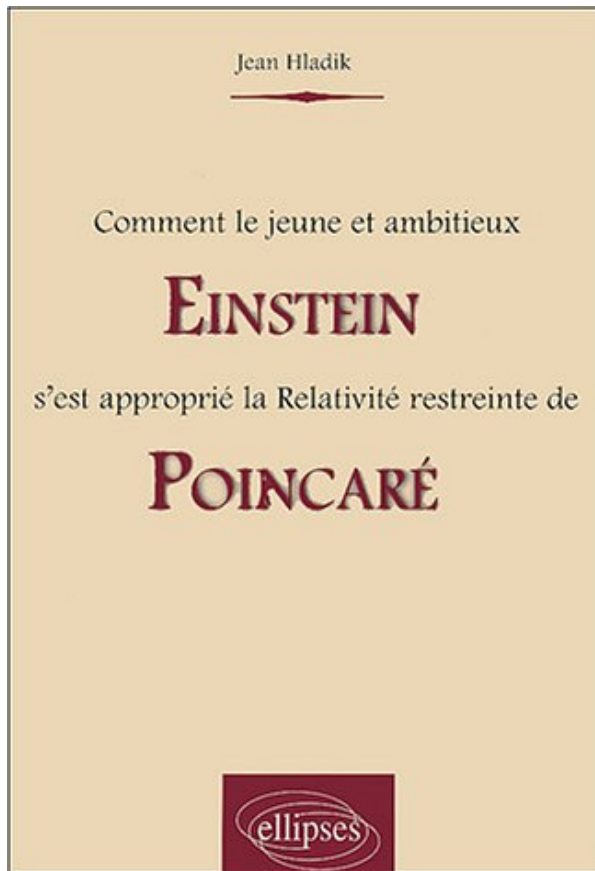


Plagiat d'Einstein : le dossier



Il nous paraît intéressant de faire connaître ce texte du Club de L'HORLOGE qui présente l'état de la question.

Un débat très intéressant a eu lieu sur France-Culture, le samedi 22 janvier 2005, entre Jean-Paul Auffray et Jean Einsenstaedt, sur la paternité de la théorie de la relativité. Son attribution à Albert Einstein est aujourd'hui contestée par les spécialistes soucieux d'objectivité, en dépit de la mythification du personnage et du battage médiatique qui l'entoure.

On peut également lire avec profit l'article paru le 5 août 2004 dans Le Nouvel Observateur, sous le titre "Einstein plagiaire ?", après la publication du livre de Jean Hladik (<http://www.nouvelobs.com/articles/p2074/a247088.html>) et aussi accéder à l'article de Claude Allègre dans L'Express du 8 novembre 2004 sous le titre : « Lorentz, Poincaré et Einstein » (<http://www.lexpress.fr/idees/tribunes/dossier/allere/dossier.asp?ida=430274>).

Voici quelques références de livres et d'articles scientifiques, où il est question, non

seulement de la théorie de la relativité restreinte (1905), mais aussi de la théorie de la relativité généralisée (1915) :

- Jean-Paul Auffray, "Einstein et Poincaré sur les traces de la relativité", éd. du Pommier, 1999
- Jean Hladik, "Comment le jeune et ambitieux Einstein s'est approprié la relativité restreinte de Poincaré", Ellipses, 2004
- Jules Leveugle, "La Relativité, Poincaré et Einstein, Planck, Hilbert. Histoire véridique de la théorie de la relativité", L'Harmattan, 2004

ainsi que :

• Edmund Whittaker, "A History of the Theories of Æther and Electricity" ["Histoire des théories de l'éther et de l'électricité"], (1ère éd. 1910, rééd. t. 1, The Classical Theories [Les théories classiques], 1951,) t. 2, The Modern Theories [Les théories modernes], 1900-1926, 1953, Thomas Nelson, 1962 et 1961 [L'ouvrage de Sir Edmund Whittaker, mathématicien, astronome et historien des sciences, fait autorité sur la question. Or, il intitule le chapitre 2 du tome 2, qui est paru en 1953 : "La relativité de Poincaré et Lorentz", en précisant, dans le corps du texte, qu'Einstein a publié "un article qui exposa la théorie de la relativité de Poincaré et de Lorentz, avec quelques développements". On ne pouvait pas être plus clair.]

