mis en évidence une influence systématique de 2,77 gr pour une inclinaison double de 2064" et $\phi - J = - 33,77$ gr.

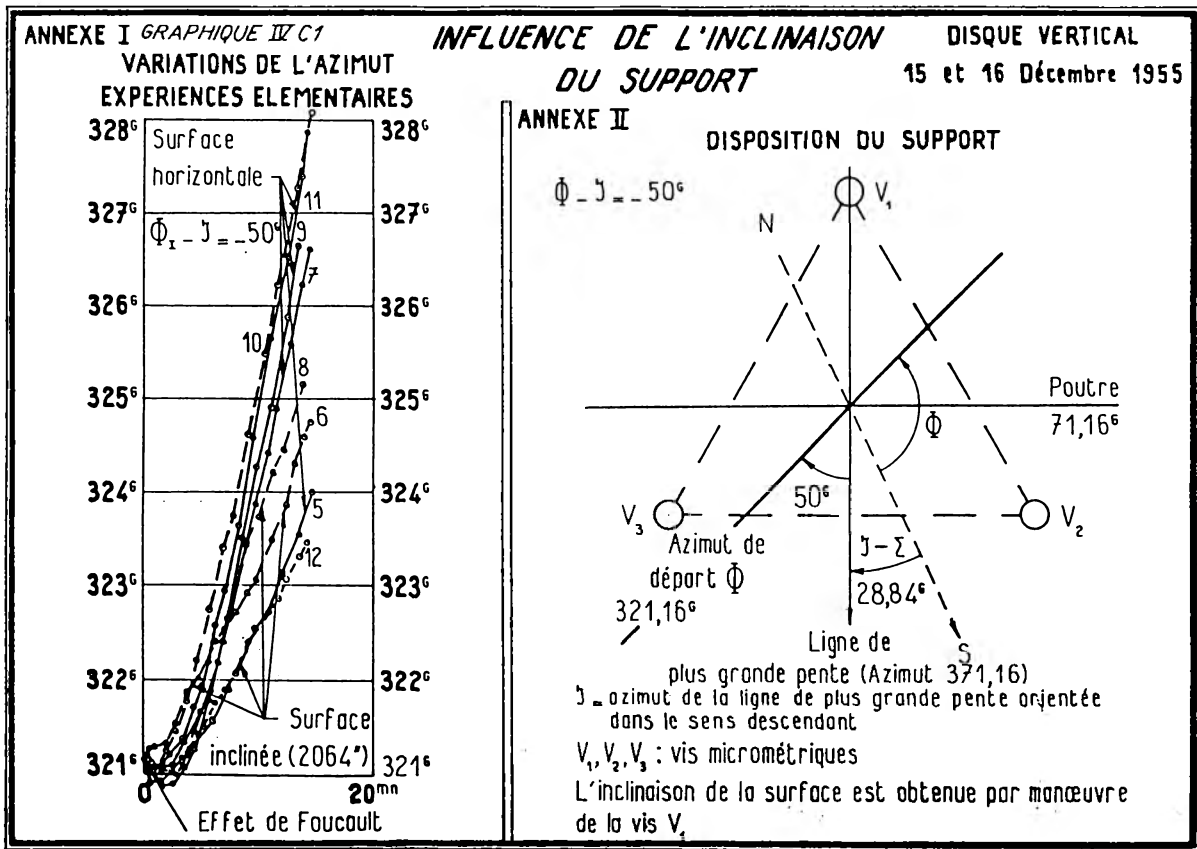
De toutes ces expériences et compte tenu des erreurs accidentelles, on peut conclure que l'influence de l'inclinaison est approximativement proportionnelle à i et d'environ 1,5 gr pour 1000", pour $\phi - J$ peu différent de - 30 gr.

- Ces nombres peuvent être utilement rapprochés des résultats obtenus à Bougival et à Saint-Germain en juillet 1958. Les amplitudes 2R des effets correspondant au filtre de 24 h 50 mn ont été de l'ordre de 2,15 grades alors que les variations journalières des inclinaisons n'ont jamais dépassé 8" secondes sexagésimales ^{11, 12}.

- De toutes ces indications il résulte que la comparaison des résultats expérimentaux obtenus en faisant varier l'inclinaison de la surface support de la bille du pendule paraconique, soit au cours de lâchers dans un azimut donné, soit au cours d'expériences doublement enchaînées, montre que *les variations périodiques d'azimut au cours du temps ne peuvent pas être considérées comme résultant des variations de l'inclinaison du support par rapport à la verticale.*

(11) Au cours des expériences de Bougival et de Saint-Germain en juillet 1958 (voir *Section C* ci-dessous, p. 142-161) les inclinaisons des surfaces ont été relevées toutes les vingt-minutes par des niveaux de précision de l'*Institut Géographique National*.

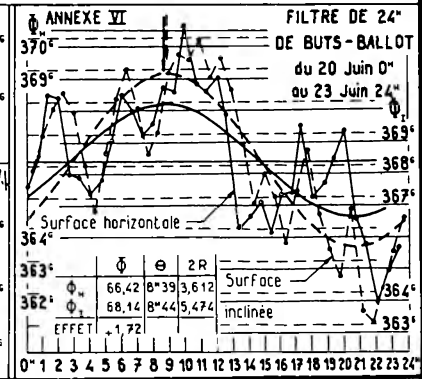
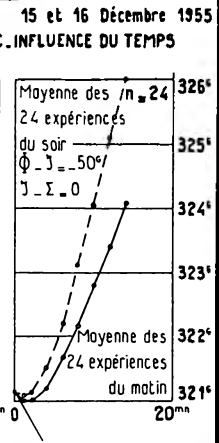
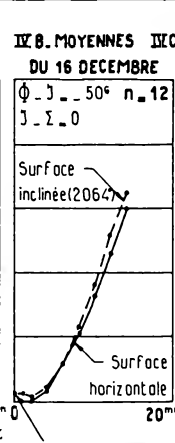
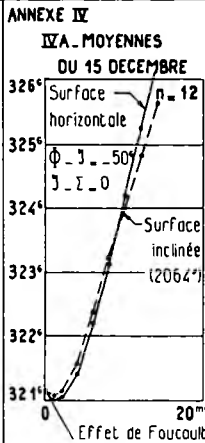
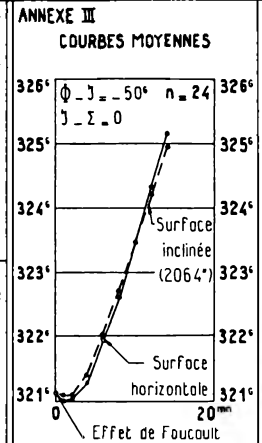
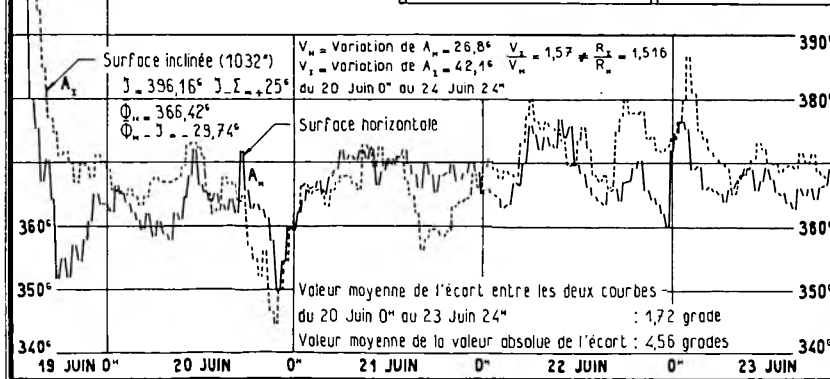
(12) Rappelons que les déviations théoriques de la verticale due à l'action lunisolaire sont de l'ordre du centième de seconde sexagésimale (§ 3.2 ci-dessus).



LEGENDE DES ANNEXES I A IV INFLUENCE COMPAREE DE L'INCLINAISON DU SUPPORT ET DU TEMPS

GRAPHIQUE XV
 Moyenne de n expériences — Surface horizontale
 - - - Moyenne de n expériences - Surface inclinée de 34,4 minutes sexagésimales
 34,4 minutes sexagésimales = 2 tours de vis
 1 tour de vis = 100 divisions du niveau
 1 division du niveau = 10,32 secondes sexagésimales
 inclinaison : ligne de plus grande pente perpendiculaire à la poutre ($\gamma _ \Sigma = 371,16$ grades)
 lancement : à 50° de la projection de la ligne de plus grande pente

ANNEXE V DISQUE VERTICAL
 19 au 23 Juin 1957
EXPERIENCES DOUBLEMENT ENCHAINÉES
SURFACE HORIZONTALE ET INCLINÉE (1032°)



Source : Ma Note du 19 janvier 1959, Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, T. 248, p. 359-362 (reproduction photographique).

*Aucune relation directe des azimuts du pendule paraconique
avec des phénomènes connus*

4- Au total, on doit conclure que les composantes lunisolaires diurnes de 24 h. et 24 h. 50 mn., et tout particulièrement cette dernière, dont l'existence doit être considérée *comme très réelle*, et qui sont *totallement inexplicables* dans le cas de la théorie actuelle de la gravitation, *ne peuvent être considérées comme résultant de l'action directe ou indirecte d'un phénomène connu, et cela en toute certitude.*

A la troisième question fondamentale posée au début de cette Section B ¹³ il faut ainsi répondre *en toute certitude* par la négative. *Il s'agit d'un phénomène nouveau tout à fait inexplicable dans le cadre de la théorie actuellement admise de la gravitation.*

(13) p. 102 ci-dessus.

C

**LES EXPERIENCES CRUCIALES DE JUIN-JUILLET 1958
DE SAINT-GERMAIN ET BOUGIVAL*****1.- Les deux laboratoires de Saint-Germain et de Bougival***

A la fin de 1957, et en accord avec Albert Caquot et Pierre Tardi, j'ai établi un programme de recherches pour le premier semestre de 1958 en vue d'obtenir une subvention du Centre National de la Recherche Scientifique.

Ce programme prévoyait notamment la répétition des expériences sur le pendule paraconique dans un laboratoire à une certaine profondeur en dessous du sol, soit dans une carrière souterraine, soit dans une mine souterraine, de manière à éviter toute perturbation superficielle de vent ou de température.

Finalement un site a été trouvé au début de 1958 dans une carrière souterraine désaffectée à Bougival, la carrière du "*Blanc Minéral*".

L'ensemble des expériences projetées devait avoir un caractère crucial pour confirmer ou infirmer l'existence d'une composante lunaire d'une période de 24 h. 50 mn. dans les azimuts du pendule paraconique à support anisotrope d'une amplitude inexplicable dans le cadre de la théorie de la gravitation.

A la suite de ce projet et avec l'aide du *Centre National de la Recherche Scientifique* (CNRS) et du *Comité d'Action Scientifique de la Défense Nationale* (CASDN) j'ai procédé en Juin-Juillet 1958 à deux séries d'expériences *continues simultanées* avec deux dispositifs *identiques* dans mon laboratoire de Saint-Germain et dans un nouveau laboratoire à Bougival, installé dans une galerie d'une partie

alors abandonnée de la carrière souterraine du "*Blanc Minéral*", dépourvue de tout aménagement antérieur, avec 57 m. de recouvrement d'argile et de craie, et à environ 6,5 km. de distance de Saint-Germain. La distance à la surface libre (comptée horizontalement) était de l'ordre de 800 m ¹.

Après une période d'essai d'un mois en juin ², deux expériences continues simultanées ont été réalisées dans les deux laboratoires de Bougival et de Saint-Germain d'une durée de 30 jours du 2 juillet 0 h TU au 31 juillet 23 h 40mn TU 1958 ³.

Ces deux expériences *tout à fait cruciales* ont montré que les anomalies périodiques précédemment mises en évidence *étaient observées à nouveau*, et que, dans les deux laboratoires, elles présentaient des structures périodiques se correspondant de manière remarquable ⁴.

 (1) L'installation du laboratoire de Bougival a été remarquablement réalisée par l'atelier de l'IRSID avec des matériaux préfabriqués et avec la mise en place d'un support métallique rigide du pendule identique à celui de l'IRSID (Voir ci-dessous § E.3). Les deux pendules étaient tous deux *identiques* à celui décrit dans le § A.1 ci-dessus.

Le support a été installé sur des piliers massifs en ciment armé entrecroisés par un système de poutrelles métalliques.

L'anisotropie du support s'est révélée *tout à fait comparable* à celle de l'IRSID (voir § E.3.3 et *Tableau X* ci-dessous, p. 180).

(2) Il a fallu notamment organiser deux équipes de sept observateurs se relayant jour et nuit dans les deux laboratoires.

(3) Ce n'est pas sans une certaine appréhension que j'ai abordé ces deux expériences cruciales, car autant j'étais *absolument certain* de l'existence à l'IRSID à 2 mètres en dessous du sol d'une périodicité lunaire diurne de 24 h. 50 mn. d'une amplitude incompatible avec la théorie admise de la gravitation, autant il m'était impossible de prévoir quels effets se constateraient à une profondeur de 57 m.

(4) Le lecteur pourra se référer utilement aux deux *Notes* suivantes que j'ai présentées à l'Académie des Sciences le 3 novembre et le 22 décembre 1958.

- *Nouvelles expériences sur le Pendule Paraconique à support anisotrope*. C.R.A.S., T.247, 1958, p. 1428-1431.

- *Structure périodique des mouvements du Pendule Paraconique à Bougival et Saint-Germain en juillet 1958*. C.R.A.S., T.247, 1958, p. 2284-2287.

2.- La structure périodique diurne des deux séries d'observations enchaînées de Bougival et de Saint-Germain

Les *Graphiques XVI à XXIII* et le *Tableau IX* ci-dessous représentent les résultats essentiels de l'analyse harmonique des deux séries d'observations enchaînées à Bougival et à Saint-Germain tels qu'ils ont été publiés dans mes deux *Notes* des 3 novembre et 22 décembre 1958 à l'Académie des Sciences.

La composante périodique de 24 h. 50 mn

1 - Les *Graphiques XVI et XVII* représentent les résultats d'analyse harmonique obtenus par la méthode du filtre de Buys-Ballot pour des périodes de 25 h. et de 24 h. 50 mn à partir des observations enchaînées continues faites *simultanément* dans les deux laboratoires pendant un mois, de jour et de nuit, du 2 juillet 0h. TU au 31 juillet 23 h. 40 mn TU, dans des conditions *identiques* à celles de mes expériences précédentes de juin-juillet 1955 ^{1, 2}.

Les *Graphiques XVI et XVII* permettent de comparer les résultats obtenus dans les deux laboratoires de Saint-Germain et de Bougival. Qu'il s'agisse du filtre de 25 h. ou du filtre de 24 h. 50 mn, les deux ajustements ont des amplitudes très peu différentes et des concordances de phase *très remarquables*.

En fait, ces concordances sont dans l'ensemble *plus marquées* pour le *Graphique XVII*, correspondant à une période de 24 h. 50 mn que pour le *Graphique XVI* correspondant à une période de 25 h.

(1) § A.1 ci-dessus.

(2) La notation TU correspond au temps universel. La notation TL correspond au temps lunaire. Le passage de la lune au méridien correspond à 12 heures TL.

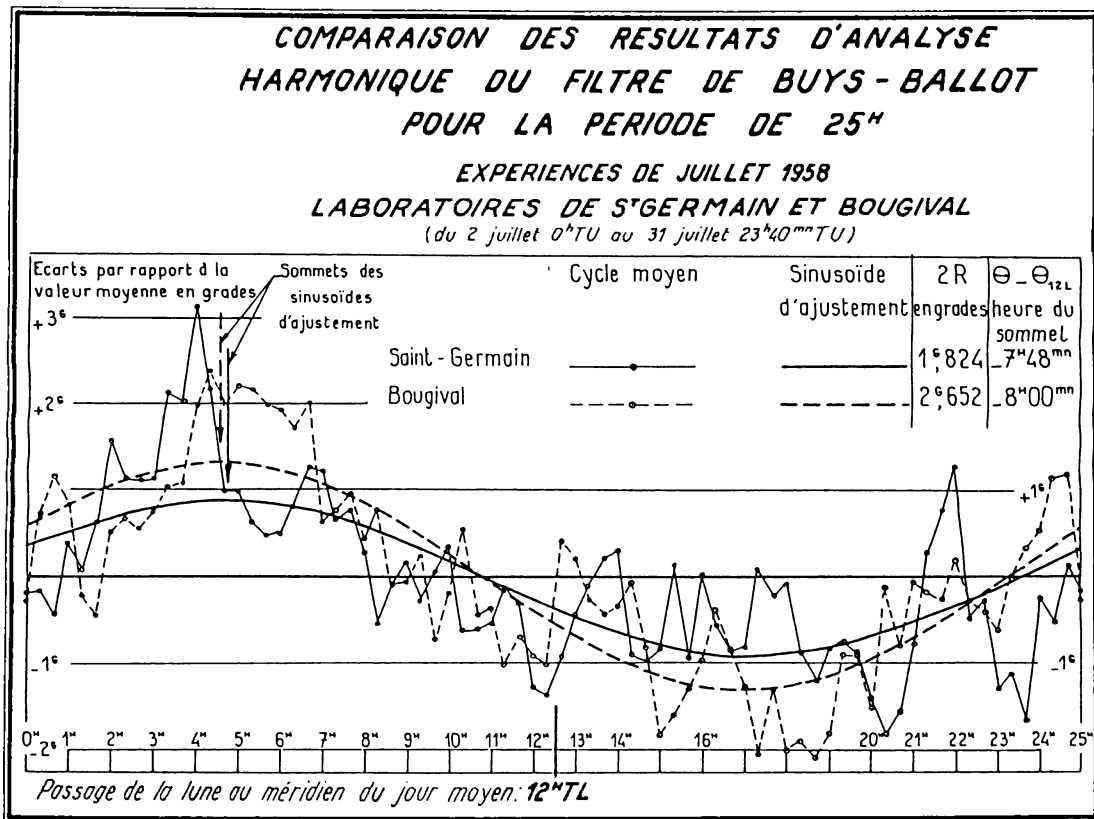
Le *Graphique XVI* a été publié dans ma *Note du 3 Novembre 1958* à l'Académie des Sciences. Les résultats correspondant au *Graphique XVII* ont été publiés dans ma *Note du 22 décembre 1958*, ainsi que dans la *Note Complémentaire* de mon Mémoire de 1958, "*Doit-on Reconsidérer les Lois de la Gravitation ?*".

Il me paraît nécessaire de rappeler ici qu'à l'époque nous ne disposions d'aucun des moyens de calcul disponibles aujourd'hui. Les calculs se faisaient à la main avec une machine électrique.

Il était naturellement bien plus rapide d'appliquer le filtre de Buys-Ballot avec des données de 20 minutes en 20 minutes pour une période de 25 h. Dans ma *Note du 3 novembre 1958* j'ai donc présenté immédiatement les résultats en considérant une période de 25 h.

Dans les semaines suivantes j'ai fait appliquer le filtre de Buys-Ballot pour une période de 24 h. 50 mn en interpolant les données de 10 mn en 10 mn.

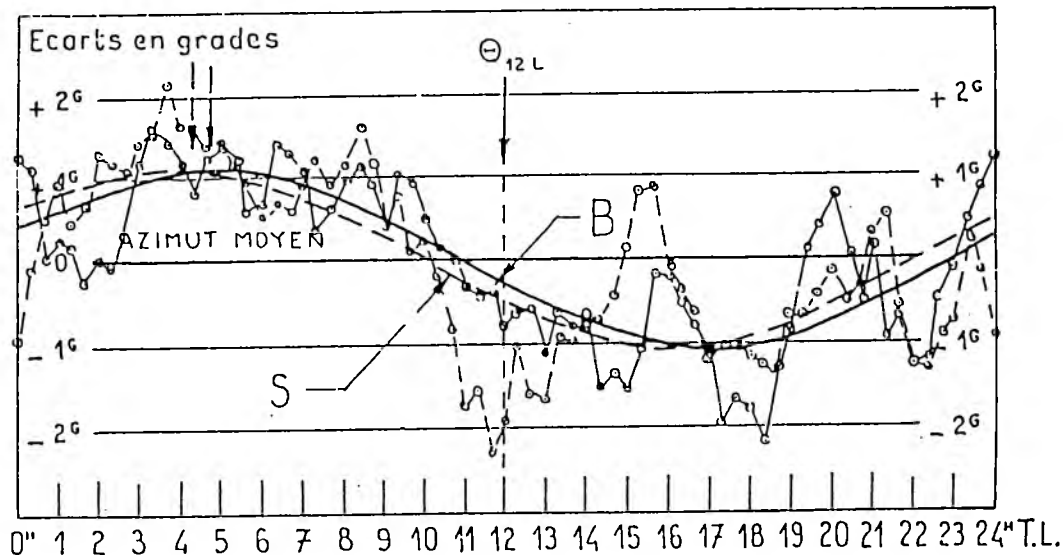
La comparaison des résultats obtenus dans les deux calculs n'en est que plus significative. La concordance des résultats est en effet meilleure lorsque l'on considère la période de 24h. 50mn au lieu de la période approximative de 25 h.



Source : Note du 3 novembre 1958 à l'Académie des Sciences, *Nouvelles expériences sur le pendule paraconique à support anisotrope*, CRAS, T. 247, p. 1429

EXPERIENCES DE JUILLET 1958 A BOUGIVAL ET A SAINT-GERMAIN

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



Légende

	2 R en grades	$\theta - \theta_{12 L}$
BOUGIVAL	2,17	- 7 h. 23 mn.
SAINTE-GERMAIN	2,10	- 7 h. 55 mn.

————— : BOUGIVAL
 Traits fins : cycles moyens

- - - - - : SAINT-GERMAIN
 Traits forts : sinusoides d'ajustement

*La structure périodique des deux séries d'observations enchaînées
de Bougival et Saint-Germain*

2- Le *Tableau IX* donne les résultats numériques d'ensemble des analyses effectuées. Ils sont représentés sur les *Graphiques XVI à XXIII*.

Les notations B et S correspondent respectivement aux deux pendules de Bougival et Saint-Germain. Les notations B + S et B - S correspondent à la demi-somme et à la demi-différence des azimuts observés.

Les 30 jours d'observation ont été répartis en quatre périodes élémentaires de 7, 8, 8, et 7 jours désignées par les chiffres 1, 2, 3, et 4. Les notations 1 + 2 et 3 + 4 désignent la première et la deuxième quinzaine du mois, et la notation 1 + 2 + 3 + 4 le mois entier.

Θ représente l'heure du sommet de la sinusoïde d'ajustement en temps universel ; $\Theta - \Theta_{12L}$ représente l'heure du sommet en temps lunaire en prenant comme origine l'heure de passage de la Lune au méridien Θ_{12L} .

Il est très remarquable qu'en moyenne l'amplitude de l'onde de 24 h. 50 mn. est environ le double de l'onde de 24 h. à Bougival et à Saint-Germain (*Tableau IX*)³.

On constate qu'au cours du mois de Juillet 1958, les effets de la période de 24 h 50 mn sont sensiblement les mêmes dans les deux laboratoires. Les effets des périodes de 24 h et 12 h sont par contre de signe opposé.

Les *Graphiques XIX à XXIII* montrent que cette structure se constate également dans chaque quinzaine considérée isolément^{4, 5, 6}.

(3) La moyenne des deux rapports $2,174 / 1,394 = 1,559$ et $2,106 / 0,776 = 2,714$, soit 2,136, est sensiblement égale au rapport $C_1 / C_2 = 2,177$ (§ B.2.5 ci-dessus, p. 123).

(4) D'après le *Tableau IX*, si on considère l'onde de 24 h. 50 mn la demi-somme (B + S) / 2 a pour amplitude 2,140 grades alors que la demi-différence (B - S) / 2 a pour amplitude 0,034 grade.

Pour l'onde de 24 h. la demi-différence (B - S) / 2 et la demi-somme (B + S) / 2 ont respectivement pour amplitude 1,086 et 0,310 grades.

On voit que la demi-somme (B + S) / 2 ne comporte pratiquement pas de composante d'une période de 24 h. alors que la demi-différence (B - S) / 2 ne comporte pratiquement pas de composante d'une période voisine de 24 h. 50 mn.

L'application du filtre de Buys-Ballot de 25 h. à la demi-différence (B - S) / 2 équivaut ainsi à l'application d'un filtre de 25 h. à une onde de 24 h.

(5) Une circonstance reste totalement inexpiquée à ce jour : les oppositions de phase pour les ondes de 24 h. et 12 h. à Saint-Germain et à Bougival.

(6) Ces concordances moyennes sont d'autant plus remarquables que les courbes journalières d'azimut à Bougival et à Saint-Germain différaient assez sensiblement.

Vue d'ensemble

3- Ces résultats, *tout à fait essentiels*, montrent ainsi :

- a. que l'existence d'une périodicité d'une période de 24 h 50 mn *n'est pas due à une cause fortuite* ;
- b. qu'elle se constate également quand il n'y a pratiquement *pas de variation thermique* comme cela a été le cas à Bougival ;
- c. qu'elle se constate également quand la structure extérieure du laboratoire est à *l'abri de toutes les perturbations extérieures* comme cela a été le cas à Bougival.

Ces deux séries d'expériences cruciales et tout à fait fondamentales ont totalement balayé toutes les objections présentées antérieurement sur mes expériences sur le pendule paraconique quant à l'existence d'une périodicité lunaire diurne de 24h 50mn d'une amplitude totalement inexplicable dans le cadre de la théorie actuelle de la gravitation ⁷.

Elles ont totalement confirmé qu'il existe dans le mouvement du pendule paraconique dissymétrique à support anisotrope des anomalies à caractère périodique qui sont inexplicables dans le cadre de la théorie actuellement admise de la gravitation, et qui, dans l'état actuel de la discussion, ne peuvent être rattachées à aucun phénomène connu.

(7) A titre d'illustration voir la *Note* de Jean Goguel à l'Académie des Sciences "*Observations à propos du pendule paraconique*", (CRAS, Tome 246, n° 16, 21 avril 1958, p. 2340 à 2342).

Cette *Note* attribuant essentiellement les effets constatés aux oscillations du bâtiment est typique des objections *sans aucun fondement* qui m'ont été présentées.

Elle repose sur des hypothèses formulées sous une forme tout à fait vague dont il est difficile d'apercevoir le sens précis. D'ailleurs aucun calcul théorique ni aucune application numérique ne viennent les justifier.

Mais ce n'est là qu'un exemple parmi bien d'autres. Ainsi un de mes plus éminents interlocuteurs, Henri Villat (1879-1972) professeur de mécanique des fluides à la Faculté des Sciences, et président de la Section de Mécanique à l'Académie des Sciences, ne me déclarait-il pas, le 3 décembre 1956 : "*Remplacez vos billes d'acier par des billes d'agate, et vous verrez : tout changera*".

Cependant, à mon invitation de visiter mon laboratoire de l'IRSID il me répondait : "*Voyez-vous Quelle utilité aurait pour moi un déplacement à Saint-Germain, car je ne suis pas un expérimentateur*".

EXPERIENCES DE JUILLET 1958 A BOUGIVAL ET SAINT-GERMAIN

Résultats d'ensemble

PERIODE DU FILTRE	PENDULE	PERIODE DE TEMPS	2R	Θ	$\Theta_{-}\Theta_{12L}$	PERIODE DU FILTRE	PENDULE	PERIODE DE TEMPS	2R	Θ	$\Theta_{-}\Theta_{12L}$
24 ^h 50 ^{mn}	B	1+2+3+4	2,174		- 7 ^h 23	25 ^h	B+S	1+2	1,804		- 7 ^h 45
	S	"	2,106		- 7 ^h 55		"	3+4	2,880		- 8 ^h 01
25 ^h	B	1+2+3+4	2,662		- 8 ^h 01	24 ^h	B-S	1+2	0,502	13 ^h 17	
	S	"	1,840		- 7 ^h 47		"	3+4	1,708	13 ^h 49	
24 ^h	B	1+2+3+4	1,394	13 ^h 56		12 ^h	B-S	1+2	1,502	5 ^h 26	
	-S	"	0,776	11 ^h 40			"	3+4	1,986	6 ^h 31	
12 ^h	B	1+2+3+4	1,890	5 ^h 41		25 ^h	B-S	1+2	1,388		7 ^h 23
	-S	"	1,540	6 ^h 30			-(B-S)	3+4	1,880		7 ^h 54

Légende : Θ = heure du sommet de la sinusoïde d'ajustement au milieu de la période.

