

Déplacements dans l'espace-temps[©]

Les tenseurs de torsion et
l'unification des champs électromagnétiques
avec les forces de gravité

"L'expérience de Philadelphie" de 1943

Symposium Tesla à Colorado Springs en 1994

"L'œuf de Christophe Colomb de Tesla"

document élaboré par K.L. Corum , J.F. Corum et J.F.X. Daum
et par

"Anonymous, Ph.d's." qui souhaite rester anonyme.

*Traduction du texte complet, mise en forme et saisie des équations : Jacky Kozan
Décembre 2022*

© - Ce document fait l'objet d'un copyright au nom de Jacky Kozan pour l'Académie d'Ufologie ; dépôt en date du 29 décembre 2022.

Symposium Tesla

1994

Colorado Springs

"L'œuf de Christophe Colomb, de Tesla"

Les champs rotatifs et les courants polyphasés

La furtivité radar des navires,

La théorie des champs unifiés

Le tenseur de torsion

Les phénomènes gyromagnétiques

La discontinuité du temps

Les détails techniques de "l'expérience de Philadelphie" de 1943.

USS Eldridge – DE 173

Déplacements dans l'espace-temps[©]

Les tenseurs de torsion et l'unification
des champs électromagnétiques avec les forces de gravité

Table des matières

L'expérience de Philadelphie en 1943.....	7
Pourquoi Tesla ?.....	9
Courants polyphasés et champs magnétiques rotatifs.....	10
Les réflexions de Tesla sur les radars et les navires enroulés dans des bobines de fil métallique.....	12
Historique de la furtivité électromagnétique.....	15
Tesla propose le concept de radar en 1900.....	15
Sommerfeld sur la furtivité électromagnétique pendant la Seconde Guerre mondiale.....	15
La furtivité des bateaux par rapport aux radars.....	18
Matériaux ferromagnétiques absorbant les ondes radars.....	18
<i>Camouflage radar par polarisation magnétique.....</i>	<i>19</i>
<i>Spécifications électriques.....</i>	<i>21</i>
Paramètres.....	21
Exemple.....	21
<i>Vérification expérimentale en laboratoire à petite échelle.....</i>	<i>29</i>
1) Modification du RCS.....	29
2) Déplacement de l'eau salée.....	29
"L'expérience de Philadelphie" et la furtivité aux radars.....	30
La plateforme expérimentale.....	31
<i>Informations pratiques sur les destroyers d'escorte.....</i>	<i>31</i>
<i>Installations de démagnétisation à bord des navires.....</i>	<i>32</i>
Corrélation avec le livre de Moore-Berlitz.....	34
<i>"L'expérience de Philadelphie".....</i>	<i>34</i>
<i>Amplification résonnante.....</i>	<i>35</i>
Conséquences observables.....	36
Effets phénoménologiques.....	37
<i>Magnétohydrodynamique à basse fréquence dans l'eau salée :.....</i>	<i>37</i>
1 - Brouillard et brume verte.....	37
2 - Une cavité dans l'eau.....	37
3 - Conditions instables.....	38
4 - Grincement et bourdonnement acoustiques :.....	39
Effets biologiques (physiologiques).....	40
<i>Qu'en est-il des motifs Purkinji ?.....</i>	<i>41</i>
Pourquoi refuse-t-on de reconnaître "l'expérience de Philadelphie".....	42

Conjecture du tenseur de torsion.....	43
Spin, torsion et un espace-temps froissé.....	44
Relation entre les phénomènes gyromagnétiques et la production de torsion.....	44
La torsion et l'objet non holonomique.....	45
Le Spin.....	50
<i>Le spin en mécanique quantique.....</i>	50
<i>Une brève histoire des applications réussies de la théorie des champs unifiés.....</i>	52
<i>Spin et magnétisme.....</i>	57
La torsion.....	59
<i>La torsion et le champ électromagnétique.....</i>	59
<i>Une expérience sur l'effet Sagnac.....</i>	60
<i>L'effet Aharonov-Bohm.....</i>	61
<i>Une expérience de torsion d'Aharonov-Bohm.....</i>	65
<i>Spéculations sur la torsion et les discontinuités temporelles.....</i>	66
Questions sans réponses.....	67
Conclusions.....	68
Annexe 1.....	69
Impédance de surface pour une dalle plane ferromagnétique.....	69
Le tenseur de perméabilité anisotrope ferromagnétique.....	69
<i>Ondes électromagnétiques dans un milieu ferromagnétique anisotrope.....</i>	74
<i>Le tenseur d'impédance de surface anisotrope.....</i>	78
Annexe 2.....	80
Un modèle électrique pour le DE 173.....	80
Pilote à bobine résonnante de série A.....	81
L'amplificateur de courant anti-résonant *.....	82
Amplification du courant de résonance.....	84
Impraticabilité de cette approche de la furtivité.....	86
Annexe 3.....	87
Quelques informations utiles.....	87
Annexe 4.....	88
L'expérience de Philadelphie : Quelques points en suspens.....	88
<i>Camouflage par radar à polarisation électrostatique.....</i>	88
<i>Le rôle de T. Townsend Brown.....</i>	89
.....	90
Quelle version de la théorie des champs unifiés d'Einstein doit-on utiliser ?.....	90
<i>La source de l'idée.....</i>	90
<i>Quelques informations sur le contexte.....</i>	91
Théories des champs unifiés d'Einstein.....	92
<i>La recherche d'expériences sur la théorie des champs unifiés.....</i>	98
<i>par Einstein dans les années 1920.....</i>	98
<i>Pourquoi ces théories des champs unifiés présentent-elles un intérêt aujourd'hui ?.....</i>	99
Modifier les force de gravitation - voyager dans le temps.....	99
Annexe 5.....	100
Principaux articles sur la théorie des champs unifiés rédigés par Einstein au cours de la période 1925-1930..	100
Annexe 6.....	102
Références.....	102
Références de l'annexe 4 ajoutée le 28 mars 1997.....	111

**"L'œuf de Christophe Colomb de Tesla", la furtivité radar,
le tenseur de torsion et "l'expérience de Philadelphie".**

Symposium Tesla 1994 à Colorado Springs

par

K.L. Corum , J.F. Corum Ph.D***

et

*J.F.X. Daum Ph.D****

"Pouvons-nous apprendre à penser en 4 dimensions ? Ceci et le temps négatif impliquent des rêves les plus fous sans aucun appui pour l'instant de tout ce que nous voyons ou enregistrons sur nos délicats instruments."

*Vannevar Bush
2 Mars 1967*****

*"Messieurs, nous sommes confrontés à une crise telle que le monde n'en a jamais connue et jusqu'à ce que la situation s'éclaircisse, la meilleure chose que nous puissions faire est de concevoir un plan pour vaincre les sous-marins, et c'est ce que je fais maintenant.
(Applaudissements)"*

Minutes de la 7ème Médaille Edison de l'AIEE
Présentation de Nikola Tesla 18 mai 1917

* Corum and Associates Inc. P.O. Box 761 Campton NH 03323
** Battelle 505 King Ave. Columbus Ohio 43201-2693
*** 340 Leighton Ct. Westerville OH 43081
**** Bush V. Science Is Not Enough Morrow and Co. 1967 pg. 168.

Résumé

Dans cet article nous suivons le fil qui mène de la démonstration de "l'Œuf de Colomb" en rotation de Tesla, en passant par sa proposition d'une grande hélice rectangulaire disposée autour de la coque d'un navire, pour la détection des sous-marins jusqu'à la discussion d'Arnold Sommerfeld sur les ferrites à polarisation magnétique créant une furtivité électromagnétique pour les sous-marins de la Seconde Guerre mondiale. Par calcul le champ magnétique nécessaire pour réduire la réflexion radar d'un navire à moins de 1 % à la bande L (1,5) GHz est supérieur à 15 000 A/m. Des champs de cet ordre de grandeur semblent répondre aux exigences d'une "expérience de Philadelphie". Des champs aussi intenses créeraient de la brume verte et des cavités dans l'eau salée ainsi que des magnétosphères et des motifs Punkinje chez l'homme en particulier s'ils sont appliqués à des fréquences comprises entre 10 et 125 Hz comme c'était le cas des générateurs synchrones des navires à propulsion électrique de la Seconde Guerre mondiale. Nous concluons qu'avec les connaissances disponibles le DSRB (sous Vannevar Bush) aurait eu tort de ne pas mener une telle expérience.

Enfin nous présentons une spéculation sur les bifurcations temporelles. En supposant l'hypothèse de Hehl que les tenseurs de torsion de Cartan localisés sont générés par le spin ferromagnétique nous proposons deux expériences physiques qui distinguent l'anisotropie temporelle provenant de la non holonomie (l'effet Sagnac) de celle provenant de la torsion de la version 1929 du champ unifié (le "collecteur froissé" d'Eddington).

Avis de non-responsabilité

Cet article est unique parmi nos publications tant sur Tesla que sur les aspects conventionnels de l'électromagnétisme et de la relativité. À cet égard il est partiellement spéculatif. (Et en partie seulement puisque nous faisons état de certaines de nos découvertes expérimentales qui peuvent être vérifiées par un examen indépendant en laboratoire). Avant de s'aventurer trop profondément dans un sujet controversé comme celui qui nous occupe il est courant pour les gens respectables de reconnaître leurs limites.

Nous devons faire une sorte de "clause de non-responsabilité" professionnelle. Exprimons-le ainsi : nous proposons cette petite étude dans l'esprit d'un ingénieur et de quelques physiciens qui s'amusent (au sens d'Arthur Eddington ⁽¹⁾⁽²⁾ Joseph Slepian ⁽³⁾* Jearl Walker ⁽⁴⁾** Edwin Abbot ⁽⁵⁾ George Gamow ⁽⁶⁾ ou même Arthur C. Clark) en examinant les déclarations publiées en essayant de rester dans les limites des convenances techniques de l'ingénierie et en disant "Et si... ?". Puisque les analyses théoriques font des prédictions physiques spécifiques il s'ensuit que nos affirmations peuvent être examinées expérimentalement par des tiers désintéressés (mais techniquement qualifiés) et que nous ne nous sommes pas trop éloignés de la méthode scientifique dans notre amusant passe-temps. Dans cet esprit notre divertissement passager devrait également fournir une distraction récréative aux sceptiques aux étudiants diplômés à la *lunatic fringe* aux ingénieurs et aux hommes d'honneur.

* Slepian a écrit une délicieuse série "d'Essais Électriques" pour les ingénieurs. Commencez par celui qui est cité et lisez soit en avant soit en arrière de plusieurs années.

** Walker a écrit à propos des problèmes de physique : "Je ne suis pas tant intéressé par le nombre de problèmes auxquels vous pouvez répondre que par le fait que vous vous inquiétiez à leur sujet".

L'expérience de Philadelphie en 1943

Lors du Symposium International Tesla de 1992 les auteurs ont profité de l'occasion pour se rendre une fois de plus sur le site du laboratoire de Tesla à *Colorado Springs* et au *Lac Prospect* voisin où de nombreuses expériences de Tesla ont été menées en 1899. Alors que nous nous promenions autour du monument de la bataille dans le *War Memorial Park* notre conversation a porté sur le livre de William Moore et Charles Berlitz qui présente l'expérience de Philadelphie. Un collègue de *Battelle* nous avait fait découvrir cette histoire à l'automne 1989. L'une des présentations du dernier symposium ITS portait sur ce sujet et, tout en marchant nous avons commencé à réfléchir à voix haute à la manière dont nous pourrions expliquer rationnellement une telle expérience. Ce qui suit est le résultat de nos rêveries.

Le monde du magnétisme est aujourd'hui extrêmement complexe. Au cours des années 1940 et 1950 le magnétisme à hauts champs est devenu la "grande physique" et il serait impossible pour les auteurs dans ce petit espace de même tenter une analyse moderne de ce sujet méritant. En fait nous pensons qu'il y a un certain intérêt à employer le type d'arguments physiques classiques et relativistes dont auraient disposé les scientifiques modernes de la décennie précédant l'expérience de Philadelphie. Il ne s'agit pas ici de discuter de quoi que ce soit qui ressemble de près ou de loin au nouveau "*Sea Shadow*" de la marine⁽⁷⁾.

Il a été affirmé que l'expérience initiale de Philadelphie s'est déroulée "entre le 20 juillet et le 20 août 1943"⁽⁸⁾.

En termes simples au cours de l'expérience une grosse bobine de fil a été enroulée autour d'un grand navire. Le navire est devenu invisible dans un brouillard vert et de nombreuses personnes à bord ont été blessées. (Certaines pensaient avoir traversé une déchirure dans le tissu du continuum espace-temps avoir été téléportés depuis les chantiers navals de Philadelphie jusqu'à à Norfolk en Virginie et avoir vu des humanoïdes extraterrestres).

Parmi les noms prestigieux associés à l'expérience figurent :

Albert Einstein (1879-1955)*

Rudolph Ladenburg (1882-1952)

John Von Neumann (1903-1957) [et son directeur de thèse à Göttingen :

David Hilbert (1862-1943)]

Nikola Tesla (1856-7 janvier 1943)

Oswald Veblen (1880-1960)

Burtrand Russell (1872-1970)

Gabriel Kron (1901-1968)

Vannevar Bush (1890-1974)

et une foule d'autres hommes de renom dont l'intérêt commun semble inclure, entre autres, une association historique avec des choses intéressantes la Marine et la détection des sous-marins en particulier.

Le Département de la Marine (US Navy) a officiellement identifié l'expérience comme mythique ayant sa genèse dans un livre de 1955 sur les OVNI⁽⁹⁾ et non sur la science navale.⁽¹⁰⁾

Peut-être que l'histoire était vraiment mythologique.

Cependant si c'est le cas alors nous tirons notre chapeau aux brillants scientifiques qui ont tissé cette toile d'araignée de fantaisie ordinaire, car aucun profane n'aurait pu le faire.

* Einstein a été consultant pour la Division R&D du Bureau de l'Armement de la Marine américaine du 31 mai 1943 au 30 juin 1946. Il est intéressant de noter que, selon le dossier Einstein du FBI [QC 16 ESU55 ; OCLC #13720407 ; Title #3892869] Einstein était à Philadelphie au moment de la prétendue expérience. (Le soir du 10 août 1943 il a pris la parole devant la section de Philadelphie des "Amis de la Russie soviétique").

Pourquoi Tesla ?

Il est désormais de notoriété publique que Tesla a tenté de commercialiser son engin radiocommandé "*telautomaton*" (brevet* 613 809) auprès de la marine américaine**(11)(12). Tesla a été le premier à préconiser la propulsion électrique pour les navires de guerre.⁽¹³⁾ Il a été le premier à suggérer que les navires de guerre à propulsion électrique pourraient être utilisés en temps de paix pour fournir de l'énergie à terre en cas d'urgence.⁽¹⁴⁾ (Ils l'ont fait bien sûr. Voir les commentaires ci-dessous). Et comme le montre la citation de Tesla en haut de cet article il a de nouveau eu affaire à la marine pendant la Première Guerre mondiale. C'est à cette époque qu'il a rencontré à Washington en 1926(15) le secrétaire à la marine Franklin Delano Roosevelt.

Le mentor de Roosevelt Josephus Daniels était secrétaire à la Marine.*** (C'est également à cette époque que le professeur d'université et futur directeur de l'OSRD [Office of Scientific Research and Development] Vannevar Bush commençait ses recherches sur la détection des sous-marins pour la Marine). Grâce aux dossiers de Tesla nous savons que quelques années plus tard dans les années 1920 la Marine à Philadelphie (plus précisément John B. Flowers ingénieur électricien) examinait les travaux de Tesla. Anderson a noté que "Tesla a été engagé... à la *EG. Budd Mfg. Co* à Philadelphie de 1925 à 1926"⁽¹⁵⁾. Et nous savons également qu'à la mort de Tesla en 1943, des officiers du renseignement naval ont accompagné le professeur d'ingénierie électrique du MIT John G. Trump (un collègue de Bush également employé par l'OSRD), alors qu'il examinait secrètement les documents de Tesla.

Nous pensons que non seulement l'expérience de Philadelphie peut être rattachée à des déclarations que Tesla a publiées pendant la Première Guerre mondiale et qui ont été comprises par des hommes comme Bush mais que la physique de l'expérience peut en fait être rattachée à l'invention par Tesla du champ magnétique rotatif. En outre il nous semble qu'il existe un lien légitime entre les champs rotatifs de Tesla et le tenseur de torsion qui apparaît dans les publications d'Einstein de 1927-29 sur la théorie des champs unifiés. Ce lien a été identifié et publié pour la première fois par Gabriel Kron chez *GE (Schenectady)* dans les années 1930.

Revenons maintenant à 1887 et au premier brevet de Tesla sur les champs rotatifs (n° 381 968 ; demande déposée le 12 octobre 1887 ; délivré le 1er mai 1888).

* Pour lequel Tesla a été identifié comme le Père de la robotique.

** En 1916 Tesla a déclaré : "J'ai vainement tenté de les persuader d'accepter. J'ai perfectionné la machine en 1898 et j'ai fait tout ce qui était en mon pouvoir pour la faire adopter... Après l'expiration du brevet il y a quelques mois le Congrès a alloué 750 000 dollars pour l'acheter et j'ai maintenant le plaisir de regarder les autres utiliser mes inventions que je n'ai pas pu persuader les gens d'adopter. Il en est généralement ainsi." [Anderson 1992 pg. 19.1] "J'ai essayé de persuader la marine... il était absolument impossible de trouver des auditeurs..." [Anderson 1992 pg. 158]

*** Daniels et FDR préconisaient tous deux un contrôle légal absolu du spectre électromagnétique par la marine.

Courants polyphasés et champs magnétiques rotatifs

La création du champ magnétique rotatif était "purement l'œuvre de l'imagination scientifique". Elle a été identifiée comme la plus grande création de l'esprit humain depuis l'invention de la roue. L'invention par Tesla des courants polyphasés et d'une "roue invisible qui ne fait rien d'autre qu'un champ magnétique" (l'expression est due à Reginald Kapp)⁽¹⁶⁾ a été le tournant du passé vers le siècle. Tesla est au centre des grandes découvertes électriques du 20^e siècle. Lors de la remise de la plus haute distinction de l'AIEE B.A.Behrend a fait remarquer :

"Si nous devons saisir et éliminer de notre monde industriel les résultats des travaux de M. Tesla les roues de l'industrie cesseraient de tourner, nos voitures et nos trains électriques s'arrêteraient, nos villes seraient sombres, nos usines seraient mortes et inactives."⁽¹⁷⁾

À la mort de Tesla en 1943 Charles F. Scott professeur à l'université de Yale a observé :

"L'évolution de l'énergie électrique depuis la découverte de Faraday en 1831 jusqu'à la première grande installation du système polyphasé de Tesla en 1888 est sans doute l'événement le plus formidable de toute l'histoire de l'ingénierie."⁽¹⁸⁾

Et le lien avec la relativité de la rotation (une question qui n'est toujours pas réglée aujourd'hui) n'a pas été négligé. Leigh Page physicien de Yale a dit un jour :

"Les armatures rotatives de chaque générateur et de chaque moteur de cet âge de l'électricité proclament régulièrement la vérité de la théorie de la relativité à tous ceux qui ont des oreilles pour entendre."⁽¹⁹⁾

Suivons ce fil conducteur qui traverse la carrière professionnelle de Tesla jusqu'à son origine.

Bien que Tesla ait construit le premier appareil à champ tournant au cours de l'été 1883 (un an avant son arrivée de France avec la statue de la Liberté) ce n'est qu'en 1887 qu'une société a été créée pour exploiter le phénomène. Cependant Tesla n'a pas été en mesure de réunir les capitaux nécessaires à l'introduction commerciale de son invention. (L'entreprise était "sous-capitalisée".) Il a finalement trouvé un avocat sceptique de Wall Street qui était quelque peu intéressé et voici la conversation telle que Tesla la raconte.

*Tesla : " - Connaissez-vous l'histoire de l'œuf de Colomb ? ... Eh bien si je pouvais faire tenir un œuf debout sur le bout pointu sans craquer la coquille ? "**

"- Si vous pouviez le faire nous admettrions que vous avez fait mieux que Colomb."

"Et seriez-vous prêt à faire autant d'efforts qu'Isabella ?"

"Nous n'avons pas de bijoux de la couronne à mettre en gage " dit l'avocat qui était vif d'esprit

"mais il y a quelques ducats dans nos peaux de daim et nous pourrions vous aider dans une certaine mesure."⁽²⁰⁾

* Comme Colomb l'avait fait en obtenant de la Reine Isabella qu'elle mette en gage ses bijoux contre trois bateaux pour naviguer.

Tesla a organisé une démonstration le lendemain. Il place un œuf cuivré sur une plaque de bois au-dessus de son champ magnétique rotatif (l'article de Secor contient une photographie de l'appareil). Dès que les enroulements ont été mis sous tension l'œuf s'est mis à tourner (l'œuf qui tourne de Tesla est en fait un analogue macroscopique de l'effet Einstein-de Haas étudié de près trente ans plus tard.) Les matériaux utilisés dans les expériences d'Einstein pendant la Première Guerre mondiale tournent à cause des "courants ampériens" moléculaires (bien que plus tard Einstein ait suggéré à Barnett d'utiliser des "champs magnétiques rotatifs" à haute fréquence). Dans les expériences de Tesla ils tournent à cause des courants de Foucault induits. [Voir la partie V ci-dessous].

"... à leur grand étonnement il se tenait debout mais lorsqu'ils ont constaté qu'il tournait rapidement leur stupéfaction était totale*... A peine avaient-ils retrouvé leur calme que Tesla se réjouissait de leurs questions : "Voulez-vous de l'argent?..."

C'est ce qui a déclenché le mouvement. Des dizaines de millions de chevaux-vapeur de moteurs à induction Tesla sont maintenant utilisés dans le monde entier et leur production augmente comme une inondation... Des champs tournants de 15 000 chevaux sont maintenant produits... et la propulsion des navires par le moteur électrique de Tesla s'est avéré un grand succès selon la déclaration du secrétaire à la Marine Daniels." *

Le circuit électrique utilisé par Tesla pour l'œuf de Colomb utilisait un courant alternatif biphasé alimentant les bobines en quadrature et la source de fréquence variait de 25 à 300 cycles "les meilleurs résultats étant obtenus avec des courants de 35 à 40 cycles".**

L'histoire est également mentionnée dans l'éloge de Tesla par Fleming. ⁽²²⁾

En 1893, 6 ans après la démonstration de l'œuf de Colomb aux avocats et investisseurs commerciaux de New-York, un grand œuf de démonstration est construit pour Tesla par Albert Schmid et Charles H. Scott à l'époque tous deux de Westinghouse (Scott, qui deviendra plus tard professeur d'ingénierie électrique à Yale sera président de l'AIEE et plus tard de l'IRE). L'œuf occupait une partie de l'exposition Westinghouse dans le bâtiment de l'électricité lors de la grande exposition universelle de Chicago. L'exposition de 1893 célébrait le 500^{ème} anniversaire de la découverte du nouveau monde par Christophe Colomb et visait manifestement à faire entrer la société dans le 20^{ème} siècle. On trouve une photographie de l'exposition de Tesla dans le livre de Martin⁽²³⁾. C'était quelques mois seulement avant que Lord Kelvin ne choisisse le système polyphasé de Tesla pour les chutes du Niagara et 3 ans avant la mise en service de la première centrale des chutes du Niagara.

* Le langage utilisé pour décrire l'effet saisissant que sa conférence-démonstration scientifique de 1892 a eu sur la Royal Institution de Londres était le suivant : "Les scientifiques ne savaient tout simplement pas où ils étaient quand ils l'ont vu". (Anderson 1992 pg.95)

** Notez que Tesla a reconnu qu'il peut caractériser différents œufs tournants avec certaines fréquences de résonance gyromagnétique ! Ceci en 1887.

Alors que Tesla était déjà actif dans le domaine de la génération de radiofréquences au début des années 1890, la fin de la décennie le voit faire de grands progrès dans le domaine du traitement de l'énergie RF à haute tension. Ses expériences aboutissent à une série de demandes de brevets et à la construction du laboratoire de Wardenclyffe.

Il convient également de mentionner le développement d'une turbine et son intense activité de consultant en ingénierie juste avant la Première Guerre mondiale. D'après les commentaires ci-dessus il est clair qu'il faisait activement la promotion de ses idées brevetées.

Les réflexions de Tesla sur les radars et les navires enroulés dans des bobines de fil métallique

Juste après avoir reçu la médaille Edison de *l'AIEE* (18 mai 1917) Nikola Tesla accorde une interview à H.W. Secor du magazine *Electrical Experimenter*. (L'article de Secor a été publié en août 1917). Le sujet de discussion portait sur la détection des sous-marins allemands (U-boat = Unterseeboot = sous-marin) qui avaient causé tant de détresse aux alliés. Les États-Unis sont entrés en guerre en avril 1917. Les préoccupations de Tesla portaient sur la détection des sous-marins, en particulier sur la possibilité de détecter les coques non ferreuses. Écoutez, filtré par la plume d'un journaliste, Tesla raconter la préparation électrique du navire :

"Maintenant supposons que nous érigeons sur un navire une grande hélice rectangulaire ou une bobine d'inductance en fil isolé. Des expériences réelles dans mon laboratoire de Houston Street (New York City) ont prouvé que la présence d'une masse de fer locale telle que la coque du navire n'interférerait pas avec les actions de ce dispositif. À cette bobine de fil mesurant peut-être 400 pieds de long sur 70 pieds de large (la longueur et la largeur du navire*) nous connectons une source de courant oscillant de fréquence extrêmement élevée et très puissante." (24)

Nous pensons que Vannevar Bush était au courant de cette suggestion et notre thèse est que ces mots sont la graine qui s'est épanouie plus tard sous le nom de "Philadelphia Experiment". L'article décrit ensuite une technique RF qui est devenue par la suite (1967-68) assez populaire (bien que pas à une si grande échelle) pour les détecteurs de métaux et pour régler la réactance des bobines RF dans les émetteurs et les récepteurs. Sur les conseils de Secor, Tesla discute d'un radar hyperfréquence à haute puissance de crête fonctionnant à des longueurs d'onde "... de quelques millimètres seulement". (Le radar en bande X à 10 GHz a une longueur d'onde de 30 millimètres).

Tesla souhaitait que le navire soit capable de fournir suffisamment d'énergie électrique, ce qu'il déclare dans l'interview :

"Un navire moyen dispose de 10 000 à 15 000 cv. L'énergie électrique serait prélevée de l'installation du navire pendant une fraction de minute seulement puis absorbée à un rythme effréné par des condensateurs appropriés et d'autres appareils à partir desquels elle pourrait être libérée à n'importe quel rythme souhaité."

* Selon le *Jane's Fighting Ships* (1967-68 pg. 408) *l'Eldridge (DE-173)* mesurait 306 pieds de long sur 37 pieds de large et avait un tirant d'eau de 14 pieds. Ses moteurs principaux étaient des diesels *GM* alimentés par batteries 2 arbres de transmission 4 5 MW.

Il est clair que Tesla envisageait l'utilisation de courants pulsés* dans les bobines autour du navire. Il est remarquable que des navires enveloppés de bobines aient été observés pendant la Seconde Guerre mondiale (peut-être pour des études de déminage ou de démagnétisation). [Selon Moore, Francis Bitter du *MIT* se souvient avoir vu "un navire relativement grand transportant ... un barreau aimanté partant de la proue ... jusqu'à l'arrière. Ce barreau aimanté était entouré de bobines qui faisaient passer le courant produit par de gros moteurs-générateurs"⁽²⁵⁾]. À propos, le générateur de *l'Eldridge* avait une puissance nominale de 4 600 kVA et pouvait fournir 6 000 cv. Deux générateurs tels que décrits dans le livre pouvaient fournir plus de 12 000 cv (presque 9 MW).

Il n'est pas certain que M. Secor ait compris de quoi parlait le Dr. Tesla. Quelle part de ce qui a été publié dans l'article était les idées de Tesla et quelle part a été ajoutée (ou supprimée) par Secor ? Ce n'est pas clair. (Nous avons le même problème avec la biographie colorée d'O'Neill). Après la brève discussion de Tesla sur le sonar, Secor mélange le processus de détection magnétique RF et la technique du radar à "rayons électriques". Si la version de Secor des révélations de Tesla peut sembler aujourd'hui être une vulgarisation simpliste et peu pratique, Secor s'empresse de conclure son article de 1917 par l'avertissement suivant : "... plusieurs plans de guerre électriques importants seront bientôt présentés aux départements de la guerre et de la marine par le Dr. Tesla lesquels ne peuvent naturellement pas être publiés en détails maintenant."⁽²⁶⁾ Margaret Cheney a observé qu'à l'époque Thomas Edison :

"... avait été nommé pour diriger le nouveau *Naval Consulting Board* à Washington avec la tâche principale de trouver un moyen de repérer les U-boats. L'idée de Tesla, si elle avait été portée à l'attention d'Edison aurait presque certainement été écartée."⁽²⁷⁾

Il convient également de noter que Vannevar Bush a participé à la même entreprise :

"En 1917-18 (*Bush*) s'est engagé dans des recherches sur la détection des sous-marins en relation avec le comité spécial de la marine américaine sur les dispositifs sous-marins."⁽²⁸⁾

En 1917, Bush fraîchement sorti de l'école supérieure* était un nouveau professeur assistant d'ingénierie électrique au *Tufts College* de Medford Massachusetts et consultant pour *l'American Radio and Research Corporation*. *AMRAD* était une entreprise de J.P. Morgan construite sur le campus de Tufts qui fabriquait "des milliers d'émetteurs et de récepteurs" pendant la Première Guerre mondiale.⁽²⁹⁾

Bush était l'une des figures de proue d'une société dérivée qui en 1925 a été rebaptisée *Raytheon*. ** (En 1941 *Raytheon* est devenu la source principale du nouveau radar de recherche de la marine.)⁽³⁰⁾

* "Je vais vous dire le secret de tous ces merveilleux spectacles. ... Considérez un grand canon qui lance un projectile d'une tonne sur une distance de 30 ou 35 kilomètres. Si vous calculez la puissance avec laquelle le canon délivre son énergie vous trouverez qu'elle s'élève à 6, 12 ou 15 millions de chevaux-vapeur. ... Avec les méthodes que j'ai conçues avec mon transformateur il n'est pas du tout difficile d'obtenir des taux d'énergie plusieurs fois supérieurs ... dans l'usine de Long Island. Si j'avais voulu opérer, j'aurais pu atteindre un taux de 1 milliard de chevaux-vapeur ... Cette merveilleuse chose peut être accomplie grâce à un condensateur. Le condensateur est le plus merveilleux instrument électrique... Vous stockez moins d'énergie dans le condensateur que dans un canon, mais alors qu'un canon déchargera ... en 1/50 de seconde un condensateur peut décharger l'énergie en 1 millionième de ce temps ... tous ces effets qui ont suscité un grand émerveillement de la profession ont toujours été produits par des ondes amorties car avec les ondes entretenues il n'aurait pas été possible d'atteindre de telles activités." [*Tesla on His Work With Alternating Currents* par L.I. Anderson 1992 pp. 112-113].

Bush a rejoint la faculté du département EE du *MIT* (sa spécialité au départ, était l'énergie électrique, puis le calcul opérationnel et les ordinateurs analogiques, le célèbre analyseur de réseau) et est devenu Doyen puis Vice-Président du *MIT* en 1931.*** Il a accepté le poste de Président de la *Carnegie Institution of Washington* en 1938 (et a occupé ce poste jusqu'en 1955). Conseiller Scientifique du Président, il est nommé par Roosevelt Président du *National Defense Research Committee* (juillet 1940) **** Directeur de *l'OSRD l'Office of Scientific Research and Development* (1941) et Président du *Joint Committee on New Weapons and Equipment* du *Joint United States Chiefs of Staff* (1942)..⁽³¹⁾

Vannevar Bush a dirigé une grande partie de la recherche en armement de la nation pendant la Seconde Guerre mondiale. Selon Frank B. Jewett***** (Président de *l'Académie Nationale des Sciences*), en tant que chef de *l'OSRD* Bush :

"... a dirigé la mobilisation de l'ensemble de la puissance scientifique et technique civile de la nation et l'a soudée à l'établissement militaire dans la plus grande recherche et le plus grand développement industriel que l'homme ait jamais connu." ⁽³²⁾

Rappelons que Vannevar Bush alors Vice-Président du *MIT* avait envoyé des vœux d'anniversaire à Tesla en 1931 :

"Cher Dr. Tesla ... Je souhaite joindre à mon propre hommage d'admiration pour votre carrière unique les félicitations du *Massachusetts Institute of Technology*, où la contribution que votre génie original a apportée au bénéfice de l'humanité est pleinement appréciée." ⁽³³⁾

En 1943, Bush comme Tesla en 1917, a reçu la plus haute distinction de *l'AIEE* (à l'époque les *Edison Awards*). Bush détenait environ 50 brevets américains pour diverses inventions.

Revenons à la suggestion de Tesla de placer des bobines de fil sur un navire pour arriver au radar et aux contre-mesures radar (furtivité).

* Bush a reçu un BS et un MS du *Tufts College* (1913), un doctorat en ingénierie conjointement du *MIT* et de *Harvard* (1916) et finalement 10 doctorats honorifiques de divers collèges et universités. Au cours de sa remarquable carrière il a été conseiller scientifique de plusieurs Présidents. Il était Vice-Président et Doyen de la *faculté d'ingénierie du MIT* en 1931 année où il a écrit à Tesla.

** En fait à la fin des années 1920 les étudiants diplômés du *MIT* considéraient *Raytheon* (avec 25 % du département d'ingénierie électrique impliqué) comme "une extension du département d'ingénierie électrique". (Voir référence 29.)

*** Toujours aussi entreprenant, lorsque Bush entendit A.F.Joffe de *l'Institut Polytechnique de Leningrad* présenter ses idées sur un nouveau super-diélectrique pour l'isolation HV, il rassembla ses amis investisseurs et se rendit à Leningrad et à Moscou. (Comme il le décrit dans son autobiographie *Pieces of the Action* (Morrow 1970), l'entreprise s'est soldée par un échec).

**** Rappelons que John G. Trump accompagné de trois membres de la marine a examiné les papiers personnels de Tesla à sa mort en janvier 1943. Trump était secrétaire du *Microwave Committee du National Defense Research Committee* de 1942 à 1944 date à laquelle, en tant que membre de *l'Advisory Special Group on Radar* du général C.A. Spaatz, il se rendit en Europe en tant que Directeur de la branche britannique du *Radiation Laboratory (MIT)*, (voir *Electrical Engineering* Vol. 80 No. 5 mai 1961 p.364-365). **Le général Spaatz était d'ailleurs chef d'état-major de l'armée de l'air et dirigeait le comité "très secret" sur les OVNI.** Selon Irving Langmuir (*Physics Today* octobre 1989 p. 48) Spaatz avait confié : "Vous savez c'est très sérieux. On a vraiment l'impression qu'il y a quelque chose là". (Voir également *Physics Today* mars 1990 p. 13 et avril 1990 p. 13.1).

***** Médaille Edison en 1928. (Onze ans après Tesla.)

Historique de la furtivité électromagnétique

Tesla propose le concept de radar en 1900

Il semble largement admis que, bien que Heinrich Hertz ait observé des ondes stationnaires RF résultant de réflexions métalliques, c'est Nikola Tesla qui en 1900 a été le premier à proposer le concept de radar⁽³⁴⁾. Selon R.M. Page pionnier du radar au *NRL* c'est Tesla qui a le premier "... suggéré l'utilisation d'ondes électromagnétiques pour déterminer la position relative la vitesse et la trajectoire d'un objet en mouvement"⁽³⁵⁾. Le premier brevet délivré pour un radar semble avoir été le brevet britannique accordé à l'ingénieur allemand Christian Hülsmeier⁽³⁶⁾. L'interview de Tesla avec H.W. Secor apparaît certainement comme une note supplémentaire dans l'histoire du radar⁽³⁷⁾. L'acronyme radar était un mot de code officiel adopté par la marine américaine en novembre 1940, le même mois où le laboratoire de rayonnement du *MIT* a été organisé pour l'exploitation des micro-ondes pour le radar.

Sommerfeld sur la furtivité électromagnétique pendant la Seconde Guerre mondiale

Dans son manuel en deux volumes qui fait autorité "*Radar Cross Section Handbook*", George Ruck a souligné les caractéristiques souhaitables des absorbeurs radar.

"La recherche de matériaux absorbant les ondes radars (RAM pour Radar Absorbant Material) a débuté au début des années 1940 aux États-Unis et en Allemagne. Idéalement le RAM optimal serait un matériau de type peinture efficace pour toutes les polarisations sur une large gamme de fréquences et d'angles d'incidence.

Malheureusement un tel matériau n'existe pas et la probabilité qu'il soit développé est plutôt faible."⁽³⁸⁾

Arnold Sommerfeld (1868-1951) présente une discussion surprenante sur les recherches de guerre allemandes concernant la furtivité et les matériaux absorbant les ondes radars dans le volume sur l'optique de ses célèbres "*Lectures on Theoretical Physics*"⁽³⁹⁾. Il relate que le cas où les perméabilités magnétiques entre deux milieux (air et cible) sont inégales ($\mu_1 \neq \mu_2$) cela présente "un certain intérêt historique".

"Pendant la guerre le problème s'est posé de trouver comme mesure de protection contre les radars alliés une couche de surface largement non réfléchissante ("noire") et de faible épaisseur. Cette couche devait être particulièrement non réfléchissante pour une incidence perpendiculaire ou presque perpendiculaire de l'onde radar. Dans ce cas l'angle d'incidence et l'angle de transmission sont tous deux presque égaux à zéro. Le problème est résolu en rendant le rapport des deux impédances d'onde égal à l'unité :

$$m_{12} = \frac{E_1/H_1}{E_2/H_2} = 1 \quad (1)$$

Le critère n'est donc pas l'indice de réfraction mais le rapport des impédances des ondes.

La suggestion de Sommerfeld est similaire à l'idée de faire de la surface cible du radar une "correspondance conjuguée" pour éliminer les réflexions radar. Si l'on pouvait faire en sorte que l'impédance du second milieu soit la même que celle de l'espace libre, la cible deviendrait invisible au radar. Il poursuit :

"Pour "camoufler" un objet contre les ondes radar il faut le recouvrir d'une couche pour laquelle ce rapport des résistances aux ondes a la valeur 1 dans la région des ondes centimétriques.

D'après les conditions aux limites de la loi de réfraction cela signifie que si nous appelons les constantes du matériau désiré ϵ et μ et celles de l'air ϵ_0 et μ_0 alors

$$\frac{\epsilon}{\epsilon_0} = \frac{\mu}{\mu_0} \quad (2)$$

Le problème concerne donc non seulement la constante diélectrique mais aussi la relation entre la constante diélectrique et la perméabilité. Il faut former une substance dont la perméabilité relative $\mu_1 = \mu / \mu_0$ est de la même grandeur que son diélectrique relatif ϵ / ϵ_0 .