• Jules Leveugle, "Poincaré et la relativité", in "La Jaune et la Rouge" [revue des anciens élèves de l'École polytechnique], avril 1994 [Dans cet article fondateur, qui cite Whittaker, Jules Leveugle va plus loin que celui-ci, car il démontre, pour la première fois, non seulement l'antériorité de Poincaré, mais aussi que l'article d'Einstein ne saurait résulter d'une découverte indépendante et qu'il est donc un plagiat.]

- Christopher Jon Bjerknes, "Albert Einstein: The Incurable Plagiarist" ("Albert Einstein, plagiaire incorrigible"), XTX Inc., DownersGrove, Illinois, E-U, 2002 [Einstein n'a pas seulement "emprunté" la relativité restreinte à Poincaré et la relativité généralisée à Hilbert, il a procédé selon les mêmes méthodes pour le mouvement brownien, l'équivalence de la masse et de l'énergie, etc. : toute son oeuvre est un immense plagiat.]

- Friedwardt Winterberg, « On "Belated Decision in the Hilbert-Einstein Priority Dispute", published by L. Corry, J. Renn, and J. Stachel », in Zeitschrift für Naturforschung, Vol. 59a, 715-719 (2004), article disponible sur le Web :

<http://www.physics.unr.edu/faculty/winterberg/Hilbert-Einstein.pdf>

[Comme le rappelle le professeur Winterberg, "il a été généralement admis que David Hilbert avait élaboré la théorie de la relativité généralisée au moins cinq jours avant Einstein", jusqu'à la publication de l'article de Corry et alii en 1997. Ces derniers, qui s'étaient reportés aux épreuves de l'article de Hilbert, archivées dans la bibliothèque de Goettingen, ont affirmé que celui-ci s'était, en réalité, inspiré d'Einstein ! F. Winterberg a vérifié. Et il s'est aperçu que le document avait été mutilé (on a découpé un tiers de page avec un canif), pour faire disparaître un passage essentiel. F. Winterberg montre que l'article original de Hilbert comprenait bel et bien l'ensemble de la théorie et qu'Einstein en avait pris connaissance depuis plusieurs semaines, lorsqu'il a publié le sien. Corry et ses coauteurs, qui sont ainsi confondus, admettent aujourd'hui que les équations de Hilbert étaient "correctes", tout en persistant à dire qu'elles n'étaient pas "explicites". Il est vrai que l'explicitation en cause se trouvait apparemment dans le passage qui a été caviardé...]

La question est donc aujourd'hui clarifiée pour l'essentiel, notamment après la parution de l'article de Winterberg en 2004 :

1. C'est Poincaré, et non Einstein, qui a découvert la théorie de la relativité restreinte en 1905.
2. C'est Hilbert, et non Einstein, qui a découvert la théorie de la relativité généralisée en 1915.
3. Einstein a plagié Poincaré pour la relativité restreinte. Il a plagié Hilbert pour la relativité généralisée.
4. Einsenstaedt et quelques autres mériteraient le "prix Lyssenko", si la désinformation à laquelle ils ont contribué était de nature politique.

L'occultation de Poincaré et de Hilbert et la mythification d'Einstein le plagiaire interpellent la communauté scientifique. La perpétuation de cette imposture, plus de cinquante ans après le livre de Whittaker, qui aurait pourtant dû régler définitivement la question, du moins pour la relativité restreinte, ne peut que susciter un profond malaise et soulever inévitablement une interrogation légitime : le mythe Einstein est-il un cas unique, ou bien y aurait-il d'autres "vérités" apparentes, généralement acceptées, dans le domaine de l'histoire ou de la science, qui seraient, elles aussi, fondées sur le mensonge ?

Même si vous ne connaissez pas grand-chose à la physique, vous avez entendu parler d'Einstein... Nous vous invitons donc à faire circuler le présent message en le diffusant au plus grand nombre de vos correspondants, car le mythe Einstein est un symptôme et une illustration remarquables de la désinformation dont nous sommes trop souvent les victimes.