Θ_{12L} = heure de passage de la Lune au méridien au milieu de la période.

A Bougival on a : $2R(24\text{ h }50\text{ mn}) / 2R(24\text{ h}) = 2,174 / 1,394 = 1,563$

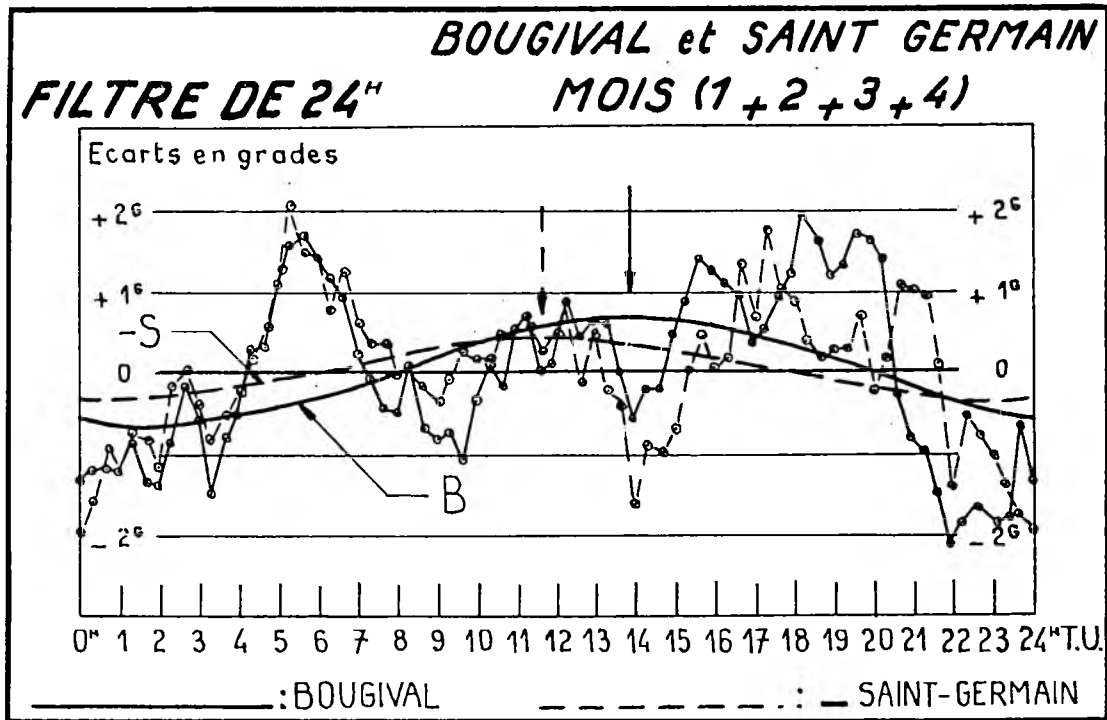
A Saint-Germain on a : $2R(24\text{ h }50\text{ mn}) / 2R(24\text{ h}) = 2,106 / 0,776 = 2,714$

Le rapport moyen des amplitudes est ainsi : $(1,563 + 2,714) / 2 = 2,138$

Source : Note à l'Académie des Sciences du 22 décembre 1958, *Structure périodique des mouvements du pendule paraconique à Bougival et à Saint-Germain en juillet 1958*, CRAS, T. 247, 1958, p. 2285.

EXPERIENCES DE JUILLET 1958 A BOUGIVAL ET SAINT-GERMAIN

Résultats du filtre de Buys-Ballot pour un filtre de 24 heures

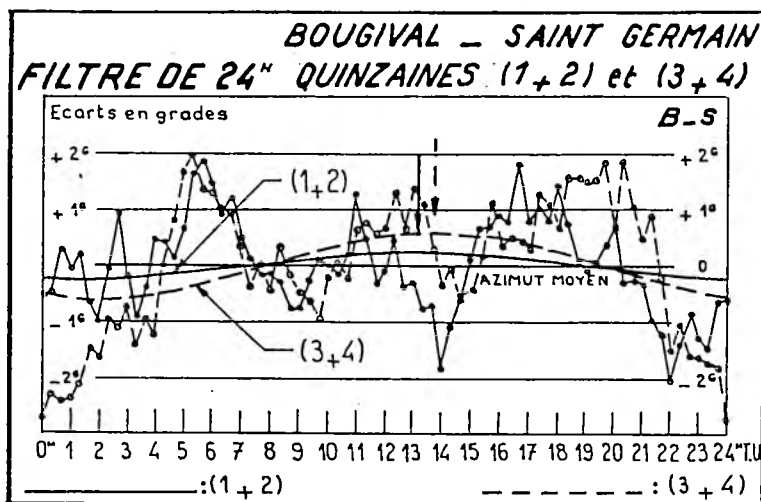
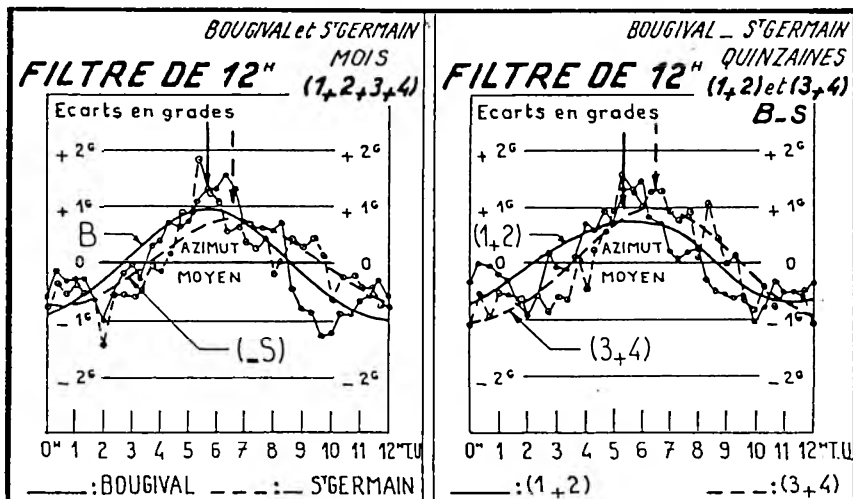


Source : Note à l'Académie des Sciences, Structure périodique des mouvements de la pendule paraconique à support anisotrope à Bougival et à Saint-Germain en juillet 1958, CRAS, T. 247, 22 décembre 1958, p. 2285.

Graphiques XIX, XX, et XXI

EXPERIENCES DE JUILLET 1958 A BOUGIVAL ET SAINT-GERMAIN

Résultats du filtre de Buys-Ballot avec des filtres de 12 et 24 heures

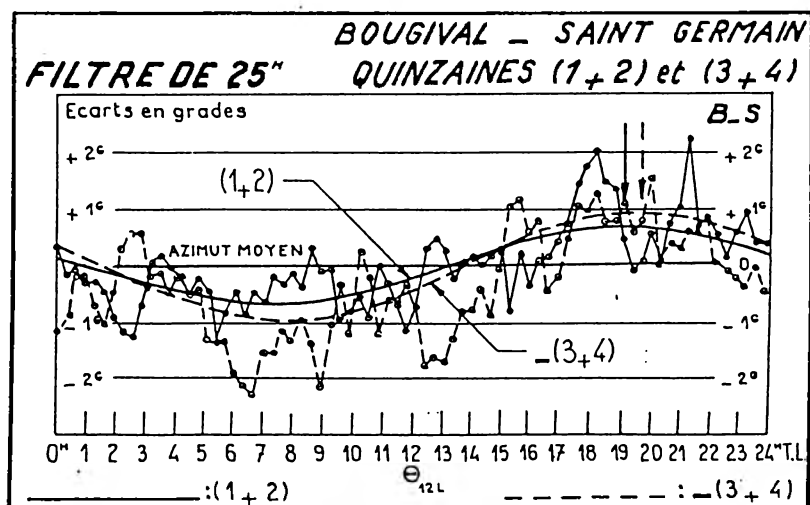
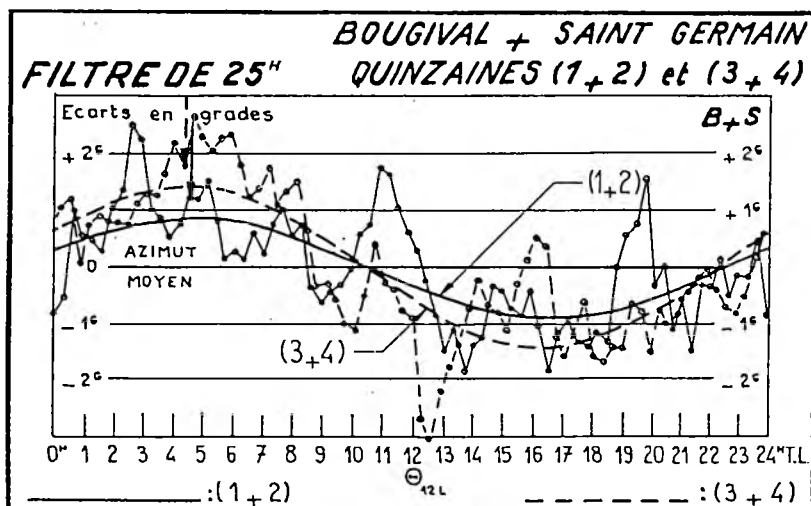


Source : Note à l'Académie des Sciences du 22 décembre 1958, *Structure périodique des mouvements du pendule paraconique à support anisotrope à Bougival et à Saint-Germain en juillet 1958*, CRAS, T. 247, p. 2286.

Graphiques XXII et XXIII

EXPERIENCES DE JUILLET 1958 A BOUGIVAL ET SAINT-GERMAIN

Résultats du filtre de Buys-Ballot pour un filtre de 25 heures



Source : Note à l'Académie des Sciences du 22 décembre 1958, *Structure périodique des mouvements du pendule paraconique à support anisotrope à Bougival et à Saint-Germain en juillet 1958*, CRAS, T. 247, p. 2286.

Fréquencigramme de la série de Bougival de juillet 1958

4- La considération du fréquencigramme de la série mensuelle de Bougival est particulièrement significative, et elle confirme *totalemment* les conclusions qui précèdent ⁷.

Le *Graphique XXIV* représente la série des 721 valeurs horaires observées de l'azimut du pendule paraconique à Bougival du 2 juillet 0 h. TU au 31 juillet à 23 h. 40 mn. TU ⁸. Ce Graphique a une allure tout à fait comparable à celle du *Graphique II* représentatif des azimuts de juin-juillet 1955 ⁹.

Le *Graphique XXV* représente le cycle de 24 h. 50 mn. obtenu par l'analyse de Buys-Ballot à partir des valeurs horaires du *Graphique XXIV* ¹⁰ avec une amplitude $2R = 2,13$ grades.

Le *Graphique XXVI* représente le fréquencigramme de la série des 721 valeurs horaires du *Graphique XXIV* avec la représentation des lignes d'égale signification. Le niveau de signification de la période de 24 h. 50 mn. est de 0,07 % correspondant à une probabilité de moins de une chance sur 1000 ¹¹.

La période de 24 h. 50 mn. a une amplitude environ 1,68 fois plus grande que celle de la période de 24 h. dont le niveau de signification n'est que d'environ 14 % ¹².

(7) Cette analyse a été présentée en illustration dans ma Communication de 1961 à l'*Institut International de Statistique* (note 10 du § B.1.3 ci-dessus, p. 113).

(8) *Annexe II B* à ma Communication de 1961 à l'*Institut International de Statistique*.

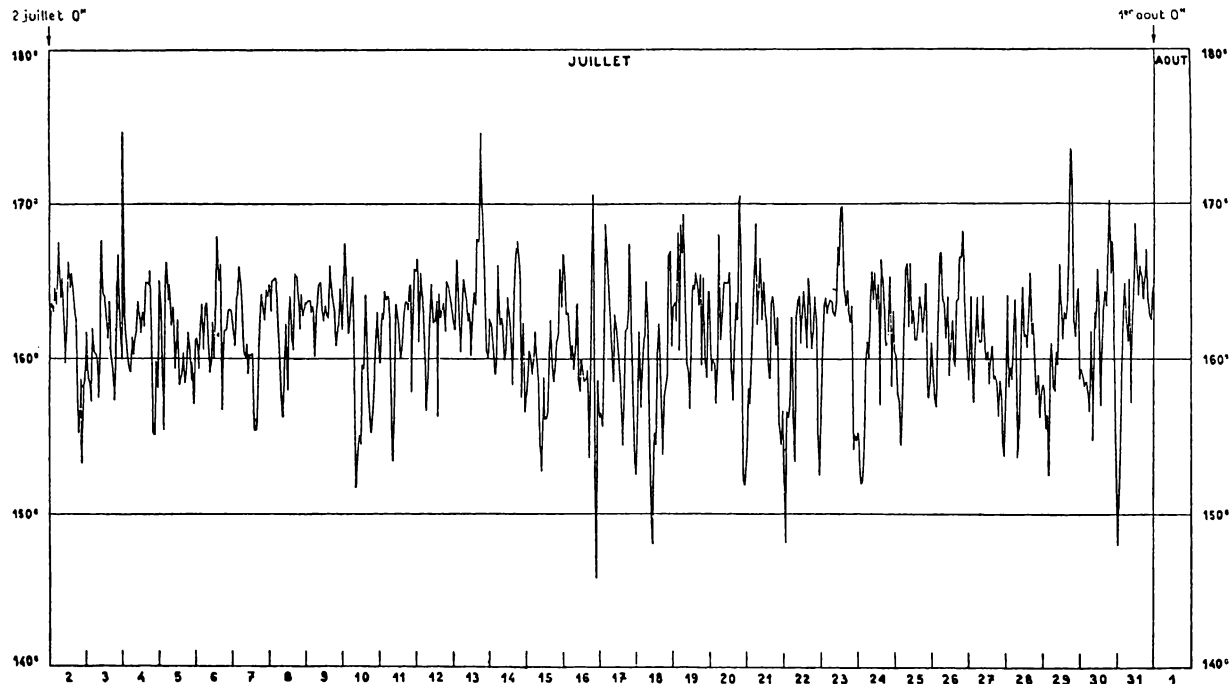
(9) *Graphique II* du § A.2 ci-dessus, p. 89.

(10) *Annexe III C* à ma Communication de 1961 à l'*Institut International de Statistique*.

(11) Ma Communication de 1961, § 18. La valeur de μ correspondant à la période de 24 h. 50 mn. est 7,28 avec $P = e^{-\mu} = 0,0007$
Voir § B.1.3 ci-dessus.

(12) A titre de comparaison voir le fréquencigramme de la série des 721 valeurs horaires de novembre-décembre 1954 (*Graphique XI* du § B.1.3 ci-dessus).

OBSERVATIONS DE JUILLET 1958 DE BOUGIVAL

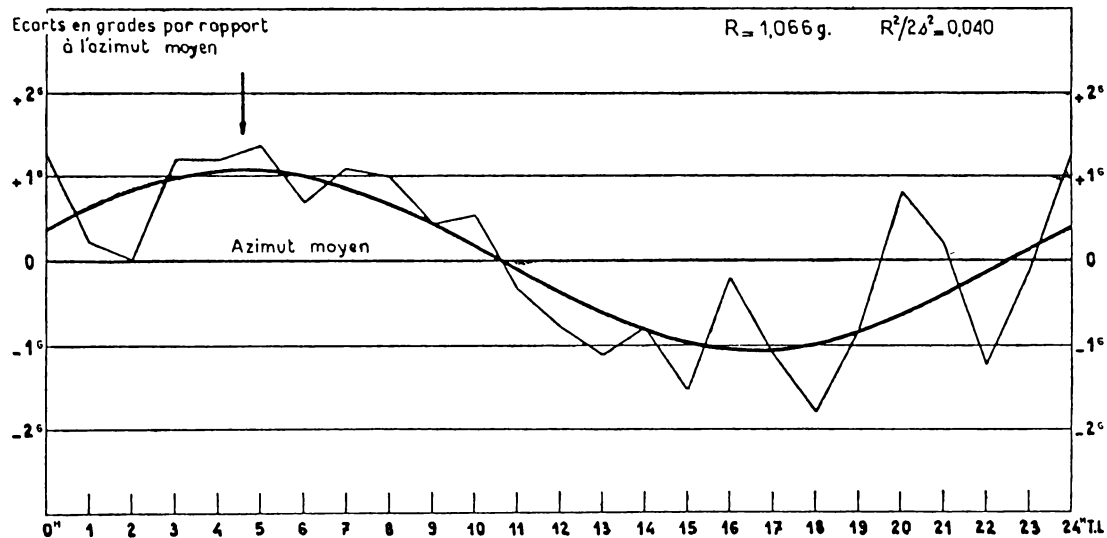
*Azimuts du plan d'oscillation**N = 721 valeurs horaires*

Source : *Annexe II B* de ma Communication de 1961 à l'Institut International de Statistique, "Test de périodicité. Généralisation du test de Schuster au cas de séries temporelles autocorrélées dans l'hypothèse d'un processus de perturbations aléatoires d'un système stable".

Les 721 valeurs horaires des azimuts du pendule paraconique à Bougival sont présentées dans l'*Annexe II A* de ma Communication de 1961 à l'Institut International de Statistique.

Azimuts du plan d'oscillation

Application de la méthode de Buys-Ballot à la période de 24 h. 50 mn.

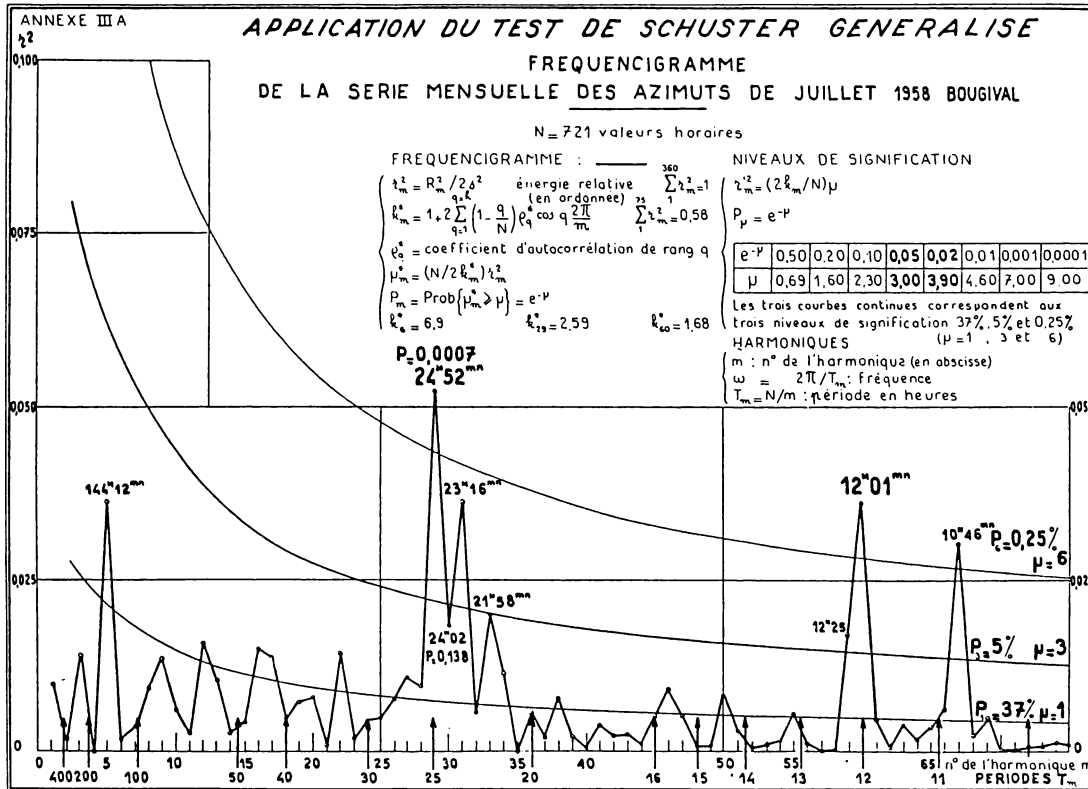


Légende : ——— valeurs observées

————— sinusoïde d'ajustement

 $R = 1,066 \text{ g.}$ $R^2/2\sigma^2 = 0,040$

Source : Annexe III C de ma Communication de 1961 à l'Institut International de Statistique, "Test de périodicité. Généralisation du test de Schuster au cas de séries temporelles autocorrélées dans l'hypothèse d'un processus de perturbations aléatoires d'un système stable".



Légende: Sur la formulation du test, voir § B.1.3 ci-dessus et la Légende du Graphique XI.

Source : Annexe III A de ma Communication de 1961 à l'Institut International de Statistique (voir Source du Graphique XXII).

3.- Périodicité lunaire mensuelle sidérale

Les *Graphiques XXVII et XXVIII* représentent les ajustements des demi-sommes $(B+S)/2$ et des demi-différences $(B-S)/2$ des moyennes journalières des azimuts B et S du pendule paraconique à Saint-Germain et à Bougival du 1er au 31 juillet 1958 ¹ en tenant compte à la fois de trends linéaires ² et de sinusoides d'une période de 27,322 jours égale à la période sidérale de la lune ^{3, 4}.

On constate que les deux ajustements des *Graphiques XXVII et XXVIII* sont pratiquement en phase. L'ajustement de $(S+B)/2$ a son sommet le 24 juillet 20 h., et l'ajustement de $(S-B)/2$ a son sommet le 24 juillet 0 h. Les deux trends de - 0,149 et - 0,147 grades par jour des *Graphiques XXVII et XXVIII* sont pratiquement identiques.

(1) Au contraire des calculs qui précèdent les ajustements qui suivent ont été effectués récemment en janvier 1996.

Sur le *Graphique XXVII* les azimuts sont comptés en grades à partir du Nord dans le sens direct.

Je rappelle que l'on a

$$(1) \quad \sigma^2 / \Sigma^2 = 1 - R^2$$

La différence $1 - R^2$ représente ainsi la fraction de la variance non expliquée par la corrélation multiple (voir ci-dessus, p. 101, note 12).

(2) Ces trends linéaires correspondent à des fluctuations de plus longue période, tout particulièrement des fluctuations d'une période de six mois (voir *Chapitre V*, Section B, ci-dessous).

(3) En fait, les deux périodes sidérale et synodique de la lune donnent presque exactement les mêmes coefficients de corrélation. La raison en est que pour une durée totale de 30 jours (soit 720 valeurs horaires) les deux périodes sidérale et synodique sont indiscernables.

J'ai considéré la période sidérale pour faciliter les comparaisons éventuelles avec les résultats d'Esclançon et de Miller qui correspondent au temps sidéral.

En fait, ce choix a été entièrement justifié par les analyses des séries d'observations du pendule paraconique à support isotrope (voir ci-dessous *Chapitre II*, § E.2 et F.3).

(4) Entre la période sidérale T_1 et la période synodique T_2 de la lune, et la période annuelle T de la Terre, exprimées en jours moyens, on a la relation

$$(1) \quad \frac{1}{T_1} \cdot \frac{1}{T_2} = \frac{1}{T}$$

avec : $T_1 = 27,32166$

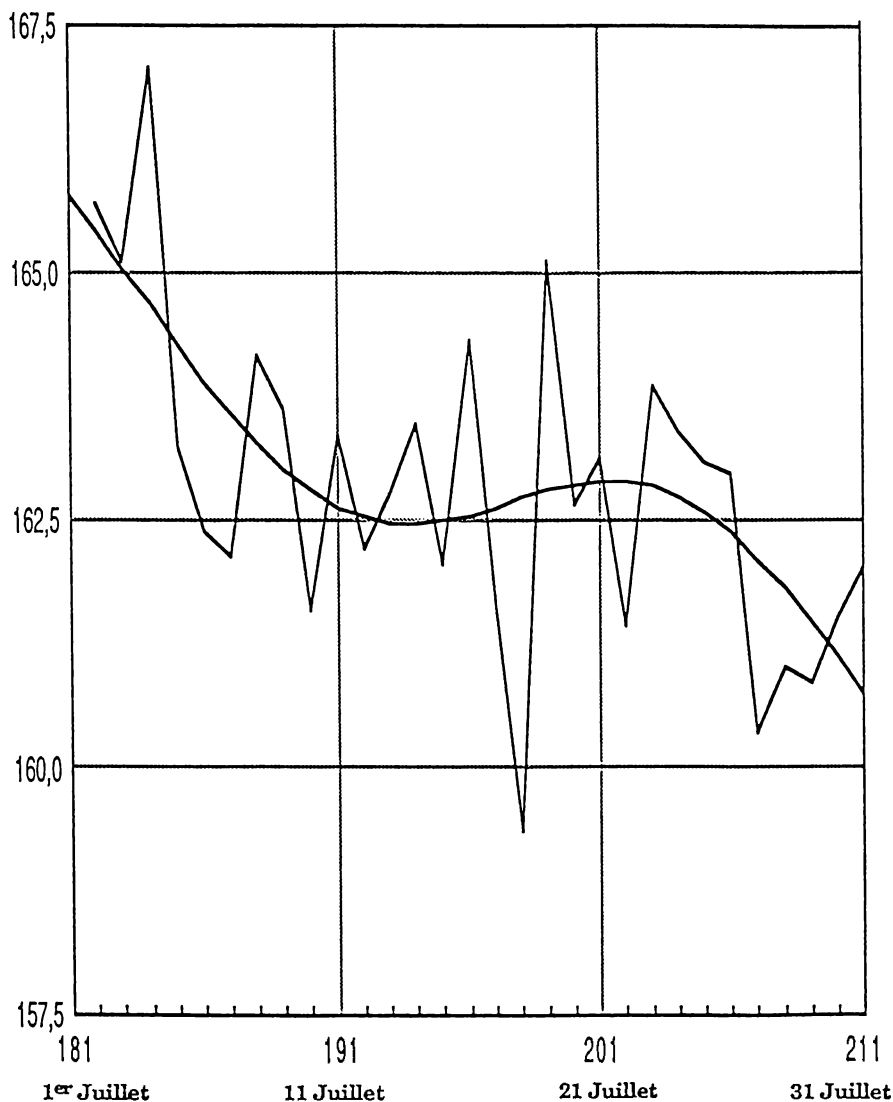
$T_2 = 29,53059$

$T = 365,25636$

Graphique XXVII

DEMI-SOMME (S + B) / 2 DES VALEURS MOYENNES JOURNALIERES
DES AZIMUTS A BOUGIVAL ET A SAINT-GERMAIN

Ajustement suivant la périodique sidérale de la lune de 27,322 jours
compte tenu d'un trend linéaire
2 juillet 12 h - 31 juillet 12 h 1958



Légende : $\Sigma = 1,61$; $R = 0,629$, $1-R^2 = 0,604$; $m = 162,9$ grades , trend = - 0,149 grade par jour ,
 $r = 1,02$ grade , $\sigma = 1,25$ grade ; $N = 30$ jours.

Σ = écart type des données ; R = coefficient de corrélation multiple ; r = demi-amplitude de la sinusoïde d'ajustement ; σ = écart-type des résidus.

Dates du maximum et du minimum de la sinusoïde : 24 juillet 20 h.