Ce cas est discuté par Ridenour dans le volume 1 de la série "*Famous MIT Rad Lab*"⁽⁴⁰⁾ et dans une référence analytique bien connue de Weston.⁽⁴¹⁾ Sommerfeld poursuit :

Mais le problème n'est pas encore résolu. En effet les bordures de la couche touchent sur sa face arrière l'objet à camoufler (le métal) ; et cette deuxième surface réfléchit encore fortement. Il faut donc imposer une autre condition : la couche doit absorber suffisamment fort. Cela nécessite une constante diélectrique complexe plutôt que réelle et en raison de l'exigence **(Eq. 2)** une perméabilité complexe correspondante. Le matériau doit donc être ferromagnétique et doit posséder une forte hystérésis ou une relaxation structurelle qui agit en conséquence. Ainsi se posait un problème technologique difficile qui sans être insoluble nécessitait un travail préparatoire important.

En raison de l'urgence de la situation de guerre, la solution qui devait être utilisée résultait des considérations suivantes..."

Sommerfeld change ensuite le cours de ses idées. Il décrit la réduction de la réflexion radar par un moyen plutôt conventionnel qui ne repose pas sur les exigences de l'équation **(2)**. Au lieu de cela, ce dont il parle ensuite c'est de recouvrir la surface de couches de matériau diélectrique à pertes, chaque strate ayant une épaisseur inférieure au 1/4 de longueur d'onde en négligeant entièrement tout effet attribuable à μ . ("De cette manière l'intensité réfléchie pourrait être réduite à 1% de la valeur donnée par la formule de Fresnel..."⁽⁴²⁾)

Après la guerre un certain nombre d'articles ont été publiés par les collègues de Sommerfeld à Göttingen et à Munich dans la revue *Zeitschrift für Angewandte Physik* sur le thème de l'absorption radar (il suffit de parcourir l'index annuel de la revue pour 1956-1959.)

Vraisemblablement après la guerre les travailleurs allemands ont été moins contraints de publier leurs recherches sur le thème des RAM (Radar Absorption Material) que les scientifiques alliés. Même à cette date tardive la plupart des publications occidentales importantes sur la RAM sont classifiées en particulier celles liées à la technologie des bombardiers furtifs.

Dans son volume de 1947 sur le *Rad. Lab. du MIT* Ridenour commente que

"Des matériaux absorbants ont été produits en Allemagne pour le camouflage radar des U-boats. Le type d'absorbeur qui a été effectivement mis en service était du type interface. La constante diélectrique et la perméabilité étaient produites par une forte concentration de particules métalliques sphéroïdales (fer carbonyle).

La concentration de métal était de 80% en poids et les valeurs de la constante diélectrique et de la perméabilité étaient $\epsilon = 7$ et $\mu = 3.5$.

Un absorbeur du deuxième type a également été développé en Allemagne. Il était constitué d'une série de couches dont la conductivité augmentait régulièrement avec la profondeur.

Les couches étaient séparées par un plastique de type mousse dont la constante diélectrique était proche de 1. L'absorption était excellente de 4 à 13 cm ($2.3 \approx 7.5$ GHz).

Cependant l'absorbeur complet était une structure rigide de 2,5 pouces d'épaisseur et il n'a jamais été réellement utilisé." ⁽⁴³⁾

Existe-t-il un lien entre les propos de Sommerfeld et la version allemande supposée de "l'Expérience de Philadelphie" qui aurait eu lieu sur les chantiers navals de Kiel en Allemagne pendant la Seconde Guerre mondiale ?

Étonnamment après avoir fait allusion aux matériaux ferromagnétiques Sommerfeld ne nous a pas dit comment produire un camouflage radar magnétique. Nous allons tenter de fournir les détails manquants ci-dessous. Mais tout d'abord nous allons passer en revue la RAM linéaire conventionnelle.

Notes de Jacky Kozan, traducteur du texte complet :

*- le document de **K.L. Corum , J.F. Corum et J.F.X. Daum** disponible sur Internet, s'arrête ici.*

*- la suite du texte a été mise en ligne par "**Anonymous, Ph.d's.**" qui souhaite rester anonyme.*

* Le scientifique américain d'origine allemande cité par le Dr Rinehart dans le livre Moore-Berlitz (pp. 202-203) s'est clairement trompé dans son évaluation de l'esprit militaire allemand.

La furtivité des bateaux par rapport aux radars

Matériaux ferromagnétiques absorbant les ondes radars

L'approche plus ou moins conventionnelle de la furtivité radar consiste soit à "façonner" la cible (utiliser un GTD pour réduire considérablement le RCS) soit à utiliser les propriétés d'absorption des micro-ondes de la constante diélectrique complexe et de la constante de perméabilité complexe. Dans la matière diélectrique et ferromagnétique* à pertes :

$$\epsilon(\omega) = \epsilon'(\omega) - j\epsilon''(\omega) \quad (3)$$

$$\mu(\omega) = \mu'(\omega) - j\mu''(\omega) \quad (4)$$

et d'après le théorème de Poyntings la puissance moyenne dissipée dans le temps est donnée par ⁽⁴⁴⁾

$$P_d = 1/2 \iiint [(\sigma + \omega\epsilon'') \mathbf{E}^2 + \omega\mu'' \mathbf{H}^2] dV \quad (5)$$

Les composantes imaginaires de ϵ et μ proviennent des pertes hystérésiques et apparaissent dans un état similaire à la dissipation par frottement** L'atténuation de la propagation unidirectionnelle dans les milieux simples à pertes peut être trouvée à partir de ce qui se produirait

$$\alpha = \text{Re} \{ \gamma \} = \text{Re} \left\{ \sqrt{j\omega\mu\sigma - \omega^2 \mu\epsilon} \right\} \quad (6)$$

dans l'utilisation d'un conducteur imparfait et suffisamment épais pour atténuer suffisamment les réflexions sur sa face arrière aux fréquences en question. En utilisant le terme de conductivité on obtient le mécanisme de dissipation du "tissu spatial" (dont l'impédance d'onde est de 377 ohms/carré) et des matériaux composites carbone/graphite. La partie réelle de ϵ et μ conduisent à des champs réactifs à un contournement capacitif et à un étouffement inductif respectivement. La dissipation de la charge ferromagnétique se produit dans la composante imaginaire des termes magnétiques. La modélisation des cibles en tant que lignes de transmission distribuées et résonateurs démontre que la charge d'impédance matérielle des "points chauds" RF désaccordent la structure de la cible et réduisent les réflexions RF de manière significative.

Les matériaux ferromagnétiques à très faible conductivité sont appelés ferro-diélectriques ou ferrites. Kraus note que :

"Un mélange avec perte de matériaux de haute qualité (ferrite) et d'un matériau à haut ϵ (titanate de baryum) peut être utilisé efficacement pour l'absorption des ondes μ et ϵ les deux étant complexes et le rapport μ / ϵ étant égal à celui de l'espace libre ($\mu_y / \epsilon_y = 1$). Bien que le mélange constitue une discontinuité physique, une onde incidente y pénètre sans réflexion. La vitesse de l'onde est réduite et une grande atténuation peut se produire sur une courte distance." ⁽⁴⁵⁾

A titre d'exemple Kraus considère une dalle solide en ferrite-titane pour laquelle $\mu_y = \epsilon_y = 60(2 - j1)$ à 100 Mhz et trouve que l'impédance d'onde $Z = \sqrt{(\mu/\epsilon)} = Z_0$, qui est l'impédance caractéristique de l'espace libre et la constante d'atténuation sont $\alpha = 126\text{Np/m} = 1092\text{dB/m}$. Une plaque de ce matériau d'une épaisseur de 10 mm adossée à une feuille parfaitement conductrice atténue le signal de propagation de 11 dB dans chaque sens et réduit la rétrodiffusion radar de 22 dB. ("La puissance réfléchie est inférieure à 1/100 de la puissance incidente").

Examinons maintenant la situation où une polarisation magnétique est appliquée à un matériau ferromagnétique afin de "régler" la réflectivité du milieu pour qu'elle soit minimale pour les signaux radar de longueur d'onde centimétrique.

Camouflage radar par polarisation magnétique

"Vous voulez du camouflage messieurs ! Donnez-moi un navire et je vous montrerai un camouflage parfait." (p. 125).*

Pour en revenir à l'équation (1) nous nous demandons s'il existe un phénomène par lequel les courants des lignes électriques dans une grande bobine autour d'un corps en acier (ou ferromagnétique) pourraient d'une manière ou d'une autre entraîner une réduction de la réflexion de l'énergie des micro-ondes sur le corps en acier. Existe-t-il un principe phénoménologique qui aurait pu séduire ceux qui ont conçu et réalisé "l'Expérience de Philadelphie" ? (Où étaient les JASON à l'époque ?) Il s'avère qu'il existe un candidat intéressant qui pourrait en effet expliquer la motivation de l'expérience.

Dans l'annexe I nous déterminons l'impédance de surface d'une dalle ferromagnétique immergée dans un champ magnétique constant orienté parallèlement à sa surface. Ceci simulerait la situation d'une escorte de destroyer, avec des bobines enroulées autour d'elle, illuminée au large par des impulsions radar micro-ondes. La réflexion d'une onde plane normalement incidente monochromatique polarisée horizontalement** sur la surface de la cible peut alors être calculée en utilisant l'impédance de surface.

$$Z_{zz} = (1+j)\sqrt{\frac{\omega \mu_0 \mu_e}{2 \sigma_3}} = R_s(\omega) + j X_s(\omega) \quad (7)$$

(voir l'annexe I) dans l'expression du coefficient de réflexion complexe du champ à l'interface où l'impédance caractéristique de l'espace libre est prise comme $Z_0 = 377 \Omega$.

Ce qui est intéressant c'est que le coefficient de réflexion

$$\Gamma(\omega) = \frac{E_{reflected}}{E_{incident}} = \frac{Z_{zz}^{(\omega)} - Z_0}{Z_{zz}^{(\omega)} + Z_0} \quad (8)$$

peut être programmé pour que la puissance réfléchiée par le radar tombe en dessous de 1/100 de la puissance incidente en faisant varier le courant dans les fils autour du navire. Enfin nous déterminons la polarisation magnétique nécessaire pour que la réflexion radar dont parle Sommerfeld disparaisse aux longueurs d'onde centimétriques (radar).

Dans les figures 1 à 7 ci-dessous nous calculons et traçons l'ensemble des paramètres dérivés dans l'annexe I ainsi que le coefficient de réflexion de la cible $\Gamma(\omega)$ pour diverses constantes physiques. Une large gamme de constantes physiques présumées sont énumérées dans le tableau I pour la variété d'exemples que nous avons exécutés analytiquement. La conductivité électrique de l'acier est généralement de l'ordre de **10⁶ mhos/m en courant continu** et dans les exemples 1 et 2 nous avons supposé une valeur RF légèrement inférieure. Les intensités de champ appliquées sont celles nécessaires pour élever les résonances ferromagnétiques aux Bandes **L** et **X**. Avec les valeurs substantielles de **H₀** impliquées pour les résonances micro-ondes nous supposons que d'importantes non-linéarités physiques entrent en jeu. Par conséquent nous devons dire que les valeurs supposées de **X₀** sont sujettes à caution. (Cependant il semble y avoir une certaine latitude ici. Nous avons constaté que la théorie prédisait des résonances similaires si dans le modèle nous utilisons des conductivités aussi faibles que **70 mhos/m** mais dans ce cas des valeurs de **X₀** de 1 620 (bande L) et de 11 (bande X) seraient nécessaires pour éliminer la réflexion radar).

La figure 8 est un graphique du coefficient de réflexion radar de l'exemple 6 en fonction de la fréquence lorsque l'intensité du champ magnétique de polarisation est "accordée".

* Les substances ferromagnétiques sont celles qui lorsqu'elles sont immergées dans un champ magnétique externe deviennent fortement magnétisées dans la direction du champ immergé et qui présentent une rémanence et une hystérésis. Le fer le nickel le cobalt et le gadolinium sont les seuls éléments ferromagnétiques à température ambiante.

** Dans les matériaux ferromagnétiques est une fonction non linéaire de l'intensité du champ magnétique appliqué H.

Spécifications électriques

Paramètres

$\sigma_3(f_0)$ (mhos/m)	H_0 (AmpTurns/m)	Ω_p rad/s	X_0 rad/s
-----------------------------	-----------------------	---------------------	----------------

Exemple

1- L-Band	0,5x106	15 000	3x109	1,15x107
2- X-Band	0,5x10	271 000	5x109	7,91x104
3- L-Band	70	15 000	3x109	1 620
4- X-Band	70	271 000	5x109	11
5- L-Band	45	50 000	3x109	1 000
6- X-Band	6 400	271 000	5x109	1 000
7- UHF	103	15 000	2,7x109	2200

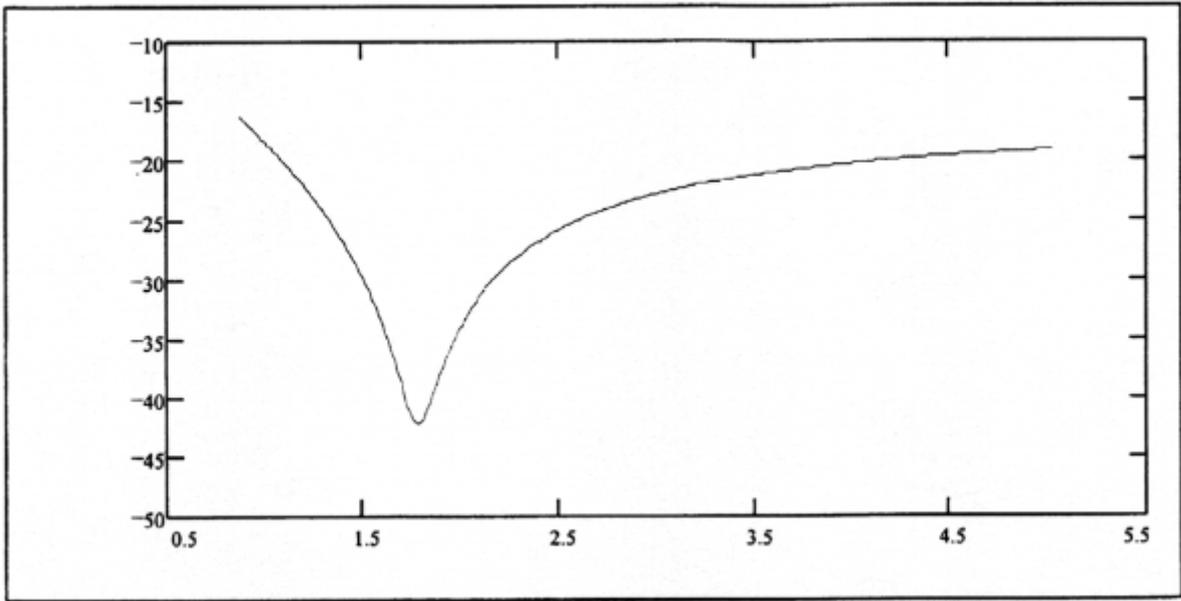


Figure 1

Exemple 1 du tableau 1 : Bande L. Tracé de l'équation (8) en dB en fonction de f en GHz.

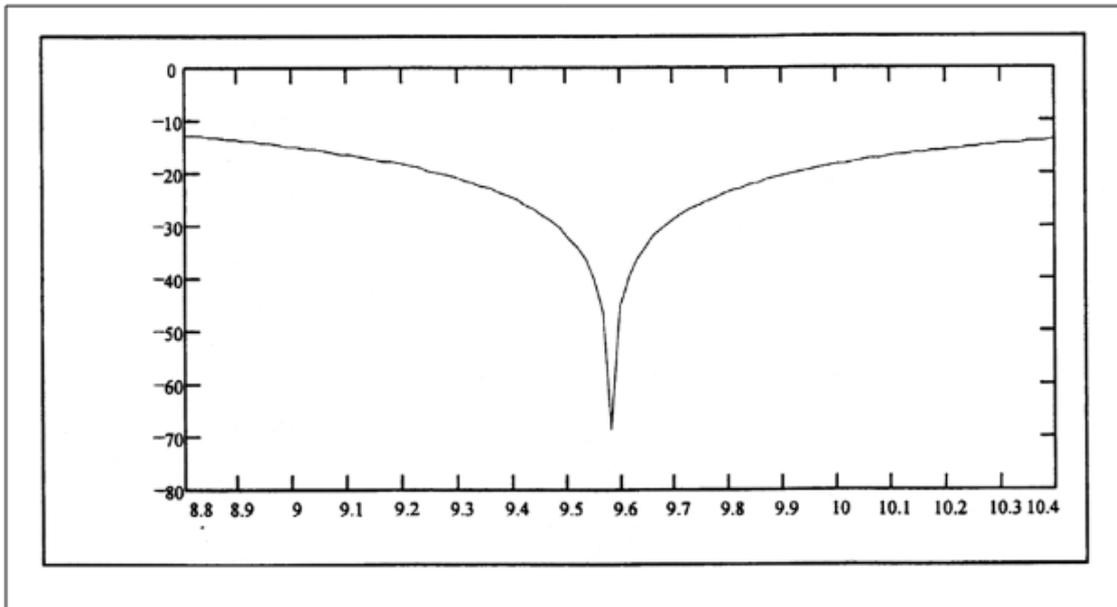


Figure 2

Exemple 2 du tableau 1 : Bande X. Tracé de l'équation (8) en dB en fonction de f en GHz.

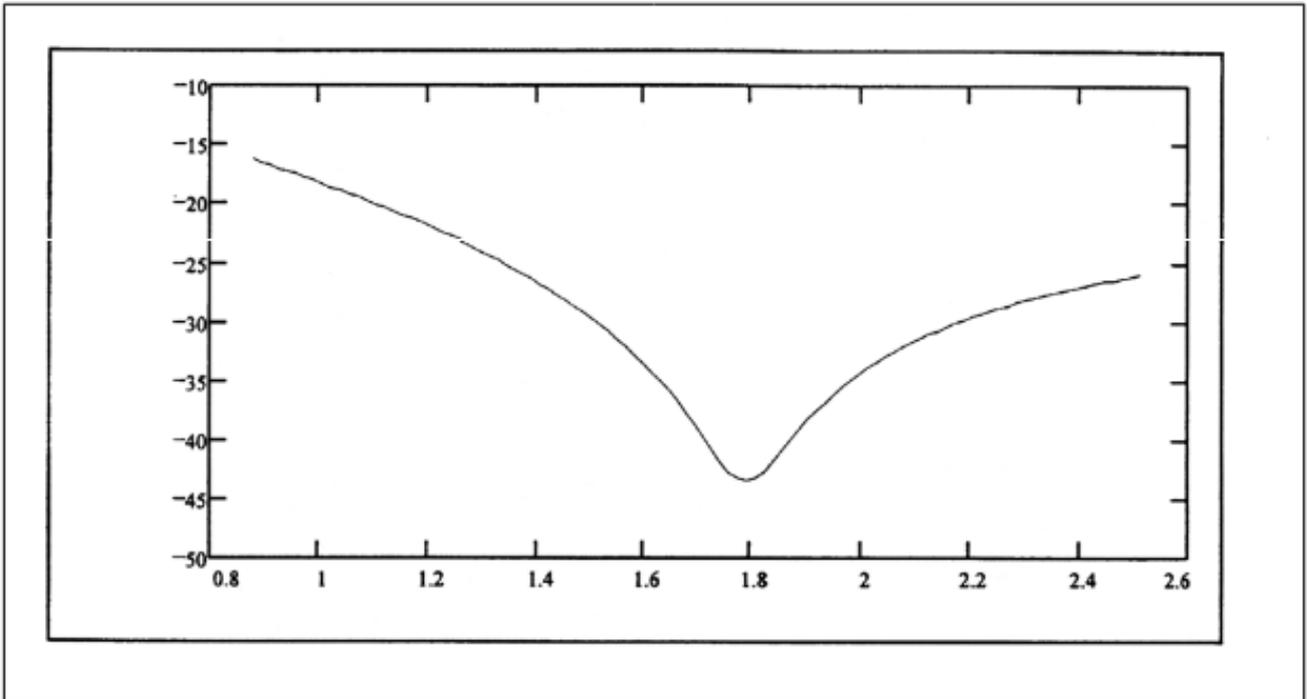


Figure 3

Exemple 3 du tableau 1 : Bande X. Tracé de l'équation (8) en dB en fonction de f en GHz.

* The Philadelphia Experiment, par William L. Moore et Charles Berlitz, Ballantine Books, 1979.
** Polarisation horizontale pour une bobine L autour du navire et polarisation verticale pour une bobine M autour du navire. Voir les commentaires sur la démagnétisation ci-dessous.

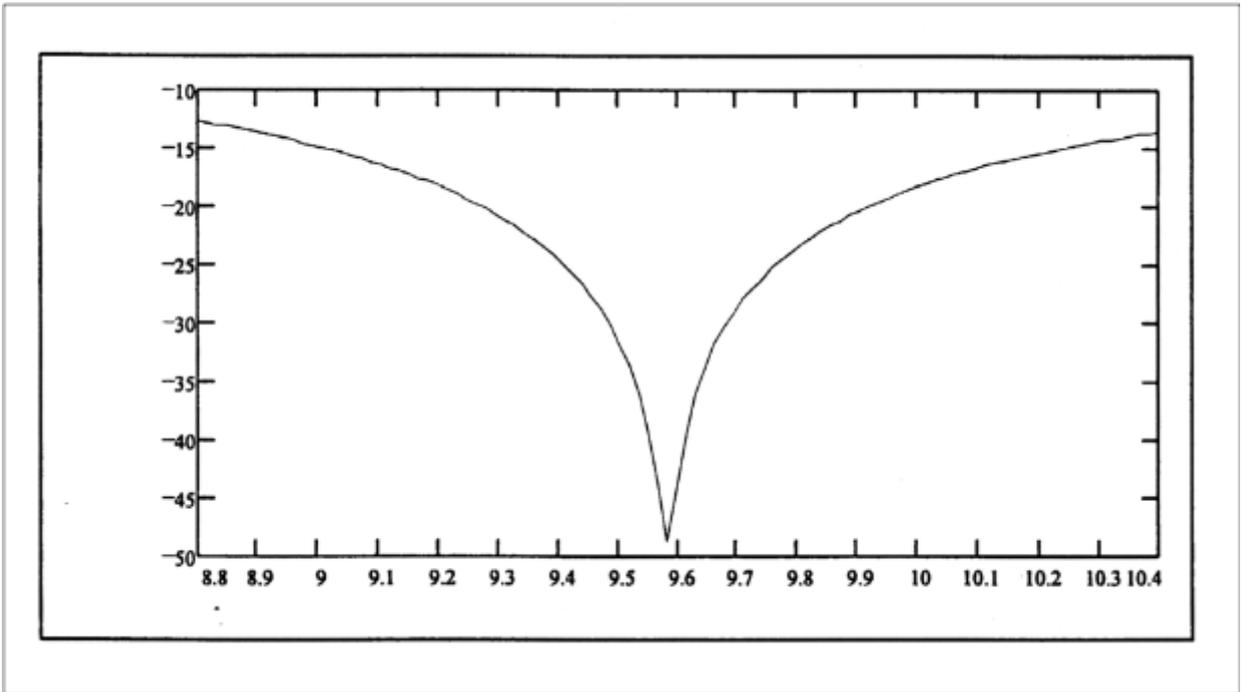


Figure 4

Exemple 4 du tableau I : Bande X. Tracé de l'équation (8) en dB en fonction de f en GHz.

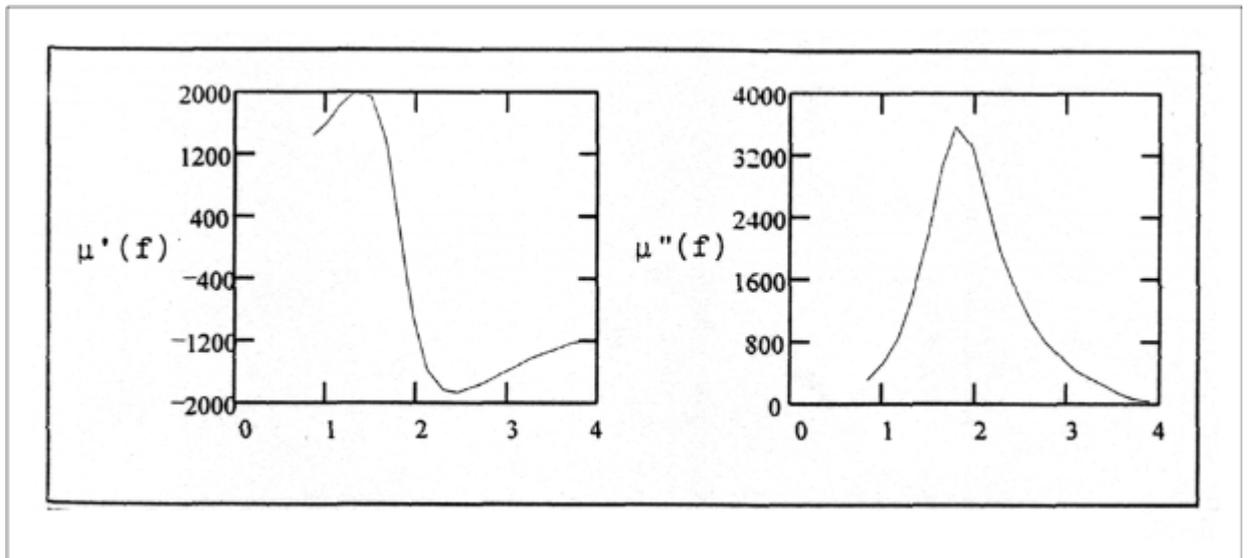


Figure 5.1

Parties réelle et imaginaire de la perméabilité en fonction de f en GHz pour l'exemple 5.

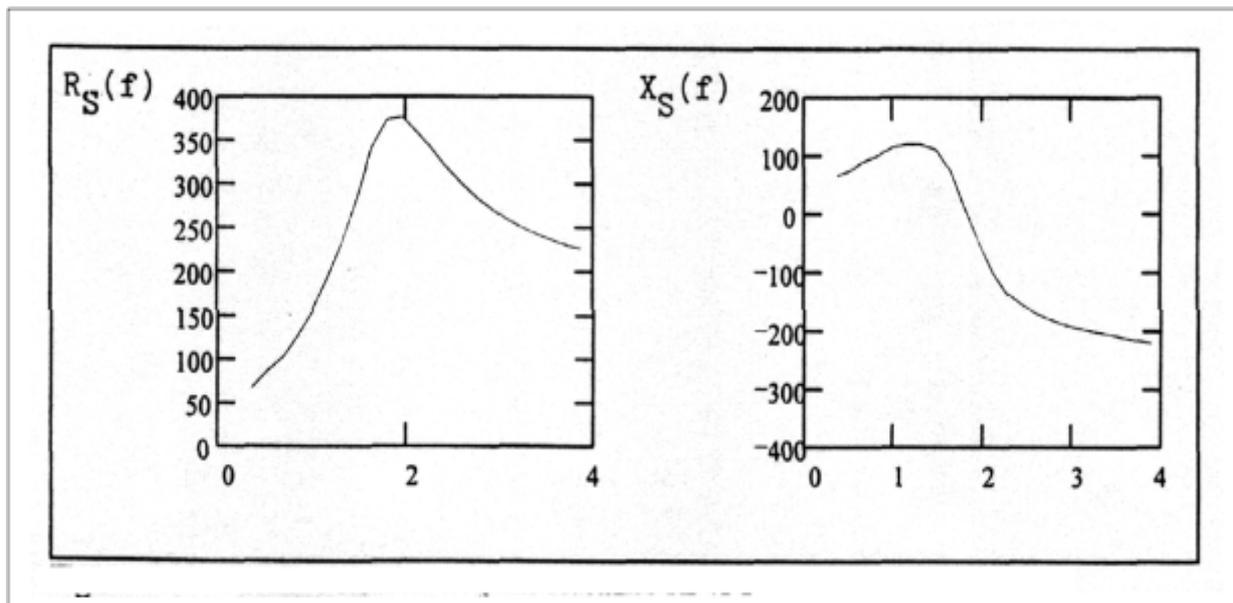


Figure 5.2

Résistance de surface R_S et réactance X_S en fonction de f en GHz pour l'exemple 5.

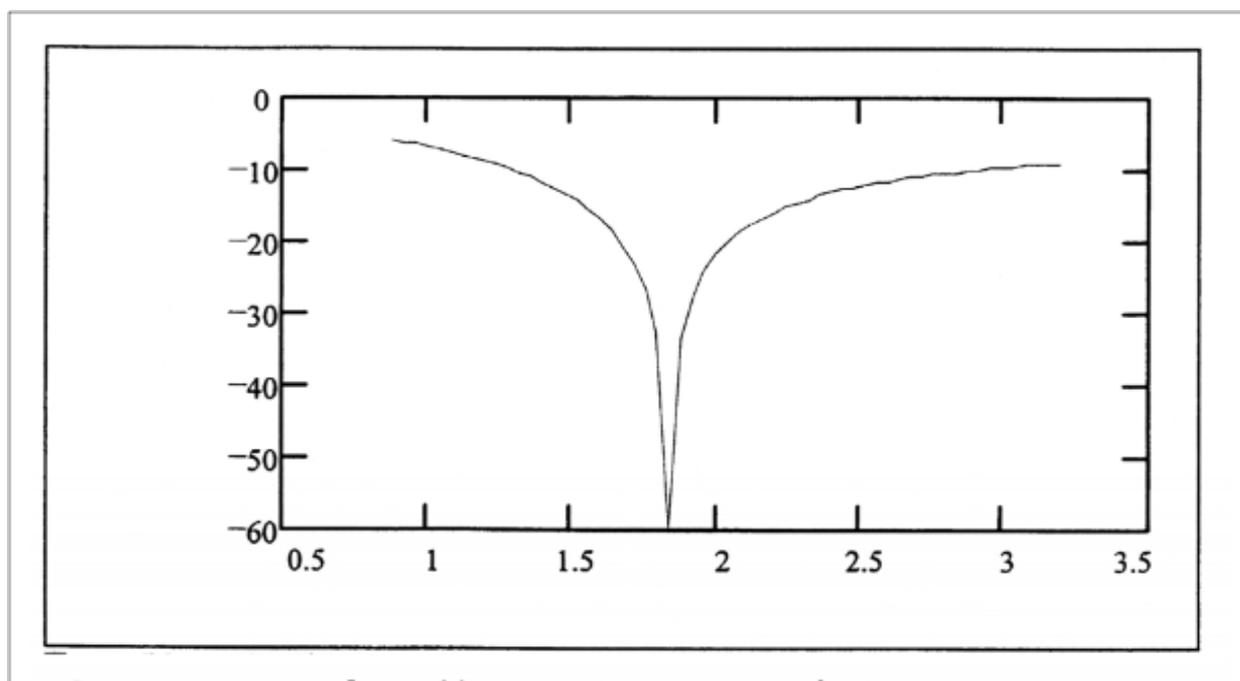


Figure 5.3

Tracé de l'équation (8) en **dB** en fonction de f en GHz pour l'exemple 5 : bande L.

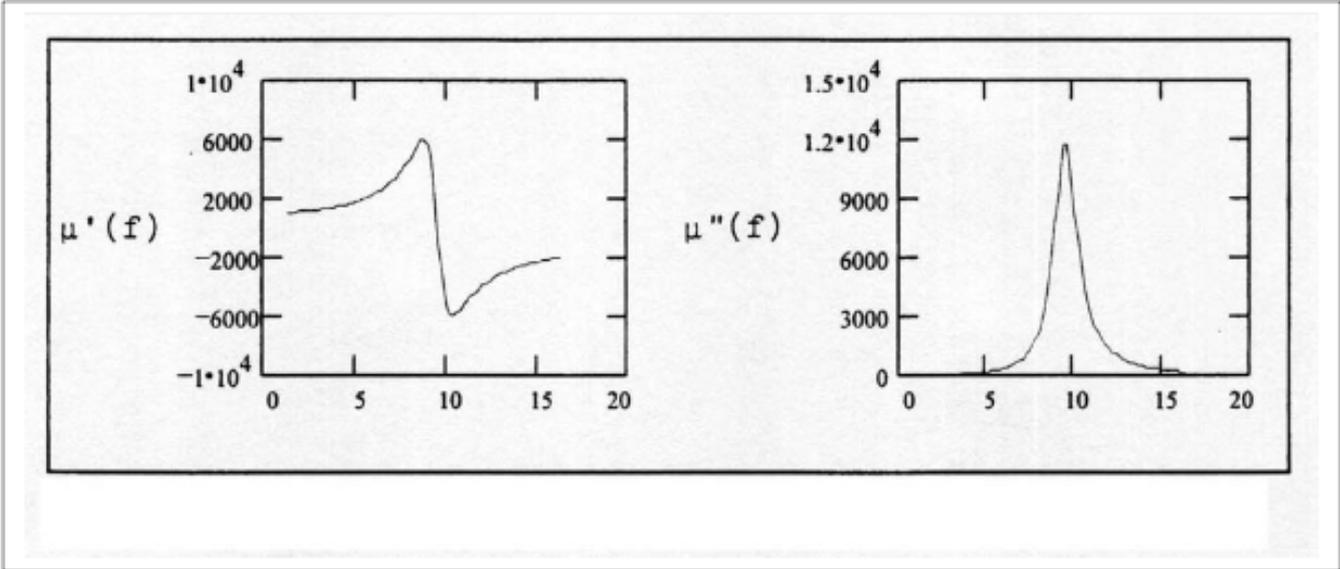


Figure 6.1
Parties réelle et imaginaire de la perméabilité complexe en fonction de la fréquence en GHz pour l'exemple 6 du tableau I : Bande X.

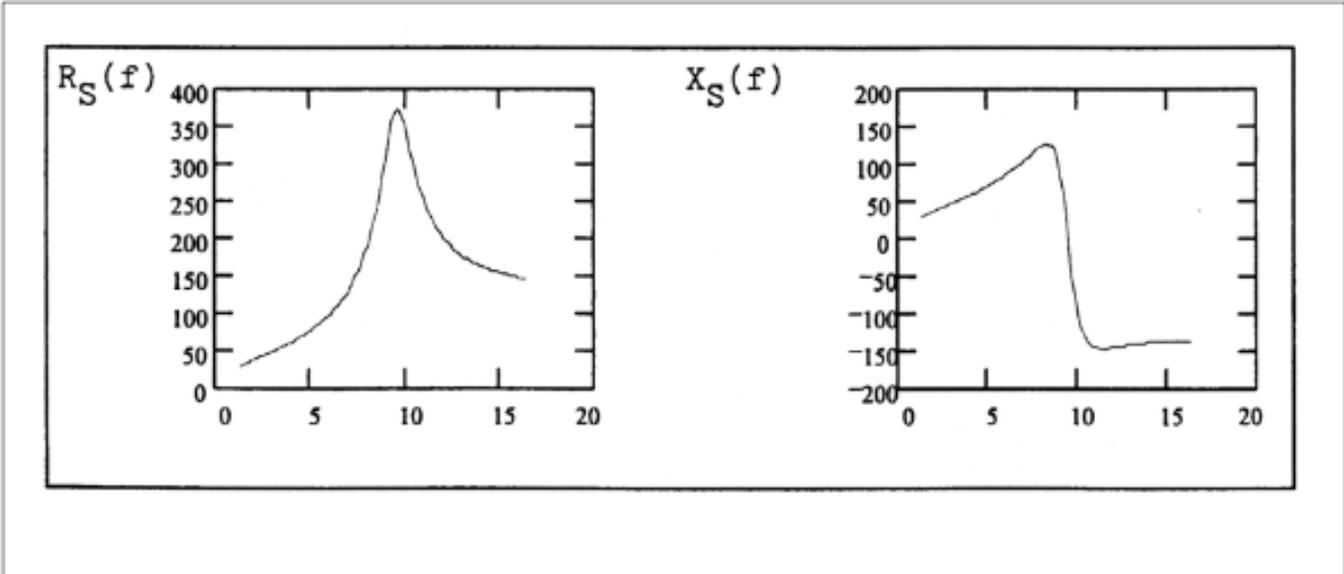


Figure 6.2
Résistance de surface R_S et réactance X_S en fonction de la fréquence en GHz pour l'exemple 6 du tableau I : Bande X.

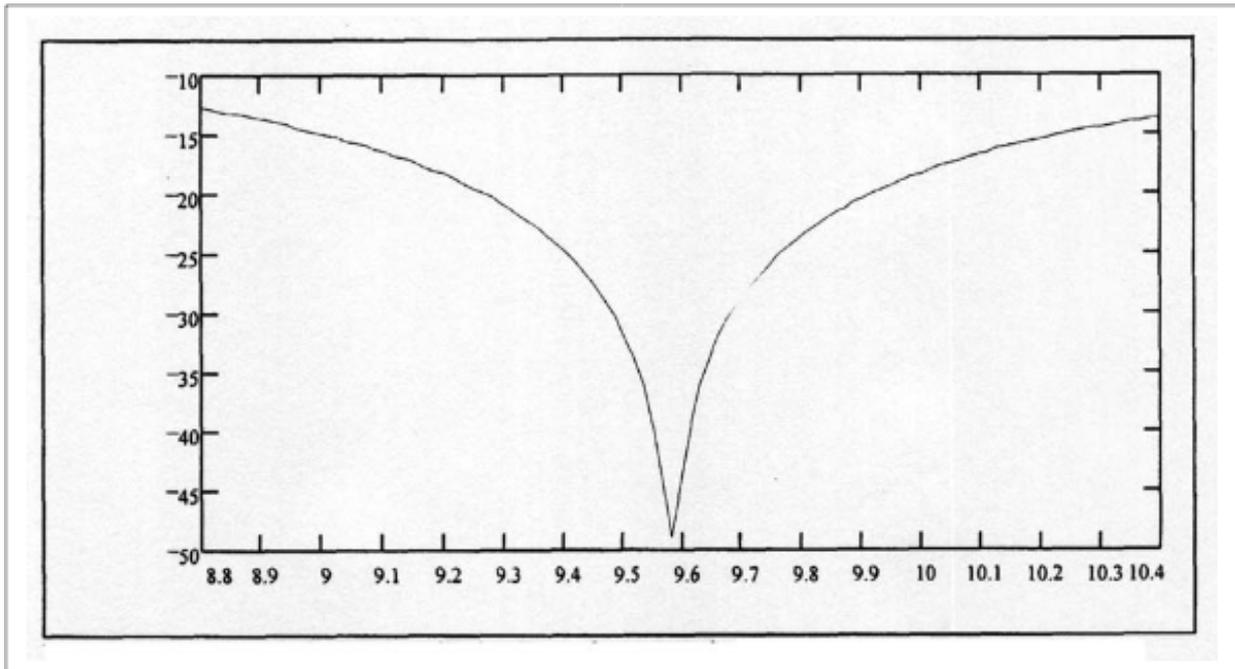


Figure 6.3

Tracé de l'équation (8) en **dB** en fonction de la fréquence en GHz pour l'exemple 6 du tableau I : Bande X.