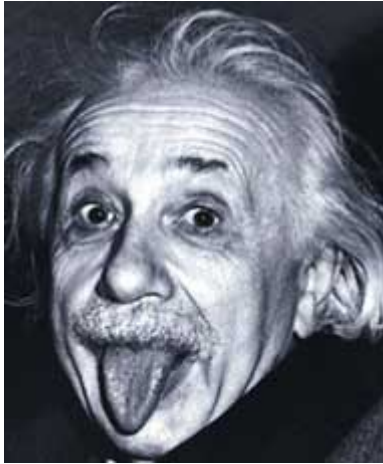
Message du Club de l'Horloge

Février 2005

<http://www.clubdelhorloge.fr/index.php>

Centenaire de la relativité :

Poincaré génie de la physique, Einstein génie de la com !



C'est l'une des photos les plus célèbres du monde : l'homme qui incarne aux yeux du grand public le génie scientifique, Einstein, vieillissant et moustachu, tire une longue langue râpeuse.

Chacun est prié d'y trouver le symbole de l'excentricité et de l'indépendance du super héros scientifique vis-à-vis des pouvoirs établis.

Et si en réalité c'était à la vérité et à l'honnêteté intellectuelle qu'Einstein tirait la langue ? Car aujourd'hui, scientifiques et historiens savent que si c'est Albert Einstein qui a mis en scène la relativité, c'est Henri Poincaré qui l'a découverte.

Explications.

Einstein est largement reconnu comme « le père de la relativité » ; pourtant, lorsqu'il obtint le prix Nobel en 1921, ce fut pour l'explication de l'effet photo électrique, point de départ de ce qui allait devenir la mécanique quantique, et non pour la relativité que le Comité Nobel se refusa de citer dans les raisons de couronner Einstein. A juste titre. C'est en effet Henri Poincaré, polytechnicien et membre de l'Académie des sciences, qui fut l'inventeur de la relativité restreinte qui se trouve déjà présentée dans une série de publications écrites de 1898 à 1905 - série de publications qui s'appuient sur des travaux antérieurs de Poincaré lui-même, remontant à 1885 et d'Hendrik Lorentz que Poincaré a l'honnêteté de fréquemment citer.

De même l'inventeur de la relativité générale n'est pas davantage Einstein, mais David Hilbert en 1915.

Tous ces faits sont aujourd'hui à la disposition du grand public cultivé et critique à travers d'une série d'ouvrages en français dont celui de Jean Hladik « Comment le jeune et ambitieux Einstein s'est approprié la relativité restreinte de Poincaré » (Ellipses). Cet ouvrage - comme ceux de Jules Leveugle et de Jean-Paul Auffray - démontrent en se basant sur une analyse chronologique des textes - qu'Einstein a davantage été un plagiaire qu'un créateur. Ces travaux en Français confirment d'ailleurs le point de vue d'auteurs anglo-saxons antérieurs et notamment ceux d'Edmund Whittaker dont les ouvrages publiés en 1951 rendent déjà à Poincaré et Lorentz ce qui leur revient...c'est-à-dire beaucoup plus qu'à Einstein.

A partir de ces constats deux questions se posent :

Einstein a-t-il réellement plagié ou a-t-il découvert la relativité en même temps que d'autres auteurs ?

Et pourquoi tout le succès médiatique de cette découverte lui revient-il ?

La réponse à ces deux questions est liée : Einstein est bien un plagiaire... et c'est justement ce qui explique son succès médiatique.

Il est fréquent qu'en sciences, plusieurs personnes convergent vers la même découverte au même moment. Pour une raison simple : les découvertes n'arrivent pas ex abrupto, elles sont la suite, elles sont la conséquence de travaux antérieurs que les scientifiques honnêtes ne manquent pas de citer. Et c'est bien là, la preuve du plagiat d'Einstein. Les travaux de Poincaré, sur la relativité restreinte comme ceux de David Hilbert sur la relativité générale, fourmillent de références. Pas ceux d'Einstein. Or, Einstein qui était chroniqueur scientifique aux « Annales de la Physique » ne pouvait pas ignorer les travaux des autres puisqu'il en était

le destinataire régulier justement pour les présenter et les commenter !