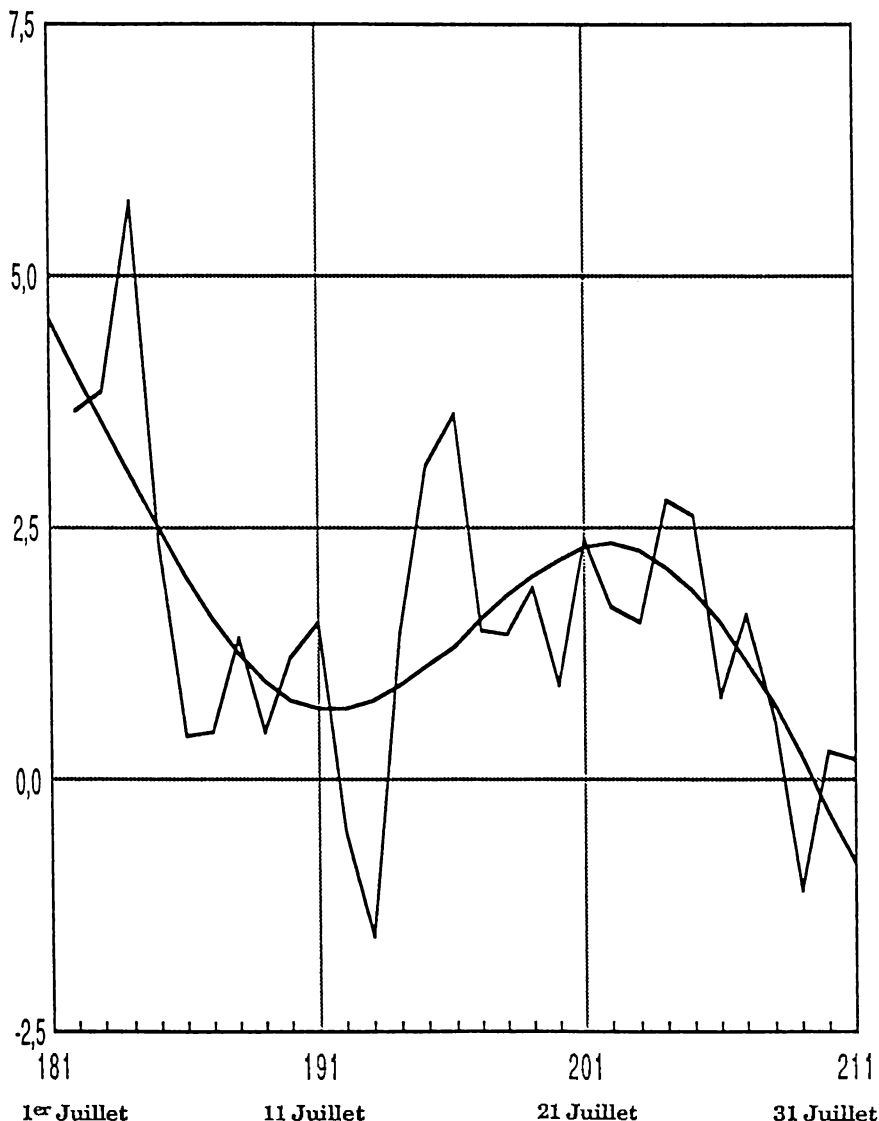
($s_0 = 204,85$) et 11 juillet 4 h. ($s'_0 = 191,19$). Les dates s sont comptées en jours à partir du 1^{er} janvier 1958 0 h.

Graphique XXVIII**DEMI-DIFFERENCE (S - B) / 2 DES VALEURS MOYENNES JOURNALIERES
DES AZIMUTS A BOUGIVAL ET A SAINT-GERMAIN**

Ajustement suivant la période sidérale de la lune de 27,322 jours

compte tenu d'un trend linéaire

2 juillet 12 h - 31 juillet 12 h 1958



Légende : $\Sigma = 1,51$; $R = 0,680$, $1-R^2 = 0,537$; $m = 1,55$ grade , trend = - 0,147 grade par jour ,
 $r = 1,70$ grade , $\sigma = 1,11$ grade ; $N = 30$ jours (Voir la **Légende** du Graphique XXVII).
 Dates du maximum et du minimum de la sinusoïde : 24 juillet 0 h.
 $(s_0 = 204,03)$ et 10 juillet 8 h. ($s_0 = 190,37$). Les dates s sont comptées en jours à
 partir du 1 janvier 1958, 0 h.

Sources : Calcul 948*, Graphique 13665 (26 juin 1996).

4.- *Vue d'ensemble*

Les expériences *cruciales* faites *en même temps et dans les mêmes conditions* à Saint-Germain et à Bougival ont permis d'apporter à mes analyses antérieures de 1954 à 1957 des *éléments décisifs* pour éliminer *en toute certitude la totalité* des pseudo-explications présentées par mes contradicteurs des effets périodiques constatés. Ainsi, et par exemple :

- *L'identité pratique* des composantes périodiques de 24 h. 50 mn. constatées à Saint-Germain et à Bougival *permet à elle seule d'éliminer toute explication par une cause fortuite.*
- De même les conditions de température *pratiquement invariables* réalisées dans le laboratoire de Bougival *permettent d'éliminer tout effet thermique.*
- Le *parallélisme* des effets périodiques constatés à Bougival et à Saint-Germain *permet d'éliminer* toute influence fondée sur l'influence du bâtiment à l'IRSID ou sur celle de toute cause superficielle.

En fait, ces deux expériences *cruciales ont balayé toutes les objections présentées antérieurement* sur mes expériences sur le pendule paraconique, tout particulièrement quant à l'existence d'une périodicité lunaire diurne de 24 h. 50 mn ¹ d'une amplitude *totale*ment inexplicable dans le cadre de la théorie de la gravitation.

 (1) Dans ma Conférence du 7 novembre 1959 dans le cadre du Cercle Alexandre Dufour j'ai pu rappeler ce qui m'avait été dit antérieurement :

"On m'a dit, pendant des mois : "Faites donc des expériences au même moment dans deux endroits différents, et si vous obteniez des résultats analogues, ce serait décisif. La question serait entendue, elle serait jugée, et il serait prouvé que vous aviez raison". Une personnalité très compétente m'a même dit : "Il n'est même pas nécessaire qu'il y ait les mêmes résultats. Que votre pendule présente des mouvements analogues, ce serait là un résultat considérable".

En fait, l'identité des composantes périodiques de 24 h. 50 mn. a été bien au delà de ce qui, avant les expériences de juillet 1958 à Bougival et à Saint-Germain, était considéré comme devant être décisif.

Qu'après un succès *aussi décisif et aussi éclatant* les autorités scientifiques responsables ne m'aient pas apporté le soutien qui m'aurait permis de trouver les moyens financiers nécessaires à la poursuite de mes expériences reste pour moi aujourd'hui *totalelement incompréhensible, tellement leur attitude a été scientifiquement aberrante* ².

(2) Voir ci-dessous la *Vue d'ensemble* (Section G de ce Chapitre).

En fait, les avis étaient très partagés. *Neuf membres au moins de l'Académie des Sciences* pensaient que mes expériences devaient être poursuivies, mais apparemment ils étaient minoritaires (§ G.6 ci-dessous, note 3, p. 232).

D

DEVIATIONS OBSERVEES LORS DE DEUX ECLIPSES TOTALES DE SOLEIL

Lors des deux éclipses totales de soleil du 30 juin 1954 et du 20 octobre 1959 une influence lunisolaire anormale s'est manifestée sous la forme de perturbations remarquables du mouvement de l'azimut du pendule paraconique.

1.- L'éclipse totale de soleil du 30 juin 1954

Au cours de la série d'observations enchaînées de 32 jours de juin-juillet 1954 ¹ et au moment de l'éclipse totale de soleil du 30 juin 1954, le plan d'oscillation du pendule paraconique s'est déplacé brutalement d'environ 15 grades.

Les deux *Graphiques XXIX et XXX* ² donnent en fonction du temps porté en abscisse le déplacement angulaire du plan d'oscillation porté en ordonnée. Chaque point représente l'azimut de départ correspondant à chaque série d'observations de 14 mn., égal à l'azimut du plan d'oscillation au bout de 14 mn. dans l'expérience précédente.

(1) Le pendule était constitué par un disque de bronze vertical et deux disques horizontaux (voir ci-dessus § A.3.1).

(2) Voir ma Note du 18 novembre 1957 : "*Mouvements du pendule paraconique et Éclipse totale de soleil du 30 juin 1954*", CRAS, T. 245, 4 décembre 1957, p. 2001-2003.

Le déplacement de l'azimut du plan d'oscillation du pendule *situé en sous-sol* (§ A.1.2 ci-dessus) a été si brutal qu'il a totalement surpris l'observateur, Jacques Bourgeot (mon chef de laboratoire), et qu'il m'a appelé tout aussitôt au téléphone. Il n'avait jamais observé un tel déplacement auparavant.

Le *Graphique XXIX* représente la courbe des azimuts observés du 28 juin 1954, 20 h., au 1er juillet 1954, 4 h., ainsi que la courbe symétrique de la partie gauche de la courbe représentative des azimuts par rapport à la droite verticale correspondant au 30 juin, 0 h., Le *Graphique XXX* représente la courbe détaillée des azimuts observés du 30 juin, 9 h., au 30 juin, 15 h., (temps universel).

L'éclipse a commencé à 11 h. 21 mn. et s'est terminée à 13 h. 55 mn. Au moment *précis* du début de l'éclipse l'azimut du plan d'oscillation s'est brutalement relevé de 5 grades à partir du trend qui caractérisait auparavant son mouvement. Vingt minutes avant le maximum de l'éclipse qui a eu lieu à 12 h. 40 mn., cette déviation a atteint un maximum de 15 grades, puis a diminué progressivement, mais plus brutalement qu'à la montée, la déviation n'étant plus que de 1 grade 20 minutes centésimales avant la fin de l'éclipse.

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

Le *Graphique XXIX* met en évidence une symétrie approchée de la courbe des azimuts par rapport à la droite verticale correspondant au 30 juin 0 h. Cette symétrie qu'on peut attribuer à la structure presque périodique des azimuts³ se constate pendant environ 28 h. de part et d'autre de l'axe de symétrie. A supposer, comme il est vraisemblable, que cette symétrie corresponde à une réalité physique indépendante des perturbations entraînées par le contact de la bille et de la surface, il est notable que rien dans la partie de la courbe des azimuts antérieure à l'époque du centre de symétrie ne correspond à la déviation très forte observée pendant l'éclipse.

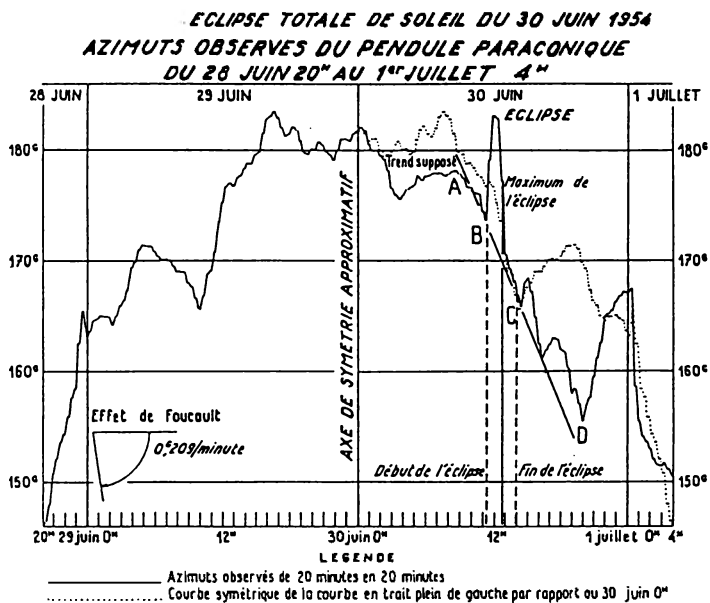
(3) Sur la structure presque périodique d'une série voir le § A.5.4 ci-dessus, p. 101.

Il faut encore souligner que durant toutes les périodes d'observations continues auxquelles il a été procédé, je n'ai jamais observé de variation de la courbe des azimuts analogue à la partie BC correspondant à l'éclipse de soleil du 30 juin 1954 ⁴.

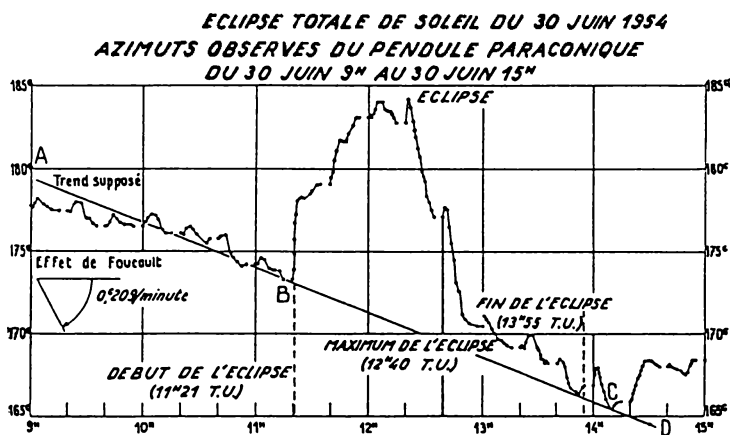
On peut enfin remarquer que les variations rapides d'azimut observées de 11 h. 20 mn. à 12 h. et de 12 h. 20 mn. à 13 h. correspondent à des vitesses angulaires de l'ordre de $0,62 \cdot 10^{-4}$ et $0,79 \cdot 10^{-4}$ radian par seconde soit respectivement 1,13 et 1,43 fois l'effet de Foucault (soit $0,55 \cdot 10^{-4}$ radian par seconde à la latitude du laboratoire de Saint-Germain). Les forces mises en jeu dans les perturbations constatées sont donc de l'ordre de grandeur de celles qui interviennent dans l'effet de Foucault.

(4) Il est remarquable que le maximum de la déviation apparente due à l'éclipse a eu lieu 20 mn. avant le maximum de l'éclipse. Il y a donc une certaine dissymétrie dans l'effet constaté. Une dissymétrie analogue a été observée, mais de sens inverse, le maximum de l'effet étant postérieur au maximum de l'éclipse, pour le magnétisme terrestre (Lion, *Comptes rendus*, 33, 1851, p. 202 ; 34, 1852, p. 207 ; Lion et Muller, *Comptes rendus*, 74, 1874, p. 199) et pour le champ électrique terrestre (Nordmann, *Comptes rendus*, 142, 1906, p. 40 ; Chevrier, *Comptes rendus*, 197, 1933, p. 1143 ; Rouch, *Comptes rendus*, 239, 1954, p. 465).

Graphique XXIX



Graphique XXX



Source : Note du 4 décembre 1957 à l'Académie des Sciences, *Mouvements du pendule paraconique et éclipse totale de Soleil du 30 juin 1954*, CRAS, T. 245, p. 2001-2003 (reproduction photographique)

2.- *L'éclipse totale de soleil du 2 octobre 1959*

Une perturbation analogue d'une amplitude de l'ordre de 10 grades s'est constatée lors de l'éclipse totale de soleil du 2 octobre 1959 *qui n'a été que partielle à Paris* ¹.

Le mouvement du pendule paraconique a été observé pendant une période de 3 jours du 30 septembre 20 h. au 4 octobre 4 h. T.U. Les circonstances du mouvement sont représentées sur les *Graphiques XXXI et XXXII*.

Les conditions expérimentales (laboratoire, support, pendule, utilisation d'une même bille au cours des séries d'observations enchaînées) ont été *exactement les mêmes* que lors de l'éclipse du 30 juin 1954.

Alors que le 30 juin 1954, l'éclipse avait eu lieu sur une partie régulièrement descendante de la courbe des azimuts et que la déviation observée présentait une forme jamais observée auparavant, la déviation observée le 2 octobre 1959, si déviation il y a, se place au voisinage d'un sommet, sa forme n'a rien d'exceptionnel et une interprétation certaine par suite devient difficile.

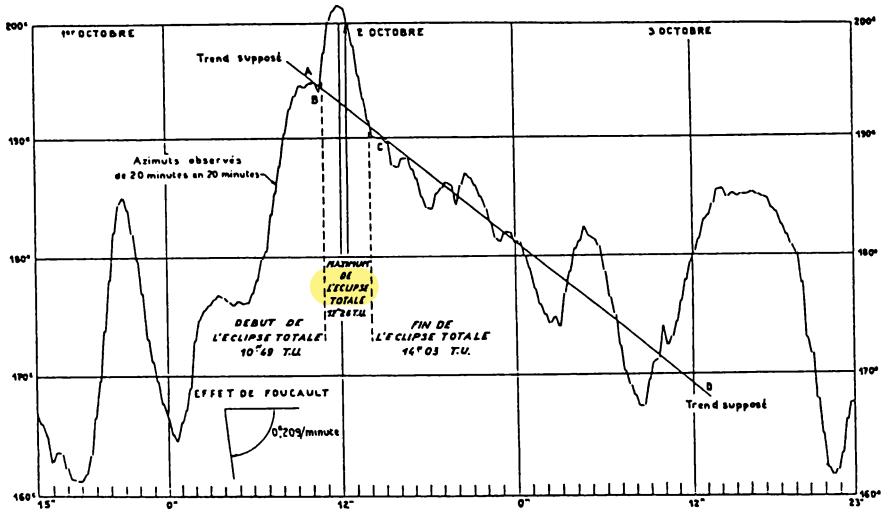
Cependant, si on admet qu'en l'absence de l'éclipse, le mouvement général observé aurait été représenté par la ligne A B C D, la déviation correspondant à l'éclipse peut être déterminée comme indiqué sur le *Graphique XXXII* ².

(1) Voir ma Note non publiée du 10 novembre 1959 : "*Mouvements du pendule paraconique et Eclipse totale de soleil du 2 octobre 1959*".

(2) Sur l'influence de l'éclipse totale de Soleil du 2 octobre 1959 sur le mouvement du pendule paraconique à suspension isotrope, voir ci-dessous, *Chapitre II, Section H*.

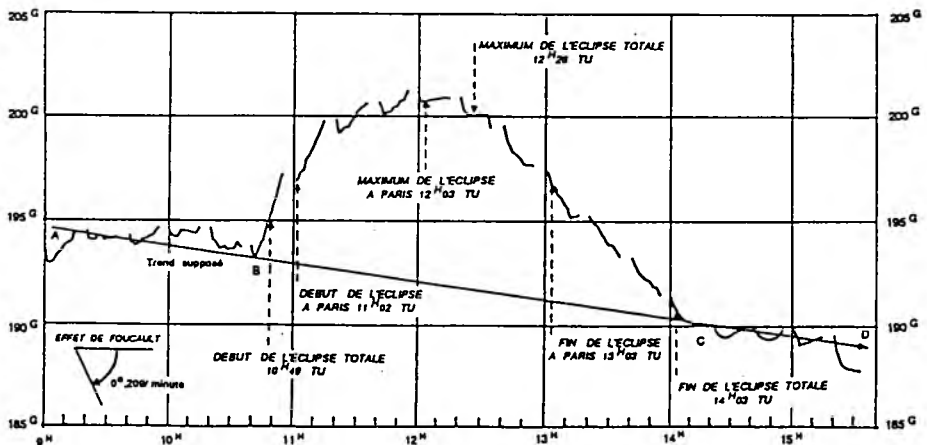
Graphique XXXI

ECLIPSE TOTALE DE SOLEIL DU 2 OCTOBRE 1959
AZIMUTS OBSERVES DU PENDULE PARACONIQUE
DU 1^{er} OCTOBRE 15^h AU 3 OCTOBRE 23^h



Graphique XXXII

ECLIPSE TOTALE DE SOLEIL DU 2 OCTOBRE 1959
AZIMUTS OBSERVES DU PENDULE PARACONIQUE
DU 2 OCTOBRE 9^h AU 2 NOVEMBRE 15^h40



Source : Allais, Note, non publiée, du 10 novembre 1959, *Mouvement du Pendule paraconique et Eclipse totale de soleil du 2 octobre 1959* (reproduction photographique).

3.- Comparaison des perturbations observées lors des deux éclipses totales de Soleil du 30 juin 1954 et du 2 octobre 1959

Si l'on porte sur un même Graphique pour les deux éclipses les écarts observés par rapport aux trends supposés dans la période de temps encadrant l'éclipse, si on prend comme origine commune le maximum de l'éclipse totale, et si on prend des échelles d'abscisses telles que les deux durées de 3 h. 14 mn. pour 1959 et 2 h. 51 mn. pour 1954 soient représentées par une même longueur, les perturbations supposées dans les deux cas apparaissent très semblables (*Graphique XXXIII*).

Bien qu'il ne s'agisse que de deux expériences, et bien que les tendances supposées du mouvement du plan d'oscillation du pendule avant et après les éclipses ne soient pas absolument certaines, les perturbations considérées dans les deux cas présentent *une similitude assez remarquable* ¹.

Dans les deux cas les déviations angulaires constatées par unité de temps sont du même ordre de grandeur que celles correspondant à l'effet de Foucault. On peut en déduire *que les forces mises en jeu dans les perturbations constatées sont du même ordre grandeur que celles qui interviennent dans l'effet de Foucault*.

Dans les deux cas les déviations ont eu pour effet de rapprocher du méridien le plan d'oscillation du pendule. Ces déviations sont totalement inexplicables dans le cadre de la théorie actuelle de la gravitation.

 (1) Il faut observer que cette similitude n'existe que si l'on considère les débuts et fins de l'éclipse totale *pour l'ensemble de la Terre* donnés par la Connaissance des Temps, et non les débuts et fins observés *localement* à Paris (sur les Graphiques de ma Note à l'Académie des Sciences de 1957 relative à l'éclipse de 1954 les différentes heures indiquées sont relatives à l'éclipse observée à Paris).

Cette interprétation paraît justifiée par ailleurs par le fait que les amplitudes des déviations supposées sont dans les deux cas du même ordre de grandeur alors que la portion de la surface éclipsée à Paris en 1959 n'a représenté que 36,8 % de la surface éclipsée en 1954. La déviation légèrement plus grande observée en 1954 peut s'expliquer par le fait qu'au commencement de l'éclipse le pendule se trouvait à 27 gr. environ de l'azimut Nord-Sud (vers lequel le plan d'oscillation paraît attiré au moment de l'éclipse), alors qu'il ne s'en trouvait qu'à 7 grades à l'instant correspondant en 1959.

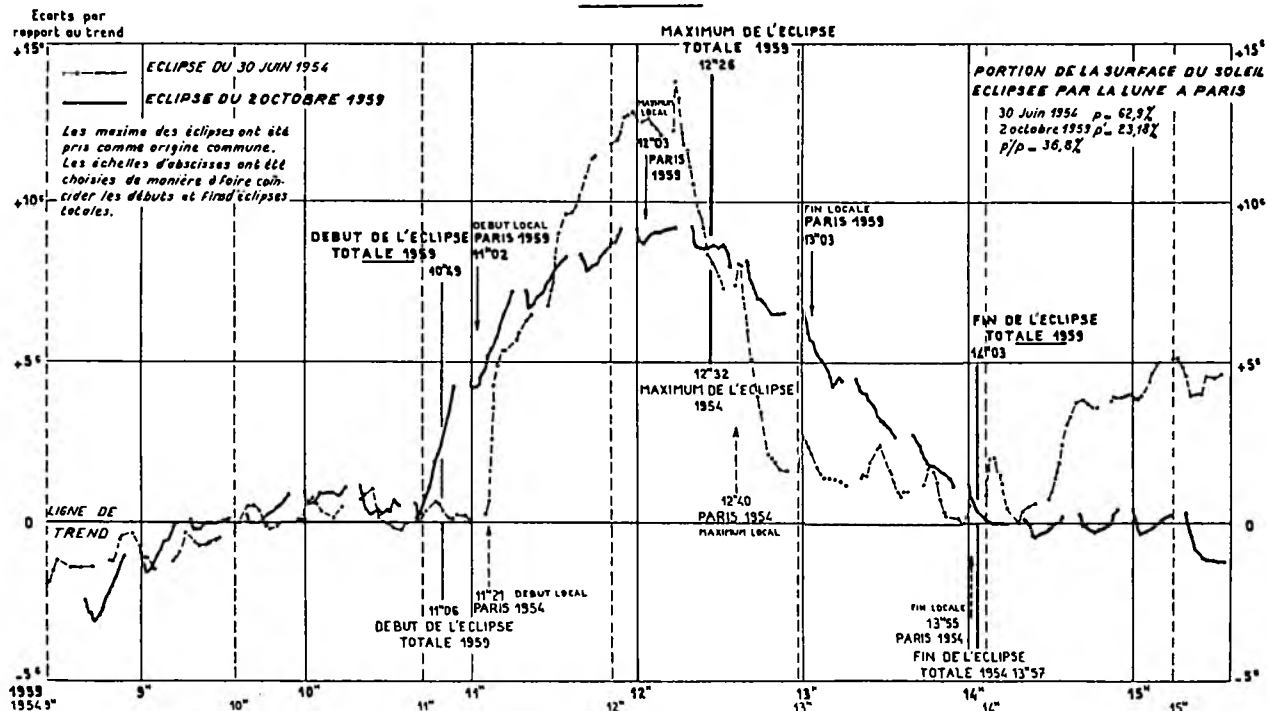
Faute de crédits suffisants des observations analogues n'ont pu être réalisées dans mon laboratoire de Bougival qui a dû être désarmé en 1960.

Quelle que puisse être l'importance scientifique intrinsèque des anomalies du pendule paraconique correspondant aux éclipses considérées, certainement majeure ², leur signification scientifique *relative* est en fait tout à fait réduite au regard de celle des anomalies périodiques lunisolaires constatées et dont l'existence est *totalelement établie* par les centaines de milliers d'observations qui ont été effectuées et à partir desquelles elles ont été déduites ³.

(2) Puisque ces anomalies sont *totalelement inexplicables dans le cadre de la théorie actuellement admise de la gravitation*.

(3) En fait les anomalies constatées ont été confirmées par des expériences de Saxl et Allen lors de l'éclipse de Soleil du 7 mars 1970 (1970, *Solar Eclipse as seen by a Torsion Pendulum*, Erwin J. Saxl and Mildred Allen, *Physical Review, D*, vol. 3, Number 4, 15 February 1971). L'article de Saxl et Allen se réfère expressément à mes propres expériences.

COMPARAISON DES AZIMUTS OBSERVES
PENDANT LES DEUX ECLIPSES
DES 30 JUI 1954 ET 2 OCTOBRE 1959



Source : Allais, Note non publiée du 10 novembre 1959, Mouvement du pendule paraconique et éclipse totale du Soleil du 2 octobre 1959 (reproduction photographique).

E

**FACTEURS ESSENTIELS DU MOUVEMENT
DU PENDULE PARACONIQUE A SUPPORT ANISOTROPE*****1.- Un mouvement extrêmement complexe***

L'ensemble des expériences auxquelles j'ai procédé de 1954 à 1960 a démontré que le mouvement du pendule paraconique à support anisotrope est un phénomène *extrêmement complexe, très difficile à analyser*, et qui pendant des mois n'a cessé de me poser un très grand nombre de questions.

Ce n'est en fait qu'en septembre 1955, à la suite de la troisième série mensuelle d'observations de juin-juillet 1955, que je suis arrivé à une certitude quant à l'existence effective d'une composante lunaire diurne de 24 h. 50 mn. dans les séries mensuelles d'observations du pendule paraconique, existence totalement inexplicable quant à son amplitude dans le cadre des théories actuelles ¹.

C'est à partir de cette date que j'ai pris la décision de soumettre mes résultats à l'examen de personnalités extérieures. Dans les trois années qui ont suivi 127 personnalités dont *plus de cinquante spécialistes de Mécanique et de Géophysique*, sont venues visiter mon laboratoire de l'IRSID, puis ultérieurement celui de Bougival.

(1) Voir ma *Note sommaire sur les mouvement du pendule paraconique*, septembre 1955, 18 p.

• En décembre 1955 j'avais élaboré une première rédaction d'ensemble de la théorie du pendule conique ², et en septembre 1956 j'avais pu achever une rédaction d'ensemble de la théorie du pendule paraconique ^{3, 4}.

Comme il n'existait dans la littérature aucun test pour les séries temporelles autocorrélées, il m'a fallu en élaborer un. Après des mois de travail je suis arrivé en février 1957 ⁵ à ma Généralisation du Test de Schuster qui a fait l'objet de ma Note du 13 mai 1957 à l'Académie des Sciences ⁶. Ce test m'a permis de confirmer totalement mes conclusions antérieures quant à l'existence réelle de la périodicité lunaire de 24 h. 50 mn. d'une amplitude totalement inexplicable dans le cadre de la théorie actuelle de la gravitation.