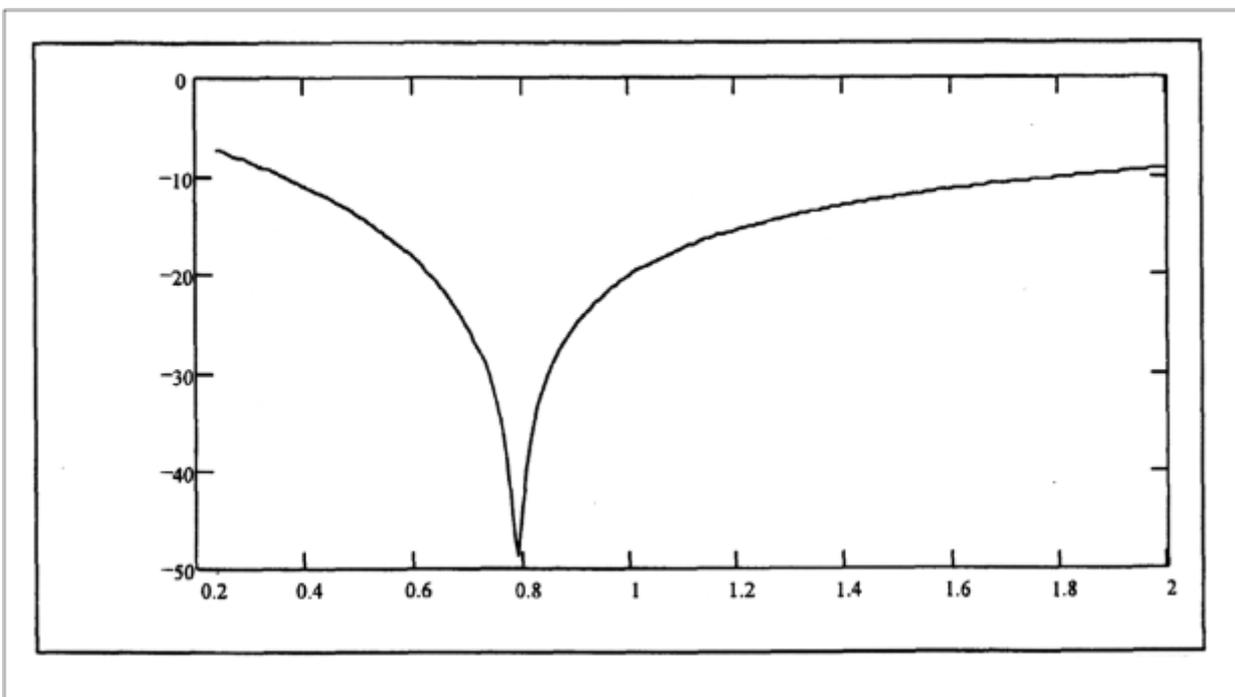


Figure 7

Tracé de l'équation (8) en dB en fonction de la fréquence en GHz pour l'exemple 7 du tableau 1 : UHF.

Un homme est allé voir la marine et a dit : " Vous voulez du camouflage, messieurs ! Donnez-moi un navire et je vous donnerai des camouflages" (Moore et Berlitz, p. 125.)

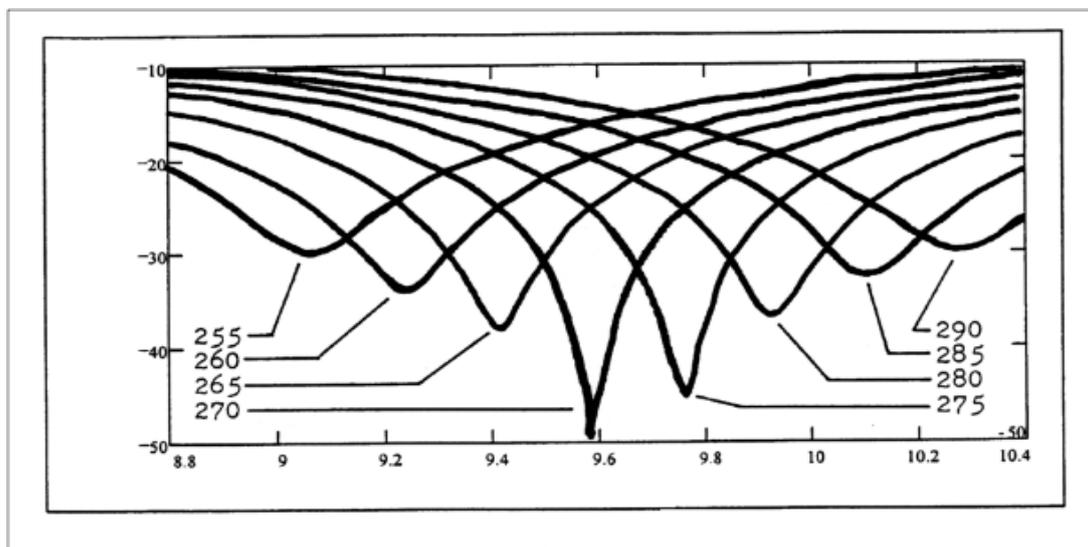


Figure 8

Tracé de $\Gamma(f)$ en **dB** pour l'exemple 6 lorsque H_0 varie de 255 à 290 kA/m.

La conclusion de tout ceci est que l'impédance de surface a un caractère de résonance parallèle, la perméabilité effective et l'impédance de surface atteignant toutes deux des sommets à des fréquences de résonance déterminées par les valeurs sélectionnées du courant dans la bobine hélicoïdale entourant le navire. La magnitude de $\Gamma(\omega)$ et la fréquence de résonance gyromagnétique peuvent être "accordées" en faisant varier le champ de polarisation continu H_0 !! En particulier, au moins pour les valeurs fantaisistes que nous avons prises pour la coque du navire, on peut amener l'impédance de surface à égaler l'impédance caractéristique de l'espace libre et ainsi réduire significativement la réflexion radar sur une bande de fréquences utile. Il est possible de créer une dépression dans le retour radar de plus de 20 dB, d'une largeur de 500 MHz (ou plus) sur la bande L (UHF-2 GHz) ou la bande X (8~12,5 GHz). Il est plus que probable qu'une "Expérience de Philadelphie" de 1943 aurait été réalisée en bande L.

L'équation (2) ci-dessus peut être satisfaite en bande L si H_0 est "accordé" à 15 000 A/m. En d'autres termes, s'il y a 1 tour/m autour du navire transportant un courant de 15 000 ampères, la réflexion radar du navire tombera à une fraction de sa valeur de courant nul à 1,5 GHz. Cela semble remplir les conditions d'une "Expérience de Philadelphie". (De manière surprenante, il semble également y avoir une autre résonance modeste dans l'infrarouge supérieur, bien qu'il puisse s'agir d'une erreur dans notre code informatique). Bien entendu, nous ne prétendons pas qu'un matériau quelconque soit capable d'obtenir un vide aussi profond dans la réflexion radar ou qu'il soit accordable sur des largeurs de bande aussi importantes. Cependant, les preuves, aussi maigres soient-elles, semblent indiquer que la réflexion radar peut être minimisée et que l'utilisation du camouflage électronique aurait probablement été étudiée expérimentalement. Ces éléments ont certainement été pris en considération à l'époque.

Vérification expérimentale en laboratoire à petite échelle

Forts de ces connaissances théoriques, nous avons pensé qu'il serait prudent de tenter une expérience de laboratoire à petite échelle pour vérifier l'effet de \mathbf{H} sur $\Gamma(\omega)$ en bande X pour l'acier ordinaire. (D'après le livre, il semble que la Marine ait également mené des expériences sur des modèles réduits*). En fait, nous avons réalisé deux expériences avec notre appareil "œuf de Colomb"**, dont nous pensons que ces expériences ont un rapport avec notre discussion sur l'expérience de Philadelphie. Dans la dernière partie de ce document, nous proposerons deux autres expériences.

1) Modification du RCS

Afin d'obtenir de très grands courants à partir d'une alimentation modeste, nous avons pris notre noyau toroïdal en acier (comme une cible radar simulant la coque du navire) et utilisé une impulsion de décharge de condensateur de 8 kV, 10 μ F à travers les enroulements, qui étaient disposés en série. Le courant de surtension semble avoir été de l'ordre de

$$I_0 = \frac{V_0}{\omega L_T} = \frac{8000}{2\pi * 72 * .5} = 35 \text{ Ampères} \quad (9)$$

ce qui impliquerait une intensité de champ magnétique de pointe de l'ordre de $\langle \mathbf{H}\phi \rangle \approx (120 \text{ tours/quadrant}), (4 \text{ quadrants}), (35 \text{ ampères/Tour}) / (2\pi \bullet 6''/39,37) = 17,5 \text{ kA-T/m}$. L'acier du transformateur a été "illuminé" sur le côté de la bobine par un petit klystron pyramidal à cornet Raytheon CK-109 à bande X (100-250 mW à 9,98-11,98 GHz) et la rétrodiffusion radar a été observée avec un détecteur à cristaux HP à bande X, comme le montre la figure 9. Il ne serait pas déraisonnable de supposer que c'est le genre d'expérience que Tesla aurait pu facilement réaliser pendant, ou même bien avant, les années 1930. (Il aurait probablement utilisé la bande UHF ou L, avec un niveau de puissance légèrement inférieur). *En fait, il serait surprenant qu'il n'ait pas examiné cette configuration.* Une différence distincte entre la rétrodiffusion de la cible magnétique polarisée et la cible magnétique non polarisée a été observée, il est clair que Tesla aurait observé ce phénomène !

2) Déplacement de l'eau salée.

Nous avons immergé la bobine de "l'œuf de Colomb" dans le fond d'un bac en plastique rempli d'eau et de sel gemme. Lorsque la bobine a été mise sous tension, l'eau s'est "envolée" du bac (littéralement) ! À faible puissance et avec l'appareil placé à l'extérieur et sous le bac, l'eau salée tourbillonne. (L'un des auteurs a vu une version de ce phénomène, avec un "bocal à cornichons" rempli au tiers de mercure, lors du symposium Tesla 1993 de l'Académie Serbe des Sciences et des Arts, en septembre dernier à Novi Saad).

Il est clair qu'avec jusqu'à 4,5 MW disponibles, les courants de Foucault dans l'eau salée permettraient non seulement de creuser un trou en forme de coque dans l'eau, mais aussi de faire léviter quelque peu le navire. En guise de devoir, le lecteur est invité à effectuer le calcul pour son amusement.

* [R-F. Rinehart], "Je me souviens de quelques calculs à ce sujet en relation avec une expérience modèle, qui était en vue à l'époque..." (P. 187)

** Notre noyau était fait d'un feuillard d'acier enroulé en spirale, ce qui donnait un noyau de 25 cm interne et 35 cm externe et 5 cm d'épaisseur. Il y avait quatre bobines, chacune de 120 tours de fil de cuivre émaillé n° 12.

"L'expérience de Philadelphie" et la furtivité aux radars

L'analyse semble donner du crédit à l'hypothèse selon laquelle il s'agit de quelque chose de plus que de la mythologie et elle rend plausible la conclusion selon laquelle il existait une motivation suffisante pour mener réellement une "Expérience de Philadelphie" afin d'examiner la furtivité aux radars, des navires à propulsion électrique. Indépendamment du fait que nos valeurs supposées soient pratiques ou non, l'analyse, qui n'utilise aucune phénoménologie qui n'était pas connue après 1938, aurait probablement amené les enquêteurs de l'US Navy de la Seconde Guerre mondiale à expérimenter la furtivité radar. En fait, il aurait été déloyal de la part du Defense Science Research Board de ne pas mener de telles expériences s'il avait été au courant de cette phénoménologie (comme il devait l'être) en 1943. Cependant, une telle approche de la furtivité n'est pas pratique et serait certainement peu intéressante, en tant que telle, pour les militaires d'aujourd'hui.

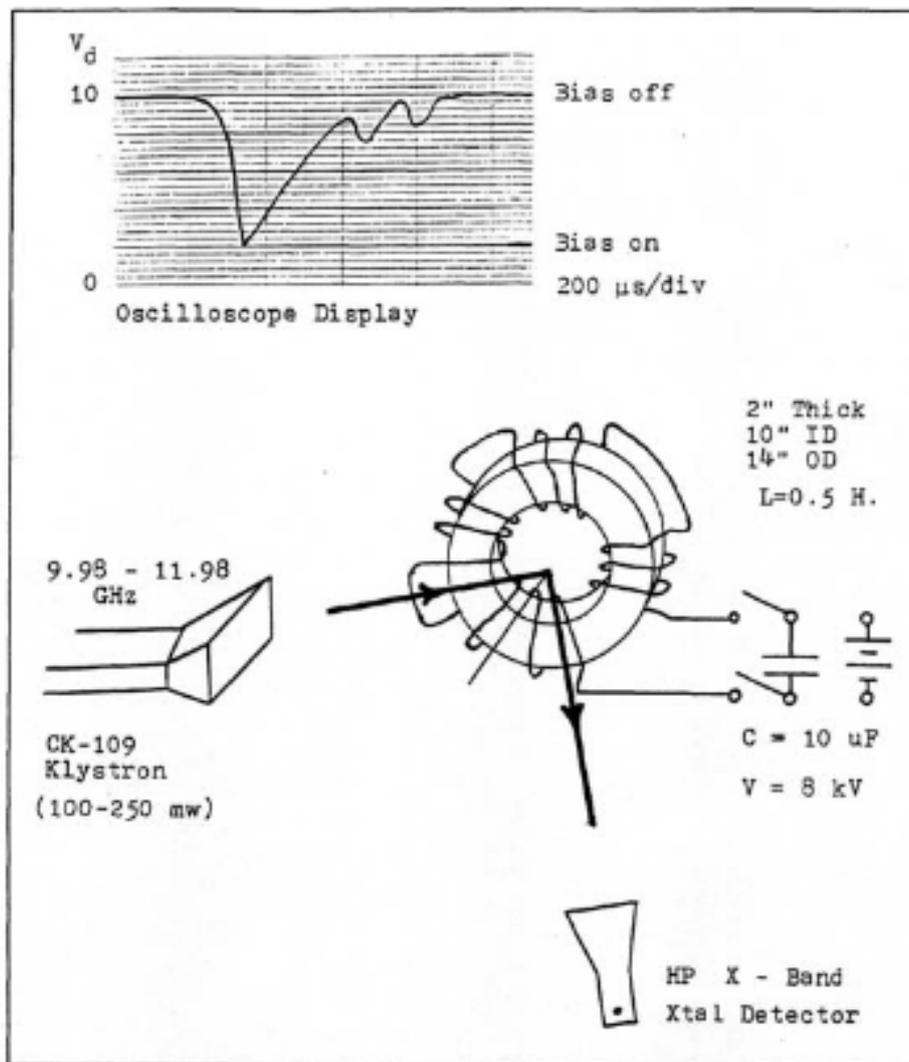


Figure 9

Configuration expérimentale pour la rétrodiffusion radar à partir d'un appareil "œuf de Colomb".

La plateforme expérimentale

Il existe probablement une discussion technique sur les destroyers d'escorte de la classe "Bostwick" dans la littérature technique. D'après Janes Fighting Ships, nous savons que la classe Bostwick, dont le DE-173 (l'Eldridge) faisait partie, avait les propriétés suivantes : ⁽⁴⁶⁾

Informations pratiques sur les destroyers d'escorte

Déplacement, tonnes	1 240 standard, 1 900* pleine charge
Longueur, pieds (mètres)	306 (93.3)
Largeur, pieds (mètres)	37 (11.3)
Faisceau, pieds (mètres)	14 (4.3)
Canons, doubles	3-3 pouces (76 mm) cal. 50
Canons, AA	2-40 mm
A/S	hedgehog fixe, DCT
Moteurs principaux	diesels GM, entraînement électrique 6 000 CV, 2 arbres (4.5 MW)
Vitesse, noeuds	19
Rayon, miles	1 500 à 11 noeuds
Carburant (tonnes)	300
Complément	150 (logements 220)

Et, il a été transféré en Grèce en 1951. Plusieurs photographies d'autres Destroyer Escorts de la même classe sont également fournis. Il est intéressant de noter qu'il existe une discussion de niveau descriptif sur l'utilisation des escorteurs de destroyers pour fournir de l'énergie à terre à partir de leurs générateurs de propulsion.

* Selon Moore et Berlitz, "L'Eldridge a été construit le 22 février 1943, au Federal Ship Building and Dry Docks, Newark, NJ, et avait un déplacement de 1 240 tonnes standard et de 1 520 tonnes à pleine charge". (pg. 158)

Dans un remarquable document de 1948 destiné aux ingénieurs, Anderson et Fifer décrivent comment les navires à propulsion électrique ont été mis à contribution pour fournir de l'énergie électrique dans les zones où l'ennemi en retraite avait détruit les centrales terrestres existantes. "Pendant la Seconde Guerre mondiale, on a construit un grand nombre de navires à propulsion électrique à turbine à courant alternatif qui avaient la possibilité de fournir de l'énergie à terre." ⁽⁴⁷⁾ (Les DE délivraient une puissance substantielle et, selon F.M Starr de GE Schenectady, "étaient les mieux adaptés aux petites charges diversifiées" ⁽⁴⁸⁾ car ils pouvaient fonctionner en parallèle à un certain nombre de tensions de sortie nominales à 50/60 Hz). Ceci est cohérent avec la suggestion de Tesla de 1917 pour des utilisations en temps de paix, comme mentionné ci-dessus.

Anderson et Fifer montrent même des photographies de deux escortes de destroyers, fournissant de l'énergie en étant amarrées côte à côte à un quai, à Portland, dans le Maine (au lieu de deux, un troisième navire entre eux, comme cela s'est produit dans une "Expérience de Philadelphie" rapportée par Moore et Berlitz*) pendant la période des moissons après qu'une grave sécheresse ait laissé la ville sans énergie hydroélectrique à l'automne 1947.

Leurs photographies montrent les détails de la méthode utilisée pour connecter l'électricité entre les navires et la terre, les portiques de câbles nécessaires en raison des marées hautes à Portland et même les commandes de propulsion et les commandes d'alimentation, qui étaient situées dans la salle des machines avant et la salle des machines arrière (c'est mieux que le film !). Il y a une vue rapprochée, du côté d'un Destroyer Escort, montrant les bobines de câble et la sous-station de l'unité.

Il semble raisonnable de supposer que "l'Expérience de Philadelphie" aurait utilisé d'énormes câbles d'alimentation comme ceux que l'on voit sur ces photos. Anderson et Fifer nous disent que les générateurs de propulsion des destroyers d'escorte fonctionnaient à 1 500 volts, 25-135 Hz, et que "la puissance de sortie des deux navires était d'environ 9 000 kW". ⁽⁴⁹⁾ Cela semble impliquer des courants efficaces de générateur de l'ordre de 3 000 ampères - légèrement inférieurs à l'ordre de grandeur de $10^4 \sim 10^5$ requis pour l'expérience. (Voir les commentaires sur la "résonance" ci-dessous).

Installations de démagnétisation à bord des navires

Au moment de "l'expérience de Philadelphie", à la fin de l'été 1943, le Laboratoire d'Ordonnance de la Marine n'était en contact qu'avec deux scientifiques civils, John Kraus et Albert Einstein. Kraus était fortement impliqué dans la démagnétisation des navires. ("*Pour réduire le champ magnétique du navire, nous avons enroulé **plusieurs tonnes de fils de cuivre isolés très lourds autour du navire***".⁽⁵⁰⁾)

Le même numéro des Transactions de l'AIEE traitant de l'alimentation en énergie à terre présente également une introduction à la technologie de démagnétisation des navires de la Seconde Guerre mondiale.⁽⁵¹⁾ Ce qui est particulièrement intéressant, ce sont les configurations des bobines sur le navire. Il y avait fondamentalement cinq types différents de systèmes de bobines utilisés sur un navire. L'un d'eux, la "bobine en L", était un solénoïde hélicoïdal dont l'axe était parallèle à l'axe du navire. "Il était composé d'une série de boucles dans des plans verticaux perpendiculaires à l'axe du navire.

* "...trois vaisseaux étaient concernés. Lorsqu'ils ont déroulé le film, celui-ci montrait deux autres vaisseaux alimentant une sorte d'énergie au vaisseau central... Après un certain temps, le navire central, un destroyer, disparaissait lentement dans un brouillard transparent..." Moore et Berlitz, P. 240.

Les boucles passaient toutes à l'intérieur de la coque, depuis la quille jusqu'au dessous du pont inférieur...". Les installations, à quelques exceptions près, étaient placées à l'intérieur des navires."⁽⁵²⁾
 (Au début, on n'a pas vraiment compris que les bobines placées à l'intérieur des coques pouvaient offrir une protection efficace et les premières installations ont donc été réalisées avec les fils fixés à l'extérieur et encerclant le navire. Plus tard, les bobines ont été placées à l'intérieur des coques en acier, l'effet étant réduit d'environ 30 %, mais les économies en matière de maintenance ont justifié ce changement). Une autre configuration de bobine, la "bobine en M", "encerclait le navire juste à l'intérieur de la coque dans un plan horizontal approximativement à la ligne de flottaison".⁽⁵³⁾ (Encore une fois, au début, ces bobines étaient placées à l'extérieur du navire).

Kraus dit : "Les fils de chaque bobine pouvaient former un faisceau aussi gros que le poignet d'un homme. Des tonnes de cuivre étaient utilisées sur chaque navire et les bobines de démagnétisation sont devenues le numéro un de l'utilisation du cuivre dans notre pays."⁽⁵⁴⁾ (Environ 12 000 navires militaires et marchands américains étaient équipés d'une installation de démagnétisation à bord au début de la Seconde Guerre mondiale, pas étonnant que nous soyons passés à un "penny d'argent" une année). Michel rapporte qu'il n'était pas rare d'utiliser un faisceau de fils multi-conducteurs composé de 19 conducteurs d'une surface de 40 000 mils circulaires (Note du traducteur : 1 mil = 1 millième de pouce = 0,0254 mm). * Certains câbles avaient "jusqu'à cinq pouces (12,5 cm) de diamètre et étaient assemblés par trois et quatre câbles."⁽⁵⁵⁾

Dans ce contexte de construction de bobines, on peut se demander . "Quelle quantité de courant ces bobines pourraient-elles transporter si elles étaient poussées à leur limite ?" Sans compter la présence d'un dissipateur thermique (la coque du navire et la mer), la capacité maximale de transport de courant d'un fil est limitée par ce qu'on appelle le "courant d'amorçage", qui est le courant continu, auquel un fil fond.

Pour un fil de cuivre,⁽⁵⁶⁾

$$I_F = 10\,244\, d_{inches}^{3/2} \quad (10)$$

(Un fil de cuivre de 2,5 cm de diamètre fond à 10 kA et un fil de 12,5 cm de diamètre à 114 kA). Il semble donc que les faisceaux standard pouvaient probablement supporter un courant assez important s'ils étaient poussés à la limite.

Michel rapporte que les installations de démagnétisation fonctionnaient à partir du bus d'alimentation en courant continu de 240 volts du navire par l'intermédiaire de rhéostats (la bobine M fonctionnait directement à partir d'une paire moteur-générateur) et les bobines "produisaient généralement 1 500 ampères par tour". "Comme les bobines de démagnétisation doivent produire des champs s'étendant sur des distances assez longues, l'intensité des champs des bobines à proximité immédiate des câbles est suffisamment élevée dans certaines conditions pour nuire au fonctionnement d'autres équipements."⁽⁵⁷⁾ Apparemment, même les soudeurs à l'arc électrique pourraient être affectés par les bobines de démagnétisation. ("Des irrégularités notables dans l'opération de soudage se produiront."⁽⁵⁸⁾)

* Ce serait environ 10 cm de diamètre. $(d_{in} = 0,001\sqrt{A_{CM}})$

Corrélation avec le livre de Moore-Berlitz

"L'expérience de Philadelphie"

Toutes les expériences électriques de Benjamin Franklin étaient connues à l'étranger sous le nom "d'expériences de Philadelphie". Il désignait lui-même la célèbre démonstration de 1752 de l'équivalence entre la foudre et l'électricité par friction comme "l'expérience de Philadelphie". ⁽⁵⁹⁾

Le livre de Moore et Berlitz ⁽⁶⁰⁾ est une source d'informations descriptives surprenantes. Récemment, un critique ⁽⁶¹⁾ a examiné le livre et a conclu : "*Non seulement les informations présentées par Moore et Berlitz dans The Philadelphia Experiment échouent au test de vérification le plus fondamental, mais la quantité massive de preuves disponibles a démontré que la thèse est manifestement invalide.*" ⁽⁶²⁾ Nous pensons que c'est le contraire qui est vrai. Non seulement le fournisseur de la phénoménologie, mais les déclarations indépendantes de divers témoins corroborent les questions techniques de base.

Moore déclare qu'il n'est pas un scientifique de formation et il est compréhensible que les témoignages techniques soient souvent embrouillés. Prenons, par exemple, l'interview du Dr Rinehart (pages 178 à 205). En lisant entre les lignes, Moore (bien qu'essayant frénétiquement d'enregistrer ce qu'on lui disait) n'a clairement pas compris ce que Reinhart disait. De plus, étant donné la manière peu orthodoxe des révélations de C. M. Allen, il est étonnant qu'une quelconque signification puisse être distillée. Cette partie a du sens :

Carl M. Allan

- "Camouflage électronique... Une sorte de camouflage électronique produit par des champs d'énergie pulsée." (p. 19)

- "La Marine ne savait pas que des hommes mourraient des effets étranges de l'hyperchamp, dans le champ ou au-dessus du champ." (p. 46)

Nous pensons que la première affirmation est cohérente avec notre présentation ci-dessus. La seconde est cohérente avec l'idée d'interactions **RF** incidentes avec le milieu magnétiquement biaisé à basse fréquence (champs (**RF**) sur champs (**DC**)), comme indiqué dans l'annexe I.

Commandant X

(Un scientifique dans le programme radar de la marine de la Seconde Guerre mondiale)

- "J'ai entendu dire qu'ils avaient fait des essais à la fois le long du fleuve (Delaware) et au large de la côte, en particulier en ce qui concerne les effets d'un fort champ de force magnétique sur les appareils de détection radar." (P. 169)

Bien qu'il s'agisse d'une preuve par oui-dire, cela est également cohérent avec l'idée d'un absorbeur radar polarisé magnétiquement. Nous avons beaucoup d'autres citations à faire, mais nous les présenterons avec une discussion, ci-dessous.

Amplification résonnante

L'une des questions soulevées ci-dessus était de savoir comment augmenter le courant du générateur d'un ordre de grandeur. Le grand H_0 requis pour la polarisation magnétique sera le résultat d'un grand courant dans les bobines. De toute évidence, ils pourraient utiliser un transformateur de puissance pour augmenter le courant (et diminuer la tension). Ils pourraient, en fait, faire passer un courant élevé avec un faible rapport cyclique et envoyer des impulsions aux bobines à des fréquences très basses. (Ce n'est pas très bon pour les transformateurs de puissance.)

Ou bien, ils peuvent utiliser l'augmentation de la résonance dans les courants de circulation, qui se produit dans un "circuit résonnant parallèle à réservoir". Bien que la polarisation magnétique en courant continu ait été supposée pour le champ H_0 dans l'annexe I, elle n'est pas nécessaire et des pulsations à basse fréquence peuvent même être utilisées. Il suffit que la fréquence du champ de polarisation magnétique (H_0) soit bien inférieure (10^{-4}) à la fréquence de la porteuse radar (invariance adiabatique), mais suffisamment basse pour que la saturation se produise.

Dr. R. F. Rinehart

"Je pense que la conversation s'était orientée à ce stade vers les principes de la résonance et la façon dont les champs intenses qui seraient nécessaires, pour une telle expérience, pourraient être obtenus en utilisant ce principe." (p. 191)

"Je suis convaincu que l'idée de produire le champ électromagnétique nécessaire à des fins expérimentales, au moyen des principes de la résonance, a également été initialement suggérée par Kent*, peut-être à la suite de ces discussions avec le professeur Allen**." (p. 187)

Dr. Valentine

"L'expérience (du Dr Jessup) a été réalisée en utilisant des générateurs magnétiques de type naval, connus sous le nom de dégausseurs, qui ont été "pulsés" à des fréquences de résonance de manière à créer un énorme champ magnétique sur et autour d'un navire amarré." (p. 130)

* Robert Harrington Kent.

** Professeur Charles Metcalf Allen de l'Institut Polytechnique de Worcester.

Dans l'annexe II du livre sur les Bobines Tesla à Tube à Vide⁽⁶³⁾ et dans l'annexe II ci-dessous, il est démontré que s'ils avaient placé un condensateur en parallèle avec les bobines du navire (comme Tesla l'a suggéré dans l'interview de 1917 ci-dessus) et amené le système en résonance parallèle à la fréquence du générateur du navire, alors le courant circulant dans les bobines serait augmenté par le **Q** du système résonnant parallèle.

Cela signifie que le courant alternatif circulant dans la bobine du circuit du réservoir, est plus grand que le courant d'entrée de la quantité où I_T est le courant d'entrée du point terminal.

$$I_{coil} = I_T \sqrt{1 + Q_T^2} \quad (11)$$

Le courant du générateur dans ce cas, $Q_T = \omega_0 L / R$, $R = (R_{coil} + R_{coupled})$, et $R_{coupled}$ est la résistance de charge effective couplée (due aux pertes par courants de Foucault dans le navire et l'eau de mer). Dans la littérature ancienne, on appelle cela un "amplificateur de courant".⁶⁴⁾ Le kVA réactif circulant dans le circuit du réservoir est égal à **Q** fois la composante réelle de la puissance du générateur dans le réservoir. (La puissance est conservée, bien sûr, il n'y a pas de magie). A propos, "pulser" un circuit réservoir est l'idée fondamentale derrière l'oscillateur de classe **C** original. À pleine puissance, un circuit réservoir pourrait fournir une augmentation résonnante du courant à des niveaux suffisants pour soutenir l'expérience de la bande L discutée ci-dessus. (Un **Q** plus élevé ou un traitement de la puissance des impulsions pourrait soutenir l'expérience de la bande X).

L'utilisation d'impulsions de courant alternatif à basse fréquence pour la polarisation est similaire à l'utilisation de courant alternatif brut pour les bobines de Tesla pilotées par un oscillateur de classe **C**. Dans le cas de l'optique, cela conduirait plus que probablement à la situation de "scintillement" évoquée par le Dr Rinehart (pp. 198-199).

Conséquences observables

Ensuite, nous aimerions examiner les effets collatéraux que l'on ne serait pas surpris d'observer en accompagnant une expérience magnétique aussi intense. Il y aurait des effets phénoménologiques et des conséquences physiologiques.

Effets phénoménologiques

Magnétohydrodynamique à basse fréquence dans l'eau salée :

1 - Brouillard et brume verte

"Au bout d'un certain temps, le navire central, un destroyer, disparut lentement dans un brouillard transparent jusqu'à ce que l'on ne puisse plus voir qu'une empreinte de ce navire dans l'eau. Puis, lorsque le champ, ou quoi que ce soit, était éteint, le navire réapparaissait lentement dans un fin brouillard." (p. 240).

"J'ai vu, après quelques minutes, une brume verte surgir comme un mince nuage." (p. 110).

"Soudain, le brouillard vert revint..." (p. 249).

2 - Une cavité dans l'eau

"Les hommes à bord du navire étaient apparemment capables de se voir vaguement les uns les autres, mais tout ce que pouvait voir quiconque se trouvait hors du champ était 'la forme clairement définie de la coque du navire dans l'eau'" (p. 88).

"J'ai regardé le DE 173 devenir rapidement invisible pour les yeux humains. Et pourtant, la forme précise de la quille et de la coque du navire restait imprimée dans l'eau de l'océan alors que lui et mon propre navire filaient quelque peu côte à côte et près des in-bords." (p. 110-111).

"Le champ était effectif dans une forme sphéroïdale aplatie, s'étendant à cent mètres de chaque côté du navire... Toute personne à l'extérieur ne pouvait rien voir d'autre que la forme clairement définie de la coque du navire dans l'eau." (p. 41).*

L'eau de mer ($\sigma \approx 5 \Omega/\text{m}$ à ELF) n'est pas un supraconducteur. Cependant, un champ magnétique variant dans le temps, via la loi de Faraday, génère des courants de Foucault dans l'eau salée, qui réagissent à leur tour sur la source magnétique en s'opposant à tout changement du champ source. Considérons la description suivante due à Feynman.

* La "largeur" d'un navire est sa largeur au point le plus large.

"Si nous disposons d'une feuille d'un conducteur parfait et que nous plaçons un électro-aimant à côté, lorsque nous faisons passer le courant dans l'aimant, des courants appelés 'courants de Foucault' apparaissent dans la feuille, de sorte qu'aucun flux magnétique n'y pénètre. La même chose se produit si nous approchons un barreau aimanté d'un conducteur parfait. Il est ainsi possible de suspendre un barreau aimanté dans l'air au-dessus d'une feuille de conducteur parfait... Si le conducteur n'est pas tout à fait parfait, il y aura une certaine résistance à la circulation des courants de Foucault. Les courants auront tendance à disparaître et l'aimant se stabilisera lentement. Les courants de Foucault dans un conducteur imparfait ont besoin d'une force électromotrice pour continuer à circuler et pour avoir une force électromotrice, le flux doit changer constamment. Le flux du champ magnétique pénètre progressivement dans le conducteur.... Dans un conducteur normal, il n'y a pas seulement des forces répulsives dues aux courants de Foucault, mais il peut aussi y avoir des forces latérales (de traînée) qui empêchent tout mouvement latéral." ⁽⁶⁵⁾

Les courants de Foucault alternatifs en circulation agiteraient l'eau de mer à des fréquences acoustiques (pompant l'eau salée, produisant de la vapeur, de la brume et du brouillard) et, selon toute probabilité, creuseraient une cavité sous l'aimant. (Considérez ce qui se passe avec un électroaimant à courant alternatif élevé dans une baignoire en plastique d'eau salée. C'est encore plus excitant avec un courant alternatif polyphasé et un champ magnétique tournant).

"Si, au lieu de traîner un conducteur devant un aimant, nous essayons de le faire tourner dans un champ magnétique, il y aura un couple résistif provenant des mêmes effets. Par ailleurs, si nous faisons tourner un aimant près d'une plaque ou d'un anneau conducteur (ou d'un œuf conducteur), l'anneau (ou l'œuf) sera entraîné ; les courants dans ce dernier créeront un couple qui tendra à le faire tourner... Un champ comme celui d'un aimant rotatif peut être créé avec un arrangement de bobines (sur un tore de fer)... nous avons un champ magnétique "rotatif". Le couple (de résistance à la rotation) produit sur un conducteur par un tel champ tournant est facilement démontré en plaçant un anneau métallique sur une table isolante juste au-dessus du tore. (Feynman montre ici un anneau suspendu par une ficelle au-dessus d'une table surplombant un transformateur torique triphasé). Le champ tournant fait tourner l'anneau autour d'un axe vertical." ⁽⁶⁶⁾

Feynman vient de décrire l'Œuf de Colomb à ses étudiants de Cal Tech, sans jamais mentionner son inventeur. C'est dommage pour les étudiants, en fait. (Ce sont eux les vrais perdants.) Tesla n'avait même pas besoin d'utiliser une ficelle pour faire tenir l'œuf, comme le fait Feynman (80 ans plus tard)].

Eh bien, combien de brouillard vert et de brume pourriez-vous faire avec un générateur de courant alternatif de neuf mégawatts ? Quelle est la taille de la cavité que vous pourriez extraire de la mer ? Il serait fascinant de calculer tout cela dans une autre annexe.

3 - Conditions instables

"... de l'eau bouillante, l'ionisation de l'air environnant, et même une "Zeemanisation" des atomes... L'ionisation créée par le champ avait tendance à provoquer une réfraction inégale de la lumière... Le résultat n'était pas un effet de mirage stable, mais plutôt un déplacement d'avant en arrière causé par certaines tendances inhérentes au champ A C... Nous avons pensé qu'avec un effort approprié, certains de ces problèmes pourraient être surmontés et qu'il serait probablement possible de trouver une fréquence de résonance qui permettrait de contrôler la vision interne apparente de l'oscillation, de sorte que le scintillement se produirait à un rythme beaucoup plus lent.....". (pp 198-199).

On pourrait s'attendre à ce que la dissipation d'énergie dans l'eau, due à la circulation des courants de Foucault dans la mer, chauffe l'eau, peut-être jusqu'au niveau de la vapeur. De plus, la mer serait un puits de chaleur pour tout chauffage de la coque ; un "Effet Zeeman" est abordée ailleurs. Il y aurait beaucoup de turbulences près du navire (comme le démontre la deuxième de nos expériences décrites ci-dessus).

L'ionisation de l'air pourrait se produire comme suit. De grands champs magnétiques changeant rapidement dans le temps peuvent provoquer une rupture ionisante de l'air.⁽⁶⁷⁾ Cette idée découle du brevet pionnier de Joseph Slepian⁽⁶⁸⁾, qui a abouti à la création de l'accélérateur Betatron par D. W. Kerst en 1941.⁽⁶⁹⁾

Si une forme d'onde non sinusoïdale était utilisée pour piloter les bobines de polarisation du navire, par exemple un train d'impulsions à faible rapport cyclique (comme dans un oscillateur de classe C), ou une décharge capacitive directement dans la bobine, de fortes pointes de \mathbf{E}_ϕ résulteraient de la rapidité des $\partial \mathbf{H}_z / \partial t$ (make/break). Dans le langage des circuits à saut, $\mathbf{V}_{coil} = L di/dt$ présente des pointes. Pour un solénoïde cylindrique, la loi de Faraday donne :

$$E_\phi(r) = \frac{\mu_0 r}{2} \frac{\partial H_z}{\partial t} \quad (12)$$

Si \mathbf{E} devait s'élever à près de 200 kV/m (bien en dessous du claquage de l'air à 3 MV/m), des impulsions atmosphérique de Trichel naissantes seraient émises par chaque objet pointu du navire et une couronne étendue s'ensuivrait. Il est clair qu'une impulsion à montée rapide ne serait pas un bon choix de forme d'onde.

4 - Grincement et bourdonnement acoustiques :

"J'ai senti la poussée de ce champ de force contre la solidité de mon bras et je me suis étiré dans son flux bourdonnant, poussant, propulsant." (p. 110)

"En essayant de décrire les sons que le champ de force émettait alors qu'il tournait autour du DE 173...., il a commencé comme un murmure bourdonnant, puis a augmenté jusqu'à un bourdonnement fortement grésillant, comme un torrent impétueux." (p. 111)

"Une série spéciale de câbles d'alimentation électrique avait été posée depuis une centrale électrique voisine jusqu'au navire. Lorsque l'ordre était donné et que les interrupteurs étaient actionnés, le bruit qui en résultait était presque insupportable. (p. 248)

Il semblerait raisonnable de supposer que les milieux immergés dans les champs magnétiques basse fréquence de la bobine de polarisation (le navire et l'eau de mer) réagiraient par des vibrations mécaniques, un peu comme le bourdonnement acoustique des transformateurs de puissance conventionnels, par exemple. (Le navire et l'eau de mer sont devenus la sortie d'un transducteur acoustique, piloté par les bobines de polarisation). Il est plus que probable que le contenu en puissance des spectres harmoniques soit substantiel, bien au-delà de la région ultrasonique (pensez à toutes les non-linéarités électriques, mécaniques et physiologiques présentes), ce qui explique la perception d'un "gémissement insupportable".

Effets biologiques (physiologiques)

Sur terre, nos corps physiques se déplacent dans des champs magnétostatiques (1/4 gauss), des champs électrostatiques (100 V/m par temps clair), de pression acoustique (1/2 dyne/cm²), de RF et champs gravitationnels relativement faibles. Cette expérience aurait signifié une immersion totale dans un ensemble inhabituel de champs électromagnétiques et acoustiques. Bien que des personnes aient été soumises à des champs magnétiques continus assez importants ⁽⁷⁰⁾, "l'Expérience de Philadelphie" a probablement utilisé des champs pulsés intenses de basse fréquence, ce qui pourrait conduire à un nouvel ensemble de phénomènes perceptifs reconnus.