• Il est évidemment impossible d'analyser de façon exhaustive tous les facteurs qui déterminent le mouvement du pendule paraconique à suspension anisotrope. Je me bornerai donc à examiner dans cette section les quatre facteurs qui sont réellement tout à fait essentiels : l'effet de Foucault, l'anisotropie du support, l'influence aléatoire des billes, les influences périodiques qui s'exercent sur le pendule.

Je compléterai cette analyse par l'examen à titre d'illustration de quelques prétendues explications des phénomènes observés.

Enfin, je présenterai brièvement quelques observations sur l'existence d'un plan limite variable avec le temps, vers lequel tend le plan d'oscillation du pendule au cours de chaque expérience de 14 minutes.

(2) *Théorie du pendule conique* (rédaction provisoire), décembre 1955, 50 p.

(3) *Théorie du pendule paraconique*, septembre 1956, 441 p.

(4) Cette théorie m'a notamment permis de calculer exactement l'influence lunisolaire sur le mouvement du pendule paraconique (voir ci-dessus § B.2).

(5) *Note sur l'interprétation à donner aux expériences sur le pendule paraconique*, 25 avril 1957, 18 p.

(6) Voir ci-dessus § B.1.3.

2.- Effet de Foucault

Pendule paraconique et effet de Foucault

1- Il est très significatif que *tant que l'oscillation du pendule reste plane, le déplacement en azimut du plan d'oscillation du pendule paraconique se réduit à l'effet de Foucault dans toutes mes expériences* ¹.

Il résulte de là que mes expériences ne sont nullement en contradiction, comme on ne l'a que trop suggéré, avec le résultat général de l'expérience de Foucault. *Elles incluent totalement l'effet de Foucault.*

Effet de Foucault et génération d'ellipses

2- Toute cause, autre que l'effet de Foucault, agissant sur le pendule peut agir soit *directement* en modifiant la vitesse de rotation ϕ' de l'azimut ϕ du pendule, soit *indirectement* en créant une ellipse entraînant par l'effet d'Airy ² une précession

$$\phi' = (3/8) p \alpha \beta \qquad p = 2\pi / T$$

du plan d'oscillation du pendule, α et β représentant le grand axe et le petit axe en radians de la trajectoire elliptique du pendule, et T sa période d'oscillation.

Comme l'effet de Foucault se constate toujours lorsque l'oscillation est plane, on peut en conclure, *en première approximation tout au moins, que toute cause autre que l'effet de Foucault agissant sur le pendule intervient indirectement par la création d'ellipses.*

(1) § A.4 ci-dessus, p. 93-95.

A la latitude de l'IRSID ($L = 48,90^\circ$) la vitesse de rotation du plan d'oscillation correspondant à l'effet de Foucault est $-\omega \sin L = -0,550.10^{-4}$ rad./sec. où ω représente la vitesse de rotation de la Terre ($\omega = 0,729.10^{-4}$ rad./sec.).

Si aucun autre effet n'intervenait le plan d'oscillation du pendule ferait un tour complet en $2\pi / \omega \sin L = 11,42 \cdot 10^4$ secondes, soit en 31,76 heures.

(2) § B.2.3 ci-dessus, p. 120, et § B.2.5, note 11, p. 122.

Les expériences classiques sur le pendule de Foucault et le pendule paraconique

3 - Il est effectif que l'expérience de Foucault a donné lieu à des démonstrations spectaculaires comme celle réalisée en 1852 au Panthéon à Paris avec un pendule de 67 mètres de long et de 28 kgs. L'oscillation est restée presque rectiligne avec une amplitude de 0,06 radians ³.

Qu'il me suffise de souligner ici *les différences essentielles* des conditions expérimentales du pendule paraconique avec celles réalisées dans les expériences classiques de Foucault.

1 - Le pendule paraconique utilisé est *un pendule court* dont la longueur est de l'ordre du mètre contre plusieurs mètres, voire plusieurs dizaines de mètres dans les expériences de Foucault et de ses successeurs.

Il est en fait bien connu qu'il est très difficile d'obtenir l'effet de Foucault avec des pendules courts. Il y a presque toujours des anomalies ⁴.

 (3) Voir dans la *Deuxième Partie* de cet ouvrage (*Chapitre II, Section C*) une analyse d'ensemble des expériences, *très nombreuses*, sur le Pendule de Foucault.

La bibliographie des recherches expérimentales sur le Pendule de Foucault est *considérable*, mais, en en prenant connaissance, on ne peut manquer d'être frappé par deux faits : - la rareté des travaux sérieux ; - la rareté des données numériques sur les résultats obtenus.

Sur les expériences sur le Pendule de Foucault voir notamment la *Bibliographie du Pendule*, très étendue, publiée en 1889 par la *Société Française de Physique* (Collection de mémoires relatifs à la Physique, Tome IV, Gauthier-Villars), et mon mémoire de 1958, "*Doit-on reconsidérer les lois de la gravitation ?*", p.99-100.

(4) Dans un très intéressant article (*On the irregularities of Motion of the Foucault Pendulum*, The Physical Review, Avril 1919, Vol. XIII, n°4, p. 241-258) A. C. Longden écrit :

"More than a score of well-known physicists and astronomers are on record as affirming that the Foucault Pendulum must be very long and very heavy in order to give satisfactory results".

- 2 - Le pendule paraconique utilisé *peut tourner sur lui-même* alors que le pendule de Foucault est lié au fil qui le soutient ^{5, 6}.
- 3 - Le mouvement du pendule paraconique utilisé a été observé *sans aucune discontinuité*, jour et nuit, pendant des périodes de l'ordre du mois. *Il n'en a jamais été ainsi pour les expériences antérieures sur le pendule de Foucault.*

De toutes ces indications il ressort clairement que *rien dans les résultats de mes expériences n'est en contradiction avec les résultats antérieurement acquis*. Tous les résultats antérieurs ont, au contraire, montré constamment l'existence d'anomalies dont on a eu certainement jusqu'ici le plus grand tort de négliger l'étude ⁷.

(5) Le seul expérimentateur qui, à ma connaissance, ait essayé une suspension à bille est Longden (voir la note 4 ci-dessus). Voici en quels termes lapidaires il déclare avoir éliminé cette suspension (p. 249) :

"I decided not to use the ball and plane support on account of his tendency to rotate at the upper surface of the ball".

La sphère était fixe et c'était la surface qui roulait sur la sphère.

(6) Il convient de souligner ici qu'aucun mémoire sur la théorie du pendule n'étudie le mouvement du trièdre central d'inertie du pendule lorsque le pendule est suspendu par une pointe ou une bille.

J'ai comblé cette lacune dans mon mémoire de 1956, *Théorie du pendule paraconique* (note 3 du § E.1 ci-dessus).

Dans la *Deuxième Partie* de cet ouvrage (*Chapitre I, Section B*) j'exposerai les éléments essentiels de ce mouvement.

(7) Parmi les anomalies constatées *la plus curieuse sans doute* est celle signalée par l'abbé Panisetti : *un pendule se met de lui-même en mouvement dans la direction est-ouest*. Ses expériences ont été réalisées avec des pendules de 1 à 16 m. (*Revue Cosmos*, 1856, Tome VIII, p. 503-504, et 1857, Tome IX, p. 638-639).

Ces expériences sont à rapprocher des expériences similaires du Général Louis Pasteur (voir mon mémoire de 1958, *"Doit-on reconsidérer les lois de la gravitation ?"*, p. 101).

3.- Anisotropie du support

Processus expérimental

1- Pour mettre en évidence l'influence de l'anisotropie du support sur le mouvement du pendule paraconique au cours d'une expérience d'une durée $\theta = 14$ mn, j'ai procédé à des lâchers successifs dans des azimuts équidistants de q grades ainsi qu'il suit ¹.

Dans chaque azimut p lâchers sont effectués ; $N = (200/q) p$ expériences sont ainsi réalisées. Pour éliminer toute influence systématique avec le temps, l'ordre de succession des azimuts de départ est déterminé à l'aide d'une table de nombres au hasard.

Au cours d'une expérience donnée de durée $\theta = 14$ minutes le plan d'oscillation du pendule paraconique se déplace d'un angle $\Delta\phi$ à partir de l'azimut initial ϕ_0 considéré. En portant en abscisses les ϕ_0 et en ordonnées les variations moyennes *en grades par minute*

$$(1) \quad \bar{\phi}' = \Delta\phi / \theta$$

on obtient un graphique de corrélation entre la vitesse moyenne de déplacement angulaire par minute et l'azimut de départ.

Représentation empirique

2- Si pour chaque azimut, on fait la moyenne des $\bar{\phi}'$ on obtient une courbe qui a l'allure d'une sinusoïde dont la période est égale à 200 grades. On peut alors par la méthode des moindres carrés calculer la sinusoïde d'ajustement

$$(2) \quad \bar{\phi}' = a_0 + a_1 \sin 2(\phi - \Sigma_1)$$

qui représente au mieux l'ensemble des observations.

 (1) Voir ma Note du 9 février 1959 à l'Académie des Sciences, *Détermination expérimentale de l'influence de l'anisotropie du support sur le mouvement du pendule paraconique.*

On observe alors que les résidus de la corrélation ont encore une allure sinusoïdale de période deux fois plus petite et l'on est finalement conduit à la *représentation empirique*

$$(3) \quad \bar{\phi}' = a_0 + a_1 \sin 2(\phi - \Sigma_1) + a_2 \sin 4(\phi - \Sigma_2)$$

On peut également observer la valeur en centimètres au bout de 14 minutes du petit axe $2b$ de l'ellipse décrite par la pointe de l'aiguille placée à la partie inférieure du pendule, et la corrélation obtenue peut également être représentée par une expression du type ²

$$(4) \quad 2b = 2b_0 + 2b_1 \sin 2(\phi - \Sigma_1') + 2b_2 \sin 2(\phi - \Sigma_2')$$

Les expressions (3) et (4) représentent l'action conjuguée du support et de l'effet de Foucault.

Estimation des effets de l'anisotropie du support

3- Le *Tableau X* présente les résultats obtenus pour différentes valeurs de p et q avec les deux pendules paraconiques P_1 et P_2 identiques et les deux suspensions S_s et S_p pratiquement identiques que j'ai utilisés dans mes deux laboratoires de Saint-Germain et Bougival au cours des expériences de 1955, 1956, et 1958 ³.

Les deux *Graphiques XXXIV* représentent pour $q = 10$ grades et $p = 5$ les résultats obtenus pour la variation angulaire $\bar{\phi}'$ et le petit axe $2b$ pour le pendule et la suspension du laboratoire de Saint-Germain du 4 au 10 mars 1955.

Les angles Σ_1 et Σ_1' d'une part et Σ_2 et Σ_2' d'autre part se correspondent de manière remarquable. Les azimuts Σ_1 sont très voisins de l'azimut de la perpendiculaire au support, égal à 371,16 grades, qu'on peut ainsi considérer comme représentant à l'IRSID l'azimut d'anisotropie du support.

Le déplacement théorique correspondant à l'effet de Foucault est représenté sur le *Graphique XXXIV* relatif au déplacement du plan d'oscillation.

(2) Pour obtenir le petit axe en radians il faut diviser sa mesure en cm par la distance $l' = 105$ cm de la pointe de l'aiguille du pendule au centre de la bille (voir ci-dessus la note 6 du § A.1.2, p. 84).

(3) Quelques lapsus du *Tableau* de ma *Note* du 9 février 1959 ont été corrigés sur le *Tableau X* ci-dessous.

La comparaison des résultats des corrélations du 13 août 1958 pour Bougival et Saint-Germain (*Tableau X*) permet de vérifier que dans les deux laboratoires les deux supports ont bien exercé pratiquement *la même influence* sur les mouvements des deux pendules.

Si on se limite à l'effet principal en azimut représenté par la relation (2) on a en moyenne *en grades par minute*

$$(5) \quad \phi_1' = - 0,127 - 0,677 \sin 2 (\phi - 372,11)$$

et *en radians par seconde* ⁴

$$(6) \quad \phi_2' = 0,262.10^{-3} \quad \phi_1' = - 0,333.10^{-4} - 1,772.10^{-4} \sin 2 (\phi - 372,11)$$

L'effet de l'anisotropie du support est ainsi du même ordre de grandeur que l'effet de Foucault égal à - 0,550.10⁻⁴ radian par seconde, soit à - 0,21 grades par minute ^{5, 6}.

Observations enchaînées

4- On voit ainsi que lorsqu'au cours d'une série d'observations *enchaînées* l'azimut du pendule s'établit durablement dans un azimut éloigné de l'azimut $\Sigma = 371$ grades, *c'est qu'une cause C* agit qui contrebalance l'effet de rappel de la suspension. Tel qu'il résulte des expériences analysées ci-dessus, cet effet de rappel serait de ramener rapidement le plan d'oscillation dans la direction du plan Σ , laquelle, compte tenu de l'influence conjuguée du support et des billes, constitue une direction d'équilibre stable. Pour un écart de 50 grades, la cause C équivaut à environ trois fois la force de Foucault ⁷.

Les fluctuations dues à la cause C de la position d'équilibre du plan d'oscillation du pendule, correspondent aux anomalies du pendule paraconique à support anisotrope.

(4) $(\pi/200)/60 = 2,618.10^{-4}$. Le terme constant - 0,127 est de l'ordre de la moitié de l'effet de Foucault égal à - 0,21 grade par minute.

(5) Note (1) du § 2.1 ci-dessus, p. 173.

(6) En posant, avec les notations du *Tableau VI* (p. 128)

$$\beta' = \mu_{\theta} \sin 2 (\Sigma - \phi)$$

on a (*Tableau X*, p. 180)

$$\mu_{\theta} = (0,174/2)/(103.840) = 1,01 10^{-6} \text{ rad./sec.}$$

(7) $1,772 10^{-4} / 0,550 10^{-4} = 3,22$.

Autres observations

5- Les *Graphiques XXXV* permettent de comparer les résultats obtenus par la même analyse à *différentes époques et pour différents types de pendule*. Le deuxième *Graphique XXXV* correspond aux observations du 4 au 10 mars 1955 du *Tableau X*.

La moyenne *algébrique* des quatre séries d'observations donne en *grades par minute*

$$(7) \quad \bar{\phi} = -0,047 - 0,897 \sin 2(\phi - 374,95)$$

et en *radians par seconde*

$$(8) \quad \bar{\phi} = -0,123 \cdot 10^{-4} - 2,348 \cdot 10^{-4} \sin 2(\phi - 374,95)$$

Quant à l'amplitude et à la phase de la sinusoïde d'ajustement ces résultats sont tout à fait analogues aux résultats ci-dessus ^{8, 9}.

Effet de l'anisotropie du support

6- Au total, l'anisotropie du support exerce un effet de rappel vers l'azimut de 371 grades (compté à partir du Sud dans le sens direct, soit 171 grades en comptant les azimuts dans le sens direct à partir du Nord) correspondant à la perpendiculaire à la poutre, support du pendule.

De là il résulte que pour *les sept séries mensuelles* réalisées de 1954 à 1960 les azimuts du plan d'oscillation (*mesurés à partir du Nord dans le sens direct*) ont été constamment compris entre 93 et 268 grades. Les azimuts *moyens* $\bar{\phi}$ des sept séries mensuelles ont été constamment compris entre 150 et 174 grades. La valeur moyenne des azimuts moyens $\bar{\phi}$ a été d'environ 164 grades ¹⁰.

(8) Sur les *Graphiques XXXV* la quantité représentée est $y = y_0 + a \sin 2(\phi_0 - \phi)$, alors que sur les *Graphiques XXXIV* la quantité représentée est $\phi' = a_0 + a_1 \sin 2(\phi - \Sigma_1)$. La correspondance des notations est ainsi $y_0 = a_0$, $a = -a_1$.

(9) Pour les expériences d'août 1954 on a $y_0 = 0,18$ grades/minute, valeur positive, alors que toutes les autres valeurs sont négatives. Dans cette série d'expériences le poids du pendule était beaucoup plus élevé (voir ci-dessus § A.3.1).

(10) *Tableau I* du § A.3.1 ci-dessus.

Dans la *Théorie Générale du Pendule* que j'ai élaborée en 1956, j'ai compté les angles *positivement dans le sens direct à partir du Sud*, mais pour les calculs d'application ultérieurs il a paru plus simple de les calculer *à partir du Nord dans le sens direct*.

**CARACTERISTIQUES DE LA CORRELATION
DU MOUVEMENT AVEC L'AZIMUT DE DEPART**

SUSPENSION	PENDULE UTILISE	q EN GRADES	↑	NOMBRE TOTAL D'EXPERIENCES	PERIODES D'OBSERVATION	DEPLACEMENT EN AZIMUT EN GRADES/MINUTE					PETIT AXE DE L'ELLIPSE EN FIN D'EXPERIENCE EN CM					
						$\Phi' = a_0 + a_1 \sin 2(\theta - \Sigma_1) + a_2 \sin 4(\theta - \Sigma_2)$					$2b = 2b_0 + 2b_1 \sin 2(\theta - \Sigma_1) + 2b_2 \sin 4(\theta - \Sigma_2)$					
						a_0	a_1	Σ_1	a_2	Σ_2	$2b_0$	$2b_1$	Σ_1	$2b_2$	Σ_2	
Saint-Germain	P ₁	10	5	100	4 ou 10 mars 1955	-0,114	-0,838	370,67	+0,089	384,00	+0,003	-0,166	370,90	+0,015	375,78	
"	P ₁	20	2	20	4 janvier 1956	-0,131	-0,607	383,58	-0,089	397,71	+0,030	-0,141	388,95	-0,047	391,24	
"	P ₁	20	2	20	21 mai 1958	-0,157	-0,781	371,54	+0,152	373,08	+0,016	-0,200	372,74	+0,065	373,05	
"	P ₁	20	2	20	13 août 1958	-0,153	-0,541	365,51	-0,166	390,02	-0,010	-0,174	371,69	-0,065	402,63	
Bougival	P ₁	20	2	20	13 août 1958	-0,078	-0,616	369,24	+0,087	382,09	+0,044	-0,188	369,19	+0,047	380,61	
PENDULES						MOYENNES	-0,127	-0,677	372,11	+0,015	385,38	+0,017	-0,174	374,70	+0,003	384,66

P₁: pendule utilisé dans les expériences continues de 1 mois en Nov.-Déc. 1954, Juin-Juillet 1955 à S^t-Germain et Juin-Juillet 1958 à Bougival

P₂: pendule utilisé en Juin-Juillet 1958 à S^t-Germain

EFFET DE FOUCAULT

$\dot{\Phi}' = -0,21$ grade/minute

CARACTERISTIQUES DES SUSPENSIONS UTILISEES

Azimut de la perpendiculaire au support $\Sigma_0 = 371,16$ grades

CARACTERISTIQUES DES PENDULES P₁ ET P₂ UTILISES (disques verticaux)

Masse M = 12 kgs.

Moments principaux d'inertie
par rapport au centre de
la bille de suspension

$$\begin{cases} A = 82,89 \cdot 10^4 \\ B = 83,11 \cdot 10^4 \\ C = 0,325 \cdot 10^4 \end{cases}$$

Période T = 1,85 seconde

Distance du centre de gravité
au centre de la bille $OG = l = 83$ cm

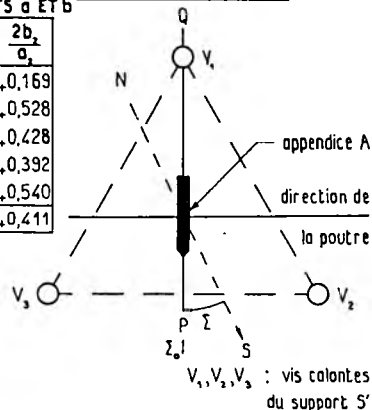
Rayon de la bille

$\rho = 0,325$ cm

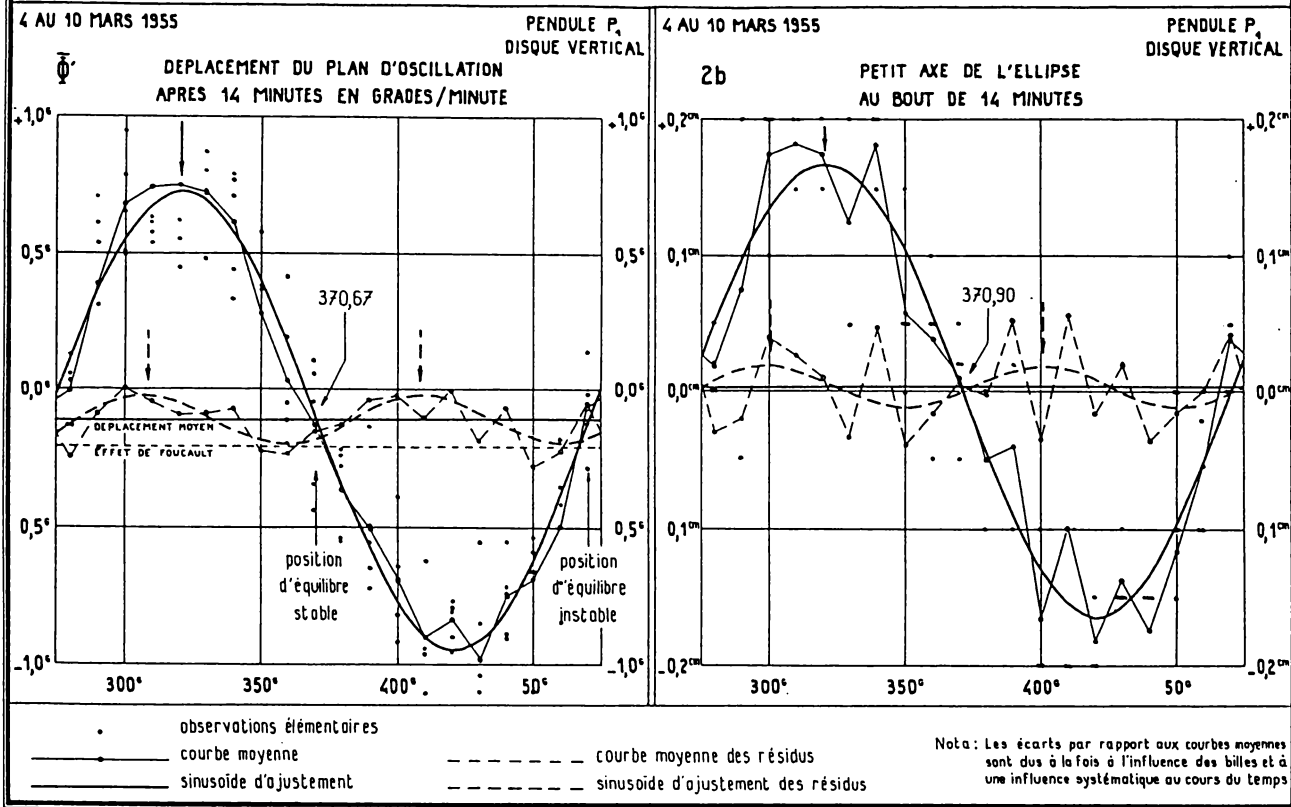
**CORRESPONDANCE DES AZIMUTS Σ
ET DES COEFFICIENTS a ET b**

PERIODES D'OBSERVATION	$\Sigma_1 - \Sigma_1'$	$\Sigma_2 - \Sigma_2'$	$\frac{2b_1}{a_1}$	$\frac{2b_2}{a_2}$
1	-0,23	+8,22	+0,198	+0,169
2	-5,37	+6,47	+0,232	+0,528
3	-1,20	+0,03	+0,256	+0,428
4	-6,18	-12,61	+0,322	+0,392
5	+0,05	+1,48	+0,305	+0,540
MOYENNES	-2,59	+0,72	-0,263	+0,411

DISPOSITION DU SUPPORT



CORRELATION DU MOUVEMENT DU PENDULE PARACONIQUE
AVEC L'AZIMUT DE DEPART



Source : Graphique IV.B.1 de ma Conférence du 7 novembre 1959, et ma Note du 9 février 1957 à l'Académie des Sciences, Détermination expérimentale de l'influence de l'anisotropie du support sur le mouvement du pendule paraconique.

Graphiques XXXV

ANISOTROPIE DU SUPPORT

CORRELATION AVEC L'AZIMUT
SUSPENSION SUD

Août 1954 - Mars 1955

Décembre 1955 - Janvier 1956

CORRELATION DU DEPLACEMENT ELEMENTAIRE DU PLAN
D'OSCILLATION AVEC SA POSITION INITIALE

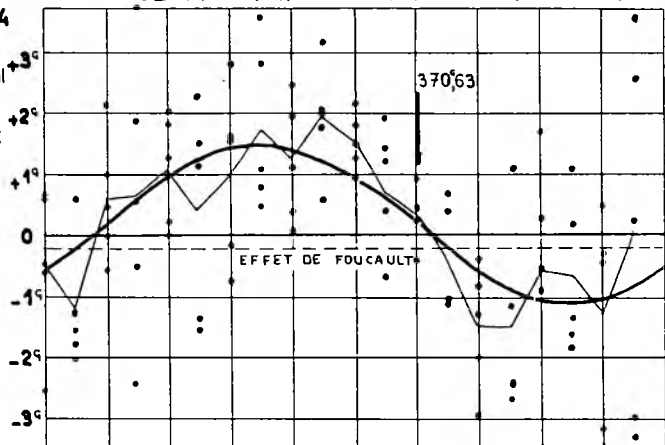
$$y = y_0 + a \sin 2(\phi_0 - \phi)$$

VARIATION EN GRADE PAR MINUTE APRES 14 MINUTES D'EXPERIENCE

AOÛT 1954

n = 100

Disque vertical
+ 2 disques
horizontaux

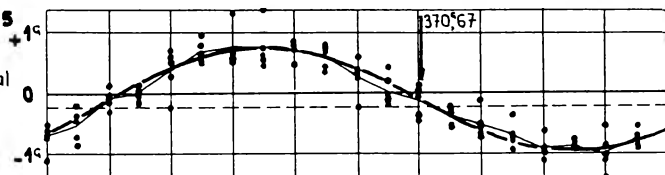


$$\begin{cases} y_0 = 0,18 \text{ g/mn} \\ a = 1,32 \text{ " } \\ \phi_0 = 370,63^\circ \end{cases}$$

MARS 1955

n = 100

Disque vertical

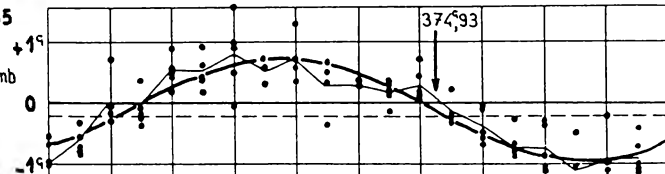


$$\begin{cases} y_0 = -0,11 \text{ g/mn} \\ a = 0,83 \text{ " } \\ \phi_0 = 370,67^\circ \end{cases}$$

DECEMBRE 1955

n = 100

Sphère de plomb

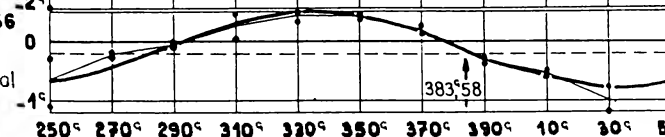


$$\begin{cases} y_0 = -0,13 \text{ g/mn} \\ a = 0,83 \text{ " } \\ \phi_0 = 374,93^\circ \end{cases}$$

JANVIER 1956

n = 20

Disque vertical
+ croix



$$\begin{cases} y_0 = -0,13 \text{ g/mn} \\ a = 0,61 \text{ " } \\ \phi_0 = 383,58^\circ \end{cases}$$

• observations élémentaires ——— courbe moyenne ——— sinusoïde d'ajustement

Légende : L'effet de Foucault correspond à - 0,21 grades par minute.
Source : Graphique IV.B.2 de ma Conférence du 22 février 1958.

4.- Influence des billes

La troisième influence importante qui agit sur le mouvement du pendule paraconique est celle des billes.

Ni les billes, ni les surfaces portantes ne peuvent être considérées comme parfaites ¹. En fait, les expériences réalisées ont montré que pour chaque expérience élémentaire de 14 minutes les billes ont une influence aléatoire moyenne de 2,5 grades, du même ordre de grandeur que l'effet de Foucault ², mais qu'elles ne sauraient expliquer les variations considérables constatées d'azimut comme le démontrent les expériences triplement enchaînées qui ont été réalisées en mai 1957 ³.

En tout état de cause les effets aléatoires des billes ne sauraient expliquer les périodicités très significatives constatées, tout particulièrement la périodicité lunaire diurne de 24 h. 50 mn.

 (1) Il y avait ainsi intérêt à changer les billes le plus souvent possible pour éliminer leurs effets par le jeu des moyennes, intérêt qui ne m'était pas apparu dans mes premières expériences de juin-juillet 1954.

En fait, à partir de novembre 1954, les billes ont été changées au début de chaque expérience, et en moyenne les surfaces portantes ont été changées toutes les semaines.

(2) Voir ci-dessus § B.1.1.

Une influence de 2,5 grades pour 14 minutes = 840 secondes équivaut à une influence moyenne de $2,5 \pi / 200 \cdot 840 \sim 0,47 \cdot 10^{-4}$ rad./sec. alors que l'effet de Foucault est de $0,55 \cdot 10^{-4}$ rad./sec. Les deux effets sont ainsi du même ordre de grandeur.

(3) § B.1.1 ci-dessus.

5.- Influences astronomiques périodiques

Les influences périodiques lunisolaires diurnes et semi-diurnes qui au regard de leurs amplitudes représentent l'un des aspects les plus remarquables du mouvement du pendule paraconique ont été mises en évidence dans toutes les séries temporelles constituées par les azimuts observés au cours des périodes d'observation d'une durée d'un mois par différentes techniques d'analyse harmonique dont les résultats ont été remarquablement concordants : filtre de Buys-Ballot, ajustement à un groupe donné d'ondes par la méthode de Darwin ou par la méthode des moindres carrés, périodogramme et corrélogramme.

L'existence de ces influences périodiques, et tout particulièrement de la composante périodique lunaire diurne de 24 h. 50 mn., est une certitude ¹.

Structures de fonctions presque périodiques

1- En fait, tous les graphiques que l'on peut déduire des séries d'observations présentent de très nombreuses similitudes morphologiques, symétries et doubles symétries, et périodicités locales, et ces séries présentent tous les caractères de fonctions presque périodiques ².

Au regard de leurs composantes périodiques, telles qu'elles ont pu être identifiées, relativement nombreuses et de périodes incommensurables, il est certain que les séries des azimuts du pendule paraconique sont effectivement des fonctions presque périodiques auxquelles s'ajoutent des composantes aléatoires dues essentiellement à l'influence des billes.

 (1) Il ne s'agit naturellement pas d'une certitude métaphysique qui exigerait que l'on dispose d'une suite infinie d'observations, mais d'une certitude pratique et humaine au sens du calcul des probabilités.

(2) Voir § A.5.4 ci-dessus, p. 101.

Ordres de grandeur

2- *Les vitesses angulaires de variation d'azimut* correspondant aux amplitudes des deux composantes périodiques les plus importantes décelées dans les sept séries mensuelles d'observations du pendule paracoïne à support anisotrope, dont les périodes sont respectivement de 24 h. et 24 h. 50 mn, sont chacune d'un ordre de grandeur égal au *trentième* de l'effet de Foucault³. La somme des amplitudes de toutes les composantes périodiques paraît être de l'ordre de l'effet de Foucault.

En fait, aucun expérimentateur n'a décelé d'effets lunisolaires dans le mouvement du pendule de Foucault⁴, sans doute en raison de la faiblesse des amplitudes angulaires des oscillations et de la grande longueur en général des pendules utilisés, mais aussi et surtout en raison de la durée toujours *très limitée* des expériences sur le pendule.

Sur le plan théorique aucun auteur n'a réellement étudié l'action lunisolaire sur le mouvement du pendule. Tous les auteurs ont considéré en effet une telle action comme si petite qu'elle était expérimentalement indécélable, et donc inutile à calculer.

Effets lunisolaires et coefficients de la théorie générale des potentiels newtoniens

3- Au regard de la théorie générale du potentiel newtonien lunisolaire de la littérature⁵, il est essentiel de comparer les ordres de grandeur *relatifs* des différentes composantes périodiques lunisolaires correspondant au pendule paracoïne et aux forces gravitationnelles déduites des potentiels lunisolaires.

(3) A la période lunaire diurne de 24 h. 50 mn. correspond en effet une variation de l'ordre de $0,2 \cdot 10^{-5}$ radians par seconde alors que l'effet de Foucault est de $0,550 \cdot 10^{-4}$ radians par seconde. On a ainsi $2 \cdot 10^{-6} / 0,550 \cdot 10^{-4} = 0,36 \cdot 10^{-1} = 1 / 27,8$ (§ A.5.3. ci-dessus).

(4) A ma connaissance Dejean de Fonroque est le seul expérimentateur qui ait fait état d'effets lunisolaires. Il souligne même en 1879, bien avant Miller (*Chapitre IV* ci-dessus, Sections C et F), l'existence d'un effet correspondant au mouvement de la Terre sur son orbite et d'un effet correspondant au mouvement du système solaire vers la Constellation d'Hercule. Cependant *ses analyses ne sont que qualitatives et réellement peu concluantes*. Elles sont pratiquement inutilisables (voir la note 7 du § B.2.6, p. 50 de l'*Introduction* ci-dessus).

Une analyse détaillée des mémoires de Dejean de Fonroque est présentée dans le *Deuxième volume* de cet ouvrage (*Chapitre II*, Section C).

(5) Voir tout particulièrement : Paul Schureman, *Manual of Harmonic Analysis and Prediction of Tides* of U.S. Department of Commerce, Washington, 1941.

Pour simplifier je me limite ici aux effets diurnes lunisolaires. Le *Tableau XI* présente l'analyse de ces effets pour les quatre ondes diurnes les plus importantes K_1 (23,93 h.), M_1 (24,84 h.), O_1 (25,82 h.), et Q_1 (26,87 h.)⁶.

On voit que la structure *relative* des amplitudes est *totale*ment différente pour le pendule paraconique et pour la théorie gravitationnelle des forces lunisolaires. Ainsi, et par exemple, la composante lunaire M_1 de 24 h. 50 mn. (24,84 h.) est *relativement quatre fois plus importante* pour le pendule paraconique que pour la théorie des marées, alors que la composante solaire de 24 heures est *relativement deux fois plus faible* que pour la force gravitationnelle, *d'où une différence relative de 1 à 8*.

C'est cette différence structurelle *tout à fait fondamentale* qui permet notamment d'affirmer que les anomalies du pendule paraconique constituent *un phénomène entièrement nouveau*, tout à fait distinct des phénomènes déduits de la théorie newtonienne de la gravitation. *En fait, la structure périodique observée ne peut être considérée comme dérivant d'aucun des phénomènes résultant du potentiel gravitationnel de la Lune et du Soleil.*

 (6) Une analyse détaillée est présentée dans le *Deuxième Volume* de cet ouvrage (*Chapitre VI, Section A, voir ci-dessus, p. 30*).

Les coefficients déduits de la théorie des potentiels newtoniens valent tout aussi bien pour les déviations de la verticale que pour la théorie des marées (voir notamment la note 5 ci-dessus).

Il est pour le moins curieux de constater combien les ordres de grandeur des coefficients des développements des potentiels lunisolaires (*Tableau XI*) sont *très largement* ignorés dans les milieux scientifiques, même parmi les spécialistes de la géophysique.

Tableau XI

**EFFETS LUNISOLAIRES DIURNES
PENDULE PARACONIQUE
ET COEFFICIENTS DES FORCES LUNISOLAIRES**

Périodicités	K_1 et P_1 24 h.	M_1 24,84 h.	O_1 25,82 h.	Q_1 26,87 h.	Total des amplitudes
Pendule Paraconique Amplitude de l'onde 2R en grades					
Juin-Juillet 1954 ¹	2,34	4,12	2,56	6,76	15,98
Nov.-Déc. 1954 ²	11,26	11,54	4,64	6,18	33,62
Juin-Juillet 1955 ³	13,00	10,46	4,78	7,78	36,02
Moyennes	8,87	8,71	3,99	6,91	28,54
Valeurs relatives : a	31,08	30,52	13,98	24,21	100
Théorie des forces lunisolaires					
Coefficients	0,7060	0,0977	0,3771	0,0730	1,2538
Valeurs relatives : b	56,31	7,79	30,08	5,82	100
Rapport des valeurs relatives					
Rapports a/b	0,552	3,92	0,465	4,16	1

Légende : 1) série de 721 valeurs horaires centrée sur le 23 juin 1954, 12 h. 20 mn.
2) série de 721 valeurs horaires centrée sur le 3 décembre 1954, 12 h. 20 mn.
3) série de 721 valeurs horaires centrée sur le 22 juin 1955, 12 h. 20 mn.

Sources : 1) *Pendule Paraconique* : Calculs de l'Institut Hydrographique de Hambourg ; ma Note du 4 décembre 1956, *Analyse harmonique des mouvements du pendule paraconique. Compléments* (3 p.).

2) *Coefficients de la théorie des forces lunisolaires* : Schureman, *Manual of Harmonic Analysis and Prediction of Tides*, 1941, p. 164-165.
Les amplitudes des périodes très voisines sont groupées.

6.- Autres facteurs

Au regard des périodicités constatées, et notamment de leurs amplitudes, de prétendues explications et objections n'ont cessé d'être avancées. Il me paraît nécessaire d'en examiner quelques unes à titre d'illustration ¹.

Les appareils seraient imparfaits et par conséquent on ne saurait tirer aucune conclusion valable de mes expériences

1 - Il est certain que quelle que soit la précision avec laquelle les appareils ont été construits ², ils comportent des défauts de construction.

Ainsi le centre de gravité du pendule peut être légèrement excentré par rapport à l'axe principal d'inertie passant par le centre de la bille ³, ou bien encore les pièces de métal peuvent ne pas être parfaitement homogènes. Quant aux billes et aux surfaces portantes, elles ne sont pas parfaites et elles sont plus ou moins déformables

Mais, *quels que puissent être ces défauts de construction, ils ne sauraient entraîner en aucune façon l'apparition d'effets périodiques réels.*

Les effets constatés seraient dus au magnétisme du petit tronc de cône en acier (deux cents grammes environ) lié au pendule et dans lequel s'encastre la bille

2 - Cette action magnétique existe probablement, mais elle est *très faible*, et sans aucun calcul on peut affirmer que le magnétisme aurait pour effet d'orienter le pendule dans un azimut ne variant que de quelques minutes centésimales par jour, *ce qui n'est pas le cas.*

(1) Voir ma Note du 25 avril 1957, *Interprétation à donner aux expériences sur le pendule paraconique* (18 p.)

(2) Tous les pendules utilisés ont été construits avec une précision du centième de millimètre (voir ma Note du 15 janvier 1957, *Note sommaire sur les recherches sur le pendule paraconique*, 13 p., p. 5).

(3) Il est en fait particulièrement difficile d'avoir une tige parfaitement rectiligne avec un matériau tel que le laiton qui, cependant, a été choisi pour ses qualités amagnétiques.

Les effets constatés seraient dus aux courants de Foucault induits dans le pendule par son déplacement dans le champ magnétique

3- Si un tel effet existait, il aurait pour effet d'orienter le pendule dans une direction privilégiée qui ne varierait que de quelques minutes centésimales par jour, *ce qui n'est pas le cas.*

Les déplacements du plan d'oscillation seraient dus aux mouvements d'air dans le laboratoire

4- Si une telle action était l'explication cherchée, le mouvement du pendule résulterait d'une suite d'actions aléatoires. Il ne saurait donc apparaître dans l'analyse harmonique des azimuts *des périodicités statistiquement significatives.*

Les périodicités constatées seraient réelles, mais elles seraient dues aux réactions élastiques du bâtiment

5- Cependant par lui-même le bâtiment ne peut pas exercer d'action périodique. S'il exerce une action, c'est en fait une action transmise, et, dans ce cas, les phénomènes observés seraient dus à l'amplification d'un phénomène géophysique déjà connu. Mais en fait tous les phénomènes géophysiques connus ont des structures périodiques *très différentes* de celles du mouvement du pendule paraconique ⁴.

Les équations du mouvement du pendule paraconique comporteraient des solutions périodiques dont les périodes seraient précisément voisines de 24 h. et 24 h. 50 mn.

6- Il convient tout d'abord de souligner qu'un tel argument néglige complètement les autres périodicités constatées ⁵.

En tout cas l'argument ne serait valable que si le pendule paraconique oscillait de façon continue.

(4) --- Voir les § B.3.1 et B.3.3 ci-dessus.

(5) Voir notamment le *Tableau II* du § A.5.2 ci-dessus et le *Tableau XI* du § 5 ci-dessus.

En fait, le pendule étant relancé toutes les 20 minutes à partir d'une position de repos, son mouvement ne devrait dépendre que de l'azimut de départ, et il devrait être toujours le même. Or on observe que pour tous les azimuts de l'intervalle (370 ± 50 grades) la variation d'azimut pendant une expérience donnée de 14 minutes est tantôt positive, tantôt négative suivant les époques.

En tout état de cause des périodicités de 24 h. ou 24 h. 50 mn. ne pourraient se manifester au cours d'expériences d'une durée de 14 minutes.

La distribution des anomalies constatées suivant la loi normale montrerait qu'elles sont de nature aléatoire

7- Il est bien certain que le hasard peut imiter la périodicité, mais la périodicité peut également imiter le hasard.

En fait, dès 1954, j'ai pu vérifier que la somme des ordonnées de 13 sinusoïdes obtenues dans l'analyse de mes séries numériques par la méthode des moindres carrés *se distribue suivant la loi normale*. Pourtant il s'agit bien de la somme de 13 sinusoïdes, donc d'une grandeur bien déterminée *non aléatoire*. Il en résulte que l'aspect *aléatoire* d'une série numérique n'exclut en aucune façon qu'elle puisse représenter un phénomène presque périodique non aléatoire.

C'est cette constatation qui m'a amené en 1981 à la démonstration d'un théorème que j'ai appelé le *Théorème T*⁶.

Aucun phénomène analogue n'a été constaté dans les expériences sur la gravitation

8- En fait, un tel argument n'a aucune valeur par lui-même. Le

 (6) Voir mon mémoire de 1982, *Fréquence, Probabilité et Hasard*, avec deux Appendices : 1.-*Fréquences empiriques et fréquences mathématiques - Illustration*. 2. *Le Théorème T - La simulation du hasard par des fonctions presque périodiques*. Ce mémoire est joint en *Appendice E* au *Deuxième volume* de cet ouvrage.

En fait, si un phénomène résulte d'influences périodiques incommensurables suffisamment nombreuses, ses valeurs au cours de temps se distribuent suivant la loi normale.

propre de la découverte de tout phénomène nouveau, c'est en effet de ne pas avoir été mis en évidence auparavant 7.

Des affirmations a priori

9- A de très nombreuses reprises à partir de décembre 1956 Henri Villat, président de la Section de Mécanique à l'Académie des Sciences, n'a cessé d'affirmer que je n'avais pas fait la théorie de l'appareil et que si elle était faite correctement tout s'expliquerait.

Dans sa lettre du 26 mars 1956 il m'écrivait :

"Mais les anomalies, ou plutôt ce que vous considérez comme des anomalies dans vos expériences, s'expliqueront le plus simplement du monde dès que vous aurez fait les calculs nécessaires".

et dans sa lettre du 4 juin 1958 à notre ami commun G. Varlan il écrivait encore :

"Une fois les équations (de l'appareil) intégrées ou tout au moins interprétées convenablement, il n'y aura plus de mystère".

En fait le 6 décembre 1956 je lui avais fait parvenir mon mémoire général de septembre 1956 *"Théorie du pendule paraconique"* 8.

Mais la question réelle n'était pas là. Elle se trouvait dans les ordres de grandeur. Comme je l'indiquais à Henri Villat dans ma lettre du 24 juillet 1958 :

"Je crois devoir attirer votre attention sur le fait que les effets périodiques lunisolaires sur le mouvement du pendule paraconique que l'on peut calculer à partir de la théorie classique de la gravitation sont de l'ordre de 10^{-13} , donc inappréciables.

(7) En réalité mes contradicteurs n'étaient animés que par une seule et même conviction. Les théories admises, parfaitement vérifiées, ne pouvaient être mises en défaut. Il était totalement impossible qu'un non professionnel ait pu le faire et ses expériences ne pouvaient avoir ainsi aucune valeur.

(8) Ce mémoire de 441 pages exposait la théorie générale du pendule paraconique. Pour déterminer la trajectoire elliptique du pendule paraconique ce mémoire utilisait la méthode de variation des constantes de Lagrange et il indiquait dans sa Septième Partie de synthèse (p. VII.1 à VII.29) toutes les formules de première approximation correspondant au mouvement du pendule paraconique et à tous les facteurs intervenant dans ce mouvement.

Sur l'influence du dispositif expérimental, voir les § 6.1 à 6.6 ci-dessus.

"Dès lors le calcul théorique rigoureux du mouvement me paraît n'avoir qu'un intérêt purement académique puisque l'ordre de grandeur des effets ainsi calculés est environ cent millions de fois plus petit que l'ordre de grandeur des effets observés ?

"Là et là seulement me paraît être la question importante. J'ai observé des effets de rotation du plan d'oscillation ayant un caractère périodique et dont l'ordre de grandeur est de 10^5 radians par seconde, alors que dans l'hypothèse où les mouvements observés seraient dus à une action lunisolaire, la théorie ne peut expliquer que des effets de l'ordre de 10^{13} radians par seconde. Ce n'est que sous cet angle seulement que la théorie de l'appareil me paraît intéressante et indispensable ...

"Vous dites, à la fin de votre lettre du 4 juin 1958, que dès que les calculs seront effectués et correctement interprétés il n'y aura plus de mystère.

*"J'avoue ne pas très bien comprendre votre point de vue. Il est facile de voir que les effets de rotation due à l'influence lunisolaire sont de l'ordre de 10^{13} radians par seconde * alors que les effets observés sont de l'ordre de 10^5 radians par seconde. La différence des ordres de grandeur est telle qu'une explication des effets constatés par l'influence classique lunisolaire me paraît impossible.*

* Cet ordre de grandeur n'a à ma connaissance été contesté par personne qui prenne comme point de départ la théorie actuellement admise des mouvements relatifs.

En fait, Henri Villat n'a jamais répondu à ma lettre du 24 juillet 1958^{9, 10}.

(9) Au regard de l'impact des affirmations a priori d'Henri Villat au sein de l'Académie des Sciences, je reproduis dans le *Deuxième Volume* de cet ouvrage, en *Annexe I.A*, l'ensemble de la correspondance relative aux affirmations sans cesse répétées d'Henri Villat.

En fait, Henri Villat a toujours refusé de venir visiter mon laboratoire de l'IRSID et je n'ai pu le rencontrer qu'une seule fois, le 3 décembre 1956 (voir ci-dessus § C.2.3, note 7, p. 148).

(10) Dans sa lettre du 1^{er} juin 1960 Jean Leray, membre de la Section de Mécanique de l'Académie des Sciences, m'écrivait :

"Vos considérations théoriques ... n'aboutissent pas à des conclusions numériques ; vous ne confrontez pas les grandeurs que vous avez fait mesurer à leurs valeurs calculées théoriquement. Vous n'avez donc pas fait la théorie de votre pendule".

Jean Leray reprenait ainsi *presque mot pour mot* les arguments présentés deux ans plus tôt par Henri Villat, et, comme ce dernier, il ne tenait aucun compte de mon mémoire de septembre 1956 "*Théorie du pendule paraconique*" que je lui avait fait parvenir, ni des ordres de grandeur, *tout à fait essentiels en l'espèce*.

En fait, Jean Leray ne tenait aucun compte des expériences cruciales de juillet 1958 (Section C ci-dessus).

7.- Existence d'un plan limite variable avec le temps dans les séries enchaînées du pendule paraconique à support anisotrope

En fait, ce que montre l'observation, c'est que *tout se passe comme si* lors de chaque expérience de 14 minutes il existait un plan limite, résultant notamment de l'action combinée du support et des influences astronomiques, telles que l'action lunisolaire, vers lequel tend le plan d'oscillation du pendule. *Ce plan limite varie constamment au cours du temps.*

Représentation empirique

1- Au regard des résultats obtenus dans l'analyse de l'influence de l'anisotropie du support ¹, on peut valablement supposer qu'*au cours de chaque expérience de 14 minutes* on a pour la valeur moyenne $\bar{\phi}'$ de la variation de l'azimut par unité de temps

$$(1) \quad \bar{\phi}' = -\omega \sin L + k \sin 2(\bar{X} - \bar{\phi}) + K \sin 2(\Sigma - \bar{\phi}) + \varepsilon$$

avec ²

$$(2) \quad k \sin 2(\bar{X} - \bar{\phi}) = \sum_i k_i \sin 2(\bar{X}_i - \bar{\phi})$$

Dans ces relations $-\omega \sin L$ représente l'effet de Foucault, Σ la direction d'anisotropie du support, \bar{X}_i l'azimut moyen correspondant à l'influence astronomique i pendant la période considérée de 14 minutes, et les coefficients k_i et k sont des coefficients variables avec le temps. Le terme ε représente l'influence aléatoire des billes.

$\bar{\phi}$ représente l'azimut moyen du plan d'oscillation du pendule au cours de l'expérience considérée de 14 minutes, et $\bar{\phi}'$ représente sa variation moyenne par unité de temps au cours de cette période, avec $\phi' = d\phi/dt$.

(1) § E.3 ci-dessus, p. 176.

(2) Naturellement on a

$$(1) \quad k \sin 2\bar{X} = \sum_i k_i \sin 2\bar{X}_i \qquad k \cos 2\bar{X} = \sum_i k_i \cos 2\bar{X}_i$$

$$(2) \quad k = \sqrt{\sum k_i^2 + 2 \sum k_i k_j \cos 2(\bar{X}_i - \bar{X}_j)}$$

$$(3) \quad \operatorname{tg} 2\bar{X} = \left(\sum_i k_i \sin 2\bar{X}_i \right) / \left(\sum_i k_i \cos 2\bar{X}_i \right)$$

Expression de l'azimut du plan limite

2- La relation (1) peut encore s'écrire

$$(3) \quad \bar{\phi}' = -\omega \sin L + f \sin 2(\bar{Y} - \bar{\phi}) + \varepsilon$$

en posant ³

$$(4) \quad f \sin 2(\bar{Y} - \bar{\phi}) = k \sin 2(\bar{X} - \bar{\phi}) + K \sin 2(\Sigma - \bar{\phi})$$

\bar{Y} représente l'azimut moyen du plan limite vers lequel tend le plan d'oscillation du pendule paraconique au cours de l'expérience considérée de 14 minutes si f a une valeur suffisamment élevée.

On a naturellement

$$(5) \quad \bar{Y} = \bar{Y}(t) \quad \bar{X} = \bar{X}(t) \quad k = k(t) \quad f = f(t) \quad \varepsilon = \varepsilon(t)$$

La direction \bar{Y} correspond à l'effet d'ensemble des influences astronomiques de direction moyenne \bar{X} et de l'influence de l'anisotropie du support de direction Σ .

(3) Naturellement on a

$$(1) \quad f \sin 2\bar{Y} = k \sin 2\bar{X} + K \sin 2\Sigma \quad f \cos 2\bar{Y} = k \cos 2\bar{X} + K \cos 2\Sigma$$

$$(2) \quad f = \sqrt{k^2 + K^2 + 2kK \cos 2(\bar{X} - \Sigma)}$$

$$(3) \quad \operatorname{tg} 2\bar{Y} = \frac{k \sin 2\bar{X} + K \sin 2\Sigma}{k \cos 2\bar{X} + K \cos 2\Sigma}$$

On peut encore écrire

$$(4) \quad \operatorname{tg} 2(\bar{Y} - \Sigma) = \frac{k \sin 2(\bar{X} - \Sigma)}{K + k \cos 2(\bar{X} - \Sigma)}$$

Plan limite et expérience

3- La relation (3) correspond exactement à ce que suggère l'expérience des trois séries enchaînées réalisées du 6 au 10 mai 1957 ⁴.

Naturellement, ce que l'on observe, c'est l'azimut ϕ du pendule paraconique au cours d'une expérience enchaînée, et cet azimut est en relation à la fois avec la direction Σ d'anisotropie du support, et la direction \bar{X} représentative de l'ensemble des influences astronomiques.

Dans la représentation (1) l'attraction du plan d'oscillation $\bar{\phi}$ vers la direction \bar{X} est d'autant plus marquée que le coefficient k est plus grand, et l'attraction du plan d'oscillation $\bar{\phi}$ vers la direction d'anisotropie Σ du support est d'autant plus grande que le coefficient K est plus grand.

Autant qu'on puisse en juger le fait que le plan d'oscillation s'écarte constamment de la direction Σ d'anisotropie du support montre que le coefficient k est *d'un ordre de grandeur comparable* à celui du coefficient K ⁵.

Détermination de la direction X d'anisotropie de l'espace

4- La détermination de la direction d'anisotropie X de l'espace due aux influences astronomiques présente naturellement un intérêt théorique et pratique *considérable*.

Cette détermination implique la réalisation d'un support isotrope pour lequel le coefficient K de la relation (1) est nul et elle fait l'objet du Chapitre II ci-dessous.

(4) § B.1.1. ci-dessus, p. 103.

(5) Cette déduction paraît confirmée par l'analyse de la série enchaînée du 28 septembre au 4 octobre 1959 avec le pendule paraconique et la suspension isotrope (voir ci-dessous la *Section H* du *Chapitre II*).

8.- *Vue d'ensemble*

Il résulte de l'analyse empirique et théorique des observations effectuées sur le mouvement du pendule paraconique qu'on peut considérer que le mouvement de l'azimut du pendule paraconique à suspension anisotrope résulte pour l'essentiel de quatre effets conjugués : l'effet de Foucault, un effet de rappel de la suspension anisotrope, l'influence aléatoire des billes, et enfin des influences périodiques d'origine astronomique.

En première approximation, qu'il s'agisse des effets lunisolaires ou des effets de l'anisotropie du support, les effets constatés résultent de l'ellipticité des trajectoires engendrée d'une part par l'anisotropie du support et d'autre part par des influences astronomiques.

En fait, tant que l'oscillation du pendule paraconique reste plane, il n'y a aucun effet décelable d'anisotropie du support ou d'influence périodique lunisolaire, et le mouvement du pendule paraconique se réduit à l'effet de Foucault ¹.

A chaque instant il existe *un plan limite*, résultant de l'effet de Foucault et de l'action combinée du support et des influences périodiques d'origine astronomique, vers lequel tend le plan d'oscillation du pendule. Ce plan limite varie au cours du temps en raison des influences périodiques d'origine astronomique.

(1) *Graphiques III et IV du § A.4 ci-dessus, p. 94-95.*

F

L'HYPOTHESE DE L'ANISOTROPIE DE L'ESPACE D'INERTIE

*1.- La théorie et l'expérience**Incompatibilité des résultats des observations du pendule paraconique à support anisotrope avec la théorie classique de la mécanique*

1- De toutes les analyses qui précèdent résulte une conclusion *absolument indiscutable*. Les amplitudes des composantes périodiques lunisulaires du mouvement du pendule paraconique à support anisotrope sont *totalement inexplicables* dans le cadre de la théorie actuelle de la gravitation.

Pour la périodicité de 24 h 50 mn tout particulièrement cette théorie conduit en effet à des variations diurnes de l'azimut du plan d'oscillation du pendule paraconique de l'ordre de 10^{-13} radians par seconde, alors que les effets observés sont de l'ordre d'au moins 10^{-5} radians par seconde dans le cas de la suspension anisotrope ¹.