On pourrait s'attendre à des réponses particulières du système nerveux, du système visuel, du système auditif et du système respiratoire, ainsi qu'à une confusion mentale et perceptive générale.

" Nous ne pouvions supporter les effets du champ énergétique qu'ils utilisaient... Il nous affectait de différentes manières. Certains ne voyaient que double, d'autres ont commencé à rire et à tituber comme s'ils étaient ivres et quelques-uns se sont évanouis. Certains ont même prétendu qu'ils étaient passés dans un autre monde et qu'ils avaient vu et parlé à des êtres extraterrestres." (p. 19).

"Toute personne se trouvant dans cette sphère devenait de forme vague, mais lui aussi observait les personnes à bord du vaisseau comme si elles étaient dans le même état, alors qu'elles ne marchaient sur rien." (p. 41).

"Alors qu'il se tenait là, essayant de comprendre ce qui s'était passé, et cherchant son navire, il observa des figures indistinctes en mouvement, qu'il ne put identifier comme étant des marins et quelques autres formes 'qui ne semblaient pas appartenir au quai, si c'est là que je me trouvais' ". (p. 248).

Concentrons-nous sur les effets perceptifs auxquels on peut s'attendre dans de telles circonstances :

Les magnétosphènes et les figures de Purkinji.

- Un **phosphène** est une sensation de lumière produite par des stimuli physiques autres que la lumière,
- Un **magnétosphène** est une sensation stimulée par des champs magnétiques variant dans le temps.

Qu'en est-il des motifs Purkinji ?

Johannes Purkinji, célèbre physiologiste tchèque du XIXe siècle, a dit un jour : "Les tromperies des sens sont les vérités de la perception." Il voulait dire par là que "les illusions attirent notre attention sur le fonctionnement du système visuel, alors que la perception normale ne le fait pas." (71) Purkinji était célèbre pour avoir étudié un certain nombre de motifs optiques subjectifs de formes variées qui peuvent être excités par une stimulation électrique. En 1819, il a placé un interrupteur de circuit (une chaîne) en série avec une batterie et des électrodes sur son visage, et il a vu différentes formes géométriques lorsqu'il remuait la chaîne (le phénomène remonte à Benjamin Franklin et à Alessandro Volta).

Suivant l'indice qu'un spectre d'impulsions électromagnétiques de basse fréquence était impliqué, Knoll et Kugler, en Allemagne (à Munich), ont étudié l'excitation des "motifs Purkinji". (72) (Apparemment, des motifs similaires ont été observés au cours d'une opération du cerveau par stimulation électrique directe du cortex visuel à 60 Hz). (73)

"On a découvert que (outre le scintillement), tout un "spectre" de motifs lumineux abstraits subjectifs peut être excité dans le cerveau en utilisant des électrodes temporales et des impulsions de quelques volts dans la gamme de fréquences encéphalographiques. Alors que le scintillement informe couvre une large gamme de fréquences, les motifs sont excitables principalement dans la gamme de 5 à 35 impulsions/seconde. Le nombre de motifs subjectifs excitables chez chaque individu était plus élevé chez les malades mentaux que chez les étudiants en technique... La plupart des patients ayant une activité bêta-encéphalographique présentaient des fréquences d'excitation des motifs supérieures à 50 impulsions/seconde. " (74)

Ils ont observé de nombreux motifs lumineux tels que des étoiles, des roues, des astérisques, des motifs de points lumineux, des lunes, des "smiley" et d'autres formes géométriques.

Des études fascinantes ont été publiées par Becker, qui rapporte spécifiquement les "magnétosphènes" (phosphènes stimulés magnétiquement), (75) et par Oster(76). Becker raconte que ;

"L'intensité est maximale entre 20 et 30 Hz. Au-dessus de 90 Hz, le phénomène devient moins évident... Au fur et à mesure que l'intensité du champ augmente, la luminosité semble impliquer de plus en plus le champ visuel...". Aucune sensation subjective d'un singe n'a été notée pendant l'application d'un champ constant, mais des phosphènes ont été ressentis pendant les phases d'activation et de désactivation du courant de la bobine. " (77)

Apparemment, les données originales ont été obtenues en plaçant la tête du sujet dans une grande bobine solénoïdale). Les résultats semblent illustrer l'importance d'un champ magnétique intense de basse fréquence variant dans le temps.

Oster suggère que les Phosphènes "pourraient bien constituer le fait à l'origine des rapports sur les fantômes"(78). Il souligne que l'alcool et les drogues hallucinogènes peuvent induire des phosphènes. Cependant, "les impulsions dans la même gamme de fréquences que les ondes cérébrales (de 5 à 40 Hz) étaient les plus efficaces pour produire des phosphènes." (79)

Oster a fait quelque chose d'autre qui était particulièrement intéressant. Il a recherché des battements.

"En utilisant deux générateurs électriquement indépendants et quatre électrodes, nous avons appliqué des impulsions de deux fréquences différentes en même temps. Chacune est juste au-dessus du point critique [fréquence de coupure supérieure] et ne produirait donc pas de phosphènes par elle-même. Ensemble, elles génèrent des battements, qui sont perçus comme des phosphènes ondulants, qui se déplacent lentement dans le champ de vision. Il semblerait qu'un mécanisme neuronal mélange les deux signaux, qui interagissent périodiquement pour produire un battement."⁽⁸⁰⁾

(Un superhétérodyne phosphène, rien de moins : utiliser un générateur comme signal, coupler l'autre dans la tête comme oscillateur local injecté, et laisser le cerveau se charger du filtrage, du traitement et de la détection **IF** ! Ils auraient probablement pu rechercher les produits de distorsion d'intermodulation de troisième ordre, obtenir le rapport de rejet de la fréquence image et une foule d'autres caractérisations radio).

L'industrie médicale, à un moment donné, a pensé que des phosphènes stimulés électriquement pourraient apporter une vision artificielle aux aveugles^{(81) (82)}. Jearl Walker⁽⁸³⁾ discute des phosphènes et déclare que non seulement ils sont mal compris ("*Il n'y a presque pas eu de travaux publiés sur la modélisation du phénomène*"), mais aussi que la source physique n'a même pas été identifiée.

Nous pensons que les magnétosphènes et les motifs Purkinji (qu'il s'agisse ou non des humanoïdes extraterrestres que certains marins auraient vus) auraient certainement accompagné l'expérience.

Une telle stimulation du cortex cérébral (flux magnétique variable dans le temps produisant des stimuli de tension électrique induits le long des systèmes visuel et nerveux) jouerait probablement aussi un rôle dans le "trou noir" ressenti par certains participants, même après l'arrêt des champs. Les épisodes de "perte de mémoire" et de "gel" peuvent avoir été provoqués par de simples réponses non linéaires du système nerveux. De plus, comme la permittivité du tissu cérébral est complexe ($\epsilon = \epsilon' - j\epsilon''$) avec une conductivité effective ($\sigma_e = \omega \epsilon''$), on peut s'attendre à un réchauffement diélectrique du tissu par courant alternatif (diathermie ou "diathèse"), avec les complications mentales et neurologiques qui s'ensuivent.

Pourquoi refuse-t-on de reconnaître "l'expérience de Philadelphie"

Tout ceci nous amène à une question relativement simple. Si la physique de l'expérience est si facile à expliquer, et les symptômes physiologiques si faciles à rationaliser, alors pourquoi l'US Navy l'a-t-elle entourée d'un tel voile de mystère et pourquoi refuse-t-on de le reconnaître? Les militaires ont mené de nombreuses expériences qui ont mal tourné et où des personnes ont été gravement blessées. Pourquoi dissimuler celle-ci ?

La réticence implique des problèmes plus profonds. Elle semble suggérer que quelque chose d'inhabituel s'est produit pendant l'expérience.

Qu'est-ce que c'était ?

Conjecture du tenseur de torsion

"Les conceptions de l'espace et du temps que je souhaite exposer devant vous.... sont radicales. Désormais l'espace par lui-même et le temps par lui-même, sont condamnés à s'effacer pour devenir de simples ombres et seule une sorte d'union des deux préservera une réalité indépendante."

Hermann Minkowski, Cologne, 1908* ⁽⁸⁴⁾

À ce stade, non seulement les auteurs vont s'aventurer sur une branche, mais, métaphoriquement parlant, nous allons aussi scier l'arbre. Écoutez le témoignage bizarre présenté par les personnes impliquées dans l'expérience.

"Le navire expérimental a aussi mystérieusement disparu de son quai de Philadelphie pour réapparaître quelques minutes plus tard dans la région de Norfolk. Il a ensuite disparu à nouveau pour réapparaître à son quai de Philadelphie. Temps total écoulé - quelques minutes. " (p. 89).

" Soudain, le brouillard profond 's'est envolé', laissant Silverman dans un état très confus et se demandant 'ce que je faisais à Norfolk'. Il a dit qu'il avait reconnu l'endroit comme étant Norfolk 'parce que j'y étais déjà allé auparavant à l'autre quai du navire'. Puis, tout aussi soudainement, le brouillard vert est revenu ; il s'est à nouveau levé et Silverman s'est retrouvé à quai dans le Navy Yard de Philadelphie " (p. 249).

" Un jour, en regardant le port depuis le quai, (cinq marins marchands britanniques de Norfolk, VA) furent stupéfaits, à juste titre, de voir un nuage au niveau de la mer se former soudainement dans le port et se dissiper presque immédiatement, laissant en pleine vue l'escorte d'un destroyer, qui ne resta que quelques instants avant d'être recouvert par un nuage et de disparaître à nouveau". (p. 250).

Ces citations ressemblent aux pleurs non mitigés d'un écrivain de science-fiction. Écoutez, vous ne pouvez pas faire un travail macroscopique comme celui-ci avec la mécanique quantique ou même la relativité générale. Neuf mégawatts, c'est un débit d'énergie impressionnant, mais (malgré les trous de vers, les trous noirs** et le "zitterbewegung") ce n'est pas suffisant pour déformer la métrique de Schwarzschild, la métrique de Kerr ou toute autre solution au point que quelque chose comme cela puisse se produire, même dans une petite localité. L'explication rationnelle évidente serait que certaines personnes qui l'ont vu étaient confuses ou intoxiquées. On pourrait certainement s'attendre à ce que ce soit le cas pour les marins plongés dans les champs intenses de l'expérience. Mais quand même, on peut se demander...

Maintenant, nous demandons : "Qu'en est-il du voyage dans le temps et de la téléportation ?" Comment ces sujets ont-ils pu faire partie des traditions associées ? (Jusqu'à présent, nous nous sommes amusés au niveau de Joseph Slepian et de Jearl Walker. Maintenant, nous allons devoir rejoindre Edwin Abbott, Sir Arthur Stanley Eddington,⁽⁸⁵⁾ et George Gamow, ou Philip (téléportation)⁽⁸⁶⁾ et le roi Ezéchias (voyage dans le temps)⁽⁸⁷⁾. Faisons un peu d'histoire et tentons des conjectures spéculatives sur ces sujets tout en nous efforçant de maintenir la sensibilité mathématique.

* Une traduction anglaise, accompagnée des notes et du commentaire d'Arnold Sommerfeld, est référencée.

** Pour créer un trou noir avec une surface nulle (horizon des événements absolu) de la taille de la poutre du navire ($R_S = 2GM/c^2 = 5,5$ mètres), il faudrait une énergie de $3,34 \times 10^{44}$ Joules.

Spin, torsion et un espace-temps froissé

"Je ne pense pas qu'il soit trop extravagant de prétendre que la méthode du calcul tensoriel est le seul moyen possible d'étudier les conditions du monde qui sont à la base des phénomènes physiques."

Sir Arthur Stanley Eddington*

Relation entre les phénomènes gyromagnétiques et la production de torsion

Au cours de notre enquête sur "l'Expérience de Philadelphie", nous avons examiné l'hypothèse selon laquelle le spin mécanique quantique, tel qu'on le trouve dans les matériaux ferromagnétiques, pourrait affecter la structure de l'espace-temps. Nous avons été intrigués par une remarque publiée par Friedreich Hehl et ses collègues ;

"On constate que des observateurs distants, qui ne mesurent que le champ métrique, ne peuvent pas faire la distinction entre une source polarisée (ferromagnétiquement) de matière tournante (qui provoque localement une torsion) et une distribution rotative de matière ayant le même moment angulaire total (qui ne provoque de torsion nulle part)." ⁽⁸⁸⁾

Qu'entendait-on par génération ferromagnétique de torsion localisée ? Ceci et le fait que la torsion permet des déplacements temporels de magnitude

$$cdt = dx^4 = 2 [S_{ab}^4 - \Omega_{ab}^4] dx^a dx^b \quad (13)$$

nous a poussés à poursuivre des réflexions encore plus folles que celles présentées ci-dessus. Serait-il possible que, suite à la polarisation magnétique du vaisseau pour le rendre furtif, des déformations de torsion soient excitées dans le tissu de l'espace-temps lui-même ? (Si c'était le cas, la téléportation et le voyage dans le temps pourraient être possibles sans les effets écrasants de la courbure gravitationnelle, ni le passage par le rayon de Schwarzschild pour aller dans la gorge d'un trou noir, ou l'idée de sortir par un trou blanc à un endroit inconnu de l'univers, ou les **10⁴⁴ joules** nécessaires pour faire fonctionner la machine. La technique de torsion pourrait être à la portée de l'ingénierie électrique d'avant la seconde guerre mondiale. Si le spin était bon, on pourrait faire un bond en avant dans la courbure d'espace-temps (ou peut-être même revenir) sans parcourir toute la distance qu'il représente. Quelle idée séduisante !

Dans la poursuite de cette hypothèse, nous sommes tombés sur une littérature très étendue sur la relation entre le spin de la mécanique quantique et la torsion de l'espace-temps. (Il semble qu'il s'agisse de l'emploi actuel de l'espace avec torsion de la théorie des champs unifiés d'Einstein en 1929). Sur la base de cette recherche, nous fournissons ci-dessous un compte-rendu heuristique et spéculatif de l'effet du spin mécanique quantique sur la structure de l'espace-temps et proposons également une nouvelle théorie de l'effet Aharonov-Bohm avec les grandes lignes d'une expérience pour vérifier notre théorie. Nous proposons également une expérience classique utilisant l'effet Sagnac conventionnel et les gyroscopes photoniques pour distinguer les sauts temporels dus à "la non holonomie" des sauts dus à la "torsion". Les concepts d'anholonomie et de torsion étant au cœur de notre discussion, nous commencerons par illustrer la signification de ces termes.

* The Mathematical Theory of Relativity, Cambridge U. Pr., 1923, pg. 49.

La torsion et l'objet non holonomique

Dans une grande partie de la littérature, les concepts de torsion et de non holonomie sont mélangés et confondus. Ils sont nettement différents, la non holonomie dépendant du cadre et la torsion étant une véritable quantité de champ tensoriel. Imaginez un système de référence de coordonnées que vous emportez avec vous pour effectuer des mesures.

Ce système de référence est constitué d'un champ de vecteurs de base orthogonaux qui s'étendent sur trois (3) dimensions spatiales \mathbf{e}_1 , \mathbf{e}_2 , \mathbf{e}_3 , et le temps \mathbf{e}_4 (nous utilisons des caractères gras pour les vecteurs.) Ce sont les champs "**n-Bein**" ou "**tetrad**" d'Einstein. Maintenant, en utilisant ce champ de référence de cadres, vous pouvez faire des mesures, qui peuvent être transmises à un second observateur, qui peut transformer vos mesures dans son champ de référence de cadres en utilisant son propre ensemble de vecteurs de base orthogonaux (\mathbf{e}'_1 , \mathbf{e}'_2 , \mathbf{e}'_3 , \mathbf{e}'_4).

Dans un espace-temps plat (où le tenseur de courbure de Riemann est nul), chaque observateur peut relier ses cadres de référence (déterminés par son ensemble de vecteurs de base orthogonaux) aux cadres de référence d'un autre observateur par une simple transformation de Lorentz, à condition qu'aucune force n'agisse sur les observateurs (les observateurs se déplacent de manière inertielle).

Dans le cas où les observateurs ne se déplacent pas de manière inertielle, la mise en relation des cadres de référence des observateurs peut être grandement facilitée par l'utilisation de la machinerie mathématique de la torsion et de l'objet non holonomique, comme nous le montrons dans ce qui suit.

Imaginons maintenant deux observateurs séparés (observateur 1 et observateur 2) qui souhaitent comparer leurs mesures (nous ne supposons pas que les observateurs se déplacent de manière inertielle). Pour ce faire, ils doivent déterminer en quoi leurs cadres de référence diffèrent. La seule façon de comparer les cadres de référence est de transporter l'ensemble des vecteurs de base de l'observateur 1 au même endroit que l'observateur 2 et de voir comment ils diffèrent lorsqu'ils sont comparés l'un à l'autre au même endroit. (Voir la figure 10 ci-dessous)

Soit \mathbf{e}_i , l'un des vecteurs de base de l'observateur 1 à \mathbf{P}_0 , et \mathbf{e}'_i l'un des vecteurs de base de l'observateur 2 à \mathbf{P}_1 (nous utiliserons des indices latins tout au long de cet article avec les valeurs 1, 2, 3 pour les dimensions spatiales et 4 pour le temps).

$e_i (P_0 \rightarrow P_1)$ est la valeur du vecteur de base \mathbf{e}_i de l'observateur 1 après qu'il ait été parallèlement transporté jusqu'à \mathbf{P}_1 (transporter parallèlement un vecteur signifie le déplacer sans changer sa longueur ou son angle). $\mathbf{D}\mathbf{e}_i$ est la différence entre le vecteur de base de l'observateur "un" transporté parallèlement et le vecteur de base de l'observateur "deux". Ce défaut d'écart $\mathbf{D}\mathbf{e}_i$ entre les deux vecteurs de base est dû soit à un changement de la base de coordonnées entre l'observateur 1 et l'observateur 2, auquel cas il peut être mathématiquement transformé, soit il est dû à des déformations du chemin qu'il a emprunté entre \mathbf{P}_0 et \mathbf{P}_1 , auquel cas le défaut d'écart ne peut être transformé, soit une combinaison des deux.

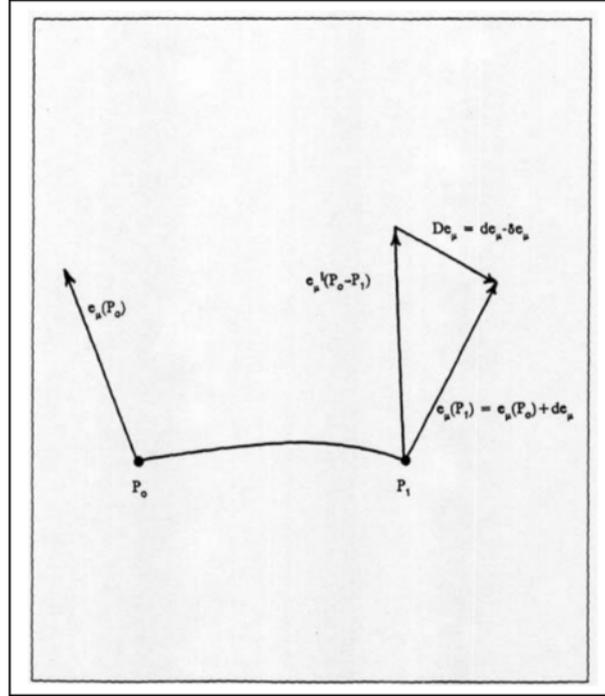


Figure 10
Transport parallèle d'un vecteur de P_0 à P_1

Pour y voir plus clair, déplaçons l'ensemble des vecteurs de base d'un observateur sur deux chemins différents. Un déplacement parallèle d'un vecteur incrémental $dx^b e_b$ depuis le point \mathbf{P}_0 le long du vecteur de base \mathbf{e}_a sur une distance infinitésimale $d\mathbf{x}^a$ jusqu'au point $\mathbf{P}_1 = \mathbf{P}_0 + d\mathbf{x}^a$ donne le vecteur

$$dx^b \overrightarrow{De}_b(P_0 \rightarrow P_1) = dx^b \vec{e}_b(P_0) + \Gamma_{ba}^c dx^a dx^b \vec{e}_c \quad (14)$$

De même, en déplaçant parallèlement le vecteur incrémental $dx^a e_a$ depuis le point \mathbf{P}_0 le long du vecteur de base \mathbf{e}_b sur une distance infinitésimale $d\mathbf{x}^b$ jusqu'au point $\mathbf{P}_2 = \mathbf{P}_0 + d\mathbf{x}^b$ donne le vecteur

$$dx^a \vec{e}_a(P_0 \rightarrow P_2) = dx^a \vec{e}_a(P_0) + \Gamma_{ab}^c dx^b dx^a \vec{e}_c \quad (15)$$

Le défaut d'espacement entre le vecteur transporté parallèlement à \mathbf{P}_1 et la valeur actuelle du vecteur $dx^b e_b$ à \mathbf{P}_1 est (16)

$$dx^b \overrightarrow{De}_b(P_1) = dx^b \left(\frac{\partial \vec{e}_b}{\partial x^a} \right) dx^a - \Gamma_{ba}^c dx^a dx^b \vec{e}_c$$

De même, le défaut d'écart entre le vecteur transporté parallèlement à \mathbf{P}_2 et la valeur actuelle du vecteur $dx^a e_a$ à \mathbf{P}_2 est

$$dx^a \overrightarrow{D} e_a(P_2) = dx^a \left(\frac{\partial \vec{e}_a}{\partial x^b} \right) dx^b - \Gamma_{ba}^c dx^b dx^a \vec{e}_c \quad (17)$$

Le défaut total de l'écart entre les deux vecteurs est de

$$dx^b D \vec{e}_b(P_1) - dx^a D \vec{e}_a(P_2) = [\vec{e}_a, \vec{e}_b] dx^a dx^b + [\Gamma_{ab}^c - \Gamma_{ba}^c] dx^a dx^b \vec{e}_c \quad (18)$$

où la commutation et l'objet non holonomique sont donnés par ^{(89) (90)}

$$[\vec{e}_a, \vec{e}_b] = \left[\frac{\partial \vec{e}_b}{\partial x^a} - \frac{\partial \vec{e}_a}{\partial x^b} \right] = -2\Omega_{ab}^c \vec{e}_c \quad (19)$$

Comme Eddington et Schouten l'ont reconnu dans les années 1920, les parallélogrammes (composés de parallèles transportés vecteurs) ne sont pas nécessairement proches (soit à cause de la non holonomie, soit à cause de la torsion). ^{(91) (92) (93) (94)}

"La géométrie du monde d'Einstein peut être brièvement décrite comme une géométrie dans laquelle il existe des parallèles mais pas de parallélogrammes. Ainsi, il admet l'existence, même à de grandes distances, d'une ligne CD égale et parallèle à AB ; mais la ligne par B parallèle à AC ne coupe pas CD. (Nous avons affaire à au moins trois dimensions, de sorte que les lignes ne sont pas nécessairement coplanaires). L'idée géométrique d'un parallélogramme avorté qui ne parvient pas à se fermer à son quatrième angle, ne nous mène pas très loin, et il est nécessaire de procéder analytiquement." ⁽⁹⁵⁾

Il ne s'agit pas d'un effet attribuable à la courbure. De plus, si l'objet non holonomique peut être éloigné par une transformation de coordonnées, ce n'est pas le cas de la torsion.

Une des interprétations d'une transformation de coordonnées est qu'il s'agit simplement de ré-étiqueter la base de coordonnées d'un cadre dans celle d'un autre. Par exemple, le point **P** est situé dans un système de coordonnées par les points **x**, **y**. Dans un autre système de coordonnées, que nous appellerons le système de coordonnées premier, le même point est situé par les points **x**, **y**. Si la transformation de coordonnées (le processus de ré-étiquetage) entre les deux est holonomique alors

$$dx' = \left(\frac{\partial x'}{\partial x} \right) dx \quad \text{et} \quad dy' = \left(\frac{\partial y'}{\partial y} \right) dy \quad (20)$$

et les différentielles de coordonnées sont intégrables dans les courbes de coordonnées. Si la transformation des coordonnées n'est pas holonomique, les relations ci-dessus ne sont pas valables (c'est ce qu'on appelle le problème de Pfaff) et le système premier utilise des vecteurs de base qui ne sont pas tangents aux courbes de coordonnées d'un système de coordonnées quelconque. L'objet non holonomique, comme nous l'avons vu, mesure l'écart entre les vecteurs de base de deux systèmes de coordonnées

différents qui ont été causés uniquement par la machinerie mathématique (la transformation des coordonnées) qui relie les deux systèmes de coordonnées ; rappelez-vous l'opération de commutation $[\mathbf{e}_a, \mathbf{e}_b]$ mentionnée ci-dessus. Par conséquent, ce qui a été créé mathématiquement peut être dissous mathématiquement et l'objet non holonomique peut être transformé par un changement approprié dans le choix des coordonnées.

Nous ne voulons pas laisser entendre que l'objet non holonomique est un artefact mathématique sans conséquences physiques. Le fait de ne pas tenir compte de la non holonomie inhérente à la torsion des tétrades dans certains systèmes de référence peut avoir des conséquences dramatiques. (96) (97) (98) (99) (La précession de Thomas, l'effet Sagnac, le paradoxe d'Oppenheimer-Schiff, le paradoxe de Feynman, etc... sont tous des exemples classiques des effets de la non holonomie). En rotation relativiste, on souhaite décrire ce qui se passe dans le cadre en rotation (non holonomique) et non dans le cadre holonomique (non rotatif) !

Les composantes du tenseur de torsion S^c_{ab} sont obtenues depuis ^{(100) (101) (102) (103) (104)}

$$S^c_{ab} = \frac{1}{2} [\Gamma^c_{ab} - \Gamma^c_{ba}] \triangleq \Gamma^c_{[ab]} \quad (21)$$

La torsion, contrairement à la non holonomie, est due à des changements dans les propriétés du collecteur sous-jacent et ne peut être éliminée par un changement de la base de coordonnées. La torsion est une mesure du degré de froissement ou de pliage du collecteur et de telles géométries peuvent être rendues non holonomiques riemanniennes par déchirement, comme cela est discuté en détail dans les publications de Gabriel Kron. Il convient également de noter que le principe d'équivalence ne tient pas dans les espaces avec torsion. ⁽¹⁰⁵⁾

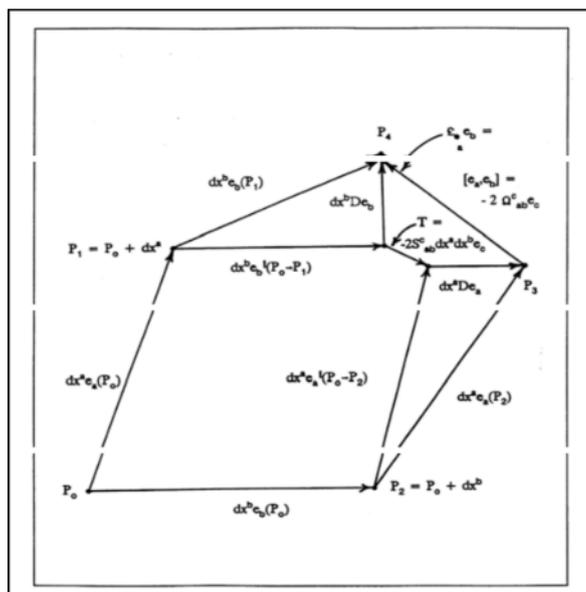


Figure 11

La non-fermeture du quadrilatère extérieur dépend de la non holonomie.
La non-fermeture du pentagone intérieur dépend de la Torsion du collecteur.

Une image simple peut aider à illustrer la torsion : imaginez une serviette pliée. Commencez en un point situé sous le pli et tracez un cercle de manière à traverser le pli. Le point où vous revenez après avoir tracé le cercle se trouve sur le pli, au-dessus du point de départ. S'il n'y avait pas de torsion, c'est-à-dire pas de pli, vous seriez revenu au même point de départ. (Ne confondez pas ceci avec la courbure. Ce dont nous discutons est nettement différent de la courbure riemannienne). La composante de torsion

$$\vec{T} = 2 S_{ba}^c dx^a dx^b \vec{e}_c = \left[\Gamma_{ab}^c - \Gamma_{ba}^c \right] dx^a dx^b \vec{e}_c \quad (22)$$

mesure l'écart entre le point de départ et le point d'arrivée du pli. La distinction entre les défauts d'écartement dus à la non holonomie et à la torsion est illustrée dans la figure 11 ci-dessous, qui s'explique d'elle-même. (Regardez, pour $c = 4$, nous parlons d'une "machine à remonter le temps").

Un autre croquis permettra peut-être de clarifier toute cette machinerie analytique. Considérons le "collecteur plissé" représenté sur la figure 12 ci-dessous. La connexion affine est asymétrique : $\Gamma_{ab}^c \neq \Gamma_{ba}^c$. Par conséquent, le transport parallèle des deux vecteurs à $\mathbf{P}_0 (t=0)$ conduit à la divergence, ou vecteur de défaut d'espace représenté. Dans les espaces avec torsion, un observateur dans l'espace peut être transporté vers l'avant dans le temps par la quantité de

$$cdt = dx^4 \vec{e}_4 = 2 \left[S_{ab}^4 df^{ab} \right] \vec{e}_4 \quad (23)$$

De même, comme indiqué à gauche, un observateur peut sauter à travers le vide spatial $d\phi$ (avec $dt=0$), le vide étant donné par

$$d\phi = dx^3 \vec{e}_3 = 2 \left[S_{ab}^3 df^{ab} \right] \vec{e}_\phi \quad (24)$$

Dans les espaces avec non holonomie (mais sans torsion), les écarts sont en fait mesurés respectivement comme l'effet Sagnac et la précession de Thomas. Le premier est d'un intérêt considérable pour les récepteurs GPS et les gyroscopes à taux de photons.

Comme nous l'avons vu, la non holonomie est une création mathématique causée par un choix de coordonnées ou résultant d'un mouvement non inertiel. C'est une torsion des surfaces de coordonnées utilisées par un observateur. La torsion, en revanche, est causée par un pliage du collecteur spatio-temporel lui-même. Qu'est-ce qui pourrait provoquer un pliage ou un froissement du collecteur espace-temps et ainsi créer une torsion ? Est-il possible de construire une telle "machine à remonter le temps" à partir d'aimants, de bobines, de condensateurs, etc...

Nous examinerons une réponse à cette question "dans la section suivante".

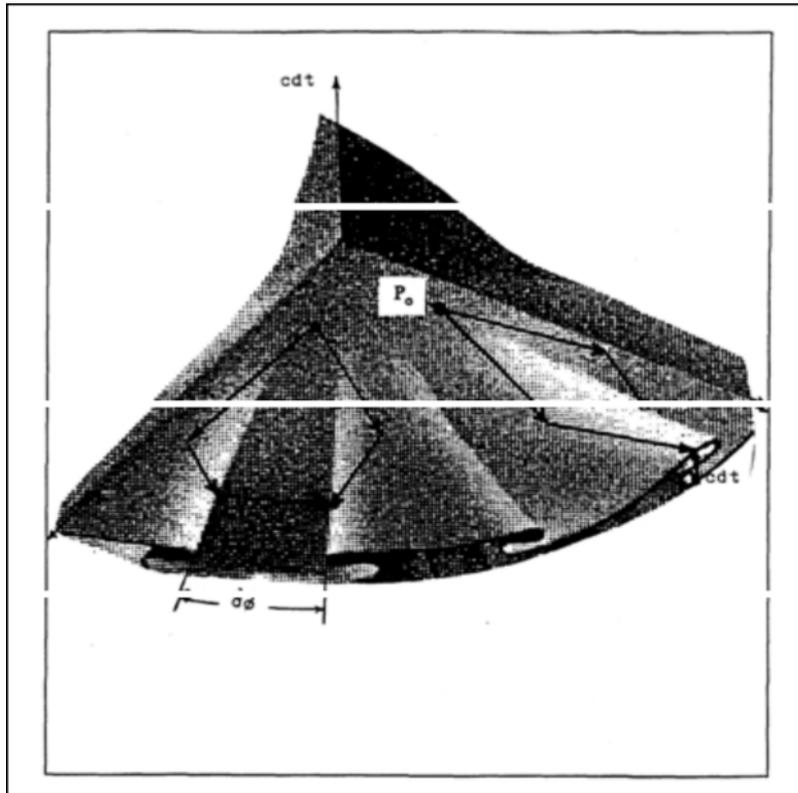


Figure 12

Un "espace plissé modélisé comme un tissu plissé".

Les sauts sont dus à la Torsion si $S_{ab}^c \neq 0$ et à la non holonomie si $\Omega_{ab}^c \neq 0$.

Le Spin

Se définit comme la rotation angulaire d'un objet autour d'un de ses axes. C'est un concept qui nous est familier.

Le spin en mécanique quantique

Défini comme le moment angulaire interne d'une particule de mécanique quantique, ce concept est plus difficile à cerner. Des travaux récents (106) ont cependant mis en lumière une ancienne suggestion (107) selon laquelle le spin mécanique quantique peut être considéré comme un moment angulaire généré par un flux d'énergie circulant dans le champ d'onde de la particule mécanique quantique. Avec ce concept de spin mécanique quantique à l'esprit, nous allons examiner comment le spin mécanique quantique peut créer une torsion dans le collecteur spatio-temporel.

Dans la section précédente, où nous avons démontré de manière heuristique les concepts de torsion et d'objet non holonomique à l'aide de vecteurs de base transportés parallèlement, nous avons constaté que lorsque nous comparions les vecteurs de base transportés parallèlement à leurs valeurs réelles en un point situé à une distance infinitésimale, il y avait un défaut d'espace dû au désalignement des vecteurs de base respectifs. Ce défaut d'alignement peut être corrigé en faisant simplement tourner le vecteur transporté parallèlement jusqu'à ce qu'il soit aligné avec la valeur réelle du vecteur au point de destination. La rotation qui cause le désalignement des vecteurs de base se compose de deux parties : une partie proportionnelle à l'objet non holonomique, qui peut faire tourner le vecteur de base transporté sur un collecteur riemannien (sans torsion) ; et l'autre partie due à la torsion, qui fournit un autre degré de liberté de rotation indépendant. Voyons maintenant comment le degré supplémentaire de liberté de rotation associé à la torsion peut être lié au spin en mécanique quantique.

Supposons qu'un système matériel puisse être décrit en termes de densité lagrangienne L . Le tenseur énergie-impulsion T_{ij} du système matériel peut alors être décrit comme suit

$$T^{ij} = \frac{2}{\sqrt{-g}} \left[\frac{\delta L}{\delta g_{ij}} \right] \quad (25)$$

où g_{ij} est la métrique du collecteur sous-jacent et g est son déterminant.

La métrique spécifie le produit scalaire entre deux vecteurs de base, qui se trouvent dans l'espace tangent au-dessus du collecteur et est utilisée pour déterminer la distance et l'angle sur le collecteur. Parce que la métrique est utilisée pour définir la distance, une variation de la métrique δg_{ij} détermine une variation de la distance sur le collecteur.

De manière analogue à la définition du tenseur énergie-impulsion énoncée ci-dessus, il a été démontré qu'une définition dynamique du spin peut être liée aux variations des contorsions de l'espace-temps.

$$\tau_k^{ji} = \frac{1}{\sqrt{-g}} \left(\frac{\delta L}{\delta K_{ij}^k} \right) \quad (26)$$

où τ_k^{ji} est le moment angulaire du spin et K_{ij}^k est le tenseur de contorsion ⁽¹⁰⁸⁾.

Le tenseur de contorsion est lié au tenseur de torsion par ⁽¹⁰⁹⁾

$$K_{ij}^k = -S_{ij}^k + S_{ji}^k - S_{ij}^k \quad (27)$$

Par conséquent, une variation du tenseur de contorsion implique une variation de la torsion et de la connexion affine. Nous pouvons voir cela plus clairement en définissant une connexion affine pour les espaces avec torsion en coordonnées non holonomiques comme ⁽¹¹⁰⁾

$$\Gamma_{ijk} = g_{ki} \Gamma_{ij}^1 = -\Omega_{ijk} + \Omega_{jki} - \Omega_{kij} - K_{ijk} \quad (28)$$

et en coordonnées holonomiques comme ⁽¹¹¹⁾

$$\Gamma_{ij}^k = \left\{ \begin{matrix} k \\ i \ j \end{matrix} \right\} - K_{ij}^k \quad (29)$$

où $\left\{ \begin{matrix} k \\ i \ j \end{matrix} \right\}$ est le symbole de seconde espèce de Christoffel. Comme mentionné ci-dessus, cette idée remonte en fait à Schouten et Cartan dans les années 1920.

Nous voyons donc qu'une variation du tenseur de contorsion K_{ij}^k fait varier la connexion espace-temps de torsion et entraîne une torsion des vecteurs de base orthogonaux transférés parallèlement.

Nous sommes passés ici par des mathématiques plutôt subtiles et, de peur que le lecteur ne pense qu'il s'agit là, pour citer un anonyme, du produit des loisirs de la classe théorique, nous affirmons dans les termes les plus forts possibles que ce que nous venons de dire est le fondement de l'ingénierie électrique ! Peut-être serait-il bon de faire un peu d'histoire avant de poursuivre.

Une brève histoire des applications réussies de la théorie des champs unifiés

Historiquement, l'idée d'une connexion affine non symétrique a été évoquée pour la première fois dans une note de 1921 par Arthur Eddington.⁽¹¹²⁾ Il concevait qu'un tel collecteur serait "infiniment plissé".

Ceci peut être visualisé comme un collecteur géométrique construit comme une feuille de tissu pliée ou plissée, comme mentionné ci-dessus. Toute tentative d'extrapolation à partir du point de contact de référence \mathbf{P}_0 conduira à des résultats inattendus. Les parallélogrammes infinitésimaux sont discontinus lorsqu'on s'approche d'un pli par le haut ou par le bas. Si la discontinuité est due à des plis réels dans le collecteur, le pentagone résultant est dû à la torsion et la discontinuité, est de magnitude

$S_{ab}^c dx^a dx^b e_c$. Si, par contre, la discontinuité du saut est due à des plis dans le choix des surfaces de coordonnées, le pentagone résultant est dû à la non holonomie et la correction du temps coordonné requise est d'une magnitude de $2\Omega_{ab}^c dx^a dx^b e_c$. C'est le cas de l'effet Sagnac et on l'observe clairement avec le système GPS (Global Positioning Satellite), et surtout avec la diffusion globale du temps.

Le tenseur de torsion a été introduit presque simultanément en 1922 par Eli Cartan⁽¹¹³⁾ (1859~1951) et en 1923 par Jan Schouten⁽¹¹⁴⁾ (1883~1971). Par la suite, de 1925 à 1931, Einstein a utilisé l'asymétrie des connexions affines dans des généralisations spéculatives de la théorie de la relativité.^{(115) (116) (117) (118) (119) (120)} Il avait espéré relier le potentiel à quatre vecteurs (\mathbf{A}_a) à un champ tenseur de torsion contracté (\mathbf{S}^b_{ba}). Il semble avoir eu des difficultés à reconnaître la distinction entre la non holonomie, qui dépend de la commutation des vecteurs de base et la torsion, qui dépend uniquement de l'asymétrie de la connexion affine.