La différence des ordres de grandeur entre les effets observés et calculés est telle qu'*aucune des personnalités* qui sont venues visiter mon laboratoire de l'IRSID n'a contesté *l'impossibilité totale* d'expliquer les mouvements observés du pendule paraconique dans le cadre de la théorie actuelle de la gravitation et des mouvements relatifs.

(1) Voir ci-dessus § I.B.2.5, p. 121-123.

Les effets observés sont d'au moins de l'ordre de 10^{-4} radians par seconde dans le cas de la suspension isotrope (*Chapitre II, § F.2*).

Les postulats de la théorie actuelle de la gravitation

2- Comme la théorie actuelle de la Mécanique conduit à des ordres de grandeur *tout à fait incompatibles avec les données de l'observation* dans le cas des composantes périodiques lunisolaires du mouvement du pendule paraconique à support anisotrope, il convient de réexaminer les hypothèses à partir desquelles les ordres de grandeur théoriques ont été obtenus. Ces hypothèses sont essentiellement les suivantes :

- 1- Les forces de gravitation sont *supposées inversement proportionnelles au carré de la distance* et proportionnelles aux masses pesantes. Le coefficient de proportionnalité est supposé être *le même* quelles que soient les masses et les distances.
- 2- La transmission des forces de gravitation est supposée être *instantanée* et s'effectuer en *ligne droite* dans un espace supposé *euclidien et isotrope*.
- 3- La force exercée sur un point M dont la masse d'inertie m est supposée suivre la loi

$$(1) \quad \vec{F} = m \vec{\gamma}$$

Elle est ainsi supposée proportionnelle à la masse d'inertie.

- 4- La *masse pesante* correspondant aux forces de gravitation est supposée égale à la *masse d'inertie*.
- 5- La loi $\vec{F} = m \vec{\gamma}$ est supposée n'être applicable que par rapport à un système d'axes O' x' y' z', dits *axes de Galilée*, animés d'un mouvement de translation uniforme par rapport au système d'axes, dits axes de Copernic, dont l'origine est le centre de gravité du système solaire et dont les directions joignent ce centre de gravité à trois étoiles fixes.

6- Soit O x y z un système d'axes liés à la terre. On a

$$(2) \quad \vec{\gamma} = \vec{\gamma}_r + \vec{\gamma}_e + \vec{\gamma}_c$$

$$(3) \quad \vec{F} = m \vec{\gamma}_r + m \vec{\gamma}_e + m \vec{\gamma}_c$$

$\vec{\gamma}_r$ désigne l'accélération relative du point M par rapport au référentiel Oxyz lié à la Terre ; $\vec{\gamma}_e$ désigne l'accélération d'entraînement due au mouvement du système de référence O x y z par rapport au système de référence O' x' y' z' ; et $\vec{\gamma}_c$ désigne l'accélération complémentaire, dite de Coriolis.

On a

$$(4) \quad \vec{\gamma}_c = 2 \vec{\omega} \wedge \vec{v}_r$$

où \vec{v}_r désigne la vitesse du point M par rapport aux axes O x y z , et $\vec{\omega}$ la rotation instantanée du référentiel O x y z par rapport au référentiel galiléen O' x' y' z' .

La relation (2) est une pure identité mathématique.

7- On a

$$(5) \quad \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

\vec{F}_1 représente la force d'attraction de la Terre et des autres astres, et \vec{F}_2 la résultante des autres forces appliquées. La force \vec{F}_1 est supposée être proportionnelle à la masse pesante du point M.

Dans le cas du pendule de Foucault \vec{F}_2 représente la tension \vec{N} du fil de suspension. Dans le cas du pendule paraconique \vec{F}_2 représente la force \vec{N} exercée par le support sur la bille du pendule.

8- Il résulte notamment de ces hypothèses que l'espace correspondant au référentiel de Copernic est considéré *comme parfaitement euclidien et isotrope partout.*

Toutes ces hypothèses sont classiques ², mais il convient ici de les rappeler. Au regard des observations du mouvement observé du pendule paraconique, *certaines de ces hypothèses sont en effet certainement infirmées par l'expérience.*

Les vérifications de la théorie actuelle de la gravitation

3 - En fait, la théorie actuelle de la gravitation apparaît bien vérifiée :

- dans le cas du mouvement des astres (Mécanique céleste) ³,
- dans le cas de la chute des corps à la surface de la Terre ⁴,
- dans le cas du pendule de Foucault pour une oscillation rectiligne ⁵,
- dans le cas des déviations lunisolaires de la verticale si l'on tient compte de la déformation du sphéroïde terrestre sous l'action lunisolaire ⁶.

Par contre la théorie de la gravitation est *mise en échec* lors de son application au cas de l'influence de l'attraction du Soleil et de la Lune sur le mouvement du pendule paraconique, qu'il s'agisse des amplitudes des composantes périodiques lunisolaires ou des anomalies constatées lors des éclipses totale de Soleil.

(2) Voir par exemple Paul Appell, 1953, *Traité de Mécanique Rationnelle*, Tome II, Chapitre XXII, p. 267-302 ; A. Foch, 1967, *Mécanique*, Masson, p. 149-156.

(3) Dans son *Cours de Mécanique* (Gauthier-Villars, 1930, Tome I, p. 387) Paul Painlevé écrit :

"Par des approximations successives, les équations qui dans le cas où trois corps seulement s'attirent donnent les solutions du problème des trois corps permettent de calculer les éphémérides pour un long intervalle de temps ; les tables de Le Verrier les donnent pour trois siècles (et aussi pour trois siècles en arrière). Si l'on compare les positions calculées avec les positions observées, l'accord est une confirmation éclatante des lois de Newton : l'astre qui s'écarte le plus de la position prévue est la Lune qui passe tantôt en avance, tantôt en retard par la position calculée sans que ce retard ou cette avance dépasse une seconde de temps en un siècle".

(4) Voir par exemple Foch, 1967, id., p. 151-152.

(5) Voir par exemple Foch, 1967, id., p. 155-156, et § A.4 ci-dessus.

(6) Voir notamment M.N. Stoyko, *L'attraction lunisolaire et les pendules*, Bulletin astronomique, Tome XIII, 1947, p. 6, 29-31, 46. La déviation observée de la verticale est égale à sa valeur calculée en supposant indéformable le sphéroïde terrestre multipliée par le coefficient $1 + k - h = 0,667$, où k et h sont les nombres de Love correspondant à la déformation du sphéroïde terrestre sous l'action lunisolaire.

Sur la déviation lunisolaire de la verticale, voir ci-dessus § B.2.4 et le *Tableau V du § B.2.4*, p. 127. Voir également la note 6, p. 135.

2.- Précision de la vérification des lois de la gravitation

Au regard des anomalies *majeures* du pendule paraconique il convient d'examiner avec quelle précision les lois de la gravitation sont vérifiées tant dans le domaine de l'astronomie qu'à la surface de la Terre ¹.

Si étonnant que cela puisse paraître tous les traités de Mécanique et d'Astronomie restent remarquablement muets sur cette question fondamentale. C'est là une lacune essentielle et une carence évidente du point de vue de la discipline scientifique. Une loi quelconque n'a, en fait, aucune espèce de signification si l'on ne connaît pas le degré de précision avec lequel elle a été vérifiée.

Précision des vérifications astronomiques des postulats de la mécanique

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

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

La considération des résidus des ajustements par la méthode des moindres carrés qui ont servi à l'établissement des tables actuellement utilisées en astronomie montre en effet que l'ordre de grandeur des

 (1) Allais, 1958, *Doit-on reconsidérer les lois de la gravitation*, p. 101-102. Voir également Allais, 21 avril 1957, *Anomalies du mouvement du pendule paraconique à support anisotrope* (71 p.), p. 51-56.

Voir également ma *Troisième Conférence du 18 mars 1967*, Bulletin n° 121 du Cercle Alexandre Dufour, mai 1967, p. 114-118 (§ B.2.9 de l'*Introduction* ci-dessus).

écarts constatés pour les déplacements angulaires entre l'observation et la théorie est au moins de l'ordre de 1 seconde sexagésimale d'arc ² ce qui donne une erreur relative de l'ordre de

$$(1) \quad 1/90.60.60 \approx 3.10 \cdot 10^{-6}$$

Le lecteur pourra utilement consulter l'article fondamental de H. Spencer Jones, *The rotation of the earth and the secular accelerations of the Sun, Moon and Planets* ³.

(2) Ann. de l'Obs. de Paris : Mémoires, Tome IV (la Terre) ; V (Mercure), VI (Mars et Vénus), XXIV (Saturne), XXVIII (Uranus et Neptune), XXXI (Jupiter).

(3) Monthly Notices of the Roy. Astr. Soc., vol. 99, 1939, 541-558. Un bon résumé de cette étude est donné dans Danjon, *Astronomie Générale*, Sennac, Paris, 1952-1953, pp. 120 à 126.

Les Graphiques donnés pp. 36 et 37 de cette étude montrent en effet que les temps newtoniens déterminés à l'aide des mouvements orbitaux de la Lune, du Soleil, de Mercure et de Vénus ne concordent qu'à 2 secondes d'arc près en raison de fluctuations irrégulières, en prenant comme unité la seconde d'arc correspondant au moyen mouvement de la Lune. Ces écarts accidentels peuvent même atteindre 75 secondes pour Vénus. Si l'on considère que le Soleil, Mercure et Vénus parcourent respectivement 1/13,37, 1/3,22 et 1/8,20 secondes d'arc sur leurs trajectoires quand la Lune parcourt 1 sec. d'arc sur la sienne, on arrive à la conclusion que les positions sur les orbites ne sont certainement pas déterminées à une précision supérieure à 1 seconde d'arc.

C'est encore à cette conclusion qu'on arrive si on compare les prévisions faites par différentes tables. On a ainsi pour la "Connaissance des temps 1957" et pour "The American Ephemeris 1957" le 1er janvier 1957 à 0 h. T.U.

	ASCENSION DROITE			
	C.D.T.	A.E.	écart en seconde de temps C.D.T.-A.E.	écart en seconde d'arc
<i>Soleil</i>	18h44m53s, 89	18h44m54s, 02	- 0,13	- 1,95
<i>Mercure</i>	19 57 46, 40	19 57 46, 41	- 0,01	- 0,15
<i>Vénus</i>	16 56 13, 30	16 56 13, 22	+ 0,08	+ 1,20
<i>Mars</i>	0 49 57, 52	0 49 57, 35	+ 0,17	+ 2,55
<i>Jupiter</i>	12 7 17, 48	12 7 17, 47	+ 0,01	+ 0,15
<i>Saturne</i>	16 31 32, 96	16 31 32, 01	- 0,05	- 0,75
<i>Uranus</i>	8 33 58, 63	8 33 58, 63	0,00	0,00
<i>Neptune</i>	14 2 51, 75	14 2 51, 71	+ 0,04	+ 0,60

La moyenne des valeurs absolues des écarts est d'environ 0,92 seconde d'arc.

Remarquons que ce serait une erreur que de prendre au dénominateur de la relation (1) l'angle parcouru pendant la durée totale des observations qui est de l'ordre du siècle, car les constantes inconnues du mouvement sont précisément déterminées de manière qu'en moyenne il n'y ait pas d'écart séculaire systématique entre les azimuts observés et calculés.

On est ainsi conduit à la conclusion que les lois de Newton n'ont été vérifiées en astronomie qu'avec une précision relative de l'ordre de $3 \cdot 10^{-6}$, ce qui est d'ailleurs très remarquable ⁴.

Cette conclusion va contre les idées communément admises, sans discussion véritable à vrai dire, mais elle paraît s'imposer.

Il convient dès lors de considérer que les lois actuelles de la gravitation ne sont en aucune façon les lois parfaitement vérifiées, définitives, et immuables ⁵, sur lesquelles on se fonde pour affirmer que mes résultats expérimentaux sont contraires à toute l'expérience acquise dans le domaine de l'astronomie. *Ces lois, comme toutes les lois expérimentales, ne sont vérifiées qu'avec une certaine approximation.*

Précision des vérifications à la surface de la terre des postulats de la mécanique

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

$$T = 2\pi \sqrt{I / M g l}$$

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

 (4) Sur l'accélération séculaire du mouvement de la Lune voir tout particulièrement F. Tisserand, *Traité de Mécanique Céleste*, Tome III, *Exposé de l'ensemble des théories relatives au mouvement de la Lune*, Gauthiers-Villars, 1894, Chapitres XIII, XVIII et XIX. Voir également W.M. Smart, *Celestial Mechanics*, Longmans, 1953, Chapitres 17, 18 et 19.

(5) Ces lois si parfaites qu'Hegel avait cru devoir en donner une démonstration métaphysique, (*Philosophie de la Nature*, trad. Vera, I, p. 293, Parag. 270. Voir les commentaires qu'en a donnés Pareto, *Traité de Sociologie*, T.I., p. 269).

Ordre de grandeur des anomalies constatées dans le mouvement du pendule paraconique à support anisotrope

3- Ces chiffres sont intéressants à rapprocher de l'ordre de grandeur des anomalies que j'ai constatées. Cet ordre de grandeur est celui du trentième de l'effet de Foucault ⁶, et ce dernier est de l'ordre du trois millièmes de la pesanteur ⁷.

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

(6) § A.5.3 ci-dessus, p. 98.

(7) Les deux équations qui déterminent la précession de Foucault s'écrivent (§ B.2.3, Tableau IV, p. 126)

$$\begin{aligned} m'' + p^2 m &= -2 \omega \sin L n' \\ n'' + p^2 n &= 2 \omega \sin L m' \end{aligned} \qquad p^2 = g/l = 981/83 = 11,82$$

Comme on a

$$\vec{F} = M \vec{\gamma}$$

et que $\vec{\gamma}$ a comme composantes $l m''$, $l n''$, on voit que la force perturbatrice de Foucault a pour composantes

$$\begin{aligned} -2 \omega \sin L M l m'' \\ 2 \omega \sin L M l n'' \end{aligned}$$

dont l'ordre de grandeur est

$$2 \omega \sin L M l p \alpha \qquad p = 2 \pi / T = \sqrt{g/l}$$

où α est l'amplitude. On a ainsi

$$\frac{\text{Force de Foucault}}{\text{Pesanteur}} \# \frac{2 \omega \sin L M p l \alpha}{M g} = \frac{2 \omega \sin L p l \alpha}{g}$$

Dans le cas de mes expériences de Juin-Juillet 1955 (§ A.1 et A.4 ci-dessus)

$$\omega \sin L = 0,55 \cdot 10^{-4} \qquad l = 83 \text{ cm} \qquad p = 3,44 \qquad \alpha = 0,1$$

d'où

$$\frac{\text{Force de Foucault}}{\text{Pesanteur}} = \frac{2 \cdot 0,55 \cdot 10^{-4} \cdot 3,44 \cdot 83 \cdot 0,1}{981} = 3,20 \cdot 10^{-6}$$

Il résulte de là que l'ordre de grandeur des anomalies du pendule paraconique à support anisotrope, égal au trentième de l'effet de Foucault, est d'environ le trois-millième de la pesanteur.

Il convient d'ailleurs de souligner qu'en raison de leur structure périodique les anomalies constatées *sont nulles en moyenne*. Si donc des forces nouvelles doivent être considérées, les anomalies diurnes lunisulaires correspondantes ne jouent que dans le cadre du jour solaire, du jour sidéral ou du jour lunaire. Sur le plan astronomique du mouvement des planètes il faut donc leur faire correspondre des forces dont l'intégrale est nulle le long de la trajectoire d'une planète. Leur ordre de grandeur est donc bien comparable à l'ordre de grandeur avec lequel on peut penser que les lois de Képler sont vérifiées au cours d'une révolution planétaire ⁸.

Il en résulte que les anomalies mises en évidence ne sont nullement en contradiction avec les données antérieures de l'expérience ni à la surface de la terre, ni dans le domaine de l'astronomie.

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

3.- *L'hypothèse de l'anisotropie de l'espace d'inertie et ses implications*

L'explication des anomalies du pendule paraconique par une anisotropie de l'espace d'inertie

1- Dès 1955, j'ai pu montrer qu'une différence de l'ordre de 10^{-6} de la masse d'inertie dans deux directions rectangulaires pouvait expliquer les effets constatés ¹. En fait, en raison de leur petitesse, les effets d'une telle anisotropie de l'espace d'inertie ont pu parfaitement avoir échappé jusqu'ici aux observations des expérimentateurs.

Si je n'ai pas fait état de cette hypothèse dans mes *Notes* à l'Académie des Sciences de 1957 à 1959, c'était pour éviter de susciter l'opposition générale de tous les partisans de la Théorie de la relativité ². J'ai pensé, à tort, que les anomalies du mouvement du pendule paraconique, mises en évidence par mes expériences, se suffiraient par elles-mêmes, suivant en cela le principe de Planck ³ :

"La valeur scientifique d'expériences précises est indépendante de leur interprétation théorique".

A vrai dire, si on considère que la précision avec laquelle les lois actuelles de la gravitation sont vérifiées, soit avec une erreur relative de l'ordre de 10^{-6} , l'hypothèse de l'anisotropie de l'espace d'inertie paraît compatible avec toutes les données de l'observation ⁴.

Equations du mouvement du pendule paraconique dans l'hypothèse de l'anisotropie de l'espace d'inertie

2- On peut effectivement expliquer les ordres de grandeur des composantes lunisolaires périodiques constatées dans le mouvement du pendule

(1) Allais, 12 août 1955, *Mouvements Périodiques du Pendule Conique*, (12 p. avec quatre Annexes), p. 7.

(2) Voir ci-dessus la note (3) du § C.1.3 de l'*Introduction*, p. 57.

(3) Planck, *Initiations à la Physique*, 1941, Flammarion, p. 256.

(4) Voir ci-dessus § F.1.3.

paraconique à support anisotrope par une anisotropie de l'ordre de 10^{-6} de l'espace d'inertie engendrée par l'influence des astres ⁵.

• Le *Tableau XII* ci-dessous présente les relations essentielles relatives à une influence de l'anisotropie de l'espace d'inertie engendrée par l'influence des astres.

Il est supposé que la masse d'inertie M_i du pendule rapportée à sa masse pesante M_g est relativement augmentée de $1 + \varepsilon_i$ en valeur relative dans la direction de l'astre i . Le coefficient ε_i représente l'influence de l'astre i .

Les relations (1) et (2) du *Tableau XII* indiquent ce que deviennent les premiers membres des relations (5) et (6) du *Tableau IV* de la Section B.2 ci-dessus dans le cas où l'axe Om est orienté vers l'astre i . Ces relations équivalent aux relations (3) et (4) du *Tableau XII* où le second membre de l'équation (3) peut être considéré comme une perturbation.

A ces équations (3) et (4) correspond pour la trajectoire du pendule paraconique une ellipse pour laquelle les relations (5) et (6) définissent les variations ϕ' de l'azimut et β' du petit axe de l'ellipse ⁶.

Pour une orientation quelconque de l'azimut X_i de l'astre i les relations (5) et (6) sont remplacées par les relations (7) et (8).

L'astre i exerce une influence *directe* sur ϕ' représentée par la relation (7) et une influence *indirecte* sur ϕ' par l'intermédiaire de β' et de la précession d'Airy. En fait, l'influence directe est *relativement négligeable* par rapport à l'influence indirecte ⁷.

Formellement les relations (7) et (8) sont tout à fait analogues aux expressions de ϕ' et β' correspondant à la théorie actuelle de la gravitation ⁸. *Seuls les coefficients diffèrent.*

(5) La même explication vaut pour le pendule paraconique à support isotrope (voir ci-dessous *Chapitre II*, Section I).

(6) Allais, 1956, *Théorie du Pendule Paraconique*, Fascicule III, n° 1103, *Tableau II*, p. AI,6.

(7) Voir la note (11) du § B.2.5 ci-dessus, p. 122.

(8) Note (3) du *Tableau XII*.

Naturellement on peut définir une direction moyenne d'anisotropie de l'espace d'inertie en posant ⁹

$$(1) \quad \varepsilon \sin 2(X - \phi) = \sum \varepsilon_i \sin 2(X_i - \phi)$$

• Le *Tableau XIII* donne en première approximation les expressions de ϕ' et β' en tenant compte à la fois de l'effet de Foucault, de la précession d'Airy ¹⁰, de l'anisotropie du support ¹¹, et de l'anisotropie de l'espace d'inertie engendrée par les différents astres.

Les expressions (1) et (2) de ϕ' et β' du *Tableau XIII* permettent d'estimer l'ordre de grandeur de la variation de ϕ' correspondant à l'influence de la Lune (relations 3 et 4).

L'ordre de grandeur de la valeur observée ϕ'_0 de ϕ' a déjà été calculé dans le cas de la périodicité lunaire de 24 h. 50 mn et du pendule paraconique à support anisotrope ¹².

De l'égalité $\bar{\phi}'_t = \bar{\phi}'_0$ on déduit l'estimation $\varepsilon_1 = 0,20 \cdot 10^{-6}$ de ε_1 (*Tableau XIII*, relation 6).

On voit ainsi qu'on peut effectivement expliquer l'ordre de grandeur des composantes lunisolaires dans le mouvement du pendule paraconique par une anisotropie de l'ordre de 10^{-6} de l'espace d'inertie pour l'influence de chaque astre.

Effets de l'anisotropie de l'espace d'inertie

3- Plus l'anisotropie est marquée, et plus le plan d'oscillation du pendule tend à se rapprocher de la direction de l'astre considéré, l'effet de l'astre étant d'augmenter l'inertie dans la direction de cet astre.

(9) Sur ce qu'implique une telle relation voir le cas analysé de la relation (2) du § E.7.1 ci-dessus, p. 193.

(10) § B.2.3 ci-dessus, p. 120.

(11) Allais, 1956, *Théorie du Pendule Paraconique*, Tableau T1 de la *Note Annexe 28*.

(12) § B.2.6, p. 123.

Une action à distance est ainsi remplacée par une anisotropie locale de l'espace d'inertie ¹³.

• Si l'on compare les équations du mouvement du pendule correspondant à l'anisotropie de l'espace d'inertie aux équations correspondant à la théorie classique, on voit que l'effet correspondant à l'anisotropie de l'espace d'inertie est proportionnel au carré de l'amplitude et inversement proportionnel à la longueur du pendule, alors que l'effet correspondant à la théorie actuelle de la gravitation est bien proportionnel au carré de l'amplitude, mais qu'il est indépendant de la longueur du pendule ¹⁴.

Ainsi, suivant la théorie actuelle de la gravitation, l'influence des astres est indépendante de la longueur du pendule alors que dans l'hypothèse de l'anisotropie de l'espace d'inertie l'effet correspondant est d'autant plus marqué que le pendule est plus court ^{15, 16}.

(13) En réalité, le postulat de la propagation instantanée à distance des forces de gravitation ne saurait être retenu.

Depuis la représentation par Maxwell des actions locales par des tenseurs on est généralement arrivé à la conviction que les actions de gravitation se propagent, et qu'elles peuvent se représenter par des propriétés locales de l'espace (voir *Chapitre VI* ci-dessous).

(14) D'après le *Tableau XIII* (relation 7) l'effet correspondant à l'anisotropie de l'espace d'inertie est proportionnel à α^2/l alors que l'effet correspondant à la théorie actuelle de la gravitation est proportionnel à α^2 (*Tableau XIII*, note 2).

On peut ainsi expliquer pourquoi l'effet de Foucault est d'autant moins perturbé que le pendule est plus long.

Dans le cas du pendule de Foucault du Panthéon de 1852 la longueur du pendule était de 67 mètres et l'amplitude α des oscillations était de 0,06 radians (§ E.2.3 ci-dessus). Dans l'hypothèse de l'anisotropie de l'espace d'inertie l'effet théorique était ainsi d'environ 220 fois plus petit que dans le cas du pendule paraconique. On a en effet :

$$(0,06^2 / 67) / (0,1^2 / 0,83) = 1 / 224$$

Dans le cas considéré par Dejean de Fonroque (*Introduction*, § B.2.6, note 7 ci-dessus) le pendule était suspendu par un fil d'une longueur d'environ 1 mètre et l'amplitude initiale α des oscillations était de l'ordre de 45°, soit d'environ 0,785 radians, alors que dans le cas du pendule paraconique on a $l = 83$ cm et $\alpha = 0,1$ radian (environ 6°). Le rapport α^2 / l était ainsi d'environ 50 fois plus élevé que dans le cas de mes propres expériences $(0,78^2 / 100) / (0,1^2 / 83) = 51,2$.

(15) Des relations (1) et (2) du *Tableau XIII* et en posant $\lambda = 3 p \alpha / 8$, $\mu_3 = p^3 \alpha \sigma / 4$, $\mu_1 = p \varepsilon_1 / 2$ on déduit en première approximation la relation

$$(1) \quad \phi'' = \lambda [\mu_3 \sin 2(\Sigma - \phi) + \Sigma \mu_1 \sin 2(X_i - \phi)]$$

Les implications très intéressantes de cette équation différentielle du deuxième ordre seront examinées dans le *Deuxième volume* de cet ouvrage, *Chapitre I*.

.....

La détermination des coefficients d'anisotropie ϵ_i

4- Au regard des données très limitées dont on dispose actuellement la détermination précise des coefficients d'anisotropie ϵ_i en fonction des paramètres caractéristiques des astres et de leurs variations au cours du temps est tout à fait impossible 17.

(suite de la note 15)

La relation (1) peut s'écrire

$$(2) \quad \phi'' = \lambda f \sin 2(Y - \phi) \quad \lambda = (3/8) p \alpha - (3/8) \cdot 3,44 \cdot 0,1 = 0,129$$

en désignant par Y l'azimut du plan limite.

Dans le cas où l'azimut ϕ du plan d'oscillation est voisin de l'azimut du plan limite Y résultant de l'action conjuguée du support et des astres, l'équation (1) se réduit à l'équation différentielle linéaire

$$(3) \quad \phi'' + 2 \lambda f \phi = 2 \lambda f Y$$

Si Y(t) varie relativement peu au cours d'une expérience de 14 minutes = 840 secondes, l'intégrale générale de (3) est

$$(4) \quad \phi = Y + A \cos \Omega t + B \sin \Omega t \quad \Omega = \sqrt{2 \lambda f}$$

Pour les conditions initiales

$$(5) \quad \phi = \phi_0 \quad \phi' = -\omega \sin L \quad \text{pour } t = 0$$

l'équation (4) s'écrit

$$(6) \quad \phi = Y + (\phi_0 - Y_0) \cos \Omega t - \frac{\omega \sin L}{\Omega} \sin \Omega t$$

En tenant compte de l'effet de rappel de la suspension anisotrope, pour lequel on a comme ordre de grandeur $\mu_s = 10^{-6}$ (Note 6, p. 178, du § E.3.3 ci-dessus) on peut estimer (Deuxième volume de cet ouvrage, Chapitre I, Section B) que l'on a approximativement : $\mu = \sqrt{2} \mu_s = 1,41 \cdot 10^{-6}$, et par suite

$$(7) \quad \Omega = 0,611 \cdot 10^{-3} \quad \Theta = 2 \pi / \Omega = 10284'' \sim 2,86 \text{ heures}$$

Il résulte de là que l'azimut ϕ oscille autour du plan limite avec une période de l'ordre de 3 heures. Pour des expériences d'une durée de 14 minutes une telle oscillation n'a pas lieu et l'azimut ϕ du plan d'oscillation se rapproche de l'azimut du plan limite au cours de chaque expérience de 14 minutes.

(Voir également le calcul de la note 2 du § II.1.2 et le Tableau X du Chapitre II, p. 324-325).

Au cours d'une expérience de 14 minutes le troisième terme de la relation (6) correspondant à l'effet de Foucault donne un effet moyen

$$(8) \quad \overline{\phi'} = -\omega \sin L \overline{\cos \Omega t}$$

Comme la moyenne de $\cos \Omega t$ au cours d'une expérience de 14 minutes est plus petite que l'unité on a $|\overline{\phi'}| < \omega \sin L$.