Norbert Wiener a été le premier à reconnaître que le parallélisme à distance d'Einstein donnait la possibilité de comparer des "spins" en différents points.

"La notion d'un parallélisme valable pour l'ensemble de l'espace et des n-uples d'Einstein nous permet de transposer la théorie de Dirac dans la relativité générale presque sans altération... les quadruples n'ont pas besoin d'être intégrables pour nous fournir un système de coordonnées dans tout l'espace.... Ceci nous semble être l'aspect le plus important des travaux récents d'Einstein." ⁽¹²¹⁾

Wiener considérait l'approche de la tétrade d'Einstein comme un pont entre le monde macroscopique des corps mécaniques et le monde microscopique de la mécanique quantique et comme un moyen de comparer l'interaction à distance des spins. Peut-être les curieuses questions soulevées par le Dr Eric Laithwaite* concernant le "rayonnement de spin" des gyroscopes peuvent-elles être résolues de cette manière.

"...Il devrait être possible de faire en sorte qu'une roue précontrainte transmette un couple à travers l'espace à une autre roue en rotation. Si cela est vrai, il est extrêmement probable que ce type de rayonnement (non électromagnétique) bombarde la terre depuis l'espace et devrait pouvoir être capté." ⁽¹²²⁾

Les travaux modernes sur les théories des champs unifiés s'intéressent davantage à l'identification de la torsion avec le spin, ce qui n'était pas l'objectif déclaré d'Einstein dans les versions des années 1920 de la théorie des champs unifiés**.

Les travaux d'Einstein sur les connexions non symétriques ont été repris après 1945.^{(123) (124) (125)}

Dans cette dernière référence, il souligne, en fait, que

"... au début, la métrique riemannienne était considérée comme le concept fondamental sur lequel reposait la théorie générale de la relativité et donc l'évitement du système inertiel. Plus tard, cependant, Levi-Civita a fait remarquer à juste titre que l'élément de la théorie qui permet d'éviter le système inertiel est plutôt le champ de déplacement infinitésimal Γ^a_{bc} . La métrique, ou le champ tensoriel symétrique \mathbf{g}_{ik} qui la définit, n'est qu'indirectement lié à l'évitement du système inertiel dans la mesure où il détermine un champ de déplacement." ⁽¹²⁶⁾

* 1984 IEEE Tesla Medalist et professeur à l'Imperial College, Londres.

** En passant, c'est également à cette époque, dans les années 1920, qu'Einstein et le Dr Leo Szilard (1898~1964) ont déposé 16 demandes de brevet conjointes (apparemment pour une pompe électrodynamique).

Le "d'abord" qu'Einstein utilise fait référence à la relativité générale classique de 1916, maintenant si familière. Le commentaire "later.... Levi-Civita" fait référence à un célèbre article de 1930.⁽¹²⁷⁾ Apparemment, à la fin des années 1920, Einstein était quelque peu sensible à la priorité accordée par Cartan au tenseur de torsion, comme en témoignent ses 21 lettres à Cartan sur le thème du "Fernparallelismus".⁽¹²⁸⁾ Il devrait être clair qu'Einstein avait indépendamment créé une géométrie Riemannienne avec torsion.⁽¹²⁹⁾

L'application la plus inattendue de la non holonomie et du tenseur de torsion se trouve peut-être dans le domaine des machines électriques et de la théorie des circuits électriques (qui remonte, en fait, à "l'œuf de Colomb" de Tesla et à sa création du champ magnétique tournant). Avec l'apparition des travaux d'Einstein sur le champ unifié à la fin des années 1920, Gabriel Kron a découvert un rôle unificateur remarquable pour ces concepts dans la théorie généralisée des machines électriques.⁽¹³⁰⁾ Au cours de sa longue carrière chez General Electric, Kron a publié une longue série de contributions utilisant formellement les concepts géométriques de la "théorie des champs unifiés non symétriques" d'Einstein pour expliquer avec succès les interconnexions mutuelles complexes des réseaux et des machines électriques en termes de tenseurs.^{(131) (132) (133) (134) (135) (136)}

Einstein a breveté un gyrocompas et avec Rudolph Goldschmidt (1876 – 1950). Einstein a obtenu un brevet commun de "prothèse auditive". Goldschmidt est célèbre dans l'histoire de la radio en tant qu'inventeur du générateur RF haute fréquence utilisant des groupes de bobines rotatives pour la génération d'harmoniques et la résonance pour la production de CW (*Note du traducteur: continuous wave ou onde entretenue*). L'appareil de Goldschmidt a été utilisé dans la première liaison sans fil entre l'Allemagne et les États-Unis en 1914.

Nommé pour ses contributions pionnières par Paul Langevin (qui a été le premier à reconnaître l'importance des travaux de de Broglie), Kron a reçu le prix Montifiore en 1936. Les professeurs de mathématiques du MIT, Struik⁽¹³⁷⁾ et Wiener⁽¹³⁸⁾, s'intéressaient tous deux à l'application par Kron de la théorie des champs unifiés d'Einstein aux machines électriques. L'application aux systèmes électriques ne devrait pas être surprenante puisque les théories des champs unifiés ont été conçues pour décrire des situations impliquant des coordonnées physiques (espace et temps), la gravitation et l'électrodynamique. L'approche de Kron consistait toutefois à utiliser les mêmes mathématiques pour décrire des systèmes interconnectés avec des coordonnées physiques, de l'énergie mécanique et de l'énergie électrique. (Cette application a connu un succès remarquable dans l'industrie et, à l'heure actuelle, elle est largement utilisée par les services publics d'électricité et les fabricants d'équipements électriques lourds du monde entier, dans l'analyse des systèmes électriques interconnectés). L'approche de Kron est une théorie tensorielle et par conséquent invariante. L'approche populaire des variables d'état ne l'est pas et elle est donc vouée à l'échec, dans le cas général. Elle ne peut pas être une théorie électrique fondamentale. (Essayez-la sur un collecteur courbe, ou même un collecteur avec une torsion !) C'est une question d'invariance ; tôt ou tard, les géomètres gagneront même la bataille politique menée par les topologistes algébriques dans la lutte pour la pédagogie des circuits électriques.

L'analogie mathématique avec les travaux d'Einstein n'est bien sûr que formelle, puisque, comme le souligne Kron, l'énergie mécanique n'est pas la même que l'énergie gravitationnelle.⁽¹³⁹⁾ Cependant, l'utilité pratique, le succès (les mots exacts utilisés par Banesh Hoffmann* étaient "confirmation expérimentale"⁽¹⁴⁰⁾), et *l'utilisation répandue de la théorie du champ unifié non symétrique d'Einstein de 1929 dans les systèmes d'alimentation électrique surprennent généralement la plupart des physiciens et même certains ingénieurs électriciens ayant une formation étroite. Il ne devrait pas être surprenant que le système polyphasé de champs électromagnétiques rotatifs de Tesla ait conduit à cette voie. Kron a dit un jour :*

" Les équations des machines électriques tournantes sont formellement analogues à celles utilisées par Einstein.... En fait, les équations d'une machine tournante et d'une ligne de transmission sont beaucoup plus compliquées [géométriquement] que celles que j'ai vues utilisées par ces physiciens aux cheveux longs ou ces mathématiciens aux cheveux encore plus longs...". Vous rirez peut-être en entendant qu'une analyse réellement scientifique d'une machine synchrone implique l'introduction de concepts aussi étranges que des cadres de référence non holonomes, des espaces multidimensionnels non riemanniens ou le tenseur de courbure de Riemann-Christoffel ? mais c'est là que l'ingénieur en électricité doit chercher de nouvelles idées et une nouvelle inspiration... Qui plus est, il n'a pas d'autre choix !" ⁽¹⁴¹⁾

En raison de la phase ou de la nature complexe des quantités électriques (tensions et courants) et avec un intérêt particulier pour les systèmes polyphasés, les travaux de recherche de Kron l'ont conduit vers des collecteurs complexes (au sens de $\mathbf{R} + j\mathbf{X}$) avec de nombreux degrés de liberté. À partir des travaux de Veblen et de John von Neumann⁽¹⁴²⁾, il observe

"Pour établir les réseaux équivalents des machines électriques, on utilise au moins trois types de transformations.

1. Transformations de coordonnées
2. Transformations de spin
3. Transformations de jauge

Les transformations de coordonnées sont utilisées pour passer des axes stationnaires aux axes de rotation. Les transformations de spin sont utilisées pour introduire les hypothétiques cadres de composants symétriques. Les transformations de jauge entrent dans l'élimination des déphaseurs."⁽¹⁴³⁾

La méthode des composantes symétriques, comme le sait tout étudiant en deuxième année d'ingénierie électrique, est basée sur le théorème de Fortescue.⁽¹⁴⁴⁾ Tout système polyphasé déséquilibré de vecteurs peut être résolu en trois systèmes équilibrés : un système à séquence positive (les vecteurs triphasés ont la même séquence de phase que le système déséquilibré d'origine), un système à séquence négative (les vecteurs triphasés ont la séquence de phase opposée au système déséquilibré d'origine) et un système à séquence nulle (trois vecteurs en phase de magnitude égale).⁽¹⁴⁵⁾

* Cette remarque énigmatique a été écrite par Hoffmann en 1943. Hoffmann a été assistant du professeur Oswald Veblen à l'université de Princeton, où il a obtenu son doctorat. Par la suite, il a été membre de l'Institute for Advanced Study, travaillant avec Einstein, Infeld et Veblen.

Il n'est pas étonnant que Kron se soit inspiré des travaux de John von Neumann sur les domaines complexes. De plus, son étude initiale des ondes de séquence zéro dans les machines synchrones l'a amené à conclure que "la machine représentative la plus générale doit avoir un nombre infini d'axes de coordonnées représentant un espace avec un nombre infini de dimensions."⁽¹⁴⁶⁾ Le traitement géométrique des ondes harmoniques dans les enroulements polyphasés déséquilibrés nécessitent, comme le souligne Kron, l'introduction des espaces de Hilbert. Dans l'analyse des systèmes variant dans le temps, Kron utilise le "déchirement" et les travaux de John von Neumann sur une forme asymétrique de l'équation d'onde.⁽¹⁴⁷⁾ (Il ne faut pas penser que la méthode de la diaconie n'était qu'une technique de calcul pour manipuler de grandes matrices, ce serait passer à côté de tout l'objet de la diaconie et du fondement géométrique de la théorie électrique).

En ce qui concerne la vérification expérimentale, Kron écrit en 1936 :

"Alors que les équations de la théorie unifiée des champs ne se prêtent pas à une vérification expérimentale (d'où la grande variété de théories et d'équations), toutes les équations tensorielles développées dans cette série peuvent facilement être vérifiées par d'autres méthodes d'analyse bien connues ou par des tests sur des machines réelles."⁽¹⁴⁸⁾

En dépit des applications remarquables aux machines électriques,⁽¹⁴⁹⁾ aux cristaux,⁽¹⁵⁰⁾ à la plasticité,⁽¹⁵¹⁾ et même aux réacteurs nucléaires,⁽¹⁵²⁾ l'activité récente concernant les espaces à torsion non nulle s'est concentrée dans la communauté de la physique des particules. Une longue revue a été préparée par Hehl et al.⁽¹⁵³⁾ D'un point de vue technique, cependant, la plupart des travaux modernes sur les géométries avec torsion semblent être plus ou moins académiques, sans applications pratiques pour la technologie.

Ce n'est pas le cas de la non holonomie. En effet, la découverte par Berry d'une phase géométrique dépendante du chemin, ou décalage non holonomique dans la phase globale d'une fonction propre de l'énergie, est maintenant apparue dans une grande variété d'applications, tant quantiques que classiques : l'effet Aharonov-Bohm, l'effet Hall, la précession de Thomas, l'effet Sagnac, la rotation de la polarisation dans les fibres optiques, les gyroscopes à vitesse de rotation, et bien d'autres encore. Une partie de la littérature récente sur la phase de Berry ne fait cependant pas la distinction entre les effets qui sont dus à la courbure (une propriété du collecteur) et ceux qui découlent des contraintes non holonomiques. Ceci étant dit, revenons à la thèse de notre "Expérience de Philadelphie".

Spin et magnétisme

Le magnétisme dans les matériaux ferromagnétiques est dû à un déséquilibre des spins des électrons dans les coquilles atomiques partiellement remplies du matériau ferromagnétique. Une action de groupe entre de nombreux dipôles magnétiques atomiques provoque l'alignement des moments et la formation de domaines ferromagnétiques macroscopiques. L'important champ magnétique permanent caractéristique des matériaux ferromagnétiques est dû à l'orientation collective des moments dipolaires dans les nombreux domaines du matériau, que nous pouvons décrire par :

$$\vec{M} = N \vec{m} \quad (30)$$

où \mathbf{M} est la magnétisation en ampères/mètre, \mathbf{m} est le dipôle magnétique moyen par atome et \mathbf{N} est le nombre de dipôles magnétiques atomiques tous alignés dans la même direction dans un élément de volume dV .

Le potentiel vectoriel \mathbf{A} d'un matériau magnétisé peut être calculé comme suit

$$\vec{A}(\vec{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_s \frac{\vec{J}_s}{R} dS + \frac{\mu_0}{4\pi} \int_v \frac{\vec{J}_v}{R} dV \quad (31)$$

où

$$\vec{J}_s = \vec{M} \times \vec{n} \quad (32)$$

est la densité de courant de surface équivalente et

$$\vec{J}_v = \nabla \times \vec{M} \quad (33)$$

est la densité de courant volumique équivalente. Nous pouvons décrire l'action collective des spins atomiques en termes de densité de courant de surface \mathbf{J}_s et de densité de courant de volume \mathbf{J}_v . Par conséquent, nous avons un flux circulant d'énergie et de quantité de mouvement construit à partir de l'action collective des spins alignés, qui sont eux-mêmes des flux circulants individuels de charge dans le champ d'onde de l'électron. Puisque le momentum (*Note du traducteur : Quantité de mouvement*) circule, il s'agit d'un momentum angulaire.

Cet effet peut être démontré au moyen de l'effet Einstein-de Haas : un corps librement suspendu commence à tourner lorsqu'il est magnétisé. Macroscopiquement, "l'œuf de Colomb" de Tesla présente un comportement analogue. (Dans ce dernier, l'aimantation est due à des courants de Foucault induits, et non à des "courants ampériens" moléculaires). Einstein et de Haas ont réalisé ces célèbres expériences en 1915 et 1916 (vingt-huit ans après Tesla) pour démontrer l'existence des "courants moléculaires" d'Ampère, et ils ont déterminé le rapport gyromagnétique dans une substance ferromagnétique comme le fer. ^{(154) (155) (156)}

L'effet Barnett est le double phénomène : un médium ferromagnétique en rotation s'aimante par une action gyroscopique moléculaire. Apparemment, Einstein suggéra plus tard à Barnett d'examiner les effets d'un champ magnétique rotatif polyphonique impressionné. Une fois de plus, nous voyons les empreintes du Dr Tesla, de son champ magnétique rotatif et de "l'œuf de Colomb". Même le professeur Bloch s'intéresse à cette expérience. Des fréquences aussi élevées que 30 kHz ont été utilisées. ^{(157) (158)}

Le potentiel vectoriel électromagnétique \mathbf{A} décrit l'impulsion de champ circulant accumulée par les spins atomiques. Le fait que le potentiel vectoriel \mathbf{A} soit un moment de champ est clairement visible lorsqu'on écrit le hamiltonien \mathbf{H} pour une particule chargée dans un champ magnétique :

$$H = \left(\frac{1}{2m} \right) (\vec{p} - q\vec{A})^2 + q\Phi \quad (34)$$

où \mathbf{m} est la masse de la particule chargée, \mathbf{q} est la charge, et Φ est le potentiel électrostatique. Le momentum total est

$$\vec{P} = \vec{P}_k + \vec{P}_f = m\vec{v} + q\vec{A} \quad (35)$$

où $\mathbf{P}_k = \mathbf{m}\mathbf{v}$ est le moment cinétique et $\mathbf{P}_f = \mathbf{q}\mathbf{A}$ est le moment du champ. L'expression

$$\left(\frac{1}{2m} \right) (\vec{P} - q\vec{A})^2 = \frac{1}{2} m v^2 \quad (36)$$

donne l'énergie cinétique de la particule chargée et montre que le champ magnétique ne fait aucun travail sur la particule chargée.

La torsion

La torsion et le champ électromagnétique

Le tenseur du champ électromagnétique F_{ij} dans les espaces avec torsion et en utilisant des coordonnées holonomiques est donné par ⁽¹⁵⁹⁾

$$F_{ij} = \nabla_j A_i - \nabla_i A_j \quad (37)$$

où

$$\nabla_j A_i = \frac{\partial A_i}{\partial x^j} - \Gamma_{ij}^k A_k \quad (38)$$

et

$$\Gamma_{ij}^k = \begin{Bmatrix} k \\ ij \end{Bmatrix} - K_{ij}^k \quad (39)$$

ainsi

$$\begin{aligned} F_{ij} &= \nabla_j A_i - \nabla_i A_j \\ &= \left(\frac{\partial A_i}{\partial x^j} - A_k^{\{ikj\}} \right) - \left(\frac{\partial A_j}{\partial x^i} - A_k^{\{jki\}} \right) - A_k S_{ij}^k \\ &= \left(\frac{\partial A_i}{\partial x^j} \right) - \left(\frac{\partial A_j}{\partial x^i} \right) - A_k S_{ij}^k \end{aligned} \quad (40)$$

Une différenciation covariante par rapport aux seuls symboles de Christoffel de seconde espèce $\{i^k_j\}$ et non par rapport à la connexion affine Γ_{ij}^k signifierait que les photons seraient découplés de la torsion. ⁽¹⁶⁰⁾

Il a été montré que l'invariance de jauge et le couplage minimal (le remplacement de la différenciation partielle par la différenciation covariante en utilisant Γ_{ij}^k) peuvent être satisfaits dans les espaces avec torsion ⁽¹⁶¹⁾. Deux expériences viennent maintenant à l'esprit : l'une implique l'effet Sagnac et l'autre l'effet Aharonov/Bohm. Une troisième (la précession de Thomas) pourrait aussi être examinée, évidemment, mais l'espace ne permet pas d'en discuter dans cet article.

Une expérience sur l'effet Sagnac

Dans de nombreuses publications au cours des 20 dernières années, les auteurs ont montré que l'effet Sagnac découle de la nature non holonomique de la relativité de la rotation. Le lecteur intéressé est renvoyé à ces articles. ^{(162) (163) (164) (165) (166)}

Un gyroscope à photons peut être construit en divisant un faisceau de lumière cohérente et en l'envoyant dans le sens des aiguilles d'une montre et dans le sens inverse autour d'un chemin fermé sur une plate-forme circulaire. Lorsque la plate-forme est au repos, les faisceaux ne produisent aucune fréquence de battement lorsqu'ils sont combinés. Cependant, lorsque la plate-forme tourne, le faisceau en co-rotation se déplace vers le haut en fréquence et le faisceau en contre-propagation se déplace vers le bas en fréquence, avec pour résultat que lorsque les faisceaux sont combinés, ils s'hétérodisent et produisent des battements de basse fréquence directement proportionnels à la vitesse de rotation de la plate-forme. (Rotation par rapport à quoi ? C'est une question piège, avec de profondes implications). La formule pour la différence de temps par rapport à un observateur fixé sur la plate-forme (la moitié de l'inverse de la fréquence des battements) est donnée par

$$dt = \frac{dx^4}{c} = -\frac{2}{c} \Omega_{ab}^4 df^{ab} \approx \pm \frac{2\omega A}{c^2} \quad (41)$$

où ω est la vitesse angulaire de la plate-forme, le \pm est pris pour la propagation du faisceau avec (+) ou contre (-) la rotation de la plate-forme, et df^{ab} est la surface différentielle (\mathbf{A}) entourée par le chemin optique.

Cependant, le cas général, lorsque la torsion est présente ainsi que la rotation, est décrit par

$$cdt = dx^4 = 2 \left[S_{ab}^4 - \Omega_{ab}^4 \right] df^{ab} \quad (42)$$

La question que nous posons est la suivante : "Si la plate-forme avait un spin gyromagnétique et produisait un tenseur de torsion en accord avec l'affirmation de Hehl ci-dessus, pourrait-on tromper le gyroscope photonique ? Pourriez-vous activer S_{ij}^4 et faire croire au gyroscope sur une plate-forme non tournante que Ω_{ij}^4 est apparu (normalement, on active Ω_{ij}^4 simplement en faisant tourner la table) ou activer S_{ij}^4 et annuler le terme Ω_{ij}^4 pour faire croire au gyroscope sur une plate-forme réellement tournante qu'il est au repos. (Il y a probablement une application militaire des servo-systèmes ici). Ainsi, vous voyez, nous avons proposé une expérience simple, en deux parties, qui peut être réalisée dans un millier de laboratoires avant demain soir. Nous avons une deuxième expérience à proposer.

L'effet Aharonov-Bohm

L'effet Aharonov-Bohm est l'un des effets les plus déroutants de la théorie quantique. En physique classique, on peut écrire une équation décrivant la force \vec{F} agissant sur une particule chargée dans un champ électromagnétique sous la forme suivante

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}) \quad (43)$$

C'est la loi de la force de Lorentz, où q est la charge de la particule, \vec{v} est la vitesse de la particule, \vec{E} est l'intensité du champ électrique et \vec{B} est l'induction magnétique. Considérons le cas où seul un champ magnétique statique est présent : $\vec{B} = \nabla \times \vec{A}$ et dans les régions où $\vec{B} = \mathbf{0}$, il n'y a pas de force magnétique sur la particule. Cette situation se produit à l'extérieur d'un solénoïde infini de rayon a :

$$A_\phi(r) = \begin{cases} \frac{K_r}{2} & r < a \\ \frac{a^2 K}{2r} & r > a \end{cases} \quad (44)$$

$$B_z(r) = \frac{1}{r} \frac{\partial(r A_\phi)}{\partial r} = \begin{cases} K & r < a \\ 0 & r > a \end{cases} \quad (45)$$

(Pour un solénoïde infini enroulé avec n tours/mètre, $K = \mu n I$) Malgré le fait que $\vec{A} \neq \mathbf{0}$ soit à l'extérieur du solénoïde, il ne semble pas y avoir de force classique sur la particule qui puisse être attribuée à \vec{A} . Par conséquent, \vec{A} n'était pas considéré comme un champ physique dans l'électrodynamique classique. En mécanique quantique, cependant, on a observé que dans les régions où il n'y avait pas de champ magnétique présent $\vec{B} = \mathbf{0}$, la figure d'interférence causée par les fractions d'onde des électrons se déplaçait en raison de la présence de \vec{A} . C'est l'effet Aharonov-Bohm. Nous emprunterons à Feynman (167) l'illustration suivante de l'effet Aharonov-Bohm à l'aide de la figure 13.

Nous appelons Θ_1 la phase d'une fonction d'onde électronique se déplaçant le long du chemin 1, Θ_2 est la phase d'une fonction d'onde électronique se déplaçant le long du chemin 2. Nous appelons $\Theta_1(\vec{B} = \mathbf{0})$ la phase de la fonction d'onde électronique le long du chemin 1, lorsque le champ magnétique à l'intérieur du solénoïde est nul (de même pour le chemin 2). Notez que les deux chemins sont situés dans les régions où $\vec{B} = \mathbf{0}$.

Lorsque le champ magnétique à l'intérieur du solénoïde est activé, $\mathbf{B} \neq \mathbf{0}$ à l'intérieur du solénoïde mais toujours $\mathbf{B} = \mathbf{0}$ à l'extérieur du solénoïde le long des chemins 1 et 2. Cependant, le potentiel vectoriel \mathbf{A} est non nul à l'extérieur du solénoïde lorsque le champ solénoïdal est activé. Par conséquent, le long du chemin 1, le déphasage total sera de

$$\Theta_1 = \Theta_1(B=0) + \frac{q}{\hbar} \int \mathbf{A} \cdot d\vec{S}_1 \quad (46)$$

De même, la phase d'un électron se déplaçant le long du chemin 2 sera

$$\Theta_2 = \Theta_2(B=0) + \frac{q}{\hbar} \int \mathbf{A} \cdot d\vec{S}_2 \quad (47)$$

Par conséquent, la figure d'interférence au niveau du détecteur est décalée d'une quantité proportionnelle à $\delta\Theta$.

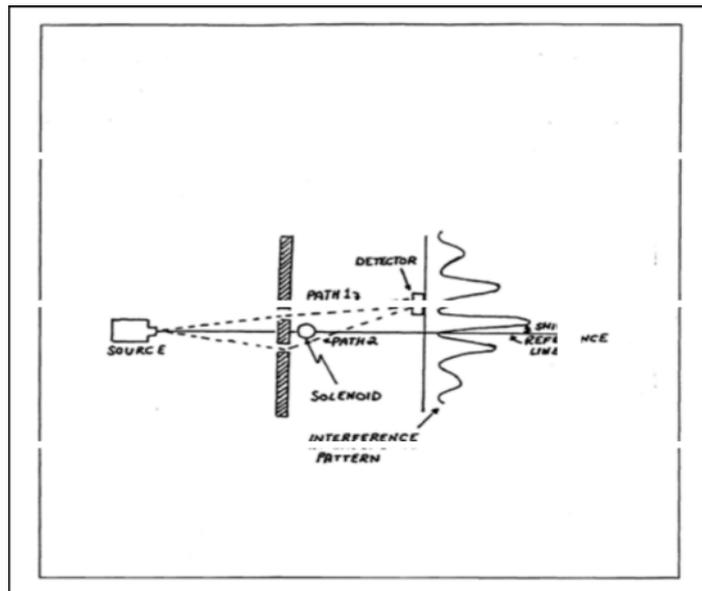


Figure 13

Configuration de l'expérience Aharonov-Bohm. (Fig. 15-7 de Feynman)

$$\delta\Theta = \Theta_1 - \Theta_2 = \Theta_1(B=0) - \Theta_2(B=0) + \frac{q}{\hbar} \left(\int \mathbf{A} \cdot d\vec{S}_1 - \int \mathbf{A} \cdot d\vec{S}_2 \right) \quad (48)$$

Cela signifie que les électrons ont été influencés par le potentiel vectoriel pour s'écarter du chemin qu'ils auraient emprunté si le champ solénoïdal n'avait pas été activé. Cette influence est l'analogie en mécanique quantique de la force de Lorentz dont nous avons parlé plus haut ; alors, comment le potentiel vectoriel peut-il influencer les électrons ?

Si nous nous rappelons que le potentiel vectoriel d'un matériau magnétisé est un moment de champ circulant créé par le mouvement collectif des spins atomiques, qui sont eux-mêmes constitués de flux de charge circulants individuels, nous pouvons formuler l'hypothèse suivante ;

Les spins atomiques créent un champ de torsion, qui est couplé au potentiel vectoriel \mathbf{A} . Les particules telles que l'électron avec un spin intrinsèque se couplent au champ de torsion et sont déviées, ce qui nous donne le décalage d'interférence.

Examinons la dernière équation que nous avons écrite et voyons comment la torsion peut jouer un rôle dans l'effet Aharonov-Bohm. Les intégrales

$$\frac{q}{\hbar} \left(\int \mathbf{A} \bullet d\vec{S}_1 - \int \mathbf{A} \bullet d\vec{S}_2 \right) \quad (49)$$

peuvent être exprimées comme une intégrale autour d'un chemin fermé

$$\frac{q}{\hbar} \int A_i dx^i \quad (50)$$

En utilisant le théorème de Stoke, cette intégrale peut être réécrite comme suit

$$\frac{q}{\hbar} \int A_i dx^i = \left(\frac{q}{2\hbar} \right) \iint (\nabla_r A_k - \nabla_k A_r) df^{ik} \quad (51)$$

où nous avons transformé une intégrale sur une courbe fermée à quatre dimensions, en une intégrale sur une surface couvrant la courbe. En se rappelant que

$$\nabla_i A_k = \frac{\partial A_k}{\partial x^i} - \Gamma_{ik}^j A_j \quad (52)$$

est le covariante dérivatif, l'intégrale

$$\left(\frac{q}{2\hbar}\right) \iint (\nabla_r A_k - \nabla_k A_i) df^{ik} = \left(\frac{q}{2\hbar}\right) \iint \left(\frac{\partial A_k}{\partial x^i} - \frac{\partial A_i}{\partial x^k}\right) df^{ik} + \left(\frac{q}{2\hbar}\right) \iint (\Gamma_{ki}^j - \Gamma_{ik}^j) A_j df^{ik} \quad (53)$$

où, dans le dernier terme, on peut utiliser le fait que

$$(\Gamma_{ki}^j - \Gamma_{ik}^j) = 2(\Omega_{ki}^j - S_{ki}^j) \quad (54)$$

où Ω_{ki}^j est l'objet non holonomique et S_{ki}^j sont les composantes du tenseur de torsion. Notez que

$$\left(\frac{\partial A_k}{\partial x^i} - \frac{\partial A_i}{\partial x^k}\right) = \begin{cases} B_z \\ 0 \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{- dans le solénoïde} \\ \text{- à l'extérieur du solénoïde} \end{array} \quad (55)$$

Le terme

$$\left(\frac{q}{2\hbar}\right) \iint \left(\frac{\partial A_k}{\partial x^i} - \frac{\partial A_i}{\partial x^k}\right) df^{ik} \quad (56)$$

représente le flux magnétique entouré par les chemins 1 et 2. En fait, l'intégrande disparaît pour \mathbf{r} supérieur au rayon du solénoïde (ou de la moustache) dans l'expérience d'Aharonov-Bohm. À l'extérieur du solénoïde, le terme intégral donne simplement un nombre égal à la densité de flux enfermée, multipliée par l'aire de la section transversale du solénoïde (c.-à-d. flux fermé). Une interprétation quantique conventionnelle de l'effet Aharonov-Bohm attribue le déphasage, non pas à l'interaction de la charge avec le champ magnétique au point de champ (il est nul là où se trouve la charge), mais au champ non local \mathbf{B} , qui est enfermé par les deux chemins.⁽¹⁶⁸⁾ La fonction d'onde de l'électron n'est pas exposée au champ \mathbf{B} puisqu'il voyage dans des régions où \mathbf{B} est nul. Par conséquent, l'explication conventionnelle fait appel à l'action à distance pour rendre compte de l'effet d'interférence.

La théorie de la torsion conduit directement à une interaction locale de type "champ de torsion", qui dépend de l'expression suivante

$$\left(\frac{q}{2\hbar}\right) \iint (\Gamma_{ki}^j - \Gamma_{ik}^j) A_j d f^{ik} \quad (57)$$

au point de champ par lequel passe la charge. Autrement dit, l'interaction est due à l'exposition directe de la fonction d'onde de l'électron au champ de torsion local créé par le potentiel vectoriel \mathbf{A} . (En passant, les termes $\mathbf{j} = \mathbf{4}$ décrivent l'effet "électrique" d'Aharonov-Bohm ⁽¹⁶⁹⁾(170) avec autant d'alacrité !).

Une expérience de torsion d'Aharonov-Bohm

Comme deuxième expérience proposée, nous suggérons qu'une démonstration soit effectuée pour déterminer si la torsion joue un rôle dans l'effet Aharonov-Bohm. L'expérience consisterait à utiliser un solénoïde ou un aimant pour générer un potentiel vectoriel externe. Les trajectoires des particules ayant un spin intrinsèque se trouveraient à nouveau dans une région sans champ magnétique, comme dans l'expérience classique. Nous demandons alors que les trajectoires autour de l'aimant (ou du solénoïde) soient tournées. (Réalisez l'expérience sur une table tournante.) L'idée est que le cadre tournant génère un terme non holonomique qui tendrait à annuler le terme de torsion dans l'équation, ce qui donnerait une

$$(\Gamma_{ki}^j - \Gamma_{ik}^j) = 2(\Omega_{ki}^j - S_{ki}^j) \quad (58)$$

modification (ou même annulation) de la figure d'interférence d'Aharonov-Bohm. Un tel appareil pourrait, en fait, être utilisé comme un "compteur de force de champ de torsion" sensible dans l'exploration de l'espace-temps. (Pourquoi n'en a-t-on pas mis un à bord de notre vaisseau spatial Mariner et ne l'a-t-on pas lancé au-delà de l'espace sidéral) ?

Spéculations sur la torsion et les discontinuités temporelles

Nous terminerons par l'observation que la torsion permet de plier le collecteur espace-temps d'une manière telle que le pli présente une discontinuité le long de l'axe du temps. En d'autres termes, si nous "activons" soudainement la torsion, le collecteur se pliera brusquement le long de l'axe du temps. Voir la figure 12.

De même, le pliage pourrait également se produire dans l'hyperplan spatial. Il est intéressant de spéculer sur le type de densité de spin qui permettrait d'accomplir un tel exploit à l'échelle macroscopique. Certains travaux sur la torsion se sont concentrés sur les conditions dans les étoiles en effondrement, où des densités de spin très élevées pourraient exister et provoquer de grands effets macroscopiques. ⁽¹⁷¹⁾ ⁽¹⁷²⁾

Néanmoins, il nous semble que les aimants et les solénoïdes de laboratoire peuvent fournir les intensités de champ nécessaires pour manifester les effets de la torsion au niveau de la mécanique quantique, comme le suggère notre proposition d'expérience Aharonov-Bohm. Au niveau macroscopique, il serait très intéressant de voir si l'effet Sagnac peut être "activé et désactivé" par la torsion ferromagnétique et quelle est la quantité de champ magnétique réellement nécessaire pour pouvoir l'observer sur la paillasse du laboratoire.

Enfin, à titre d'exercice purement théorique, quelle quantité de courant d'attaque de résonance magnétique est nécessaire pour créer un tenseur de torsion permettant de transporter un DE-173 vers l'avant le long de sa ligne du monde, disons, $\Delta_t = 10$ millions de secondes (4 mois) ? Est-ce le genre de pensées qui ont abouti au commentaire du Dr Valentine,

"[Le Dr Jessup a dit] Cette utilisation de la résonance magnétique équivaut à une oblitération temporaire dans notre dimension, mais elle tend à devenir incontrôlable. En fait, elle équivaut à un transfert de matière dans un autre niveau ou une autre dimension et pourrait représenter une percée dimensionnelle s'il était possible de la contrôler. " (pg. 130).

Bien qu'il soit possible que ce que nous avons proposé s'avère totalement impraticable pour la téléportation ou le voyage dans le temps, à l'exception de l'effet Aharonov-Bohm, tout ce qui a été discuté ci-dessus était connu ou disponible dans la littérature d'avant la Seconde Guerre mondiale. C'était certainement le genre de pensées et de considérations qui auraient dû traverser l'esprit des Einstein, Veblens, Von Neumann, Ladenburg et des ingénieurs en énergie (comme Vennevar Bush) de cette époque. Ils faisaient certainement partie des pensées des Gabriel Krons et Norbert Wiener. Nous sommes donc de nouveau dans l'œuf de Christophe Colomb de Tesla.

Questions sans réponses

Nous avons commencé avec la question suivante : "Qu'en est-il du voyage dans le temps et de la téléportation ?" Aucun chiffre n'a été avancé dans ces dernières équations. Notre question a vraiment été laissée comme une spéculation mathématique sans réponse. Peut-être un trou noir aurait-il été une machine "plus pratique", mais nous ne le pensons pas. (Toutes les personnes raisonnablement prudentes ont peut-être quitté le train avant le terminus [*Note du traducteur : comprendre "quitté la lecture de ce document"*])). Cependant, une expérience physique permettant de vérifier cette hypothèse a été suggérée.

Reste la question de la raison de la présence de T. Towensend Brown dans l'histoire. (La pertinence de ses "champs de force" pour le phénomène physique nous semble fallacieuse et inutile. Pourtant, c'est le Dr Rinehart qui l'insère dans le récit. Ses commentaires sur les antécédents radar de Brown étaient-ils pertinents) ? Peut-être ont-ils été calculés pour que le livre attire un public plus large, pour augmenter la valeur des droits cinématographiques ou pour augmenter le nombre de pages de 10 %. Quoi qu'il en soit, nous confessons notre incapacité à apprécier l'importance secondaire de ces éléments. (Le rasoir d'Ockham semblerait les reléguer au domaine de l'excès de bagages).

Quant à savoir pourquoi le gouvernement n'a pas été franc au sujet de "l'expérience de Philadelphie", nous ne pouvons que spéculer. Pour nous, il semblerait (peut-être naïvement) que la raison de cette réticence apparente soit simplement que certains décideurs militaires et civils (travaillant sous le régime du "savoir paysan"*) se sont lancés dans des merveilles physiques qu'ils n'avaient tout simplement pas l'envergure ou la capacité d'organiser. (Où étaient les "hommes de la renaissance" de l'ingénierie ?)

* Les paysans connaissaient bien leur champ, d'un mur de pierre à l'autre, mais n'avaient aucune connaissance de ce qui se trouvait au-delà. D'où l'expression "connaissance paysanne", suggérée par le Dr Matthew Sandor.

Conclusions

En dépit des possibilités mathématiques du voyage dans le temps et de la téléportation, la citation de Vannevar Bush en tête de cet article reste une observation perspicace et sobre. Peut-être qu'une expérience, telle que celle proposée ci-dessus, permettra un jour "d'enregistrer sur nos instruments délicats" de telles merveilles.

Après le livre original, Moore a écrit un article, dans lequel il déclare ce qui suit ;

"... Les scientifiques de la marine ont entrepris de voir si l'on pouvait faire quelque chose pour déguiser l'image radar d'un navire ou pour confondre le radar allemand en infraction et rendre ainsi cette arme inutile.... Les scientifiques ont ensuite alimenté la coque du navire avec d'énormes impulsions d'énergie électromagnétique à basse fréquence"⁽¹⁷³⁾.

Nous pensons que cette affirmation, au moins, peut être soutenue sur des bases techniques. Pour inverser les remarques sceptiques d'un autre critique, non seulement une partie substantielle des informations présentées par Moore et Berlitz satisfait aux tests les plus fondamentaux de vérification expérimentale, mais la quantité massive de preuves technologiques collatérales disponibles démontre que la thèse est manifestement plausible. Si le récit est en fait authentique, ce qui est décevant et dégoûtant, c'est le professionnalisme minable des dirigeants, administrateurs et scientifiques pathétiques qui ont pris part à la manipulation de cette couverture misérable.

Nous tenons à dire que nous avons apprécié ce livre et à remercier William Moore et Charles Berlitz d'avoir tissé une histoire fascinante. Pour un public scientifique désireux d'en examiner les mérites techniques, nous espérons que notre petite "étude brune" ne sera pas moins enchantée que les essais cités de Joseph Slepian ou Arthur Eddington. Il ne s'agit pas d'une étude définitive sur le sujet. En fait, nous avons été plutôt négligents sur chaque point particulier. Mais, à l'exception d'un manque de concision, nous pensons que Joseph Slepian aurait été satisfait. *

Ce fut une petite étude passionnante pour nous, mais il s'agit d'un Symposium Tesla. Nous devons rester concentrés sur sa remarquable carrière. La découverte créative du champ magnétique rotatif par Tesla a eu une portée bien plus grande que la simple invention du moteur à induction ou du système de distribution d'énergie polyphasé (qui a tant influencé le progrès de la civilisation au XXe siècle). Elle est, en fait, imbriquée dans le tissu même de l'espace-temps et de notre existence matérielle dans l'univers physique. Nous espérons que nos amusantes petites rêveries sur le monument aux morts ne détourneront pas l'attention des questions sérieuses associées à l'œuvre authentique de Tesla.