(16) Sur les effets de l'anisotropie de l'espace d'inertie dans le cas du pendule paraconique à support isotope, voir le Chapitre II, Section I, ci-dessous, p. 320-325.

(17) Si on considère l'action respective du Soleil et de la Lune sur les composantes diurnes des azimuts du plan d'oscillation du pendule paraconique à support anisotrope et les données empiriques disponibles (Tableau II du § A.5 ci-dessus), on peut penser que les coefficients d'anisotropie du Soleil et de la Lune sont du même ordre de grandeur comme le sont les coefficients C_s et C_l correspondant à la théorie actuelle de la gravitation (§ B.2.5 ci-dessus, p. 123).

Tableau XII

INFLUENCE D'UN ASTRE i SUR L'AZIMUT ET LE PETIT AXE DE LA TRAJECTOIRE ELLIPTIQUE DU PENDULE PARACONIQUE DANS L'HYPOTHESE DE L'ANISOTROPIE DE L'ESPACE D'INERTIE

Notations

Axe Om = direction de plus grande inertie ¹

ϵ_i = coefficient de l'anisotropie induite par l'astre i ²

Equations différentielles en m et n

$$(1) \quad (1 + \epsilon_i) m'' + p^2 m = 0 \quad p^2 = g/l$$

$$(2) \quad n'' + p^2 n = 0 \quad \epsilon_i \ll 1$$

En première approximation

$$(3) \quad m'' + p^2 m = \epsilon_i p^2 m$$

$$(4) \quad n'' + p^2 n = 0$$

Solution

$$(5) \quad \phi_i' = \epsilon_i p \frac{\alpha \beta}{\alpha^2 - \beta^2} \cos 2\phi$$

$$(6) \quad \beta_i' = -\epsilon_i \frac{p}{2} \alpha \sin 2\phi$$

Axes Om , On quelconques ; Solution ³

$$(7) \quad \phi_i' = \epsilon_i \frac{p \alpha \beta}{\alpha^2 - \beta^2} \cos 2(X_i - \phi) \quad OX_i = \text{azimut de l'astre } i$$

$$(8) \quad \beta_i' = +\epsilon_i \frac{p}{2} \alpha \sin 2(X_i - \phi)$$

(1) Notations du § B.2.3 ci-dessus et du *Tableau IV* correspondant, p. 126.

(2) Le coefficient d'anisotropie ϵ_i est un coefficient sans dimension.

(3) Ces équations sont à comparer avec les équations déduites de la théorie actuelle de la gravitation universelle et correspondant à l'attraction d'un astre i (§ B.2.5, *Tableau VI*, ci-dessus, p. 128).

$$(1) \quad \phi' = \frac{1}{p} K_i \frac{\alpha \beta}{\alpha^2 - \beta^2} \cos 2(X_i - \phi)$$

$$(2) \quad \beta' = \frac{1}{2p} \alpha K_i \sin 2(X_i - \phi)$$

Tableau XIII

**EQUATIONS DU MOUVEMENT DU PENDULE PARACONIQUE
DANS L'HYPOTHESE DE L'ANISOTROPIE DE L'ESPACE D'INERTIE
ET DANS LE CAS D'UN SUPPORT ANISOTROPE**

Equations du mouvement (en première approximation)

$$(1) \quad \phi' = -\omega \sin L + \frac{3}{8} p \alpha \beta \quad p = \sqrt{g/l} = 3,44$$

$$(2) \quad \beta' = \frac{1}{4} p^3 \alpha \sigma \sin 2(\Sigma - \phi) + \sum_1 \frac{p}{2} \alpha \varepsilon_1 \sin 2(X_1 - \phi)$$

Ordres de grandeur des ε - Illustration dans le cadre de la Lune - Périodicité de 24h. 50mn.

Valeur théorique de la composante moyenne $\bar{\phi}'_{01}$ de $\bar{\phi}'$ au cours d'une expérience d'une durée $\Delta t = 14 \text{ mn} = 840 \text{ sec}$.

$$(3) \quad \bar{\phi}'_{01} = \frac{3}{8} p \bar{\alpha} \bar{\beta} \quad \bar{\alpha} = 0,1$$

$$= \frac{3}{8} p \bar{\alpha} \left[\frac{1}{2} \Delta t \frac{p}{2} \bar{\alpha} \varepsilon_1 \overline{\sin 2(X_1 - \phi)} \right]$$

$$= 9,32 \varepsilon_1 \overline{\sin 2(X_1 - \phi)}$$

$$(4) \quad \text{Ordre de grandeur de } \bar{\phi}'_{01} = 9,32 \varepsilon_1 \text{ rad./sec.}$$

Ordre de grandeur de la valeur moyenne observée ϕ'_{01} (§ B.2.6, p. 123)

$$(5) \quad \bar{\phi}'_{01} = 0,186 \cdot 10^{-5} \text{ rad./sec.}$$

Ordre de grandeur correspondant de ε_1 d'après (4) et (5)

$$(6) \quad \varepsilon_1 = 0,186 \cdot 10^{-5} / 9,32 = 0,20 \cdot 10^{-6}$$

D'après (1) et (2) l'effet de l'anisotropie de l'espace d'inertie sur ϕ'_1 est égal à 2

$$(7) \quad \left(\frac{3}{8} p \bar{\alpha} \right) \left(\frac{p}{2} \bar{\alpha} \varepsilon_1 \right) \frac{\Delta t}{2} \overline{\sin 2(X_1 - \phi)} = \frac{3}{16} \frac{g}{l} \bar{\alpha}^2 \varepsilon_1 \frac{\Delta t}{2} \overline{\sin 2(X_1 - \phi)}$$

(1) Les ——— indiquent qu'il s'agit des valeurs moyennes au cours de la durée $\Delta t = 14$ minutes = 840 secondes de l'expérience.

(2) D'après la théorie actuelle de la gravitation l'effet de l'attraction universelle sur ϕ'_1 est proportionnelle à

$$\left(\frac{3}{8} p \bar{\alpha} \right) \left(-\frac{1}{2p} \bar{\alpha} K_1 \right) = \frac{3}{16} \bar{\alpha}^2 K_1$$

(Tableau XII, note 3), et on a d'après la relation (7)

$$\left(\frac{3}{16} p^2 \bar{\alpha}^2 \varepsilon_1 \right) / \left(\frac{3}{16} \bar{\alpha}^2 K_1 \right) = \frac{g}{l} \frac{\varepsilon_1}{K_1}$$

G

**VUE D'ENSEMBLE
SUR MES EXPERIENCES SUR LE PENDULE PARACONIQUE
A SUPPORT ANISOTROPE
1954 - 1960**

1.- Signification et portée des expériences sur le pendule paraconique à support anisotrope

L'essentiel de l'analyse *nécessairement très sommaire* que je viens de présenter des anomalies du pendule paraconique à support anisotrope me paraît pouvoir être résumé ainsi qu'il suit :

1) Le mouvement du pendule paraconique dissymétrique à support anisotrope comporte des composantes périodiques d'une amplitude *statistiquement significative*, tout particulièrement des composantes périodiques, de périodes voisines de 24 h. et 24 h 50 mn, de l'ordre du trentième de l'effet de Foucault.

2) En particulier la composante lunaire diurne de 24 h. 50 mn ne peut être identifiée avec la composante périodique lunaire diurne résultant de la théorie de la gravitation *telle qu'elle peut être calculée* à partir du double principe de l'inertie et de l'attraction universelle et de la théorie des mouvements relatifs, *dont l'amplitude est environ vingt millions de fois plus petite* dans le cas du pendule paraconique à support anisotrope.

3) La structure périodique *très particulière* des phénomènes observés, résultant notamment de l'importance relative de l'amplitude de la périodicité lunaire de 24 h. 50 mn, *exclut totalement* toute explication à partir de l'un quelconque des phénomènes périodiques déjà connus qui ont été envisagés comme pouvant expliquer l'amplitude de la périodicité observée.

4) Mes analyses de 1954 à 1957 ont été confirmées de façon *éclatante et spectaculaire* par les résultats *semblables* obtenus lors des deux expériences *cruciales* réalisées en juillet 1958 à l'IRSID et à Bougival dans une carrière souterraine avec 57 mètres de recouvrement et à 6,5 km de distance de Saint-Germain.

5) En fait, les périodicités constatées, et tout particulièrement, la composante lunisolaire de 24 h 50 mn, *existent réellement*. Elles sont *totalement inexplicables* dans le cadre de la théorie actuelle de la gravitation. *Elles ne peuvent être considérées comme résultant de l'action directe ou indirecte d'aucun phénomène connu.*

6) Des anomalies ont été constatées lors des *deux éclipses totales de soleil* des 30 juin 1954 et du 2 octobre 1959. Elles sont *totalement inexplicables* dans le cadre de la théorie actuelle de la gravitation.

7) *Les effets observés, dont l'ordre de grandeur est de l'ordre du millionnième de la pesanteur¹, ne sont en fait incompatibles avec aucun des résultats expérimentaux antérieurement dégagés de l'expérience, car la précision avec laquelle ces résultats ont été obtenus ne dépasse précisément pas quelques millionnièmes.*

8) *Dans l'état actuel de la discussion les anomalies observées ne sont explicables qu'en envisageant l'existence de termes complémentaires dans les actions de gravitation. L'hypothèse la plus simple que l'on puisse retenir est celle d'une anisotropie de l'espace d'inertie.*

Naturellement, le fait qu'il soit possible d'expliquer les anomalies du pendule paraconique par une anisotropie de l'espace d'inertie *ne prouve pas* l'existence effective de cette anisotropie, mais il prouve que *tout se passe comme si l'espace d'inertie était anisotrope.*

9) Les anomalies constatées ne constituent pas des anomalies isolées. De nombreuses anomalies ont été constatées par ailleurs dans de nombreux phénomènes géophysiques, et il paraît probable, sinon certain, qu'elles procèdent *d'une seule et même cause².*

 (1) Comme il résulte du calcul de l'ordre de grandeur des ϵ_j (§ F.2.2 ci-dessus) et du calcul de la note (7), p. 204, du § F.2.3 ci-dessus.

(2) Voir tout particulièrement les déviations optiques des visées sur mires et sur colimateurs, les observations optiques d'Esclalongon, et les observations interférométriques de Miller (*Chapitres III et IV* ci-dessous).

Voir également les concordances de phase mises en évidence dans le *Chapitre V*, tout particulièrement dans le § E.1 de ce Chapitre.

2.- La publication de mes travaux

La publication de mes travaux sur le pendule paraconique à support anisotrope

1- En ouvrant un très large débat la diffusion de mes résultats expérimentaux à partir de 1956 et leur publication à partir de 1957 m'ont permis d'obtenir les crédits nécessaires à la poursuite de mes expériences.

Tout particulièrement l'impact de ma Conférence du 22 février 1958 à l'Ecole Polytechnique sous la présidence d'Albert Caquot m'a permis d'assurer le financement des expériences cruciales de juillet 1958 à Bougival et à Saint-Germain ¹.

Cependant, après ma Note du 9 février 1959 à l'Académie des Sciences sur l'influence de l'anisotropie du support ² il m'a été impossible de publier aucune autre Note, tout particulièrement sur la théorie du pendule paraconique. Il m'a été notamment impossible de publier cinq Notes que j'avais préparées, la première sur l'application du théorème de Bour au cas des mouvements terrestres, et les quatre autres sur l'application de la méthode de variation des constantes de Lagrange au calcul de l'influence de tous les facteurs intervenant dans le mouvement du pendule paraconique ³.

(1) Voir notamment les § B.2 et D.2 de l'*Introduction* ci-dessus.

On m'a beaucoup reproché (Henri Villat tout particulièrement) d'avoir fait ma Conférence du 22 février 1958 à l'Ecole Polytechnique, et dans sa lettre du 6 février 1958, Henri Villat n'hésitait pas à écrire que la discussion qui suivrait serait "absurde".

Que ma Conférence ait été organisée par le Cercle Alexandre Dufour avait même paru intolérable, et dans ma lettre à Albert Caquot du 18 février 1958 j'ai été amené à écrire :

*"Au cours de conversations privées récentes, le manque d'objectivité de mes adversaires est devenu incroyable. Ainsi, paraît-il, le fait que j'ai accepté de parler dans le cadre du Cercle Alexandre Dufour tendrait à compromettre mes propres thèses étant donné qu'il y a, parmi les membres du Cercle Alexandre Dufour, certaines personnes anti-relativistes et jugées par là-même anti-scientifiques.
"On se croirait revenu au temps de Galilée".*

(2) Voir l'*Introduction* ci-dessus, § B.2.7, note 8, p. 51.

(3) Voir l'*Introduction* ci-dessus, § B.3.2, note 2, p. 54.

L'opposition faite à la publication de mes travaux peut s'illustrer par les commentaires de Jean Leray, membre de la Commission de Mécanique de l'Académie des Sciences, dans sa lettre du 18 décembre 1960⁴.

La non publication de mes résultats sur le mouvement du pendule paraconique à support isotrope

2- En raison de la fermeture de mon laboratoire de l'IRSID en juin 1960 et des délais impliqués pour l'exploitation des observations de novembre-décembre 1959 et de mars-avril 1960, et du refus définitif de l'Académie de publier aucune Note de ma part à partir du 23 février 1960⁵, *je n'ai malheureusement pu publier aucun résultat correspondant au pendule paraconique à suspension isotrope*^{6, 7}.

(4) Lettre de Jean Leray du 18 décembre 1960 :

"Je continue à regretter que l'Académie ait publié quelques unes de vos Notes ; elle ne peut, sans se déconsidérer, poursuivre leur publication : des résultats expérimentaux, aléatoires parce que le frottement y joue un rôle prépondérant, sans intérêt parce que leur théorie n'est pas développée jusqu'à ses conclusions numériques, vous déduisez à coup de statistiques, des conclusions qui me semblent, à plus d'un de mes confrères et à moi-même, non justifiées, mais qui vous paraissent sensationnelles".

Voir ci-dessus § E.6, note 10, p. 192.

Le lecteur trouvera dans l'Annexe IA du *Deuxième volume* de cet ouvrage l'ensemble (combien édifiant !) de ma correspondance avec Jean Leray.

(5) Voir ci-dessus *Introduction*, § D.3.2, note 4, p. 71, et ci-dessous *Chapitre III*, § B.4, p. 331-340.

(6) Voir ci-dessus *l'Introduction*, § B.2.5, p. 49, et *Chapitre II* ci-dessous.

(7) J'avais cependant rédigé les 5 et 10 novembre 1959 deux *Notes* présentées par René Thiry et André Léauté qui n'ont malheureusement pu être publiées par l'Académie des Sciences : la première, *Pendule paraconique, Réalisation d'un support aussi isotrope que possible* (10 p.) ; la seconde, *Pendule paraconique à suspension isotrope. Détermination des variations au cours du temps des caractéristiques de la corrélation du mouvement avec l'azimut* (7 p.) (voir ci-dessous, *Chapitre II*, § B.1, note 1).

J'avais joint ces deux *Notes* à ma demande de crédits du 26 février 1960 adressée au Directeur du CNRS.

Dans ma nouvelle demande du 19 mai 1960 (restée sans suite) j'en avais fait de nouveau état ainsi que des premiers résultats de l'analyse des deux séries d'observations de novembre-décembre 1959 et mars-avril 1960 (Voir ci-dessous *Chapitre II*, Section D).

3.- Chronologie sommaire des expériences réalisées dans le cadre de l'IRSID. 1954-1960

- De février 1954 au 30 juin 1960 j'ai poursuivi mes expériences sur le pendule paraconique avec mes deux collaborateurs Jacques Bourgeot et Annie Rolland dans le cadre de mon laboratoire de l'IRSID.

C'est grâce à la décision de Pierre Ricard, alors *Président des Industries métallurgiques et minières*, d'une ampleur d'esprit tout à fait *exceptionnelle*, que j'ai pu disposer de ce laboratoire. Dès le départ j'ai reçu l'appui particulièrement compétent de René Dugas, auteur de deux très remarquables ouvrages sur l'histoire de la Mécanique ¹.

- Pour bien comprendre les conditions du déroulement de mes expériences, il me paraît indispensable d'en présenter ici la chronologie sommaire de 1953 à 1960. Elle se répartit en deux périodes : 1953-1959 et 1959-1960.

Période octobre 1953-février 1959

juillet 1953 : Décision de l'IRSID de me donner les moyens nécessaires pour mes recherches.

16 octobre 1953 : Installation de mon laboratoire de l'IRSID.

1^{er} février 1954 : Début des expériences sur le pendule paraconique.

4 juin-9 juillet 1954 : Réalisation de la première série d'observations mensuelles enchaînées du pendule paraconique. Anomalie observée lors de l'éclipse totale de soleil du 30 juin 1954.

16 novembre - 22 décembre 1954 : Réalisation de la deuxième série d'observations mensuelles enchaînées du pendule paraconique.

3 juin - 7 juillet 1955 : Réalisation de la troisième série d'observations mensuelles enchaînées du pendule paraconique.

15 septembre 1955 : Je considère comme *définitivement établie* l'existence de la composante lunisolaire de 24 h. 50 mn. avec une amplitude *totale*ment inexplicable dans le cadre de la théorie actuellement admise de la gravitation.

(1) Voir l'*Introduction* ci-dessus, § D.1, P. 64-65.

En juillet 1953 René Dugas avait été désigné comme *Conseil scientifique* par l'IRSID.

à partir de janvier 1956 : Très nombreuses visites du laboratoire par des personnalités extérieures.

6 septembre 1956 : Achèvement de la rédaction de mon mémoire, *Théorie du pendule paraconique* (441 p.).

15 février 1957 : Elaboration du test de périodicité pour les séries autocorrélées.

13 mai 1957 : Note à l'Académie des Sciences sur la généralisation du test de Schuster au cas des séries autocorrélées ².

13 novembre - 23 décembre 1957 : Cinq Notes à l'Académie des Sciences sur mes expériences sur le pendule paraconique ².

22 février 1958 : Conférence à l'Ecole Polytechnique "Faut-il reconsidérer les lois de la Gravitation ? Sur une nouvelle expérience de Mécanique", organisée par le Cercle Alexandre Dufour ³.

mars-avril 1958 : Installation d'un second laboratoire dans la carrière souterraine du Blanc Minéral de Bougival avec 57 mètres de recouvrement et à 6,5 km de distance de Saint-Germain avec l'aide du Centre National de la Recherche Scientifique et du Comité d'Action Scientifique de la Défense Nationale.

2-30 juin 1958 : Expériences préliminaires à Bougival et à Saint-Germain.

2 juillet - 1^{er} août 1958 : Expériences cruciales simultanées à Bougival et à Saint-Germain. Séries mensuelles enchaînées du pendule paraconique à support anisotrope, accompagnées des expériences de visées optiques à Saint-Germain.

3 novembre et 22 décembre 1958 : Deux Notes à l'Académie des Sciences sur les expériences de Bougival et Saint-Germain ².

19 janvier et 9 février 1959 : Deux Notes à l'Académie des Sciences sur l'influence de l'inclinaison de la surface portante et de l'anisotropie du support ².

Période mars 1959-juin 1960

24-25 septembre 1959 : Premières expériences avec le pendule paraconique à suspension isotrope.

(2) Voir ci-dessus *Introduction*, § B.2.7, p. 51.

(3) Voir ci-dessus *Introduction*, § B.2.9, p. 52.

28 septembre - 4 octobre 1959 : Expériences enchaînées parallèles avec la suspension isotrope et la suspension anisotrope. Observations de l'éclipse totale de Soleil du 2 octobre 1959.

20 novembre - 15 décembre 1959 : Deux séries d'expériences simultanées à l'IRSID avec la suspension isotrope et la suspension anisotrope.

7 novembre 1959 : Conférence à la Société des Ingénieurs Civils de France, "Faut-il reconsidérer les lois de la Gravitation ? Nouveaux résultats, Bilan et perspectives", organisée par le Cercle Alexandre Dufour³.

23 février 1960 : Refus par l'Académie des Sciences de publier ma Note sur les résultats de mes observations sur les déviations optiques des visées sur mires de juillet 1958⁴.

16 mars - 16 avril 1960 : Deux séries d'expériences simultanées à l'IRSID avec la suspension isotrope et la suspension anisotrope.

30 juin 1960 : Fermeture du laboratoire de l'IRSID.

- De 1954 à 1960 j'ai eu à faire face *seul* à un travail écrasant. Il m'a fallu tout à la fois concevoir et diriger les expériences ; calculer les appareillages utilisés ; diriger tous les calculs d'analyse numérique et les interpréter ; prendre connaissance de toutes les publications sur les recherches expérimentales et théoriques sur le pendule ; élaborer une théorie complète des mouvements du pendule paraconique, et tout particulièrement de leurs composantes lunisolaires ; analyser et approfondir toutes les contributions de la littérature sur la recherche des périodicités et élaborer un test approprié pour les séries temporelles autocorrélées ; et parallèlement assurer le financement des expériences, et faire à cet effet de multiples démarches⁵.

(4) Voir ci-dessus, *Introduction*, § D.3.2, p. 70-72, et ci-dessous *Chapitre III*, § B.4, p. 339-340.

(5) Dans ma "Note sommaire sur les recherches sur le pendule paraconique" du 15 janvier 1957 (24 p.), j'écrivais (p. 18-19) :

"Ce serait une très grave erreur que de sous-estimer la très grande difficulté des problèmes posés.

"L'étude théorique et expérimentale des phénomènes considérés nécessite une connaissance approfondie de disciplines très diverses (mécanique, géophysique, astronomie, statistique, et mathématiques), elle implique des expériences délicates, demandant beaucoup de temps et beaucoup de soin, elle nécessite enfin des calculs d'analyse souvent très longs et des calculs numériques dont certains seraient inaccessibles si on ne disposait pas de machines à calculer électroniques.

"Des recherches de ce genre nécessitent beaucoup de patience, voire d'acharnement, et de temps ! Dans un tel domaine, rien ne peut être fait dans la précipitation. S'il y a un enseignement qui s'est dégagé pour moi de ces trois années d'expériences, c'est bien celui-là".

Tout particulièrement, j'ai dû faire face à deux lacunes, en l'espèce *tout à fait essentielles*, de la littérature. Tout d'abord aucun auteur n'avait calculé l'influence du Soleil et de la Lune sur le mouvement du pendule. En second lieu aucun test de périodicité n'était disponible dans le cas des séries autocorrélées. C'était là deux questions *majeures et particulièrement difficiles* qu'il m'a fallu résoudre ^{6,7}.

• A la suite de ma Conférence du 22 février 1958 et avec l'appui de plusieurs membres de l'Académie des Sciences, dont Albert Caquot, Pierre Tardi, et Marie-Joseph Kempé de Fériet, il a été décidé de réaliser deux expériences cruciales en observant les mouvements de deux pendules paraconiques identiques, l'un à l'IRSID, l'autre à Bougival dans une carrière souterraine avec 57 mètres de recouvrement et à 6,5 km de distance ⁸.

Ces expériences cruciales ont eu lieu en juillet 1958 et *elles ont été couronnées d'un succès éclatant* ⁹.

La première période 1953-1958 a ainsi culminé avec les deux expériences cruciales de juillet 1958. *Paradoxalement, et malgré le succès éclatant de ces deux expériences cruciales j'ai dû faire face à une hostilité croissante et à des difficultés majeures de financement*. A la fin de 1959, faute de crédits, la décision a dû être prise de fermer les deux laboratoires de l'IRSID et de Bougival en juin 1960 ¹⁰.

(6) Voir ci-dessus *Introduction* § B.3.2, p. 54-55.

(7) Pendant toute cette période et parallèlement j'ai assuré mes enseignements d'économie à l'École Nationale Supérieure des Mines et à l'Institut de Statistique de l'Université de Paris, et publié de nombreux mémoires sur la dynamique monétaire, sur l'économie soviétique, sur la Communauté Européenne, et sur la recherche minière (voir *Autoportraits*, 1989, p. 127, 128, 135, 138, 140, et 141).

(8) Ces expériences ont été financées à la fois par le *Comité d'Action Scientifique de la Défense Nationale* et par le *Centre National de la Recherche Scientifique*. Auparavant j'avais présenté au CNRS le 9 octobre 1956 et le 5 avril 1957 deux demandes de financement qui avaient été rejetées.

(9) Voir ci-dessus *Section C*, § 4, p. 160-161.

(10) Le 4 avril 1956 la disparition prématurée de Pierre Ricard, puis le 15 juin 1957 celle de René Dugas, m'avaient privé de deux appuis extrêmement précieux, et à vrai dire *irremplaçables*.

Sans la disparition prématurée de Pierre Ricard il est certain que mes expériences auraient pu se poursuivre en 1960.

4.- Le coût des expériences

Du 1^{er} janvier 1954 au 30 juin 1960, c'est-à-dire pour environ six ans et demi, les dépenses impliquées par les expériences ont été relativement importantes.

En francs de l'époque ¹ les dépenses ont été approximativement les suivantes ² : 1954-1957 : 5 millions par an ; 1958 : 8 millions ³ ; 1959-1960 : 6 millions. Au total de 1954 à 1960 la réalisation des expériences a eu un coût d'environ 34 millions ^{4, 5}, dont environ 50 % pour les dépenses en personnel ⁶.

 (1) *Approximativement un million de francs de 1958 représente cent mille francs de 1966* (Je rappelle que le passage des anciens francs aux nouveaux francs en janvier 1959 s'est fait sur la base de 1 nouveau franc pour 100 anciens francs).

Dans ce qui suit les dépenses de janvier 1959 à juin 1960 sont évaluées en anciens francs.

(2) La rémunération de mes deux collaborateurs Jacques Bourgeot et Annie Rolland, représentait approximativement 2 millions par an. La rémunération en heures supplémentaires des agents de l'IRSID participant aux expériences continues a représenté environ 300.000 francs pour chaque série mensuelle.

(3) Dépenses correspondant aux deux laboratoires de Saint-Germain et Bougival.

(4) Sur ce total de 34 millions les dépenses en personnel ont représenté environ 17 millions dont 13 millions environ pour mes deux collaborateurs, et 4 millions environ pour la rémunération des autres observateurs pendant les séries d'observations continues et pour celle des vacances pour les travaux d'ordre mathématique de certains de mes élèves de l'Ecole des Mines et de l'Institut de Statistique de l'Université de Paris.

(5) L'ensemble de ces dépenses a été financé par l'*Institut de Recherche de la Sidérurgie* (IRSID) du 1^{er} octobre 1953 au 31 décembre 1956 et du 1^{er} janvier 1959 au 30 juin 1960.

Le *Comité d'Action Scientifique de la Défense Nationale* (CASDN) a assumé les dépenses du 1^{er} janvier 1957 au 31 décembre 1958.

Le *Centre National de la Recherche Scientifique* (CNRS) a contribué aux dépenses de 1958 pour une somme de 3.500.000 francs, et aux dépenses de 1959 pour une somme de 2.500.000 francs.

(6) Les estimations qui précèdent du coût des expériences sont tirées de mes quatre Notes : de septembre 1955, *Note sommaire sur les mouvements du pendule conique* (18 p.), p. 6 ; du 10 novembre 1956, *Note sommaire sur les travaux expérimentaux et théoriques effectués du 1^{er} octobre 1953 au 1^{er} octobre 1956 dans le cadre de l'Institut de Recherche de la Sidérurgie* (12 p.), p. 6-7 ; du 2 décembre 1957, *Recherches sur les mouvements du pendule paraconique* (6 p.), p. 4 ; et du 15 avril 1959, *Note sur l'état actuel des recherches et le financement des travaux* (3 p.), p. 2-3.

Au total l'ensemble des dépenses de 34 millions du 1^{er} janvier 1954 au 30 juin 1960 a été financé ainsi qu'il suit :

IRSID	18 millions	52,9 %
CASDN	10 "	29,4 %
CNRS	6 "	17,7 %

100,00 %

Ces dépenses se sont révélées de plus en plus difficiles à financer. La disparition prématurée de Pierre Ricard le 4 avril 1956 m'a privé d'un soutien *tout à fait essentiel*, et dès la fin de 1956 l'IRSID a multiplié ses pressions pour arrêter son soutien, et c'est le *Comité d'Action Scientifique de la Défense Nationale*, présidé par le Général Bergeron, puis par le général Guérin, qui du 1er janvier 1957 au 31 décembre 1958 a assuré pour l'essentiel le financement de mes expériences.