Traduction, mise en forme, saisie des équations : Jacky Kozan, le 28 décembre 2022

* Irving Langmuir a raconté que le général Carl A. "Tooey" Spaatz, chef d'état-major de l'armée de terre de 1947 à 1948, lui a confié un jour à propos des ovnis : "Vous savez, c'est très sérieux. On dirait vraiment qu'il y a quelque chose là." ["Pathological Science", Physics Today, octobre 1989, pp. 36-48 ; mars 1990, pp. 13-14, 108, 110, 112]. Rappelons que John G. Trump était membre du groupe consultatif de spécialistes sur les radars du général Spaatz. (Electrical Engineering, Vol. 80, No. 5, mai 1961, pp. 364-365).

Annexe 1

Impédance de surface pour une dalle plane ferromagnétique

Dans cette annexe, nous présentons les caractéristiques techniques nécessaires à l'obtention de l'impédance de surface d'un milieu anisotrope polarisé magnétiquement. Ce que nous obtenons pour nos problèmes est la relation fonctionnelle entre l'impédance de surface anisotrope et le champ magnétique appliqué. Les résultats sont utilisés dans **l'équation (8)** ci-dessus et représentés sur les figures (1) à (8) dans le texte.

Le tenseur de perméabilité anisotrope ferromagnétique

Physiquement, on considère qu'un milieu ferromagnétique est constitué d'un ensemble d'électrons en rotation avec des moments magnétiques. L'interaction des électrons en rotation, chacun ayant un moment magnétique proportionnel à son moment angulaire ($\mathbf{m} = \gamma \mathbf{J}$, où la constante de proportionnalité γ est appelée le rapport gyromagnétique), avec un champ magnétique appliqué produit un couple ($\mathbf{T} = \mu_0 \mathbf{m} \times \mathbf{H}$ où \mathbf{H} est le champ magnétique total au point) qui essaie de l'aligner avec le champ appliqué. Il en résulte une précession temporelle des axes des électrons en rotation autour de la direction du champ appliqué. Lorsque le milieu est saturé*, les moments magnétiques s'alignent tous d'une manière similaire à "l'œuf de Colomb" de Tesla. Batygin et Toptygin ont écrit ⁽¹⁷⁴⁾

"La résonance ferromagnétique s'établit dans les conditions suivantes : un champ magnétique constant agissant sur le moment magnétique d'un atome ou d'un seul électron donne lieu à la précession de Larmor du moment autour de la direction du champ. Ce mouvement est finalement amorti par la conversion de l'énergie de précession de Larmor en énergie thermique. Si le champ externe est suffisamment grand, tous les moments magnétiques élémentaires deviennent parallèles au champ externe. Le matériau ferromagnétique est alors dit saturé et, en conséquence, le moment magnétique par unité de volume est appelé magnétisation de saturation. Si, en plus du champ constant, il existe un champ magnétique alternatif [RF], perpendiculaire au champ constant, le champ alternatif aura tendance à maintenir le mouvement de précession et, lorsque sa fréquence devient égale à la fréquence de précession, la résonance ferromagnétique s'installe." ⁽¹⁷⁵⁾

* 'Zeemanized! (TPE, p. 198): The Zeeman energy, $-\mathbf{m} \cdot \mathbf{H}$, is a maximum.

Le mouvement processionnel du vecteur magnétisation \mathbf{M} (le moment magnétique par unité de volume) autour du vecteur champ magnétique appliqué \mathbf{H} est décrit par l'équation de Landau-Lifshitz ^{(176) (177) (178) (179) (180)} :

$$\frac{d\vec{M}}{dt} = \gamma (\vec{M} \times \vec{H}) - \omega_r (X_0 \vec{H} - \vec{M}) \quad (59)$$

où

M_0 = Saturation Magnetization

$$X_0 = \frac{M_0}{H_0}$$

$$\gamma = \frac{\mu_0^e}{m} = 1759 \times 10^{-11} \times \mu_0 = 2210 \times 10^5 \quad (60)$$

$$\omega_r = \frac{p \gamma^2 M_0^2}{\chi_0}$$

Dans ce qui précède, \mathbf{M} est le vecteur de magnétisation, \mathbf{H} est l'intensité du champ magnétique, \mathbf{p} est un paramètre de perte et ω est la fréquence de résonance naturelle (amortie).

Considérons maintenant un milieu ferromagnétique semi-infini avec un champ magnétique uniforme $H_0 \hat{z}$ (la coque d'un navire enroulée avec une bobine hélicoïdale, et tous les spins d'électrons qui précèdent autour de l'axe z). Lorsqu'un champ RF radar à harmoniques temporelles $\mathbf{h}e^{j\omega t}$ (avec $\mathbf{h} \ll \mathbf{H}_0$) est appliqué au système électronique, l'amplitude des précessions s'accroît. Les oscillations forcées du vecteur magnétisation \mathbf{M} peuvent être trouvées comme suit. L'intensité totale du champ magnétique a des composantes

$$\vec{H} = [h_x e^{j\omega t}] \hat{x} + [h_y e^{j\omega t}] \hat{y} + [H_0 + h_z e^{j\omega t}] \hat{z} \quad (61)$$

on cherchera donc la solution de l'équation de Landau-Lifshitz sous la forme suivante

$$\vec{M} = [m_x e^{j\omega t}] \hat{x} + [m_y e^{j\omega t}] \hat{y} + [M_0 + m_z e^{j\omega t}] \hat{z} \quad (62)$$

Comme le soulignent Batygin et Toptygin,

" La forme de la solution correspond à l'hypothèse que la précession transitoire de Larmor a été amortie et que les oscillations sont maintenues par le champ de forçage à haute fréquence. Par conséquent, les quantités \mathbf{m}_x , \mathbf{m}_y , \mathbf{m}_z , doivent être considérées comme petites (de l'ordre de \mathbf{h} ou moins). " ⁽¹⁸¹⁾

En substituant directement la forme supposée de \mathbf{M} dans l'équation de Landau-Lifshitz, et en négligeant les termes d'ordre supérieur, on obtient les composantes de \mathbf{m} comme suit ;

$$\begin{aligned}
 m_x &= X_0 \frac{\Omega^2 + j\omega \omega_r}{\Omega^2 - \omega^2 + 2j\omega \omega_r} h_x - j \chi_0 \frac{\omega \omega_0}{\Omega^2 - \omega^2 + 2j\omega \omega_r} h_y \\
 m_y &= j \chi_0 \frac{\omega \omega_r}{\Omega^2 - \omega^2 + 2j\omega \omega_r} h_x + \chi_0 \frac{\Omega^2 + j\omega \omega_r}{\Omega^2 - \omega^2 + 2j\omega \omega_r} h_y \\
 m_z &= \chi_0 \frac{\omega_r}{\omega_r + j\omega} h_z
 \end{aligned} \tag{63}$$

où

$$\begin{aligned}
 \Omega &= \sqrt{\omega_0^2 + \omega_r^2} \\
 \omega_0 &= \gamma \mu_0 H_0
 \end{aligned} \tag{64}$$

La quantité ω_0 (appelée fréquence de résonance ferromagnétique) est la fréquence de précession de Larmor de l'électron dans le champ interne total à courant continu \mathbf{H}_0 . La littérature plus ancienne donne \mathbf{H}_0 en **unités cgs** (Oersteds). [La conversion étant

$$\vec{H} \left(\frac{\text{Ampères} - \text{Tours}}{\text{mètres}} \right) = \frac{1}{4 \pi * 10^{-3}} \vec{H} (\text{Oersteds}) \tag{65}$$

Il est courant de noter que $\gamma = 2,8$ MHz/oersted. Un champ interne de 1 000 oersteds donne une résonance gyromagnétique (dans le cas sans perte) à 2 800 MHz. D'après l'équation (6), il est clair que lorsque des résonances ferromagnétiques se produisent, des pertes physiques réelles empêchent une réponse infinie, comme c'est le cas avec la présence de résistance dans les circuits accordés **RLC**. Il convient également de noter que la précession des électrons en rotation renforce les champs appliqués à l'origine et couple ce champ en composantes transversales.

Ensuite, le tenseur de perméabilité pour le milieu anisotrope peut être trouvé pour les unités RF. Rappelons que, dans les unités MKS l'intensité du flux magnétique

$$\vec{B} = \mu_0 (\vec{H} + \vec{M}) \quad (66)$$

où l'intensité du champ magnétique \mathbf{H} est due aux courants libres et l'aimantation \mathbf{M} est due à la superposition de tous les moments magnétiques (le moment dipolaire magnétique par unité de volume résultant des "courants liés"). L'aimantation est liée à l'intensité du champ magnétique de la manière suivante,

$$\vec{M} = (\mu_r - 1) \vec{H} \quad (67)$$

qui est parfois exprimé par

$$\vec{M} = X_m \vec{H} \quad (68)$$

où X_m est la susceptibilité magnétique. La perméabilité étant

$$\mu = \mu_0 (1 + X_m) \quad (69)$$

Par conséquent, en utilisant (8) et en rassemblant les termes ci-dessus, on obtient le tenseur de perméabilité relative comme suit

$$\mu_0 \left\{ \begin{array}{c} \mu_{\perp} \quad j \quad \mu_a^0 \\ -j \quad \mu_a \quad \mu_{\perp}^0 \\ \mu_{\parallel} \end{array} \right\} \quad (70)$$

où nous laissons

$$\mu_{\perp} = \mu'_{\perp} - j\mu''_{\perp} \quad (71)$$

$$\mu_a = \mu'_a - j\mu''_a$$

avec

$$\mu_{\perp}' = 1 + \chi_0 \frac{\Omega^2(\Omega^2 - \omega^2) + 2\omega^2\omega_r^2}{(\Omega^2 - \omega^2)^2 + 4\omega^2\omega_r^2}$$

$$\mu_{\perp}'' = \chi_0 \frac{\omega\omega_r(\Omega^2 + \omega^2)}{(\Omega^2 - \omega^2)^2 + 4\omega^2\omega_r^2}$$

$$\mu_a' = \chi_0 \frac{\omega\omega_0(\Omega^2 - \omega^2)}{(\Omega^2 - \omega^2)^2 + 4\omega^2\omega_r^2} \quad (72)$$

$$\mu_a'' = \chi_0 \frac{2\omega^2\omega_0\omega_r}{(\Omega^2 - \omega^2)^2 + 4\omega^2\omega_r^2}$$

$$\mu_{\parallel}' = 1 + \chi_0 \frac{\omega_r}{\omega_r + j\omega}$$

et l'indice \perp indique l'axe le long duquel le champ statique est appliqué. La dépendance des parties réelles et imaginaires de μ_{\perp} et μ_a par rapport à la fréquence montre que les parties imaginaires μ_{\perp}'' et μ_a'' sont maximales lorsque $H = \omega_0/\gamma$, et les parties réelles μ_{\perp}' et μ_a' atteignent des valeurs extrêmes lorsque $H = (\omega_0 \pm \omega_r)/\gamma$. Les ingénieurs en micro-ondes fixent généralement la fréquence RF, ω , et accordent H . Le tracé de $\mu(H)$ montre alors le caractère résonnant de la perméabilité. Voir la figure 1-1.

Ondes électromagnétiques dans un milieu ferromagnétique anisotrope

Considérons une dalle ferromagnétique plane (le côté du navire) avec l'axe **y** normal et dirigé dans le milieu ferromagnétique anisotrope et avec l'axe **z** dirigé le long du champ magnétique appliqué. L'onde RF incidente sera, comme le suggérait Sommerfeld, normale à la dalle. (C'est ce qu'on appelle le cas de la "magnétisation transversale par courant continu").⁽¹⁸²⁾ De plus, les champs incidents sont supposés être uniformes en **z** le long du vaisseau ($\partial/\partial z = 0$).

$$\nabla \times \vec{E} = -j\omega \underline{\mu} \bullet \vec{H} \quad (73)$$

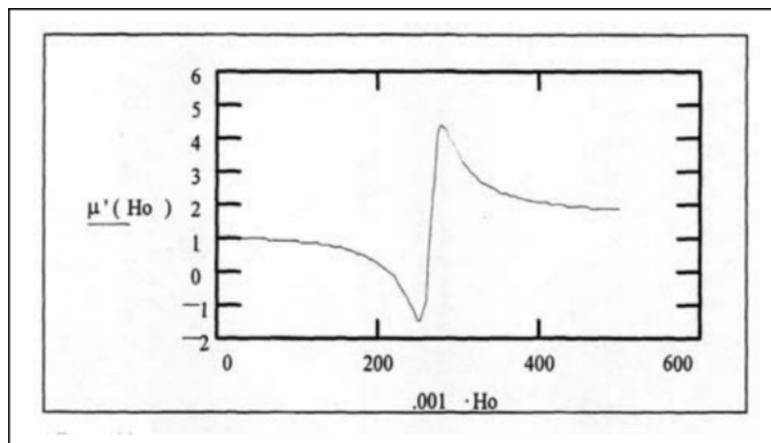


Figure 1 - 1 (a)

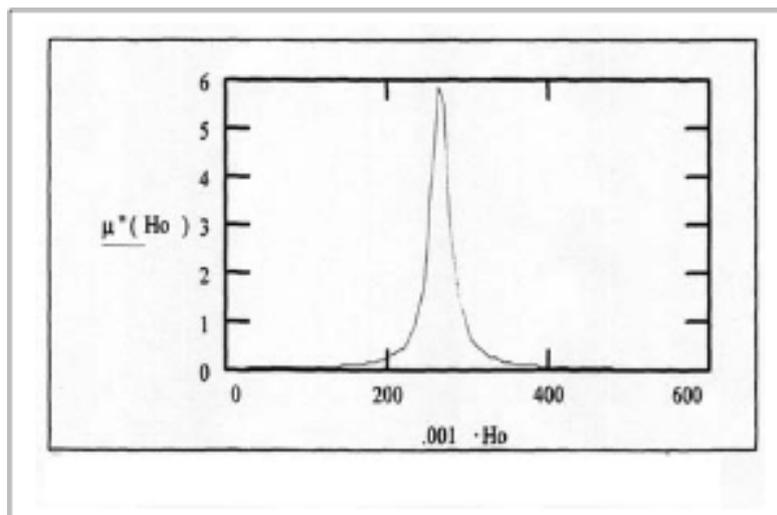


Figure 1 - 1(b)

Perméabilité complexe pour $f = 9,375 \text{ GHz}$, $M_0 = 160 \text{ Gauss}$, $\omega_r = 3 \times 10^9$

La résonance se produit à $H_0 = 271 \text{ kA/m}$ (3 405 Oersteds).

En utilisant le tenseur de perméabilité de l'équation (11), les équations de Maxwell donnent :

$$\frac{\partial E_z}{\partial y} = j\omega\mu_0[\mu_{\perp}H_x + j\mu_aH_y] \quad (74)$$

$$-\frac{\partial E_z}{\partial x} = j\omega\mu_0[-j\omega\mu_0H_x + j\mu_{\perp}H_y] \quad (75)$$

$$\frac{\partial E_y}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial y} = -j\omega\mu_0\mu_{\parallel}H_z \quad (76)$$

et

$$\nabla \times \vec{H} = [\sigma + j\omega\epsilon]\vec{E} \quad (77)$$

$$\frac{\partial H_z}{\partial y} = [\sigma + j\omega\epsilon]E_x \quad (78)$$

$$\frac{\partial H_z}{\partial y} = [\sigma + j\omega\epsilon]E_y \quad (79)$$

$$\frac{\partial H_y}{\partial y} - \frac{\partial H_x}{\partial y} = [\sigma + j\omega\epsilon]E_z \quad (80)$$

Une équation d'onde pour une polarisation horizontale ($\mathbf{e} = E_z \hat{z}$) peut être trouvée comme suit. En multipliant **15** par $j\mu_a$ et **16** par μ_{\perp} , et en ajoutant, on obtient,

$$j\mu_a \frac{\partial E_z}{\partial y} - \mu_{\perp} \frac{\partial E_z}{\partial x} = j\omega\mu_0[\mu_{\perp}^2 - \mu_a^2]H_y \quad (81)$$

En répétant dans l'ordre inverse, on obtient

$$j\mu_a \frac{\partial E_z}{\partial x} - \mu_{\perp} \frac{\partial E_z}{\partial y} = j\omega\mu_0 [\mu_{\perp}^2 - \mu_a^2] H_x \quad (82)$$

Premièrement, **l'équation (22)** est différenciée par rapport à **x** et deuxièmement, **l'équation (23)** par rapport à **y**. En soustrayant la deuxième de la première et en utilisant la composante **z** de la loi d'Ampère, on obtient une équation d'onde pour **E_z**, comme ;

$$\frac{\partial^2 E_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 E_z}{\partial y^2} + (\omega^2 \epsilon \mu_0 - j\omega\mu_0\sigma) \left(\frac{\mu_{\perp}^2 - \mu_a^2}{\mu_{\perp}} \right) E_z = 0 \quad (83)$$

ce qui implique que le milieu a une perméabilité relative effective (considérons, par exemple, la situation où la conductivité est nulle) de

$$\mu_e = \left(\frac{\mu_{\perp}^2 - \mu_a^2}{\mu_{\perp}} \right) \quad (84)$$

C'est la perméabilité effective que le milieu ferromagnétique présente à un champ RF avec des composantes de champ magnétique perpendiculaires à la direction de la polarisation magnétique appliquée.

De même, pour une polarisation verticale ($\mathbf{e} = \mathbf{E}_x \hat{\mathbf{x}}$), en différenciant (19) par **y** et (20) par **x** et en utilisant la composante **z** de la loi de Faraday, on obtient une équation d'onde pour **H_z**, comme suit

$$\frac{\partial^2 H_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 H_z}{\partial y^2} + (\omega^2 \epsilon \mu_0 - j\omega\mu_0) \mu_{\perp} H_z = 0 \quad (85)$$

C'est le cas lorsque le champ RF incident a des composantes magnétiques le long de la polarisation magnétique appliquée. La situation dans laquelle il existe différentes constantes de propagation pour les ondes polarisées par le champ électrique RF dans la direction de **H₀** (**E_z**) ou perpendiculairement à **H₀** (**H_x**) est appelée biréfringence.

Soit dit en passant, une surface anisotropiquement conductrice peut être traitée d'une manière similaire à celle décrite ci-dessus. En suivant la même ligne de développement, le tenseur de conductivité électrique anisotrope avec des composantes données par

$$\sigma_{ij} = \begin{bmatrix} \sigma_1 & j & \sigma_2^0 \\ -j & \sigma_2 & \sigma_1^0 \\ 0 & 0 & \sigma_3 \end{bmatrix} \quad (86)$$

mène à une conductivité effective

$$\sigma_e = \left(\frac{\sigma_1^2 - \sigma_2^2}{\sigma_1} \right) \quad (87)$$

qui peut être utilisé dans les expressions de l'impédance.

La détermination détaillée des champs est assez fastidieuse : supposons que la variation y des champs \mathbf{xz} -uniformes soit $e^{-\gamma y}$ (à ne pas confondre avec le rapport gyromagnétique utilisé ci-dessus), utilisons la composante z de la loi d'Ampère pour obtenir la relation de \mathbf{E}_z à \mathbf{H}_x , et la composante x de la loi de Faradays pour rencontrer la relation de \mathbf{E}_z à \mathbf{H}_x . Cela conduit, dans le cas d'un milieu ferromagnétique avec une conductivité anisotrope, au résultat que

$$E_z = \left[\frac{j \omega \mu_0 \left[\frac{\mu_{\perp}^2 - \mu_a^2}{\mu_{\perp}} \right]^{\frac{1}{2}}}{\sigma_3} \right] H_x \quad (88)$$

A ce stade, on peut déterminer l'impédance de surface du milieu

$$E_x = \left[\frac{j \omega \mu_0 \mu_{\parallel}}{\sigma_e} \right]^{\frac{1}{2}} H_x \quad (89)$$

Le tenseur d'impédance de surface anisotrope

Nous désirons l'indice de surface. Toujours selon Batygin et Toptygin, nous considérons le cas de l'impédance de surface d'un conducteur ferromagnétique plat immergé dans un champ magnétique constant orienté parallèlement à la surface. L'expression habituelle de la condition limite d'impédance pour l'interface entre des milieux simples est, comme introduit par Leontovich, ⁽¹⁹⁴⁾

$$\vec{E}_t = Z_s (\vec{n} \times \vec{H}_t) \quad (90)$$

où le vecteur unitaire est dirigé vers le milieu et l'indice "t" indique les composantes tangentielles des vecteurs de champ. Cependant, dans le cas anisotrope, un tenseur d'impédance de surface doit être déterminé. ⁽¹⁹⁵⁾ Par extension, on considère une expression de la forme

$$\vec{E}_{ij} = Z_{sij} (\vec{n} \times \vec{H}_{ij}) \quad (91)$$

où $i, j = 1, 2$

Comme ci-dessus, l'axe y est orienté perpendiculairement à la surface du métal et l'axe z est orienté selon le champ magnétique de polarisation appliqué par les bobines du navire. Supposons également que l'onde RF incidente est normale au côté du navire. Le tenseur d'impédance de surface peut alors être calculé comme suit

$$Z_{ij} = \begin{bmatrix} Z_{xx}^o \\ oZ_{zz} \end{bmatrix} \quad (92)$$

où

$$Z_{xx} = \frac{-E_x}{H_z} = \sqrt{\frac{j\omega\mu_0\mu_H}{\sigma_e}} \quad (93)$$

$$Z_{zz} = \frac{E_z}{H_z} = \sqrt{\frac{j\omega\mu_0\mu_e}{\sigma_3}}$$

En rappelant que les composantes complexes conduisent à l'expression du tenseur d'impédance de surface.

$$\sqrt{j} = \sqrt{e^{j\frac{\pi}{2}}} = \frac{1+j}{\sqrt{2}} \quad (94)$$

Bien que nous n'ayons considéré que la résonance gyroscopique résultant du spin des électrons, des arguments similaires conduisent à l'idée qu'en raison du mouvement de la paroi du domaine, des domaines entiers se comportent comme "l'œuf de Colomb" de Tesla et possèdent des résonances gyromagnétiques dans la région VHF. Celles-ci contribueraient également à l'impédance de surface. À cet égard, les expériences du Dr Rado* sont particulièrement remarquables. ^{(186) (187) (188)} Nous laissons au lecteur intéressé le soin d'approfondir ce point.

Ce qui est fascinant dans tout cela, c'est que la composante $Z_{zz}(\omega)$, qui dépend à la fois de la fréquence RF et de la polarisation magnétique $H_0 \hat{z}$, a un caractère de résonance semblable à un circuit de réservoir parallèle et que sa magnitude et sa fréquence de résonance peuvent être "accordées" en faisant varier H_0 !. Nous pouvons calculer et tracer ceci pour la coque du navire. Encore une fois, il y aura un pic de résonance près d'une certaine fréquence ω_0 lorsque H_0 est réglé pour être égal à ω_0/γ . Cela conduit à l'idée que les résonances accordées à bord des navires, pour les champs RF incidents, pourraient satisfaire les critères de Sommerfeld pour la furtivité radar.

* Ce n'est pas l'ami proche de Tesla, le Dr Paul Rado, professeur à l'université de New York, qui a informé le roi Pierre de la mort de Tesla.

Annexe 2

Un modèle électrique pour le DE 173

Pour simplifier, nous modélisons le navire et la bobine de polarisation comme un solénoïde cylindrique à fil de section circulaire, comme illustré.

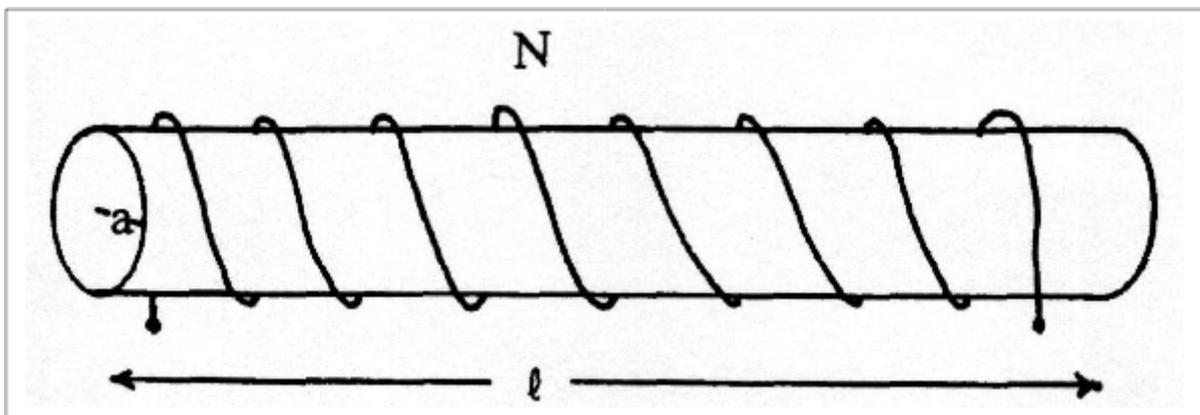


Figure II-1

N	=	100 Tours
l	=	100 m
a	=	6 m (rayon effectif du bateau)
D_w	=	7,5 cm (diamètre effectif du fil conducteur)
ρ	=	10,37 CM-ohms/ft (resistivité du cuivre)

Paramètres pour le calcul de l'inductance de la bobine

1 - Inductance de la bobine (formule de Wheeler) :

$$L_{\mu H} = \frac{a_{in}^2 N^2}{9a_{in}^2 + 10l} = 12,3 \text{ mH} \quad (95)$$

2 - Longueur totale du câble :

$$\ell_w = N 2 \pi R + l = 11 610 \text{ ft} \quad (96)$$

3 - Section transversale du câble :

$$A_{CM} = (D_{mils})^2 = (1000 D_{in})^2 = 9 \times 10^6 \text{ cm} \quad (97)$$

4 - Résistance totale du câble :

$$R = \rho \frac{\ell_w}{A_{CM}} = 0,0134 \Omega \quad (98)$$

Pour rester prudent, augmentons cette estimation de résistance de 50 %, soit **R = 0,020 Ω**.

Pilote à bobine résonnante de série A

On nous dit que les générateurs diesel avaient une puissance nominale de 1 500 cv et pouvaient fournir 4,5 MW (I_{gen} 3 000 A). Dans le texte, nous avons besoin d'un champ de polarisation nécessitant un courant de bobine de 15 000 ampères. À 60 Hz, la réactance inductive de la bobine ci-dessus $[X_L = 377 \times 0,0123 = 4,64 \Omega]$ limiterait la magnitude du courant à seulement 323,3 ampères, presque 50 fois trop faible pour l'expérience.

Si nous ajoutons une batterie de condensateurs en série de 4,64 ohms de réactance

$[C = 1/(\omega X_C) = 572 \mu F]$, alors le courant à travers la bobine (et le générateur) sera de

$$I_{coil} = \sqrt{\frac{P_{in}}{R}} = \sqrt{\frac{4,5 \times 10^6}{0,020}} = 15\,000 \text{ amps} \quad (99)$$

Bien que la tension du générateur ne doive être que de

$$V = \sqrt{P_{in} R} = 300 \text{ volts} \quad (100)$$

qui peut être obtenu à partir de la sortie de 1 500 volts d'un transformateur abaisseur, cela impose une exigence déraisonnable auprès du système d'alimentation, car il faudrait que les 15 000 ampères passent soit par les enroulements du générateur, soit par les enroulements du secondaire du transformateur abaisseur. Avec les transitoires, les choses pourraient devenir assez mauvaises dans le noyau. Existe-t-il un autre moyen de faire monter raisonnablement le courant ? Nous pensons que le circuit classique d'un "amplificateur de courant" serait un candidat probable.

L'amplificateur de courant anti-résonant *

Dans la figure II.2, nous donnons un résumé d'un circuit d'amplification de courant résonnant (ou anti-résonnant) parallèle *monophasé* pour les bobines du navire. ^{(189) (190) (191)}

Supposons que les générateurs du navire alimentent un tramway élévateur plutôt "modeste" de 4 500 kVA, d'une puissance de sortie de 70 kV, à seulement 65 ampères.

Pour calculer l'inductance de la bobine d'excitation, nous avons supposé que, au premier ordre à 60 Hz, le navire est plus ou moins creux. En utilisant les paramètres obtenus ci-dessus, le point terminal **Q** du "circuit réservoir" est de

$$Q_T = \frac{\omega_0^L}{R} = \frac{377 \times 0,0123}{0,020} = 232 \quad (101)$$

L'impédance d'entrée du circuit réservoir à la résonance sera de

$$R_T = R(Q_T^2 + 1) = 1076,5 \Omega \quad (102)$$

La batterie de condensateurs nécessaire pour l'adaptation sera

$$C = \frac{L}{R_T^R} = \frac{0,0123}{(1076,5)(0,020)} = 572 \mu F \quad (103)$$

* Les auteurs souhaitent remercier Basil F. Pinzone pour sa collaboration à cette section.

Bien qu'il soit un peu gros (100 kV de crête), il n'est pas déraisonnable pour la présente application. Le courant d'entrée au point terminal du circuit réservoir (requis du transformateur de puissance) est seulement de

$$I_T = \frac{V}{R_T} = \frac{70\,000}{1\,076,5} = 65 \text{ amps} \quad (104)$$

Le courant de circulation RMS dans le circuit du réservoir est de

$$I_L = I_T \sqrt{Q_T^2 + 1} = Q_T I_T = (232)(65) = 15\,085 \text{ ampères} \quad (105)$$

qui est le courant désiré dans les bobines de polarisation requises pour l'expérience de Philadelphie. (Parfaitement merveilleux !)

Pendant que nous y sommes, nous pourrions aussi calculer la puissance réactive circulant dans le réservoir. Les kVA réactifs en circulation sont les suivants

$$P_{Tank} = V_T I_L = Q_T P_{in} = (232)(4,5 \times 10^6) = 1,04 \text{ GVARs} \quad (106)$$

ce qui est effectivement substantiel, comme on le souhaitait. La puissance de la charge est trouvée comme

$$P_R = I_L^2 R = (1 + Q_T^2) R I_T^2 = I_T^2 R_T = 4\,500 \text{ kw} \quad (107)$$

qui est, comme prévu, égale à la puissance fournie par le générateur. Les ingénieurs en antennes reconnaîtront que nous avons utilisé un réseau en **L** classique pour l'amplification du courant dans les bobines d'excitation et comme circuit d'adaptation entre la résistance de perte et le générateur à 60 Hz. Les ingénieurs en énergie apprécieront la batterie de condensateurs qui permet de corriger le facteur de puissance unitaire de la bobine d'excitation en tant que charge du générateur.

Amplification du courant de résonance

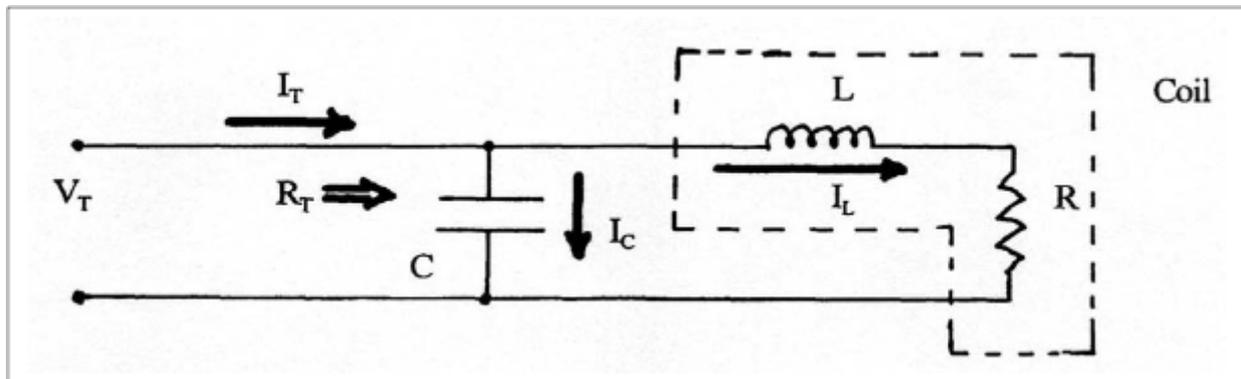


Figure II-2

Résumé du circuit du réservoir résonant. Notez la fonction d'augmentation de l'impédance au point terminal et l'augmentation du courant pompé dans la bobine.

Fréquence de résonance :

$$f_R \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{L^2}} = f_0 \sqrt{1 - \frac{1}{Q_T^2}} \quad (108)$$

Circuit **Q** du réservoir (mesuré aux bornes) :

$$Q_T = \frac{\omega_0 L}{R} = \omega_0 C R_T \quad (109)$$

Impédance d'entrée à f_0 :

$$R_T = R(Q_T^2 + 1) = \frac{L}{RC} \quad (110)$$

Capacité requise pour l'adaptation :

$$C = \frac{L}{R_T R} \quad (111)$$

Courant de circulation RMS :

$$I_L = I_T \sqrt{Q_T^2 + 1} \approx Q_T I_T \quad (112)$$

kVA réactifs circulants :

$$P_{Tank} = V_T I_L \approx Q_T P_{in} \quad (113)$$

Puissance de charge :
$$P_R = I_L^2 R = (1 + Q_T^2) R I_T^2 = I_T^2 R_T = P_{in} \quad (114)$$

Admittance d'entrée :
$$Y_T(f) = \sqrt{\frac{C}{L}} \left[\frac{1}{Q_T} + j \left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f} \right) \right] \quad (115)$$

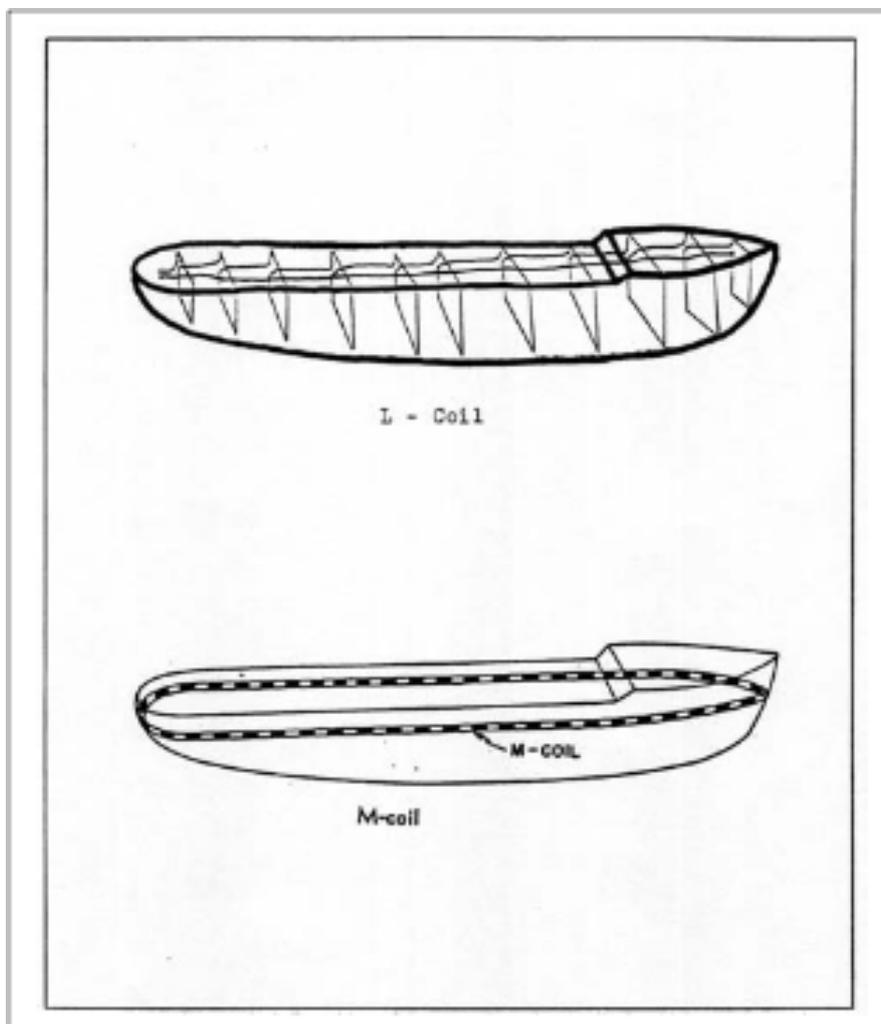


Figure II.3

Disposition géométrique de la bobine "L" et de la bobine "M" pour la démagnétisation à bord des navires.

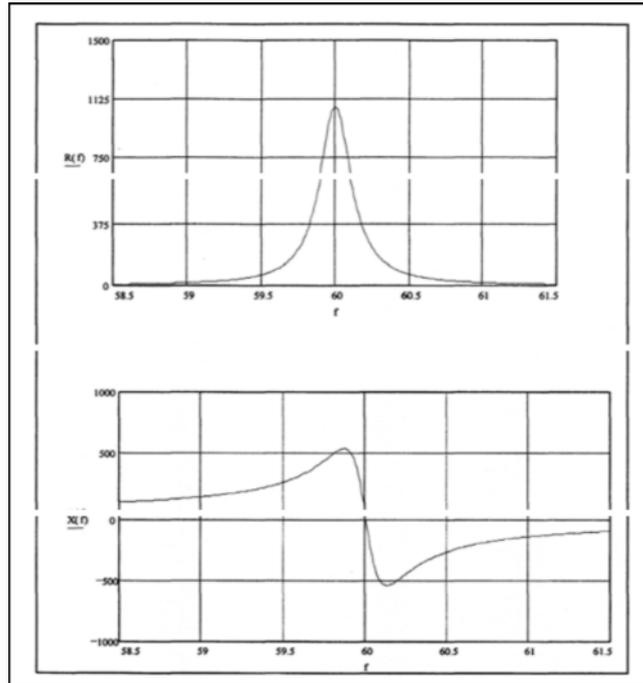


Figure II-4

Impédance d'entrée calculée ($R_T + jX_T$) pour les bobines du pilote DE-173 en fonction de la fréquence du générateur. Une charge supplémentaire aurait tendance à la réduire R_T .

Impraticabilité de cette approche de la furtivité

Notre conclusion est assez simple. Bien que de nombreuses autres méthodes aient pu être utilisées pour faire passer le courant nécessaire dans les bobines de polarisation magnétique de l'expérience de Philadelphie, même un système d'alimentation relativement modeste aurait pu faire l'affaire.

Toute une série d'options alternatives viennent à l'esprit. Un système polyphasé pourrait être utilisé pour alimenter des bobines de polarisation multiples ou segmentées. Les bobines de polarisation pourraient être utilisées pour polariser la coque, à des fins de furtivité, sous diverses polarisations RF incidentes. Les bobines pourraient, par exemple, être pilotées à une autre basse fréquence pulsée. Avec un circuit d'attaque plus sophistiqué, utilisant un traitement de la puissance des impulsions à faible cycle de service, on pourrait même être en mesure d'augmenter le courant de la bobine au niveau de l'allumage de

$$I_F = 10,244(3 \text{ inches})^{\frac{3}{2}} = 53\,230 \text{ amps}$$

Si l'on voulait des courants plus importants, il faudrait utiliser un faisceau de fils plus gros, voire des conducteurs façonnés (à moins que l'effet de l'eau de mer ne puisse empêcher la surchauffe du fil de cuivre). Le facteur limitant est l'impraticabilité de cette approche de la furtivité (vous ne verriez peut-être pas le navire, mais vous pourriez certainement l'entendre arriver) et non l'explication physique d'une "expérience de Philadelphie".

Annexe 3

Quelques informations utiles

La nécrologie de Robert Harrington Kent apparaît dans *Physics Today*, juillet 1961, p. 68.

Monsieur F. Reno semble avoir été une personne réelle et non un pseudonyme, car il est reconnu pour ses "suggestions précieuses" dans un article technique de Robert R. Kent. Le Dr. Kent résout l'équation du télégraphiste pour les lignes terminées. ⁽¹⁹²⁾

La nécrologie de Rudolph W. Ladenburg, professeur de physique à Princeton, paraît dans *Physics Today*, mai 1952, p. 37.

Le *Code Name Dictionary*, édité par F. G. Ruffner et R. C. Thomas, Gale Research Co., Detroit, Mi. (Library of Congress # PE 1693.R8) cite Rainbow comme " le nom de code pour l'axe Rome-Berlin-Tokyo..... Le nom de code pour un exercice militaire."

Un éminent Docteur Robert Fross Rinehart (né en 1907 ; MS '32, Ph.D. '34 de l'Ohio State), bien que présenté comme un pseudonyme par Moore et Berlitz, a réellement existé. De 1942 à 1945, il a été membre du groupe de recherche opérationnelle de l'US Navy, chargé des armes de subsurface et de la guerre sous-marine. De 1948 à 1950, il fait partie du *Research and Development Board du Ministère de la Défense* (il en devient le président après la démission du président de Kompton, président du MIT). Plus tard, alors qu'il était professeur de mathématiques au *Case Institute of Technology*, il a publié plusieurs articles de recherche technique sur les antennes à lentille de Lunenberg. ⁽¹⁹³⁾

Joseph Pothier souligne dans sa revue que "le navire (DE 173) a été nommé d'après le lieutenant-commandant John Eldridge Jr. , un diplômé de *l'Académie Navale* de 1927 qui a été tué au combat dans les îles Salomon le 2 novembre 1942". ⁽¹⁹⁴⁾

Annexe 4

(Cette section a été ajoutée le 28 mars 1997)

L'expérience de Philadelphie : Quelques points en suspens

Depuis la présentation de l'article ci-avant sur l'expérience de Philadelphie,⁽¹⁹⁵⁾ au Symposium International Tesla 1994 à Colorado Springs, nous avons eu d'autres réflexions concernant les quatre points suivants :

1. la furtivité par haute tension,
2. l'implication de Thomas Townsend Brown,
3. la version 1925 de la théorie des champs unifiés * et sa relation possible avec la propulsion.

Nous souhaitons joindre ce petit addendum dans le même esprit ludique de divertissement spéculatif dans lequel notre article original a été écrit.

Camouflage par radar à polarisation électrostatique

Il y a de nombreuses années, on nous a fait remarquer que Northrop, à la division Norair de Hawthorne, en Californie,⁽¹⁹⁶⁾ avait, à un moment donné, utilisé le chargement du bord d'attaque sur l'extrémité des ailes.⁽¹⁹⁷⁾ Ostensiblement, le procédé avait pour but de réduire la traînée et d'éliminer le bang sonique ; le flux amont d'ions pulvérisés depuis les extrémités des ailes charge les molécules d'air à l'avant d'un avion supersonique et abaisse le nombre de Reynolds du milieu. (Ce phénomène nous a intéressés en tant que composant de l'arme à faisceau de particules de Tesla. Sans réduction de la traînée, les particules du faisceau se consomment, comme des météores, à une distance de quelques kilomètres. En revanche, avec un faisceau de macrons chargés, la viscosité effective de l'air est considérablement réduite et les particules peuvent se déplacer plus loin, de plusieurs ordres de grandeur).⁽¹⁹⁸⁾ Mais maintenant, l'idée d'une réduction de la RCS (section transversale radar) en utilisant le double procédé de celui discuté dans notre article "Philadelphia Experiment" devient intrigante. Un phénomène similaire se produit comme le black-out radar lors de la rentrée atmosphérique depuis l'espace. Pourquoi ne pas actionner simultanément les bobines de démagnétisation et utiliser une couronne à haute tension pour une réduction furtive et sélective de la rétrodiffusion radar ?

* Pour des traductions complètes en Anglais de ces articles, voir le nouveau livre Selected Papers On 'De Early Unified Field Theories by Einstein and Others :. A Collection of Reprints and Translations (1921 to 1933), édité par J.F. Corum, 1997, manuscrit en cours de révision.

Le rôle de T. Townsend Brown

Dans le document, nous avons exprimé notre perplexité quant à l'introduction de Thomas Townsend Brown (1905-1985) dans le récit. Mais, nous avons noté que c'était le Dr Rinehart qui avait injecté Brown et nous pensons donc qu'il devait y avoir une raison. Depuis lors, l'implication de Brown nous paraît plus plausible. De nombreux livres et articles de synthèse ont été publiés sur T. T. Brown (principalement liés à la recherche sur la propulsion électrostatique). Charles Yost a imprimé un tableau chronologique détaillé de la vie et des activités professionnelles de M. Brown, qui indique que ce dernier a fréquenté l'université Denison et que lui et le professeur Paul Alfred Biefeld ont collaboré entre 1924 et 1930. Les travaux de second cycle de M. Brown semblent avoir été orientés vers le stress dans les diélectriques et la propulsion électrostatique.⁽¹⁹⁹⁾

M. Brown a quitté l'Observatoire Swazey (dont le professeur Biefeld était le directeur) en 1930 et a accepté un poste au Laboratoire de recherche navale à Washington, DC. En tant que membre civil du département de la marine, il est physicien au sein de l'International Gravity Expedition aux Antilles en 1932. L'année suivante (1933), il quitte le NRL (à la suite de réductions budgétaires) et s'engage dans la réserve navale. En 1939, il est lieutenant dans la réserve navale et travaille comme ingénieur en matériaux pour Martin (plus tard Martin Aerospace) à Baltimore, MD.

Selon le Dr Rinehart, la même année, la Marine l'a placé en charge de la recherche sur le balayage magnétique et acoustique des mines au Bureau des Navires. "C'est là qu'il a été impliqué dans le projet (l'expérience de Philadelphie)".⁽²⁰⁰⁾ En 1942, en tant que Capitaine de Corvette de la marine, il enseigne le radar et occupe le poste de commandant de l'école de radar de la flotte de l'Atlantique de la marine américaine à Norfolk, VA. "C'est dans le cadre de cette affectation qu'il a fait quelques suggestions sur la façon dont les champs électromagnétiques pourraient être utilisés pour obtenir une invisibilité partielle du radar."⁽²⁰¹⁾ Selon la plupart des récits, le Dr Brown s'est effondré d'épuisement en décembre 1943 et a pris sa retraite de la marine. Il s'est rétabli pendant six mois. En 1944, il a accepté un poste de consultant en radar pour Lockheed, Vega Aircraft Corporation en Californie. Il se rend à Hawaï en 1945, où il poursuit ses recherches sur la propulsion électrostatique. Par la suite, il consacre une grande partie de sa vie à poursuivre ses recherches sur les profils aérodynamiques en forme de disque chargés à haute tension. (Impulsions HV Trichel : les impulsions donnent de l'élan contrairement au vent électrique ?)

Nous pensons qu'il est surprenant que Brown, avec une formation et une expérience professionnelles aussi solides en électromagnétisme classique, ait "tenté d'expliquer ses résultats en termes de physique des champs unifiés". Brown croyait fermement en l'existence d'un couplage observable entre la gravitation et l'électricité et que ce couplage était démontré par ses dispositifs."⁽²⁰²⁾ Contrairement à ce que nous avons précédemment pensé de T. Townsend Brown, nous comprenons maintenant pourquoi il pourrait avoir joué un rôle assez important dans le développement de l'Expérience. Il était expérimenté dans la recherche sur les champs élevés, les techniques de démagnétisation, le radar, et il avait passé une période considérable de sa carrière à contempler les théories classiques des champs unifiés.

Quelle version de la théorie des champs unifiés d'Einstein doit-on utiliser ?

Il y a eu plusieurs versions des théories des champs unifiés générées par Einstein au fil des ans. La question qui se pose naturellement est la suivante : "Quelle version de sa théorie des champs unifiés motivait l'US Navy dans l'expérience de Philadelphie ?" Einstein a été employé par l'US Navy (à la Division de la Recherche et du Développement du Bureau de l'Armement de l'US Navy, dans la sous-section sur les explosifs et les propulseurs de la section sur les munitions et les explosifs) en tant que consultant civil du 31 mai 1943 au 30 juin 1946, ostensiblement pour l'électromagnétique appliquée, (ce qui pourrait être lié au radar, ou pourrait être lié à la démagnétisation des navires, ou à la déviation des torpilles, ou quelque chose d'autre canalisé par le Bureau de l'Armement). Mais comment la théorie des champs unifiés s'inscrit-elle dans l'histoire de l'expérience de Philadelphie ?

La source de l'idée

Dans le livre de William Moore et Charles Berlitz, trois personnes distinctes insufflent l'idée que l'incident a quelque chose à voir avec la théorie des champs unifiés d'Einstein. Premièrement, dans les deux lettres adressées au Dr Morris K. Jessup, Carlos Allende se concentre sur la version de 1925 de la théorie des champs unifiés, qui a été rejetée par Einstein en 1927 ("principalement pour des raisons humanitaires et non pour des erreurs mathématiques").⁽²⁰³⁾ Il prétend en outre que les concepts de cette version ont été testés par la Marine en 1943. Deuxièmement, le Dr J. Manson Valentine affirme que, peu avant sa mort, Jessup croyait que l'explication de "l'expérience de Philadelphie" ... se trouvait dans la théorie des champs d'Einstein.⁽²⁰⁴⁾ Troisièmement, le Dr Rinehart commence l'interview qu'il a donné à William Moore par les mots "La théorie des champs unifiés..."⁽²⁰⁵⁾ et lui aussi lui donne un rôle important dans l'incident. * Le Dr Rinehart introduit également T. Townsend Brown dans l'histoire.⁽²⁰⁶⁾ Selon Moore, Brown s'intéressait vivement à la physique du champ unifié et croyait en un couplage observable entre la gravitation et l'électricité.⁽²⁰⁷⁾

Alors que les deux autres personnes se contentent de dire "Théorie du Champ Unifié", c'est Allende qui déclare spécifiquement que c'est la version de 1925 sur laquelle une partie de l'Expérience de Philadelphie était basée.* Quelle caractéristique curieuse de la version de 1925 la rend si attrayante pour une Expérience de Philadelphie ? Si elle a été rejetée par Einstein et par la suite les autres versions (qui étaient également insatisfaisantes) ont été développées, pourquoi ne pas utiliser la dernière et meilleure théorie ? Quelle était exactement cette version 1925-27 de la théorie des champs unifiés et pourquoi cette version était-elle si importante ? Quelle est la magie qui permet de maîtriser la gravitation universelle ?

* Il y a une interaction mutuelle ici, la connaissance commune étant Carlos Allende. On pourrait argumenter qu'Allende a acquis l'idée grâce aux conférences du Dr. Jessup. Nous avons besoin de plus d'informations afin d'isoler les témoins.

** On peut également se demander comment Allende, qui n'était en aucun cas un scientifique (sait-il lire l'allemand, et encore moins comprendre la géométrie non riemannienne ? Était-il simplement en train de rassembler sa narration de l'expérience de Philadelphie et de répéter comme un perroquet les remarques du Dr. Jessup concernant le besoin de recherches financées par le gouvernement sur la théorie des champs unifiés d'Einstein ? (Allende était, bien sûr, un lien commun entre les trois personnes qui ont injecté les théories des champs unifiés dans l'histoire). Son témoignage a-t-il contaminé les commentaires des autres ? Si c'était le cas, et si seuls Allende, Jessup et Rinehart expriment l'utilisation explicite des théories du champ unifié, alors tout cet aspect du récit devient suspect. Pour lui, il semble que son point de vue nécessite une clarification.

Quelques informations sur le contexte

Un peu d'histoire s'impose peut-être. L'opinion selon laquelle la gravitation et le magnétisme sont, d'une manière ou d'une autre, des phénomènes liés est aussi vieille que notre connaissance du magnétisme. Plus récemment, Faraday (1791-1861) a évoqué cette possibilité dans ses notes de recherche. Même Oliver Heaviside (1850-1925) a formulé une théorie des champs unifiés. Certains des documents de Heaviside sur le sujet ont été retrouvés en 1957 à son domicile de Paignton, en Angleterre. Heaviside a vécu à Paignton de 1889 à 1897. (Il a superposé un vecteur flux gravitationnel au vecteur de Poynting-Heaviside dans un espace plat : $\mathbf{S} = \mathbf{E} \times \mathbf{H} + \mathbf{G}$.)⁽²⁰⁸⁾ Il est intéressant de noter que le manuscrit non publié de Heaviside pour un Volume FV de son *Electromagnetic Theory*, comprenant des éléments sur l'unification de la gravitation et de l'électromagnétisme, a été prêté au NM dans les années 1930 pour être exposé. Après la Seconde Guerre mondiale, il a été demandé que ces documents soient renvoyés en Angleterre, mais, pour une raison inconnue, une "recherche approfondie" de l'Institut par le bureau du Président du N41T n'a pas permis de retrouver le manuscrit de la théorie des champs unifiés de Heaviside, aujourd'hui perdu.

Le physicien allemand Gustav Mie (1868-1957) a tenté une théorie des champs de la matière, juste avant la création de la relativité générale classique.^{(209) (210)} Gunnar Nørdstrom semble avoir été le premier à employer le terme "champ unifié" dans un contexte moderne.⁽²¹¹⁾ Il est également à l'origine de la recherche de la 5^e dimension. Le premier effort pour une théorie des champs unifiés basée sur la relativité générale est dû à David Hilbert (1862-1943) en 1915.^{(212) (213)} Bien que l'odorant Kaluza (1885-1954) ait introduit une géométrie à cinq dimensions séduisante pour unifier la gravitation et l'électricité,^{(214) (215)} ce sont Hermann Weyl^{(216) (217)} (1885-1955) puis Arthur Stanley Eddington (1882-1944)^{(218) (219)} qui ont préparé le terrain pour les travaux d'Einstein, en vue d'une théorie géométrique des champs unifiés de la gravitation et de l'électromagnétisme. Weyl a noté que si les phénomènes gravitationnels de la relativité générale dépendent des seize composantes d'un tenseur métrique quatre par quatre, les phénomènes électromagnétiques sont régis par un vecteur quatre (le potentiel quatre) et que "*jusqu'à présent, ces deux classes de phénomènes se tiennent côte à côte, l'une étant séparée de l'autre*".⁽²²⁰⁾ Il a retracé la racine de la difficulté jusqu'au transport géométrique des vecteurs le long de chemins arbitraires et il a sondé la base de la géométrie du monde,

.... une géométrie apparaît, qui, appliquée au monde, explique de manière surprenante *non seulement les phénomènes de gravitation, mais aussi ceux du champ électromagnétique*.⁽²²¹⁾

Weyl supposait que la connexion affine était symétrique, et ses efforts d'unification se soldèrent rapidement par un échec.

Théories des champs unifiés d'Einstein

La célèbre théorie générale de la relativité d'Einstein a unifié la géométrie et la gravitation.⁽²²²⁾ Son passage de la relativité générale classique à une théorie géométrique dans laquelle la gravitation et l'électromagnétisme sont censés émerger d'un principe unique peut être retracé chronologiquement comme suit.

1 - En 1923, Einstein (1879-1955) a tâtonné avec l'idée d'une unification de la géométrie et de l'électrodynamique.⁽²²³⁾ Dans cette théorie primitive, basée principalement sur les notions d'Eddington de 1921, il a obtenu le résultat que la connexion affine symétrique de l'espace-temps peut être reliée au tenseur métrique $g_{\mu\nu}$ et au courant électrique quadruple $(i_\mu, i_1, i_2, i_3; \rho)$ comme suit

$$\Gamma_{\mu\nu}^a = \frac{1}{2} g^{\sigma\beta} \left(\frac{\partial g_{\mu\beta}}{\partial x_\nu} + \frac{\partial g_{\nu\beta}}{\partial x_\mu} - \frac{\partial g_{\mu\nu}}{\partial x_\beta} \right) - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} i^a + \frac{1}{6} \delta_\mu^a i_\nu + \frac{1}{6} \delta_\nu^a i_\mu \quad (116)$$

(La connexion affine $\Gamma_{\mu\nu}^a$ prescrit comment les événements en un point de l'espace-temps sont liés aux événements des points adjacents). Cela a conduit à l'obstacle qu'il était impossible de dériver les équations de Maxwell sans source ; en contradiction avec l'expérience, aucun champ électrique n'est possible aux endroits où le courant est nul ! La même année, l'ingénieur électricien et mathématicien néerlandais de renom J.A. Schouten (1883-1971) a trouvé un moyen de contourner cette difficulté et il a fourni la première théorie unifiée des champs à connexion affine asymétrique.⁽²²⁴⁾

Schouten a introduit le potentiel à quatre vecteurs

$$S_\mu = S_{\mu\nu}^\nu = 1/2 \left(\Gamma_{\mu\nu}^\nu - \Gamma_{\nu\mu}^\nu \right) \quad (117)$$

qui est le tenseur de torsion contracté. Contrairement aux travaux d'Einstein, il a obtenu le résultat suivant

$$\Gamma_{\mu\nu}^a = \frac{1}{2} g^{a\beta} \left(\frac{\partial g_{\mu\beta}}{\partial x_\nu} + \frac{\partial g_{\nu\beta}}{\partial x_\mu} - \frac{\partial g_{\mu\nu}}{\partial x_\beta} \right) - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} i^a + \frac{1}{6} \delta_\mu^a i_\nu - \delta_\mu^a S_\nu \quad (118)$$

En raison de la présence de S_μ , les champs électromagnétiques sont désormais possibles même dans les endroits où le quadripôle électrique i_μ est nul. La question est de savoir pourquoi le potentiel quadruple devrait dépendre de la torsion du collecteur (et vice-versa).

2 - Einstein a employé pour la première fois le terme "Théorie du champ unifié" en 1925, en publiant le célèbre article "Einheitliche Feldtheorie von Gravitation und Elektrizität".*(225) En partant d'un principe variationnel, Einstein a obtenu un tenseur métrique enchanteur qui pouvait être décomposé en une partie symétrique $g_{\mu\nu}$ (qui pouvait être identifiée à la gravitation et à la relativité générale classique) et une partie asymétrique $\Phi_{\mu\nu}$ (qu'il a tenté d'identifier au tenseur du champ électromagnétique : Φ_{12} , Φ_{23} , Φ_{31} correspondant à l'intensité du champ électrique et Φ_{14} , Φ_{24} , Φ_{34} correspondant à l'intensité du champ magnétique). Le problème était que le $\Phi_{\mu\nu}$ n'était pas exactement la courbure d'un quadrivecteur, comme il devrait l'être pour l'électromagnétisme, de sorte que le nouveau "champ de type électromagnétique" aurait généralement de mauvaises propriétés.

Cependant, les équations du "champ de type électromagnétique" qui apparaissent dans la limite du champ faible sont, selon les mots d'Einstein, presque complètement équivalentes aux équations de Maxwell pour l'espace libre ... , mais pas tout à fait. Les équations échouent pour l'existence de sources. Rien n'est apparu pour être interprété comme la densité de courant électrique se trouvant sur le côté droit d'une équation source de Maxwell : $V_\nu \Phi^{\mu\nu} = j^\mu$.

Le résultat remarquable de cette théorie était que la partie symétrique de la métrique donnait la relativité générale classique (y compris les décalages vers le rouge, la précession des périhélie, la courbure de la lumière, etc...) et que la partie non symétrique de la métrique donnait une version légèrement défectueuse des équations de Maxwell. L'implication était que, si vous pouviez générer les champs électromagnétiques appropriés, vous modifieriez le tenseur métrique pour la géométrie de l'espace-temps.

Dans cette version de 1925, cependant, la gravitation et l'électromagnétisme sont "... indépendants l'un de l'autre en première approximation".(226) (Il est intéressant de noter que la tentative d'après-guerre d'Einstein pour une théorie unifiée des champs, dans la dernière décennie de sa vie, part du même principe variationnel que sa version de 1925 et fournit à la fois une métrique non symétrique et une torsion.(227))

* Théorie des champs unifiés de la gravitation et de l'électricité.

3 - En 1927, commentant la Théorie des Champs Unifiés de 1925 et ses tentatives pour la faire fonctionner, Einstein a dit,

"... tous nos efforts pour atteindre une théorie qui combine le champ gravitationnel et le champ électromagnétique dans une unification formelle ont été dirigés le long des voies embrassées par Weyl et Eddington, ou une voie similaire ; à travers de nombreux échecs, j'ai maintenant, moi-même, lutté jusqu'à la conviction que l'on ne se rapproche pas de la vérité le long de cette voie".
(²²⁸) [Souligné dans l'original].

Nous supposons qu'il s'agit du "rejet" de 1927 auquel Allende fait référence dans les citations ci-dessus.

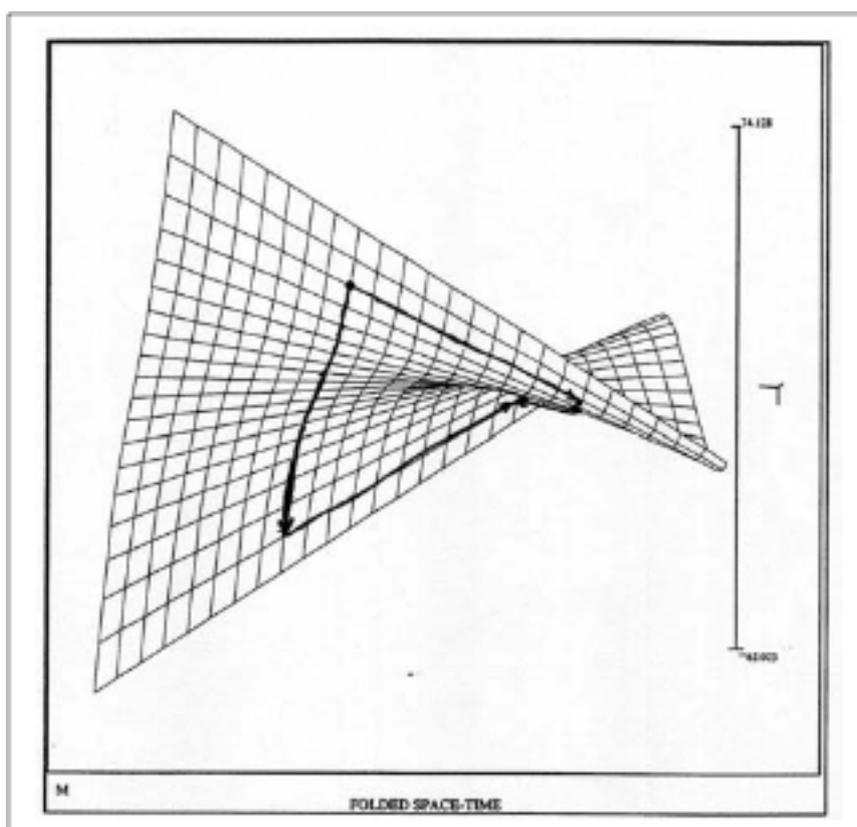


Figure IV.1
Continuum espace-temps plissé par la torsion

Einstein est alors revenu à la stratégie à cinq dimensions de Kaluza, mais dans l'année, il a également rejeté cette approche. Bien qu'il ait publiquement rejeté la théorie de 1925, il est clair qu'Einstein ne renonçait pas à une théorie unifiée des champs.

4 - Dans des articles publiés en 1928⁽²²⁹⁾ et 1929²³⁰⁾, Einstein admet que la géométrie Riemannienne de la relativité générale, bien qu'elle conduise à une description physique des champs gravitationnels, ne fournit aucun concept auquel les champs électromagnétiques pourraient appartenir. Au lieu de partir d'un principe variationnel, il s'écarte maintenant de la géométrie différentielle et introduit le concept mathématique de parallélisme à distance (fernparallelismus), également appelé téléparallélisme ou parallélisme absolu.

Le parallélisme à distance est une prescription mathématique pour le déplacement parallèle d'un vecteur, entre deux points d'un collecteur, qui est indépendant de tout choix particulier de chemin entre les deux points. (Un collecteur euclidien est un exemple d'espace présentant un parallélisme distant.) Dans la géométrie Riemannienne courbe de la relativité générale classique, cependant, les résultats du transport parallèle dépendent du chemin. En conséquence, malgré le fait que le tenseur métrique et la connexion affine nouvellement découverts peuvent même être non symétriques, le tenseur de courbure de Riemann-Christoffel disparaît maintenant de manière identique (il n'y a pas de solution de Schwarzschild), et comme Wolfgang Pauli l'a noté, les tests classiques de la relativité générale qui dépendent de la courbure s'envolent ! Mais, au moins en première approximation, la nouvelle approche a donné les équations de Maxwell en espace libre.

L'idée derrière le parallélisme à distance est d'ériger un champ de tétrades orthonormées sur l'ensemble du collecteur espace-temps

$$\vec{e}_a(P) = {}_{(a)}e^\mu \frac{\partial}{\partial x^\mu} = h_a^\mu \frac{\partial}{\partial x^\mu} \quad (119)$$

où l'indice latin "**a**" numérote le vecteur de base et l'indice grec "**p**" spécifie la composante sur le vecteur de base tangent local **a/olx**" au point donné. Les bras correspondants des tétrades en différents points sont mutuellement parallèles puisque les $\mathbf{iE}_,$, satisfont $\mathbf{V}be,, = \mathbf{0}$. Les vecteurs en différents points sont comptabilisés comme parallèles s'ils ont les mêmes composantes sur le champ tétrade aux différents points.

Une connexion affine non symétrique peut être déterminée à partir de la dérivée covariante nulle des tétrades, comme suit

$$\Gamma_{ab}^c = - {}_{(a)}e^\mu \frac{\partial^{(c)} e_\mu}{\partial x^b} = - h_a^\mu \frac{\partial h_\mu^c}{\partial x^b} = - h_a^\mu h_b^\nu \frac{\partial_\nu^c}{\partial x^\mu} \quad (120)$$

ce qui permet de conclure que le tenseur de courbure de Riemann-Christoffel disparaît et que la torsion est non nulle :

$$S_{ab}^c = 1/2 [\Gamma_{ab}^c - \Gamma_{ba}^c] \quad (121)$$

La signification géométrique de ceci est montrée dans la figure IV.1 ci-jointe et a été expliquée dans les figures 11 et 12 de notre article.⁽²³¹⁾ Un tenseur métrique peut être introduit par le produit interne

$$\vec{e}_\mu \bullet \vec{e}_\nu = g_{\mu\nu} = \left({}^{(a)}e_\mu \right) \left({}^{(b)}e_\nu \right) \eta_{ab} \quad (122)$$

où η_{ab} est la métrique lorentzienne de signature $(\mathbf{1}, \mathbf{1}, \mathbf{1} ; - \mathbf{1})$. Le résultat est une géométrie métrique avec torsion.

S'appuyant sur ce qui précède, Einstein identifie ensuite le tenseur de torsion contracté S_{bb} avec le potentiel électromagnétique à quatre vecteurs :

$$\Phi_a = S_{ab}^b \quad (123)$$

Dans sa critique de cette approche de la théorie des champs unifiés, Eddington déclare,

"L'idée générale est que la nature du champ peut être complètement décrite en spécifiant les valeurs des 16 quantités h_a^μ en chaque point. Une telle description est plus complète que si les 10 quantités $g^{\mu\nu}$ nécessaires à la définition du champ gravitationnel sont spécifiées, de sorte qu'elle est capable d'embrasser en plus le champ électromagnétique."⁽²³²⁾

Comme indiqué précédemment, la théorie conduit en première approximation aux équations de Maxwell, mais, puisque $R^a{}_{bcd} = 0$ (ce qui rend possible le parallélisme à distance), les effets relativistes généraux classiques s'évaporent.

5 - En 1930, Einstein s'est rendu compte que son premier article de 1929 "devait être amélioré" et que son deuxième article de 1929⁽²³³⁾ (qui tentait d'obtenir la nouvelle théorie des champs unifiés à partir du principe de Hamilton)"contenait une erreur fatale".⁽²³⁴⁾

6 - En 1931, il déclare que l'approche précédente du "parallélisme distant" est la mauvaise direction. En octobre 1931, il écrit ,

"Jusqu'à présent, la théorie générale de la relativité a principalement été une théorie rationnelle de la gravitation et des propriétés métriques de l'espace. Cependant, en ce qui concerne le traitement des phénomènes électromagnétiques, elle a dû se contenter d'une incorporation superficielle de la théorie de Maxwell dans le schéma relativiste. En plus de la forme métrique quadratique du champ gravitationnel, il fallait introduire une forme linéaire logiquement indépendante dont les coefficients étaient interprétés comme le potentiel du champ électromagnétique. Le tenseur du champ électromagnétique de Maxwell, écrit en covariance, se trouvait à côté du tenseur de courbure dans les équations tensorielles du champ gravitationnel, superficiel et logiquement relié seulement arbitrairement par un signe plus. Ceci doit être perçu d'autant plus douloureusement que la théorie de Maxwell n'est soutenue en tant que théorie des champs qu'en première approximation, bien que par des données expérimentales empiriques très riches. On ne peut échapper au soupçon que la linéarité des équations de Maxwell ne correspond pas à la réalité effective, mais qu'au contraire, les véritables équations de l'électromagnétisme s'écartent de celles de Maxwell pour les champs forts.

C'est pourquoi les théoriciens s'y intéressent, puisque la formulation de la théorie générale de la relativité s'efforce de formuler une théorie logique unifiée du champ global. On ne peut cependant pas soutenir que les grands efforts précédemment consacrés au problème aient abouti à un résultat satisfaisant." (234)

De 1931 à 1938, Einstein revient aux théories de Kaluza-Klein à cinq dimensions, puis les abandonne définitivement.

7 - Enfin, entre 1945 et 1955, Einstein revient publiquement à la théorie des champs unifiés non symétriques de 1925 avec une vigueur renouvelée et beaucoup plus de rigueur. Il reconnaît maintenant que c'est le déplacement infinitésimal $\Gamma_{\mu\nu}^{\alpha}$ et non le tenseur métrique $g_{\mu\nu}$, qui permet d'éviter les systèmes inertiels. Il affirme,

"... il n'y a pas de raison impérieuse de se restreindre par la condition de symétrie par rapport aux indices inférieurs.... Si l'on ne soumet pas à une condition de symétrie restrictive, on arrive à cette généralisation de la loi de la gravitation qui me paraît la plus naturelle." (235)

Il utilise le principe variationnel de 1925 et arrive à un ensemble final d'équations de champ, qui ne donne toujours pas un ensemble exact d'équations de Maxwell mais qui donne la conservation de la charge.

La recherche d'expériences sur la théorie des champs unifiés par Einstein dans les années 1920

Il semble que les tentatives de recherches expérimentales sur les théories des champs unifiés soient en fait antérieures à l'Expérience de Philadelphie. En commençant par la version de 1923, Gerlach (du musée Stern et Gerlach) a déclaré qu'Einstein recherchait activement des effets expérimentalement observables d'une théorie du champ unifié.⁽²³⁶⁾

Dans une lettre à Max Born, Einstein a déclaré qu'il cherchait un examen expérimental de la théorie du champ affine de 1923 qui impliquait le champ magnétique terrestre.⁽²³⁷⁾ Ces efforts rappellent les expériences de 1915-1917 sur l'effet Einstein-de Haas.

Vizgin affirme que "Einstein n'a pas abandonné les recherches de confirmation expérimentale de sa théorie du champ affine."⁽²³⁸⁾ Dans une autre déclaration, Vizgin affirme que "Einstein (avec Ehrenfest) envisageait de faire une expérience électrostatique délicate qui permettrait de confirmer les conséquences de la théorie affine qui allaient au-delà de l'électrodynamique de Maxwell."⁽²³⁹⁾

Dans une lettre à Ioffe, Ehrenfest écrivait : "Einstein et moi nous plongeons pendant de nombreuses heures chaque jour dans une étude expérimentale pour établir s'il existe un effet électrostatique complètement fou supposé par lui."⁽²⁴⁰⁾ L'expérience a été abandonnée par la suite.

Vizgin poursuit en écrivant : "Au cours des années 1930 et 1940, la question du magnétisme des masses en rotation a été soulevée à plusieurs reprises en relation avec les théories des champs géométriques unifiés. En 1923-1924, Einstein a cherché avec beaucoup d'insistance des possibilités de relier sa théorie des champs affines aux effets physiques, surtout aux phénomènes électromagnétiques macroscopiques. Il tente d'intéresser les expérimentateurs Gerlach, Franck, Piccard et d'autres, ainsi que son ami Ehrenfest, à ces idées.

Aucune de ces tentatives ne donna de résultats, mais néanmoins elles n'entamèrent pas la croyance d'Einstein dans la promesse de la direction affine, qui continue à se développer pendant toute l'année 1925."⁽²⁴¹⁾ Nous pensons que la négation par torsion de l'effet Sagnac non holonomique, que nous avons décrite de manière assez détaillée dans notre article "Philadelphia Experiment", devient maintenant encore plus significative en tant que vérification expérimentale de ces théories de champ affines non symétriques. Il est clair que cette expérience doit être financée et réalisée !

Pourquoi ces théories des champs unifiés présentent-elles un intérêt aujourd'hui ?

À ce stade, tout physicien des particules informé qui lit ces lignes se demande probablement pourquoi nous nous intéressons à ces théories obscures. Tout le monde sait aujourd'hui qu'une grande théorie unifiée des champs, une ToE (Theory of Everything), englobant les interactions fortes et faibles de la physique nucléaire, ne se trouve pas dans le calcul de Ricci et certainement pas dans les théories des champs unifiés du continuum du début du vingtième siècle. Cependant, ce que la plupart des physiciens modernes ne savent pas, c'est l'importance centrale de ces premières théories des champs unifiés pour l'ingénierie électrique et l'application expérimentalement réussie (le terme est en fait celui de Bannesh Hoffmann)⁽²⁴²⁾ de ces concepts aux machines électriques lourdes.⁽²⁴³⁾ En effet, la forme des équations de Maxwell écrite par les premiers travailleurs de la théorie des champs unifiés⁽²⁴⁴⁾ est la seule version correcte des équations de Maxwell dans les espaces avec anholonomie^{(245) (246) (247)} ou torsion ! *

Modifier les force de gravitation - voyager dans le temps

Que signifie tout ceci ? Cela semble suggérer que, puisque les charges, les courants et même le spin du domaine ferromagnétique produisent le quadripôle Φ_μ (et son double), et que l'équation (8) implique que cela est lié à la torsion du collecteur. Différents types de courant pourraient être conçus pour affecter la connexion affine de l'équation (120) et, par conséquent, le tenseur métrique de l'équation (122).

Puisque la gravitation est un phénomène métrique, on peut en déduire que, dans des conditions appropriées (quelles qu'elles soient), on pourrait utiliser des distributions de courant pour modifier la gravitation (propulsion ?).

Un effet secondaire pourrait être le "froissement du collecteur" (pour reprendre l'expression d'Eddington)⁽²⁴⁸⁾ du à l'excitation de la torsion (une non-fermeture des parallélogrammes due à l'asymétrie de la connexion affine) et cela peut conduire à la téléportation et au voyage dans le temps. Ces notions incroyablement bizarres semblent résider dans les équations classiques non Riemanniennes de l'UFT (Théorie des Champs Unifiés).

$$F_{ik} = \left(\frac{\partial A_k}{\partial x^i} - \frac{\partial A_i}{\partial x^k} \right) - 2 \left(S_{ik}^j - \Omega_{ik}^j \right) A_j \quad (124)$$

Traduction, mise en forme, saisie des équations : Jacky Kozan, le 20 décembre 2022

* La référence 67 présente la première expression explicite généralisée des équations de Maxwell dans les espaces avec torsion : Eq. 25. Kron a ajouté le terme non holonomique, comme requis dans les applications d'ingénierie (Jour. Appl. Phys., Vol. 7, 1936, pp. 143-152 : Eq. 46 ; Vol. 9, 1938, pp. 196-208 : Eq. 5.4). Ce terme était l'ingrédient clé employé dans les articles non holonomiques de Corum dont nous venons de parler.

Annexe 5

Principaux articles sur la théorie des champs unifiés rédigés par Einstein au cours de la période 1925-1930

1925

"Einheitliche Feldtheorie von Gravitation und Elektrizität," by A. Einstein, Preussische Akademie der Wissenschaften, Physikalisch-Mathematischen Klasse, Sitzungsberichte, vom 9 Juli 1925, pp. 414-419.

1927

"Formale Beziehung des Riemannschen Krümmungstensors zu den Feldgleichungen der Gravitation," by A. Einstein, *Mathematische Annalen*, Vol. 97, 1927, pp. 99-103.

"Zu Kaluzas Theorie des Zusammenhanges von Gravitation und Elektrizität - Erste Mitteilung," by A. Einstein, Preussische Akademie der Wissenschaften, Physikalisch-Mathematischen Klasse, Sitzungsberichte, vom 17 Februar, 1927, pp. 23-25.

"Zu Kaluzas Theorie des Zusammenhanges von Gravitation und Elektrizität - Zweite Mitteilung," by A. Einstein, Preussische Akademie der Wissenschaften, Physikalisch-Mathematischen Klasse, Sitzungsberichte, vom 17 Februar 1927, pp. 26-30.

1928

"Riemanngeometrie mit Aufrechterhaltung des Begriffes des Fern-Parallelismus," von A. Einstein, Preussische Akademie der Wissenschaften, Physikalisch-Mathematischen Klasse, Sitzungsberichte, vom 7 Juni 1928, pp. 217-221.

"Neue Möglichkeit für eine einheitliche Feldtheorie von Gravitation und Elektrizität," by A. Einstein, Preussische Akademie der Wissenschaften, Physikalisch-Mathematischen Klasse, Sitzungsberichte, vom 14 Juni 1928, pp. 224-227.

1929

Quotation from an interview with Einstein in advance of publication (of his "Zur einheitlichen Feldtheorie") by the *London Daily Chronicle* of January 26, 1929; published in *Nature*, Vol. 123, February 2, 1929, pp. 174-175.

"Zur einheitlichen Feldtheorie," by A. Einstein, Preussische Akademie der Wissenschaften, Physikalisch Mathematischen Klasse, Sitzungsberichte, Jan. 10, 1929, p. 2-7.

"The New Field Theory," by Professor Albert Einstein, *The London Times*, February 4, 1929. Reprinted in two parts in *The Observatory*, Vol. 52, 1929. Part-I "Matter and Space," March, 1929, pp. 82-87; Part-II "The Structure of Space-Time," April, 1929, pp. 114-118. [Translated by L. L. Whyte in 1929.]

"Einheitliche Feldtheori und Hamiltonsches Prinzip," by A. Einstein, Preussische Akademie der Wissenschaften, Physikalisch-Mathematischen Klasse, Sitzungsberichte, vom 21 Marz, 1929, pp. 156-159.