Si élevées qu'ont pu être les dépenses correspondant à mes expériences, leur rentabilité au regard des enjeux scientifiques était très élevée ⁷.

Au début de 1959, *et en raison précisément du succès total des expériences cruciales de juillet 1958*, le Comité d'Action Scientifique de la Défense Nationale (CASDN) a considéré que la preuve avait été apportée de l'existence effective et incontestable du phénomène jusqu'alors en discussion, que dès lors son action devait être considérée comme terminée, et qu'il revenait par conséquent au CNRS de prendre en charge la poursuite des expériences ⁸.

(7) Dans mon Mémoire d'octobre 1956 (10 p.) adressé au CNRS j'écrivais :

"Un phénomène nouveau a été mis en évidence et il est indéniable que les conséquences du point de vue de nos conceptions théoriques du monde physique peuvent en être très considérables ...

"L'étude systématique des phénomènes nouveaux a été dans le passé d'une extraordinaire fécondité ...

"Nous ne saurions d'ailleurs trop souligner que la poursuite de ces recherches ne présente plus actuellement de risque. L'existence du phénomène étudié est en effet certaine, et l'ordre de grandeur de la différence entre les effets observés et les effets calculés est non moins certaine ...

"A tout prendre, le montant global des crédits que nous demandons est relativement modeste vis-à-vis des résultats que l'on peut escompter. Comme dans tous les cas où il s'agit d'un phénomène nouveau, la rentabilité marginale des dépenses que l'on peut effectuer est certainement très grande, et il n'y a actuellement, à notre avis, aucune comparaison possible entre la rentabilité scientifique d'une dépense de 25 millions consacrée à l'étude des mouvements du pendule paraconique et la rentabilité scientifique d'une dépense marginale égale dans le domaine atomique".

(8) Dans mon Mémoire du 15 avril 1959 j'écrivais au CNRS :

"Dans l'état actuel de la discussion l'avis général de toutes les personnalités consultées est que mes recherches expérimentales doivent être poursuivies ...

"Mes recherches ont été financées jusqu'ici :

a) par l'Institut de Recherches de la Sidérurgie du 1^{er} octobre 1953 au 1^{er} janvier 1957,

b) par le Comité d'Action Scientifique de la Défense Nationale du 1^{er} janvier 1957 au 1^{er} janvier 1959,

c) par le CNRS à titre d'appoint en 1958 pour une somme totale de de 3.500.000 francs.

.../...

Sur ma demande de soutien le CNRS m'a indiqué le 27 juin 1960 qu'il ne pouvait prendre en charge le financement de mes recherches et il m'a renvoyé à un autre organisme ⁹. Au regard de la fermeture du laboratoire de l'IRSID le 30 juin 1960, il n'était malheureusement que trop évident que sans la caution scientifique d'une Commission compétente émanant à la fois de l'Académie des Sciences et du Centre National de la Recherche Scientifique le recours à une nouvelle procédure de financement était totalement irréaliste ¹⁰.

(suite de la note 8)

"L'intervention de l'IRSID a été une intervention de démarrage qui n'a été possible que grâce à la largesse de vue de M. Ricard, aujourd'hui décédé. Cette intervention ne pouvait se maintenir, car elle sortait du domaine de l'activité normale de l'IRSID.

"L'intervention du CASDN n'a eu lieu qu'à titre temporaire. En janvier 1956 le CNRS m'avait refusé tout crédit et devant cette situation le CASDN était intervenu sous la condition que son aide se limiterait au financement des recherches nécessaires pour faire la preuve de l'existence incontestable du phénomène.

"Cette preuve a été apportée par mes expériences de juillet 1958 poursuivies simultanément dans deux laboratoires à Saint-Germain et à Bougival à 6 km de distance, le second étant situé dans une carrière souterraine avec plus de 60 mètres de recouvrement de terrain. Ces expériences ont montré en effet que dans les deux laboratoires les phénomènes constatés ont une structure périodique comparable.

"Cette preuve ayant été apportée le CASDN a considéré son action comme terminée.

"C'est dès lors le CNRS seul qui a la possibilité de prendre en charge le financement de la poursuite de mes expériences".

(9) Dans sa lettre du 27 juin 1960 le Directeur général du CNRS m'écrivait :

"La Commission de mécanique générale à laquelle j'ai soumis votre demande a estimé que ce problème, qui nécessitera de très grosses dépenses, la dépasse et vous suggère de vous adresser au Comité Interministériel de la Recherche Scientifique, 68 rue de Bellechasse (Paris 7ème)".

(10) Il est hors de doute qu'un avis scientifique favorable m'aurait permis de trouver dans l'industrie les moyens financiers nécessaires.

Certes, on peut parfaitement comprendre que le CNRS n'ait pas disposé en tout ou en partie des moyens financiers pour poursuivre les recherches sur le pendule paraconique et les visées optiques sur mires, sous une forme ou sous une autre, à l'IRSID ou ailleurs, mais alors il aurait dû présenter *un avis scientifique motivé* sur l'intérêt de cette poursuite.

S'il y était opposé, il n'aurait pas dû s'abriter derrière le prétexte de l'importance des moyens financiers à engager et de son incapacité à y faire face ; il aurait dû justifier *explicitement* son avis défavorable.

En tout état de cause, et comme l'avaient expressément demandé différents membres de l'Académie des Sciences et de la Commission de Mécanique du CNRS, le CNRS aurait dû constituer et réunir une Commission chargée d'exprimer un avis, en s'éclairant de toutes les auditions souhaitables, dont la mienne. Au sein d'une telle Commission ses différents membres auraient pu exprimer *explicitement et d'une manière motivée* leurs positions respectives ¹¹.

(11) En fait, et au regard des discussions *approfondies* qui n'avaient cessé de se développer depuis le début de 1957, c'eût été là une tâche relativement facile (Voir ci-dessous § 3, p. 227-230).

5.- Des oppositions dogmatiques

De multiples objections et la propagation incessante de rumeurs

1- *Pour me permettre d'obtenir les ressources nécessaires pour la poursuite de mes expériences, il m'a fallu sans cesse en souligner le très grand intérêt scientifique, pourtant très évident à partir de 1956* ¹.

J'ai été constamment et fortement soutenu par certains membres de l'Académie des Sciences. Mais je n'ai cessé également d'avoir à faire face à de multiples objections, dont certaines totalement infondées, à des oppositions dogmatiques très puissantes, plus ou moins explicitées, à la propagation incessante de rumeurs mettant en cause la validité de mes expériences et de mes résultats ^{2, 3}.

(1) Dans mon *Mémoire du 10 novembre 1956* j'écrivais notamment :

"La mise en échec de la théorie actuellement admise de la gravitation présente manifestement un intérêt considérable.

Sans rien préjuger de l'explication qui pourra finalement être donnée du phénomène, il y a incontestablement un phénomène nouveau non expliqué et l'histoire tout entière de la physique est là pour témoigner de l'intérêt que peut présenter un tel phénomène.

Cet intérêt est d'autant plus grand que jusqu'ici l'histoire de la Mécanique Céleste n'a comporté que d'éclatants succès, les anomalies constatées ne constituant généralement qu'une fraction négligeable des phénomènes ...

"Un phénomène nouveau a été mis en évidence et il est indéniable que les conséquences du point de vue de nos conceptions théoriques du monde physique peuvent en être très considérables ...

"L'étude systématique des phénomènes nouveaux a été dans le passé d'une extraordinaire fécondité".

(2) Voir par exemple le § E.6 ci-dessus, p. 188-192.

Mes contradicteurs n'ont cessé de faire preuve tout à la fois d'une crédulité passive au regard des vérités établies et d'un scepticisme agressif en ce qui concernait mes propres travaux.

Comme je l'ai écrit dans mon mémoire de 1958, *Doit-on reconsidérer les lois de la gravitation ?* (p. 104) :

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

En fait, il m'était absolument impossible de répondre à des arguments dont il n'existait aucune rédaction précise. Il était certes très facile pour certains de répandre dans les couloirs le bruit que mes résultats ne reposaient sur rien, ou bien que l'interprétation que j'en donnais était de pure fantaisie. *Mais ils se gardaient bien de préciser ce point de vue d'une manière claire, sans équivoque, et publique, ce qui m'aurait donné la possibilité d'y répondre.*

Mes travaux et la Théorie de la relativité

2- Il est hors de doute que mes travaux ont été interprétés comme incompatibles avec la Théorie de la relativité.

- En décembre 1957 j'avais remis à Louis de Broglie ma *Note* du 4 novembre 1957 sur l'interprétation de la constance de la vitesse de la lumière ⁴, et le 24 avril 1958 je lui avais demandé que cette *Note* soit publiée dans les Comptes Rendus de l'Académie des Sciences.

Cette demande a été refusée par les deux secrétaires perpétuels R. Courier et Louis de Broglie dans leur lettre du 5 mai 1958 aux motifs suivants :

"Cette note qui s'appuie sur des travaux très contestables de M. Hély et qui ne semble pas conforme aux principes bien établis de la théorie de la relativité, ne nous paraît pas susceptible de faire l'objet de cette présentation".

 (3) Une lettre récente du 24 septembre 1996 envoyée à la Rédaction de "La Jaune et la Rouge" à la suite de mon article de septembre 1996, "*Les expériences de Dayton C. Miller 1925-1926 et la Théorie de la relativité*" montre que ces rumeurs très vivaces continuent à se propager.

(4) Voir l'Introduction ci-dessus, § B.3.3, note 3, p. 55, et ci-dessous Chapitre VI, § C.1, p. 510-514.

Cette Note généralisait l'équation d'Hély

$$(1) \quad \Delta\varphi - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} - \frac{2k}{c} \frac{\partial \varphi}{\partial t} - k^2 \varphi + 4\pi k \delta = 0$$

au cas de l'anisotropie de l'espace.

Ce texte était pour le moins étonnant, car comme je l'avais indiqué dans ma lettre du 24 avril : "*Les résultats dont fait état ma Note sont incontestablement nouveaux et leur exactitude mathématique est hors de doute*"⁵.

- Dans le *Résumé* joint à l'Invitation de ma Conférence du 22 février 1958 j'avais écrit :

"Les composantes lunisolaires anormales du mouvement du pendule paraconique semblent être en connexion avec les difficultés ou les anomalies rencontrées dans l'étude de nombreux phénomènes de mécanique, d'optique ou d'électromagnétisme et tendant à montrer l'existence d'une certaine anisotropie de l'espace (expériences de Michelson, Morley et Miller notamment). Si cette connexion devait se confirmer, elle aurait manifestement une importance considérable, car elle apporterait aux travaux de Miller un appui indirect tendant à confirmer leur validité".

Au regard de l'importance du résultat déclaré "*négalif*" de l'expérience de Michelson quant au fondement même de la Théorie de la relativité⁶, mon texte, relatif aux expériences de Miller, n'a pu que renforcer l'hostilité à mon égard de tous les membres de l'Académie des Sciences qui étaient convaincus de la totale validité de la Théorie de la relativité⁷.

Des positions non scientifiques

- 3- Dans toutes les discussions qui se sont poursuivies à partir de 1956 au sein de l'Académie des Sciences et du CNRS il était *tout à fait compréhensible*, et à vrai dire *tout à fait justifié*, que l'on soit sceptique *au premier abord* devant des expériences mettant en cause une théorie de la gravitation sans cesse vérifiée depuis des siècles.

(5) La position de Louis de Broglie était en fait *d'autant plus étonnante* qu'elle était en *contradiction flagrante* avec la citation d'un de ses écrits que j'ai placée en tête de ce volume avant son *Sommaire* (p. 7 ci-dessus).

En fait, le travail d'Hély que j'utilisais se réduisait à un pur théorème de mathématiques dont la validité était incontestable.

(6) Voir *Chapitres IV et VII* ci-dessous. Voir également mon article d'août-septembre 1996 de la revue polytechnicienne, La Jaune et la Rouge, *Les Expériences de Dayton C. Miller 1925-1926 et la Théorie de la Relativité*. Cet article et mes réponses au *Courrier des Lecteurs* sont reproduits dans l'*Appendice H* du *Deuxième Volume* de cet ouvrage (p. 31 ci-dessus).

(7) Voir encore, et notamment, la note 1 du § G.2.1 ci-dessus, p. 215.

Il était *tout à fait compréhensible*, et *tout à fait légitime*, que tant que subsistaient des incertitudes sur la réalité des anomalies observées, les autorités scientifiques responsables aient pu refuser de financer des expériences coûteuses.

Mais il était *tout à fait inadmissible* qu'on nie tout en bloc *a priori*, qu'on refuse d'examiner les analyses présentées en se fondant sur des jugements préconçus, sur des préjugés, et sur des "*vérités établies*".

Au regard de mes résultats expérimentaux j'avais ramené toutes les discussions à trois questions fondamentales : - la première, *les périodicités diurnes lunisolaires mises en évidence existaient-elles réellement ?* ; - la seconde, *ces périodicités et leurs amplitudes étaient-elles explicables dans le cadre de la théorie admise de la gravitation ?* ; - la troisième, *ces périodicités pouvaient-elles s'expliquer à partir d'autres phénomènes connus ?* ⁸.

En fait, personne n'a été capable de présenter des objections valables à mes trois réponses *totalelement affirmatives* à ces trois questions fondamentales : - *les périodicités considérées existent réellement* ; - *elles sont totalement inexplicables dans le cadre de la théorie actuellement admise de la gravitation* ; - *elles ne peuvent se ramener à des phénomènes connus*.

Autant la contestation péremptoire et en bloc de la validité de mes expériences était forte et sans cesse renouvelée, autant mes adversaires se sont révélés incapables de présenter des objections *précises, motivées, et publiques* sur ces trois questions fondamentales ⁹.

Ce qui aurait été raisonnable, c'eût été d'examiner objectivement, *dans le cadre de discussions contradictoires*, la validité, ou non, de mon argumentation sur mes trois réponses. Mais à aucun moment la possibilité ne m'a été donnée de me faire entendre.

(8) Section B ci-dessus, p. 102-141.

(9) Une seule exception : celle de la Note de Jean Goguel du 21 avril 1958 à l'Académie des Sciences immédiatement réfutée par les expériences cruciales de juillet 1958 (voir ci-dessus § C.2.3, note 7, p. 148).

En 1959 la Commission de Mécanique du CNRS avait proposé au Directoire du CNRS de réunir une Commission formée de personnalités indépendantes et compétentes. Pour moi cette Commission aurait eu l'immense avantage de constituer un tribunal qui puisse enfin m'entendre et juger de la validité ou non de mes expériences sur des critères uniquement scientifiques.

Jean Coulomb, directeur général du CNRS, m'avait adressé le 13 mai 1959 une lettre m'avisant de la constitution de cette Commission ¹⁰. Mais finalement, à ma connaissance et pour des raisons que j'ignore, cette Commission n'a pas été constituée par le Directoire du CNRS ¹¹.

(10) Voici le texte de la lettre du 13 mai 1959 de Jean Coulomb :

*"Mon Cher Collègue,
"La Commission de Mécanique a examiné vos demandes mais n'a pas cru devoir prendre une décision immédiate. Elle a demandé à être éclairée par une Commission de spécialistes.
"Monsieur Pères m'a adressé la liste des membres de cette Commission et je fais aussitôt le nécessaire pour les convoquer.
"Je regrette comme vous ces retards et vous prie de croire, mon Cher Collègue, à mes sentiments dévoués.*

(11) Le mieux me paraît de reproduire ici le passage de ma Conférence du 7 novembre 1959 où j'ai donné quelques indications sur la constitution envisagée de cette Commission d'information, les seules qui m'étaient parvenues :

*"Après des mois et des mois de discussions, et à la suite du Rapport d'un des membres de la Commission de Mécanique du CNRS qui est ici présent et que je remercie d'avoir bien voulu venir aujourd'hui, la Commission de Mécanique a proposé au Directoire du CNRS de constituer une Commission formée de personnalités indépendantes, en l'espèce les membres de l'Académie des Sciences qui s'intéressent à cette question.
"La Commission de Mécanique du CNRS est formée de personnalités compétentes. Elle se rend compte de la grande difficulté du sujet ...
"Je suis revenu des Etats-Unis quelques jours avant la réunion du Directoire. J'ai rencontré deux personnalités dont le poids était décisif dans l'affaire. L'une qui a un poste élevé dans le CNRS m'a dit : "J'ai toujours été partisan de cette Commission". Elle m'a envoyé une aimable lettre en mai. L'autre a une situation élevée dans l'Université. Toutes deux m'ont dit la veille de la réunion du Directoire : "Nous allons constituer cette Commission et la seule question qui a été débattue a été de savoir qui y participerait.
"Le lendemain une décision négative a été prise. Un crédit de 2.500.000 francs m'a été accordé étant entendu qu'il constituait le dernier financement du CNRS".*

En fait et comme je le soulignais dans ma Conférence du 7 novembre 1959 :

"La non constitution de cette Commission est quelque peu étrange. Elle équivaut à un refus de s'informer. Que penserait-on d'un Tribunal qui jugerait sans appel, sans requête, sans instruction, et qui refuserait toute enquête ?

"Je demande instamment que cette Commission puisse être constituée, que je puisse être entendu et jugé. Le déni de justice est ce qu'il y a de plus difficile à supporter, et je proteste ici publiquement contre une attitude qui me paraît antiscientifique, savoir le refus délibéré de s'informer".

En tout état de cause il était pour le moins anormal que des Notes présentées par des membres de l'Académie des Sciences puissent être purement et simplement refusées sans que les motifs en soient explicitement précisés.

6.- Une décision scientifiquement incompréhensible. L'arrêt total des expériences après le plein succès des expériences cruciales de juillet 1958

A la fin de 1959, faute de tout soutien financier, la décision a été prise de fermer mon laboratoire de l'IRSID le 30 juin 1960.

Avec le recul du temps cette décision apparaît aujourd'hui scientifiquement incompréhensible, et à vrai dire tout à fait inadmissible.

Un phénomène nouveau avait été mis en évidence. Pour tester sa validité il avait été décidé de réaliser deux expériences cruciales. Ces expériences cruciales avaient confirmé de manière éclatante l'existence des anomalies constatées, totalement inexplicables dans le cadre des théories admises ^{1, 2}.

(1) *Aucune personnalité compétente n'avait mis en doute l'impossibilité d'expliquer l'amplitude des périodicités constatées, tout particulièrement celle de 24 h. 50 mn., dans le cadre des théories admises.*

Pour ne prendre qu'un exemple, lors de sa visite de mon laboratoire de l'IRSID en novembre 1956, Joseph Péres, membre de l'Académie des Sciences, avait exprimé son total accord sur cette impossibilité. Quant à l'existence réelle des périodicités constatées il avait été très fortement impressionné par les résultats obtenus (voir le compte rendu de cette visite dans ma Note du 30 novembre 1956, *Note sur les mouvement du pendule paraconique pour M. Caquot*, (3 pages).

D'ailleurs, à aucun moment, aucun spécialiste de la théorie de la gravitation n'avait contesté le calcul de l'ordre de grandeur des amplitudes des composantes périodiques lunisolaires que j'avais publié dans ma Note du 16 décembre 1957 à l'Académie des Sciences, *Théorie du pendule paraconique et influence lunisolaire*, représenté respectivement pour la Lune et le Soleil, en unités C.G.S. par les coefficients

$$C_1 = g \frac{M_1}{M_t} \frac{r_t^2}{d_1^3} = 0,862.10^{-13} \qquad C_2 = g \frac{M_2}{M_t} \frac{r_t^2}{d_2^3} = 0,396.10^{-13}$$

et ce n'était pourtant pas le désir de me contredire qui avait manqué à mes adversaires.

(2) Dans sa lettre de mai 1959 à Werner von Braun, directeur de la *National Aeronautics and Space Administration*, le général Paul Bergeron, ex-Président du *Comité d'Action Scientifique de la Défense Nationale*, écrivait :

"Avant de vous écrire, j'ai jugé nécessaire de me rendre aux deux laboratoires du Professeur Allais (dont l'un situé à 60 mètres sous terre) accompagné d'éminents spécialistes - dont deux professeurs à l'Ecole Polytechnique. Au cours d'une discussion de plusieurs heures, aucune cause d'erreur importante n'a pu être trouvée, ni aucune tentative d'explication résistant à l'analyse.

"Je crois d'ailleurs devoir vous signaler qu'au cours de ces deux dernières années, plus de dix membres de l'Académie des Sciences et plus de trente personnalités éminentes, spécialistes à des titres divers de la gravitation, sont venus visiter, soit son laboratoire de Saint-Germain, soit son laboratoire souterrain de Bougival.

"Des discussions approfondies ont eu lieu, non seulement à ces occasions, mais également à plusieurs reprises dans divers milieux scientifiques, notamment à l'Académie des Sciences et au Centre National de la Recherche Scientifique. Aucune d'entre elles n'a pu jusqu'ici mettre en évidence une explication quelconque dans le cadre des théories actuellement admises".

Ces expériences cruciales avaient balayé toutes les objections présentées. *Incontestablement de nouvelles perspectives étaient ouvertes, car il était définitivement établi que certains des postulats fondamentaux de la théorie de la gravitation se trouvaient infirmés par les données de l'expérience.*

Cependant, au lieu de poursuivre les recherches, on décide de tout arrêter. Au lieu de continuer des expériences *désormais sans risque*, puisque l'existence du phénomène avait été établie, *les autorités scientifiques responsables cessent d'assurer tout financement.*

Comment expliquer une décision *aussi absurde* alors que cette même année 1959, sur la recommandation de Werner von Braun, directeur de la National Aeronautics and Space Administration, l'*Institute of the Aeronautical Sciences* avait décidé de traduire et de publier dans sa revue *Aerospace Engineering*, la version anglaise de mon mémoire de 1958, *Should the Laws of Gravitation be Reconsidered ?* ; et alors que cette même année la *Gravity Research Foundation* américaine m'avait discerné un prix pour mes expériences sur le pendule paraconique, et qu'en France j'avais reçu le *Prix Galabert* de la Société française d'Astronautique !

Comment expliquer une telle décision alors que des membres éminents de l'Académie des Sciences considéraient que mes recherches devaient être poursuivies et qu'ils n'avaient jamais cessé de m'apporter leur appui ? ³ .

 (3) Dans ma Note du 15 avril 1959 destinée au CNRS, *Note sur l'état actuel des recherches et le financement des travaux du Professeur Allais*, je pouvais écrire :

"MM. Caquot, Cot, Darrieus, Kampé de Fériet, Leauté, Perard, Roy, Tardi, Thiry, membres de l'Académie des Sciences, pensent tous que mes recherches doivent être poursuivies. Il en est de même des personnalités scientifiques très nombreuses qui ont visité mes laboratoires et dont certaines feront sans doute partie demain de l'Académie des Sciences".

La raison sans doute en est la domination aveugle de forces obscures et fanatiques, toujours aussi actives, toujours aussi efficaces, toujours aussi incompetentes ⁴, à toutes les époques pour assurer la domination des "vérités établies" et s'opposer aux progrès de la science ^{5, 6}.

Cette opposition à tout progrès reste probablement aujourd'hui aussi forte qu'elle l'était hier ⁷, et je ne puis me faire aucune illusion sur l'accueil qui sera fait aujourd'hui au présent ouvrage, tant toute expression dissidente apparaît intolérable, dès qu'elle heurte les "vérités établies" ^{8, 9}.

(4) Dans sa lettre déjà citée du 1^{er} juin 1960 (§ E.6.9, note 10, p. 192 ci-dessus) Jean Leray affirmait doctoralement :

"Les pendules de Foucault modernes fonctionnent d'ailleurs sans frottement, sans liaison aucune : ce sont les satellites artificiels".

Une telle assertion mérite assurément de figurer en bonne place dans une anthologie des sottisiers des mandarins de la science.

On peut réellement se demander par quelle aberration une telle sommité a pu être élue à la *Section de Mécanique* de l'Académie des Sciences, domaine dans lequel elle n'avait manifestement aucune compétence.

(5) Voir le *Chapitre IX* ci-dessous, p. 659-674.

Sur mes expériences, Louis Rougier a pu écrire en juillet 1959 (*Scandale à Polytechnique*) :

"Ce que l'on subodore en lui, ce sont des idées révolutionnaires, remettant en question des postulats considérés comme des dogmes par certains des membres de l'Académie des Sciences".

Le mémoire de Louis Rougier est reproduit dans l'*Annexe I D* du *Deuxième volume* de cet ouvrage.

(6) L'enterrement de mes expériences sur le pendule paraconique à support anisotrope a été tout à fait semblable à l'enterrement des expériences de 1925-1926 de Miller et de son mémoire de 1933 (*Chapitre IV* ci-dessous) dont j'écrivais dans mon mémoire de 1958, *Doit-on reconsidérer les lois de la gravitation ?* (p. 102, note 38) :

"L'enterrement pur et simple du mémoire de Miller (de 1933) me paraît un des scandales de la physique contemporaine".

(7) En ce qui me concerne on a pu faire circuler à nouveau en 1959 des rumeurs au sein même de l'Académie des Sciences sur mes expériences sur le pendule paraconique tendant à les déconsidérer.

(8) Sur ces positions dogmatiques et aveugles voir le *Chapitre IX*, p. 659-674, et le *Chapitre X*, p. 685-689 ci-dessous.

(9) Le climat qui existait en 1959 est aujourd'hui *difficilement imaginable*.

Avant ma Conférence du 7 novembre 1959 à la Société des Ingénieurs Civils de France des personnalités autorisées et bienveillantes dont le jugement était bon m'avaient dit : *"Si vous dites la vérité, vous êtes perdu ; vous allez susciter contre vous des hostilités qui ne désarmeront jamais"*.

(Ma Conférence du 7 novembre 1959).

Certes, les exemples sont *innombrables* d'erreurs commises par les autorités scientifiques à toutes les époques, mais dans le cas de mes expériences sur le pendule paraconique, couronnées de *manière spectaculaire* par les expériences cruciales de juillet 1958, refuser l'évidence, *une évidence décisive et éclatante*, était et reste particulièrement choquant.

Aujourd'hui, et après les quelque trente-huit années qui se sont écoulées depuis la publication en 1958 par *Perspectives X* de mon Mémoire, "*Doit-on reconsidérer les lois de la Gravitation*", je ne puis que confirmer ce que j'écrivais à la fin de ce Mémoire rédigé avant les expériences cruciales de juillet 1958 ¹⁰ :

"Mes conclusions, je les avance dans la pleine connaissance des objections qui m'ont été faites de façon explicite et précise et dont j'ai procédé à un examen approfondi. A ce jour aucune de ces objections ne s'est révélée comme pouvant être retenue.

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

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

 (10) p. 104. Mes commentaires du début de 1958 témoignent de l'hostilité à laquelle j'ai été confronté dès la publication de mes premières Notes à l'Académie des Sciences en 1957.

"Mais s'il est scientifique d'adopter une attitude prudente et sceptique, il ne l'est pas de condamner sans entendre. Il ne l'est pas non plus de condamner en bloc sans dire sur quel point exact on n'est pas d'accord

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

En tout cas je ne suis pas de ceux qui s'inclinent devant l'ignorance et le fanatisme, et je ne puis que tenir compte ici de la mise en garde d'Auguste Lumière ¹¹ :

"Une vérité nouvelle n'est admise quels que soient les arguments probants sur lesquels on la fonde, qu'au bout de temps très longs qui se comptent souvent par vingt ou trente années.

"Tous ceux qui ont abandonné la lutte en faveur de leurs idées d'une façon précoce, ont vu sombrer leurs conceptions dans l'oubli".

(11) Auguste Lumière, 1942, *Les Fossoyeurs du Progrès. Les Mandarins contre les Pionniers de la Science*, p. 347.