1930

"Die Kompatibilitat der Feldgleichungen in der einheitlichen Feldtheorie," by A. Einstein, Preussische Akademie der Wissenschaften, Physikalisch-Mathematischen Klasse, Sitzungsberichte, vom 9 Januar, 1930, pp. 18-23.

"Theorie unitaire du champ physique," par A. Einstein, *Annales De L'Institut Henri Poincare*, Vol. 1, No. 1, (1930), pp. 1-24.

"Zwei strenge statische Losungen der Feldgleichungen der einheitlichen Feldtheorie." by A. Einstein and W. Mayer, Sitzungsberichte der Preussische Akademie der Wissenschaften, Physikalisch-Mathematischen Klasse, vom 20 Februar 1930, pp. 110- 120.

"Zur Theorie der Raume mit Riemann-Metrik und Fernparallelismus," by A. Einstein, Preussische Akademie der Wissenschaften, Physikalisch-Mathematischen Klasse, Sitzungsberichte, vom 17 Juli, 1930, pp. 401-402.

"Auf die Riemann-Metric und den Fern-Paralielismus gegründete einheittiche Feldtheorie," by A. Einstein, *Mathematische Annalen*, Vol. 102, (1930), pp. 685-697.

"Raum, Ather und Feld in der Physik," von A. Einstein, World Power Conference, 2nd, Berlin, 1930, *Transactions*, Vol. 19, pp. 1-5. Also *Dinglers Polytechnisches Journal*, Vol. 345, pp. 122-123.

"Uber den gegenwartigen stand der allgemeinen Relativitatstheorie," by A. Einstein, *Yale University Library Gazette*, Vol. 6, (1929), pp. 3-6. ("On the Present Status of the General Theorie of Relativity," translation by Leigh Page, pp. 7-10.)

"Professor Einstein's Address at the University of Nottingham," *Science*, Vol. 7 1, June 13, 1930, 608-610.

Annexe 6

Références

1. Eddington, A. S., The Mathematical Theory of Relativity, Cambridge University Press, 1963, pg. 25.
2. Eddington, A. S., Space, Time, And Gravitation, Harper and Row, 1959, pg. 57.
3. Slepian, J., "Electrical Essay: Electromagnetic Space-Ship," Electrical Engineering, February, 1944, pp. 145-146; March, 1949, pg. 245.
4. Walker, Jearl, The Flying Circus of Physics, Wiley, 1977.
5. Abbott, E.A., Flatland, Dover, 1952. (Originally published, 1884).
6. Garnow, G., Mr. Thompkins in Wonderland, Cambridge University Press, 1965.
7. Dane, A., "America's Invisible Warship," Popular Mechanics, July, 1993, pp. 28-32.
8. Moore, W. L., and C. Berlitz, The Philadelphia Experiment: Project Invisibility Ballantine Books, 1979, pg. 170.
9. Jessup, M. K., The Case for the UFO, Citadel Press, Secaucus, N.J., 1955.
10. Moore and Berlitz, loc cit, pp. 134-136.
11. Anderson, L. I., Nikola Tesla On His Work With Alternating Currents, Sun Publishers, Denver, Colorado, 1992, ISBN 0-9632652-0-2, pg. 19.
12. Hammond, J. H, Jr., "A History of Some Foundations of Modern Radio-Electronic Technology", Proceedings of the IRE, Vol. 45, September, 1957, pp. 1191-1208. (See the lengthy "Discussion", Proc. IRE, July, 1959, pp. 1253-1268. These letters contain a remarkable amount of information about Fritz Lowenstein.)
13. Tesla, Nikola, "The Problem of Increasing Human Energy", The Century Illustrated Magazine, June, 1900, pp. 175-211.
14. Tesla, Nikola, "Electric Drive for Battle Ships", New York Herald, February 25, 1917, pp. 1,2.
15. Anderson, L. I., "Nikola Tesla's Residences, Laboratories, and Offices", Boyle-Anderson Publishers, Denver, CO, 1990, pg. 8.
16. Kapp, R., "Tesla's Lecture at the Royal Institution of Great Britain, 1892," Centenary of the Birth of Nikola Tesla, published by the Nikola Tesla Museum, Beograd, 1959, pp. 190-196. Reprinted in Tribute to Nikola Tesla, V. Popovic, editor, Nikola Tesla Museum, Beograd, 1961, pp. A-300 to A-305.
17. Behrend, B. A., Edison Medal remarks, "Minutes of the AIEE Annual Meeting," May 18, 1917, published in Tesla Said, by J. T. Ratzlaff, Tesla Book Company, 1984, pp. 167-189.
18. Scott, C. F., "Tesla's Contribution to Electric Power," Electrical Engineering, August, 1943, pg. 351.
19. Page, L., Lecture at the December 17, 1941 meeting, of the AIEE in New York.

20. "Tesla's Egg of Columbus: How Tesla performed the Feat of Columbus Without Cracking the Egg", Hugo Gernsback, editor, *Electrical Experimenter*, March, 1919, pp. 774-775, 808.
21. *ibid.*
22. Fleming, A.P.M., "The Life and Work of Nikola Tesla", *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Vol. 91, Part 1, February, 1944, pp. 58-59. Reprinted in *Tribute to Nikola Tesla*, Beograd, 1961, pp. A-215 to A-230.
23. "Mr. Tesla's personal Exhibit at the Worlds Fair", Chapter XLII in *Inventions, Researches, and Writings of Nikola Tesla*, by T.C. Martin, (1st edition published in 1894), Barnes and Noble, 1992, pp. 477-485. See Figure 297.
24. Secor, H. W., "Tesla's Views on Electricity and the War," *The Electrical Experimenter*, Vol. V, No. 52, August, 1917, pp. 229-230, 370.
25. Moore & Berlitz, *loc cit*, pg. 235.
26. Secor, *loc cit*.
27. Cheney, Margaret, *Tesla: Man Out of Time*, Prentice-Hall, 1981, pg. 209.
28. "Personal", a short biographical sketch of Vannevar Bush, *Electrical Engineering*, Vol. 60, September, 1941, pg.
29. Krim, N. B., "Vannevar Bush and the Early Days of Raytheon", (a talk delivered to the MIT Vannevar Bush Centennial Symposium, May 31, 1991), *IEEE AES Systems Magazine*, October, 1993, pp. 3-6.
30. *ibid.*
31. "Personal", another short biographical sketch of Vannevar Bush, *Electrical Engineering*, Vol. 63, January, 1944, pg. 31.
32. Jewett, F. B., "Introduction" to the book *Endless Horizons*, by Vannevar Bush, Public Affairs Press, 1946, pg. iii.
33. Bush, Vannevar, Letter to Nikola Tesla, dated July 1, 1931.
34. Tesla, Nikola, "The Problem of Increasing Human Energy, *The Century Illustrated Magazine*, pp. 175-211. (See pg. 209.)
35. Page, R. M., "The Early History of Radar", *Proceedings of the IRE*, Vol. 50, No. 5, May, 1962, (special 50th Anniversary Issue), pp. 1232-1236.
36. Hulsmeyer, C., "Hertzian-Wave Projecting and Receiving Apparatus Adapted to Indicate or Give Warning of the Presence of a Metallic Body, Such as a Ship or a Train in the Line of Projection of Such Waves," *British Patent #13,170*, September 22, 1904.
37. Secor, 1917, *ibid.*
38. Ruck, G. T., *Radar Cross Section Handbook*, Plenum, 1970, Vol. 2, pp. 611-612.
39. Sommerfeld, Arnold, *Optics*, Volume IV in the series *Lectures on Theoretical Physics*, Academic Press, 1964 (originally published in 1949), pp. 18-19.
40. Ridenour, L. N., *Radar System Engineering*, McGraw-Hill, 1947, (MIT Rad Lab Vol. 1), pp. 69-73.
41. Weston, V. R., "Theory of Absorbers in Scattering" *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol. AP-10, September, 1962, pp. 578-584.

42. Sommerfeld, loc. cit.
43. Ridenour, loc. cit.
44. Harrington, R. F., Time Harmonic Fields, McGraw-Hill, 1961, pp. 21-26. (Harrington uses RMS field strengths.)
45. Kraus, J. D., Electromagnetics, McGraw-Hill, 3rd edition, 1984, pp. 459-464. (Also see problems 10.4-6 to 10.4-14.)
46. Janes Fighting Ships, 1967-68, Pg. 408.
47. Anderson, F. E., and W. H. Fifer, "Use of Propulsion Generators on Naval Vessels to Supply Shore Power," AIEE Transactions, Vol. 67, 1948, pp. 1282-1287, accompanied by "Discussion", pp. 1287-1288.
48. *ibid.*
49. *ibid.*
50. Kraus, J. D., Big Ear, Cygnus Quasar Books, 1976, pp. 66-79.
51. Michel, N. B., "Shipboard Degaussing Installations for Protection Against Magnetic Mines," Transactions of the AIEE, Vol. 67, 1948, pp. 1270-1275. (Also see the "Discussion", pp. 1275-1277.)
52. *ibid.*
53. Michel, loc. cit.
54. Kraus, loc. cit. pg. 69.
55. Michel, loc. cit.
56. Reference Data for Radio Engineers, 5th edition, 1968, Chapter 4, pp. 54-55, 58.
57. Michel, loc. cit.
58. *ibid.*
59. Schonland, B. F. J., "The Work of Benjamin Franklin on Thunderstorms and the Development of the Lightning Rod," Journal of the Franklin Institute, Vol. 253, No. 5, May, 1952, pp. 375-392.
60. Moore, W. L. and C. Berlitz, The Philadelphia Experiment: Project Invisibility, Ballantine Books, 1979.
61. Pothier, J., "The Philadelphia Experiment Revisited - Part I", Electric Spacecraft Journal, Issue 7, July-September, 1992, pp. 15-25.
62. Pothier, J., "The Philadelphia Experiment Revisited - Part II", Electric Spacecraft Journal, Issue 8, October-December, 1992, pp. 14-21.
63. Corum, K. L., and J. F. Corum, Vacuum Tube Tesla Coils, Corum and Associates, 1987. (See Appendix II.)
64. Ryder, J. D., Networks, Lines and Fields, Prentice-Hall, 1949, pp. 49-55.
65. Feynman, R. P., R. B. Leighton, and M. Sands, The Feynman Lectures on Physics, Addison-Wesley, 1964, Vol. II, pg. 16-6.
66. Feynman, *ibid.*

67. Ramo, S., J. R. Whinnery, and T. Van Duzer, Fields and Waves in Communications Electronics, Wiley, second edition, 1984, pp. 115-116, (Example 3.2, "Air Breakdown from Induced emf.")
68. Slepian, J., US Patent #1,645,304, issued in 1922.
69. Kerst, D. W., "The Acceleration of Electrons by Magnetic Induction", *Physical Review*, Vol. 60, 1941, pp. 47-53.
70. Reines, F., and R. Ballard, "Participatory Lecture Demonstration with an 83-Ton Bar Electromagnet", *American Journal of Physics*, Vol. 41, 1973, April, pp. 566-569. Also see "Comments" by A. A. Marino, *AJP*, Vol. 42, 1974, pp. 259-270.
71. Held, R., Image, Object and Illusion, Scientific American Press, 1974, pg. 3.
72. Knoll, M., and J. Kugler, "Subjective Light Pattern Spectroscopy in the Encephalographic Frequency Range," *Nature*, No. 4701, December 15, 1959, pp. 1823-1824.
73. Penfeld, W., and T. Rasmussen, The Cerebral Cortex of Man, New York, 1955, p. 140.
74. Knoll and Kugler, loc cit.
75. Becker, R. O., "The Biological Effects of Magnetic Fields - A Survey," *Med. Electron. Biol. Engng*, Vol. 1, pp. 293-303.
76. Oster, G., "Phosphenes", *Scientific American*, Vol. 222, February, 1970, pp. 83-87.
77. Becker, loc. cit.
78. Oster, loc. cit.
79. *ibid.*
80. *ibid.*
81. Dobelle, W., M. Mladejovsky, and J. Girvin, "Artificial Vision for the Blind: Electrical Stimulation of Visual Cortex Offers Hope for a Functional Prosthesis," *Science*, February, 1974, pp. 440-444.
82. "Seeing by Phosphene", *Scientific American*, Vol. 230, March, 1974, pp. 45-46.
83. Walker, Jearl, The Flying Circus of Physics, Wiley, 1977, pp. 144-145, 282.
84. Minkowski, H., "Space and Time", an Address presented on September 21, 1908. Published in The Principle of Relativity, with notes by Arnold Sommerfeld, translated by W. Perrett and G. B. Jeffery, Dover, 1951, pp. 75-96.
85. Eddington, A. S., Space, Time, And Gravitation, Harper and Row, 1959, pg. 57.
86. Acts 8:39-40.
87. H Kings 20: 1 0-1 1; Isaiah 3 8:8.
88. Hehl, F. W., P. von der Heyde, and G. D. Kerlich, "General Relativity with Spin and Torsion: Foundations and Prospects," *Reviews of Modern Physics*, Vol. 48, No. 3, July, 1976, pp. 393-416.
89. Schouten, J. A., Ricci Calculus, Springer-Verlag, Berlin, 1954, pp. 99-110, 117-21, 169-73.
90. Schouten, J. A., Tensors for Physicists, Oxford University Press, 1951, (reprinted by Dover Publications, Inc., 1989), pp. 81-82, 102-103, 120-123, 194-197.
91. Eddington, A. S., "Einstein's Field Theory," *Nature*, Vol. 123, Feb. 23, 1929, pp. 280-281.

92. Schouten, J. A., Ricci Calculus, Springer-Verlag, 1954, pp. 103, 127-129.
93. Schouten, J. A., Tensor Analysis For Physicists, Oxford University Press, 1951, pg. 87.
94. Schouten, J. A., and D. J. Struik, Einführung In Die Neueren Methoden Der Differential geometrie, Noordhoff, Groningin, 1935, Vol. 1, pp. 79-80.
95. Eddington, 1929, loc cit.
96. Corum, J. F., "Relativistic Rotation and the Anholonomic Object", *Journal of Mathematical Physics*, vol. 18, No.4, April, 1977, pp. 770-776.
97. Corum, J. F., "Comments on Relativistic Rotation and the GPS", *Proceedings of the IEEE.*, Vol. 81, No.2, February, 1993.
98. Corum, J. F., "Relativistic Covariance and Rotational Electrodynamics", *Journal of Mathematical Physics*, Vol. 21, No. 9, September, 1980, pp. 2360-2364.
99. Kron, G., "Nonholonomic Reference Frames", Part XVII of the series "The Application of Tensors to the Analysis of Rotating Electrical Machinery", *General Electric Review*, Vol. 41, No. 5, May, 1938, pp. 244-240.
100. Schouten, J. A., Ricci Calculus, Springer-Verlag, 1954, pp. 103, 105.
101. Schouten, J. A., Tensor Analysis for Physicists, Oxford University Press, 2nd Edition, 1954, pg. 121.
102. Struik, D. J., Theory of Linear Connections, Springer Verlag, 1934, pp. 22 -23.
103. Veblen, O., Invariants of Quadratic Differential Forms, Cambridge University Press, 1927, pg. 36.
104. Veblen, O., and J. C. H. Whitehead, The Foundations of Differential Geometry, Cambridge University Press, 1932, pg. 71.
105. Landau, L. D. and Lifshitz, E. M., The Classical Theory of Fields, Pergamon Press, 4th revised English edition 1975, pg. 241.
106. Ohanian, H. C., "What is Spin?", *American Journal of Physics*, Vol. 54, No. 6, June, 1986, pp. 500-505.
107. Belinfante, F. J., "On the Spin Angular Momentum of Mesons", *Physica*, Vol. 6, No. 9, Oct. 1939, pp. 887-897.
108. Hehl, F. W., von der Heyde, P., and Kerlick, G. D., "General Relativity with Spin and Torsion: Foundations and Prospects", *Reviews of Modern Physics*, Vol. 48, No. 3, July, 1976, pp. 393-416.
109. Ibid.
110. Ibid.
111. Ibid.
112. Eddington A. S., "A Generalization of Weyl's Theory of the Electromagnetic and Gravitational Fields", *Proc. Roy. Soc.*, London, Vol. A99, 1921, pp. 104-122.
113. Cartan, E., "Sur une generalisation de la notion de courbure de Riemann et les espaces a torsion", *Comptes Rendus Acad Sci*, t. 174, 1922, pp. 593-595.

114. Schouten, J. A., "On a Non-Symmetrical Affine Field Theory", *Proc. Kon Akad Amsterdam*, Vol. 26, 1923, pp. 850-857.
115. Einstein, A., "Einheitliche Feldtheorie von Gravitation und Elekffizitat," Preussische Akademie der Wissenschaften Phys.-math. Klasse, Sitzungsberichte, July, 1925, pp. 414-419.
116. Einstein, A., "Riemann-Geometrie mit Aufrechterhaltung des Begriffes des Fernparallelismus", *Preussische Akademie der Wissenschaften*, Phys.-math. Klasse, Sitzungsberichte, 1928, pp. 217-221.
117. Einstein, A., "Zur Einheitliche Feldtheorie", *Preussische Akademie der Wissenschaften*, Phys.math. Klasse, Sitzungsberichte, 1929, pp. 2-7.
118. Eddington, A. S., "Einstein's Field Theory," *Nature*, Vol. 123, Feb. 23, 1929, pp. 280-281.
119. Einstein, A., "Theorie unitaire du champ physique". *Institute H. Poincare*, Annales, Vol. I, 1930, pp. 1-24.
120. Infeld, L., "Uber eine Interpretation der neuen Einsteinschen Weltgeometrie auf dem Boden der klassischen Mechanik", *Physik Zeitschr.*, Vol. 32, 1931, pp. 110-112.
121. Wiener, Norbert, "Unified Field Theory of Electricity and Gravitation," *Nature*, March 2, 1929, pg. 317.
122. Laithwaite, E. R., "The Inventions of Nikola Tesla," Proceedings of the Energy and Development Symposium, Zagreb, Yugoslavia, 1986. Reprinted in *The Tesla Journal*, No. 7, 1990, pp. 88-95.
123. Pais, A., *Subtle Is The Lord*, Oxford, 1982, pg. 348.
124. Schrodinger, E., *Space-Time Structure*, Cambridge University Press, 1950.
125. Einstein, A., "Relativistic Theory of the Non-Symmetric Field", published as Appendix II in *The Meaning of Relativity*, by A. Einstein, Princeton University Press., 1956, pp. 133-166.
126. Einstein, A., *ibid.* pg. 141.
127. Levi-Civita, T., "Vereinfachte Herstellung der Einsteinschen einheitlichen Feldgleichungen", *Berliner Berichte*, Physikalisch-Mathematischen Klasse, March 14, 1929, pp. 137-153.
128. Einstein, A., and E. Cartan, *Letters on Absolute Parallelism*, R. Debever editor, Princeton University Press, 1979.
129. Pais, *ibid.* pg. 345.
130. Hoffmann, B., "Kron's Non-Riemannian Electrodynamics", *Reviews of Modern Physics*, Vol. 21, 1949, (special issue in honor of Einstein's 70th birthday), pp. 535-540.
131. Kron, G., "Quasi-Holonomic Dynamical Systems", *Physics*, Vol. 7, 1936, pp. 143-152.
132. Kron, G., "Invariant Form of Maxwell-Lorentz Field Equations for Accelerated Systems", *Journal of Applied Physics*, Vol. 9, 1938, pp. 196-208.
133. Kron, G., "Equivalent Circuit of the Field equations of Maxwell," *Proceedings of the IRE*, Vol. 32, 1944, pp. 289-299.
134. Kron, G., "Equivalent Circuit Models of the Schrodinger Equation" *Physical Review*, Vol. 67, 1945, pp. 39-43.
135. Gibbs, W. J., *Tensors in Electrical Machine Theory*, Chapman and Hall, Ltd., London, 1952, pp. 164-166, 175-180, 202.

136. Kron, G., Tensors for Circuits, Dover Publications, Inc., 1959, pp. 238, 243.
137. Struik, D. J., "The Application of Tensor Analysis to Problems of Electrical Engineering," address delivered before the American Mathematical Society, October 30, 1937.
138. Wiener, N., "Notes on the Kron Theory of Tensors in Electrical Machinery," *Journal of Electrical Engineering, China*, 1936, No. 3 and No. 4.
139. Kron, G., Equivalent Circuits of Electric Machinery Dover Publications, Inc., 1967, pp. 4-7, 255-260.
140. Hoffmann, Banesh, "Kron's Method of Subspaces", *Quarterly of Applied Mathematics*, Vol. 2, (1944), pp. 218-231.
141. Alger, P., "Gabriel Kron", published as Chapter II of Section II in the book, The Life and Times of Gabriel Kron, P. L. Alger, editor, published by Mohawk Development Services, Inc., Schenectady, NY, 1969, pg. 284. We thank Dr. H. M. Rustebakke for calling this reference to our attention.
142. Veblen, O., and J. von Neumann, Geometry of Complex Domains, Princeton University Press, 1936.
143. Kron, G., "Equivalent Circuits for Oscillating Systems and the Riemann-Christoffel Curvature Tensor," *General Electric Review*, January, 1943, pp. 25-31.
144. Fortescue, "Method of Symmetrical Coordinates Applied to the Solution of Polyphase Networks," *Transactions of the A.I.E.E.*, Vol. 37, 1918.
145. Kerchner, R., and G. F. Corcoran, Alternating Current Circuits, Wiley, third edition, 1951, Chapters 8 and 9.
146. Kron, G., "Non-Riemannian Dynamics of Rotating Electrical Machinery," *Journal of Mathematics and Physics*, Vol. 13, 1934, pp. 103-194. See pp. 172-173. [It is the authors' view that this paper had to have been reviewed for publication by Vannevar Bush (Professor of Power Engineering at MIT) and by Norbert Wiener and D. J. Struik (MIT Professors of Mathematics). Wiener, in fact, published an analysis of Kron's work at this time.]
147. Kron, G., Diakoptics, MacDonal, London, 1963, Chapter 19, "The Piecewise Solution of Time-Varying Problems," pp. 143-144.
148. Kron, G., "The Application of Tensors to the Analysis of Rotating Electrical Machinery: Part IX-Machines Under Acceleration," *General Electric Review*, May, 1936, pp. 249-257.
149. Kondo, K and Ishizuka, Y., "Recapitulation of the Geometrical Aspects of Gabriel Kron's NonRiemannian Electrodynamics", *Research Association Of Applied Geometry, Memoirs of the Unifying Study of Basic Problems in Engineering and Physical Sciences by Means of Geometry*, Gakujutsu Bunken Fukyu-Kai, Tokyo, Vol. 1, 1955, pp. 185-239. (See footnote 1, pg. 222.)
150. Kondo, K, "Non-Riemannian Geometry of imperfect Crystals from a Macroscopic Viewpoint", *Research Association Of Applied Geometry, Memoirs of the Unifying Study of Basic Problems in Engineering and Physical Sciences by Means of Geometry*, Gakujutsu Bunken Fukyu-Kai, Tokyo, Vol. 1, 1955, pp. 458-469.
151. Kondo, K, "Non-Holonomic Foundations of the Theory of Plasticity and Yielding", *Research Association Of Applied Geometry, Memoirs of the Unifying Study of Basic Problems in Engineering and Physical Sciences by Means of Geometry*, Gakujutsu Bunken Fukyu-Kai, Tokyo, Vol. 1, 1955, pp. 522-562. (See pg. 532.)
152. Kron, G., "Electric Circuit Models of the Nuclear Reactor," *AIEE Transactions*, Vol. 73, Pt. 2, 1954, pp. 259-265.
153. Hehl, F. W., von der Heyde, P., and Kerlick, G. D.. "General Relativity with Spin and Torsion: Foundations and Prospects", *Reviews of Modern Physics*, Vol. 48, 1976, pp. 393-416.

154. Einstein, A., and W. J. de Haas, *Verhand. Deut. Physik. Ges.*, Vol. 17, 1915, pp. 152-.
155. Barnett, S. J., "Magnetization and Rotation", *American Journal of Physics*, Vol. 16, 1948, pp. 140-147.
156. Frenkel, V. Ya., "On the History of the Einstein-de Haas Effect", *Soviet Physics Uspekhi*, Vol. 22, No. 7, July, 1979, pp. 580-587.
157. Barnett, S. J., "A New Gyromagnetic Effect," *Physical Review*, Vol. 76, 1949, pg. 1542.
158. Barnett, S. J., "A New Gyromagnetic Effect in Permalloy Iron" *Physical Review*, Vol. 88, No. 1, October 1, 1952, pp. 28-37.
159. Hojman, S., Rosenbaum, NL, Ryan, M. P., and Shepley, L. C., "Gauge Invariance, Minimal Coupling, and Torsion," *Physical Review D*, Vol. 17, No. 12, June 15, 1978, pp. 3141-3146.
160. Ibid.
161. Ibid.
162. Corum, J. F., "An Examination of the Anholonomic Lorentz Transformation with Applications to Electrodynamics," Ph.D. Dissertation Department of Electrical Engineering, The Ohio State University, Columbus, Ohio, 1974, 157 pages. (Available through University Microfilms, Ann Arbor, Michigan)
163. Corum, J. F., "Relativistic Rotation and the Anholonomic Object", *Journal of Mathematical Physics*, vol. 18, No.4, April, 1977, pp. 770-776.
164. Corum, J. F., "Relativistic Covariance and Rotational Electrodynamics", *Journal of Mathematical Physics*, Vol. 21, No. 9, September, 1980, pp. 2360-2364.
165. Corum, J. F., "Laser Gyros - Correspondence," *IEEE Spectrum* November, 1980, pg. 12.
166. Corum, J. F., "Comments on Relativistic Rotation and the GPS", *Proceedings of the I. E. E. E.*, Vol. 81, No.2, February, 1993.
167. Feynman, R. P., Leighton, R. B., and Sands, M., *The Feynman Lectures on Physics*, Vol. II, Addison-Wesley, 1964, pp. 15-8 to 15-12.
168. Ibid.
169. Holstein, B., "Variations on the Aharonov-Bohm Effect", *American Journal of Physics*, Vol. 59, No. 12, December, 1991, pp. 1080-1085.
170. Allman, B. E., et. al., "Scaler Aharonov-Bohm Experiment with Neutrons", *Physical Review Letters*, Vol. 68, 1992, pp. 2409.
171. Inomata, A. "Effect of the Self-Induced Torsion of the Dirac Sources on Gravitational Singularities", *Physical Review D*, Vol. 18, No. 10, Nov. 15, 1978, pp. 3552-3556.
172. Prasanna, A. R., "Static Fluid Spheres in Einstein-Cartan Theory", *Physical Review D*, Vol. 11, No. 9, April 15, 1975, pp. 2076-2082.
173. Moore, W. L., "When the Supernatural Touches Reality: Perspectives on the Philadelphia Experiment", *Focus*, 1991, pp. 16-18.
174. Batygin, V. V., and I. N. Toptygin *Problems in Electrodynamics*, Moscow, 1962, translated by S. Chomet, edited by P. J. Dean, Academic Press, 1964. See problems 329, 330, 331, 332, 449, and especially 460 and 461.

175. Batygin, V. V., and I. N. Toptygin Problems in Electrodynamics, Moscow, 1962, translated by S. Chomet, edited by P. J. Dean, Academic Press, 1964, pg. 77.
176. Landau, L., and E. M. Lifshitz, "On the Theory of Dispersion of Magnetic Permeability in Ferroniagnetic Bodies," *Phys. Klasische Zeitschrift Sowjetunion* Vol. 8, 1935, pg. 153.
177. Griffiths, J. H. E., "Anomalous High-Frequency Resistance of Ferromagnetic Metals," *Nature*, Vol. 158, 1946, pp. 670.
178. Kittel, C., "On the Theory of Ferromagnetic Resonance Absorption," *Physical Review*, Vol. 73, 1948, pp. 155.
179. Polder, D., "On the Theory of Electromagnetic Resonance," *Philosophical Magazine*, Vol. 40, 1949, pp. 95-115.
180. Blomberg, N., "On the Ferromagnetic Resonance in Nickel and Supermalloy," *Physical Review*, Vol. 78, 1950, pp. 572.
181. Batygin and Toptygin, loc cit. pg. 281.
182. Suhl, H. and Walker, L. R., "Topics in Guided Wave Propagation Through Gyromagnetic Media, Part II- Transverse Magnetization and Non-Reciprocal Helix," *Bell System Technical Journal*, Vol. 33, July, 1954, pp. 939-968.
183. Batygin and Toptygin, loc. Cit. problems #449 and #460, pp. 110, 112, 349 and 356-357.
184. Leontovich, M. A., "Approximate Boundary Conditions for the Electromagnetic Field on the Surface of a Good Conductor," *Bull. Acad. Sci. USSR, Phy. Ser.*, 9, 1944, p. 16.
185. Senior, T. B. A., "Approximate Boundary Conditions: A Mini-Review," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol. AP-29, No. 5, September, 1981, pp. 826-829.
186. Rado, G. T., R. W. Write, and W. H. Emmerson *Physical Review*, Vol. 80, 1950, pp. 273-.
187. Rado, G. T., "On the Electromagnetic Characterization of Ferromagnetic Media: Permeability Tensors and Spin Wave Equations," *Transactions of the IRE*, Vol. AP-4, No. 3, 1956, pp. 512-525.
188. Rado, G. T., V. J. Folen and W. H. Emerson "Effect of Magnetocrystalline Anisotropy on the Magnetic Spectra of Mg-Fe Ferrites," *Proceedings of the I.E.E. (British)*, Vol. 104 B, Supplement No. 5, 1957, pp. 198-205.
189. Ryder, J. D., Networks, Lines and Fields, Prentice-Hall, 1949, pp. 49-55, 72-73.
190. Schelkunoff, S., and H. Friis, Antennas: Theory and Practice, Wiley, 1952, pp. 284-288.
191. Kraus, R. L., C. W. Bostian and F. H. Raab, Solid State Radio Engineering, Wiley, 1980, p. 76.
192. Kent, R. H., "The Propagation of Electric Currents in Terminated Lines", *Physical Review*, Vol. 55, 1939, pp. 762-768.
193. Rinehart, R. F., "A Family of Designs for Rapid Scanning Radar Antennas," *Proceedings of the IRE*, June, 1952, pp. 686-688. (See the biographical sketch on pg. 728.)
194. Pothier, J., 1992, Part I, loc. cit.

Références de l'annexe 4 ajoutée le 28 mars 1997

195. Corum, K. L., J. F. Corum, and J. F. X. Daum, Tesla's Egg of Columbus, Radar Stealth, The Torsion Tensor and The Philadelphia Experiment, Published by the International Tesla Society, Colorado Springs, CO, 1994, [92 page text, \$24.95; 1 hour video lecture \$29.95; both \$49.95.]
196. Ford, R. A., Homemade Lightning, Tab Books, 1991, pp. 151-152.
197. Anonymous, "Experiments Indicate Electric Charge Could Quiet Sonic Boom," Product Engineering, Vol. 39, March 11, 1968, pp. 35-36.
198. Corum, K. L., J. F. Corum, and J. F. X. Daum, "Some Thoughts on Tesla's Death Beam", Proceedings of the 1992 International Tesla Symposium, Colorado Springs, Colorado, pp. 183-198.
199. "Date-Event Chart for T. T. Brown," Electric Spacecraft Journal, Vol. 1, No. 1, 1991, p. 12.
200. Moore and Berlitz, loc. cit. p. 213.
201. Moore and Berlitz, loc. cit. p. 215.
202. Moore and Berlitz, loc. cit. p. 218.
203. Moore and Berlitz, loc. cit. p. 39.
204. Ibid, p. 131.
205. Ibid, p. 181.
206. Moore and Berlitz, loc. cit. p. 213.
207. Moore and Berlitz, loc. cit. p. 219-220.
208. Josephs, H. J., "The Heaviside Papers Found at Paignton in 1957," Proceedings of the IEE (London), Vol. 106, 1959, pp. 70-76; Republished in Electromagnetic Theory, by O. Heaviside, Chelsea Publishing Co., 1971, Vol. 111, pp. 643-666. (See pp. 650-653.)
209. Jammer, M., Concepts of Mass, Harper and Row, 1961, pg. 197.
210. Pais, A., Subtle Is The Lord, Oxford University Press, 1982, pp. 257-258.
211. Nordstrom, G., "Ober die MO-lichkeit, das elektromagnetische Feld und das Gravitationsfeld zu vereinigen", Physik. Zeitschr., Vol. 15, 1914, pp. 504-506.
212. Hilbert, D., "Die Grundlagen der Physik: Erste Mitteilung," Gottingen Nachrichten, Phys-Math. Klasse, 20 November 1915, pp. 395-407;
213. Hilbert, D., "Die Grundlagen der Physik: Zweite Mitteilung," Gottingen Nachrichten, Phys-Math. Klasse, 1917, pp. 53-76.
214. Vizgin, V., "Einstein, Hilbert, and Weyl: The Genesis of the Geometrical Unified Field Theory Program," published in Einstein and the History of General Relativity, edited by D. Howard and J. Stachel, Birkhauser Verlag, 1989, pp. 300-314.
215. Kaluza, Theodor F. E., "Zum Unititsproblem der Physik," Preussische Akademie der Wissenschaften, Physikalisch-Mathematischen Klasse, Sitzungsberichte, vom 22 Dezember 1921, pp. 966-972.

216. Weyl, H., "Gravitation und Elektrizitat," Sitzungsberichte der Preussische Akademie der Wissenschaften, Physikalisch-Mathematischen Klasse, 1918, pp. 465-480. (Reprinted in The Principle of Relativity, W. Perrett and G. B. Jeffery, translators, Dover Publications, 1952, pp. 201-216.) [Seminal work on unifying gravitational and electromagnetic fields: explicitly presumes the commutability of parallel displacements.]
217. Weyl, H., "Gravitation and Electricity," Nature, Vol. 106, 1921, pp. 800-802.
218. Eddington, A. S., "A Generalization of Weyl's Theory of the Electromagnetic and Gravitational Fields," Proceedings of the Royal Society, London, vol. A99, 1921, pp. 104-122. (Concept of asymmetric affine connection mentioned in passing. (See footnote on pg. 107 of Eddington's paper. Also see Schouten, 1922, below.)]
219. Eddington, A. S., The Mathematical Theory of Relativity, first edition, Cambridge University Press, 1923. [First proposal that the gravitational and electromagnetic fields can be identified as the symmetrical (gravitational potentials) and anti-symmetrical (electromagnetic forces) of a more general tensor field.]
220. Weyl, H., "Gravitation und Elektrizitat," Sitzungsberichte der Preussischen Akad. der Wissenschaften, May 30, 1918, p. 465.
221. Ibid.
222. Einstein, A., "Die Grundlagen der allgemeinen Relativitatstheorie," Annalen der Physik, Vol. 49, 1916, pp. 769-822. [Reprinted in The Principle of Relativity ., Dover, 1952, 109-164.]
223. Einstein, A., "Zur affinen Feldtheorie," Preussische Akademie der Wissenschaften, Physikalisch Mathematischen Klasse, Sitzungsberichte, vom 31 Mai 1923, pp. 137-140.
224. Schouten, J. A., "On A Non-Symmetrical Affine Field Theory," Proc. Kon. Akad. Amsterdam, vol. 26, 1923, pp. 850-857. (Also see the somewhat similar paper in Physica, Vol. 3, 1923, pp. 365-369.)
225. Einstein, A., "Einheitliche Feldtheorie von Gravitation und Elektrizitat," Sitzungsberichtung der Preussischen Akademie der Wissenschaften, Physikalisch-Mathematischen Klasse, vom 9 Juli 1925, pp. 414-419.
226. Ibid.
227. Einstein, A., The Meaning of Relativity, Princeton University Press, 5th Edition, 1956. See Appendix II, pp. 133-166.
228. Einstein, A., "On the Formal Relation of the Riemann Curvature Tensor to the Field Equations of Gravitation," Mathematische Annalen, Vol. 97, (1927), pp. 99-103.
229. Einstein, 1928, loc. cit.
230. Einstein, A., "Zur einheitlichen Feldtheorie," (On the Unified Field Theory), Preussische Akademie der Wissenschaften, Physikalisch-Mathematischen Klasse, Sitzungsberichte, Januar 10, 1929, pp. 2-7.
231. Corum, K. L., J. F. Corum, and J. F. X. Daum, Tesla's Egg of Columbus, Radar Stealth, The Torsion Tensor, and The Philadelphia Experiment, International Tesla Symposium, Colorado Springs, CO, 1994.
232. Eddington, A. S., "Einstein's Field-Theory," Nature, Vol. 123, February 23, 1929, pp. 280-281.
233. Einstein, A., "Einheitliche Feldtheorie und Hamiltonsches Prinzip," by A. Einstein, Preussische Akademie der Wissenschaften, Physikalisch-Mathematischen Klasse, Sitzungsberichte, March 21, 1929, pp. 156-159.
234. Einstein, A., "Die Kompatibilitat der Feldgleichungen in der einheitlichen Feldtheorie," Preussische Akademie der Wissenschaften, Physikalisch-Mathematischen Klasse, Sitzungsberichte, January 9, 1930, pp. 18-23.
235. Einstein, A., "Gravitational and Electromagnetic Fields," by A. Einstein, Science, Vol. 74, 1931, 438-439.

236. Einstein, A., "Unified Theory of Gravitation and Electricity," Preussische Akademie der Wissenschaften, Physikalisch-Mathematischen Klasse, Sitzungsberichte, October 22, 193 1, pp. 541-557.
 237. Einstein, A., The Meaning of Relativity, Princeton University Press, 5th edition, 1956, p. 145.
 238. Vizgin, V., Unified Field Theories in the First Third of the 20th Century, Birkhauser, 1994, p. 194.
 239. Ibid.
 240. Ibid.
 241. Ibid.
 242. Hoffmann, B., "Kron's Method of Subspaces," Quarterly of Applied Mathematics, Vol. 2, (1944), pp. 218-231,
 243. Wiener, N., "Notes on the Kron Theory of Tensors in Electrical Machinery," Journal of Electrical Engineering, China, #3 and #4, 1936. Reprinted in The Collected Works of Norbert Wiener, P. Masoni, editor, MIT Press, 1981, pp. 740-750.
 244. Novobatzky, K., "Universal Field Theory," Zeitschrift fur Physik, Vol. 89, 1934, pp. 373-387.
 245. Corum, J. F., "Relativistic Rotation and the Anholonomic Object," Journal of Mathematical Physics, Vol. 18, No. 4, April, 1977, pp. 770-776.
 246. Corum, J. F., "Relativistic Covariance and Rotational Electrodynamics," Journal of Mathematical Physics, Vol. 21, No. 9, Sept. 1980, pp. 2360-2364.
 247. Corum, J. F., "Comments on GPS Synchronization and Relativity," Proceedings of the IEEE, Vol. 81, No. 2, February, 1993, pp. 305-308.
 248. Eddington, A. S., "A Generalization of Weyl's Theory of the Electromagnetic and Gravitational Fields," Proceedings of the Royal Society, London, vol. A99, 1921, pp. 104-122. See footnote on pg. 107.
-

Traduction, mise en forme, saisie des équations : Jacky Kozan, le 28 décembre 2022

© - Ce document fait l'objet d'un copyright au nom de Jacky Kozan pour l'Académie d'Ufologie ; dépôt en date du 29 décembre 2022.