Ne pas citer les auteurs qui l'avaient précédé, c'était manquer à la déontologie scientifique, c'était plagier, mais c'était aussi réussir un coup de génie médiatique.

Attribuer à Einstein la relativité, toute la relativité, c'est quand même plus simple que de la partager entre Lorentz, Poincaré et Hilbert, surtout quand les uns sont austères et que l'autre joue volontiers les histrions !

Les physiciens eux-mêmes se sont d'autant plus prêtés à ce jeu que n'étant pas généralement historiens peu d'entre eux sont retournés aux sources bibliographiques et que la communauté des physiciens s'est plutôt bien portée d'avoir comme porte-drapeau un excentrique... bien pensant.

Le pacifisme d'Einstein a été bien utile à l'image d'une science qui a malgré tout permis la découverte et l'usage de la bombe atomique.

Il n'est d'ailleurs pas surprenant que dans le champ politico-intellectuel français, les physiciens « progressistes » comme Paul Langevin (l'auteur du plan Langevin-Wallon aujourd'hui panthéonisé) ait pris le parti du « progressiste » Einstein contre le « conservateur » Poincaré.

Il y a donc tout lieu de craindre que 2005 étant l'année du « centenaire de la relativité » (ce qui n'est pas inexact : le grand article de synthèse de Poincaré couronnant 20 ans de recherche étant paru le 5 juin 1905, soit quatre semaines avant celui d'Einstein...), Einstein soit à nouveau appelé à faire la une des devantures de kiosques et des ouvertures de journaux télévisés.

Mais ceux qui auront eu la chance de s'informer sauront qu'il ne s'agit là que l'une des nombreuses mystifications du monde contemporain.

Andrea Massari

25/02/2005

© POLEMIA

P.S. cet article, par souci de clarté, comprend peu de citations. En ce sens il pourrait passer, lui aussi pour un « plagiat ». Pour éviter cette accusation, l'auteur tient à préciser qu'il s'est inspiré des ouvrages cités ainsi que de nombreux articles disponibles sur internet. L'essentiel de ces références se trouve dans le dossier Einstein/Plagiat du Club de l'Horloge : <http://www.clubdelhorloge.fr/index.php>

P.P.S. Certains pourraient s'étonner que la revue « La Recherche » réputée sérieuse consacre encore aujourd'hui un numéro spécial, à propos de la relativité, à Einstein. Il n'en est rien pour deux raisons :

1. Nichée au cœur du pouvoir intellectuel, « La Recherche » garde le scientifiquement correct.

2. Einstein fait beaucoup plus vendre que Poincaré, Lorentz ou Hilbert ; c'est le paradoxe des médias : la valeur commerciale d'une information ne dépend pas de son exactitude. Et cette loi ne s'applique pas seulement aux « journaux de caniveaux »... mais aussi aux publications réputées sérieuses.

Lorentz, Poincaré et Einstein

Claude Allègre

L'Express du 8/11/2004

allegre.express@ipgp.jussieu.fr

Dans la saga de la théorie de la relativité, il faut réhabiliter Henri Poincaré, dont les contributions s'avèrent très importantes

Lorsqu'on demandait à Einstein la raison de son extraordinaire popularité - à son arrivée à New York, le nombre de journalistes l'attendant à la descente du bateau était digne d'une réception de chef d'Etat - il répondait invariablement: «Relativité. Vous comprenez, "c'est relatif, tout est relatif", ça frappe les esprits.» Et, de fait, Einstein, légende vivante, est devenu pour l'Histoire le scientifique paré de toutes les vertus, le génie incontesté et incontestable, savant aussi bien qu'humaniste, citoyen du monde, etc., grâce à ce mot, «relativité».

Aujourd'hui, il faut se rendre à l'évidence: Einstein n'a pas inventé la théorie de la relativité (restreinte). Le premier découvreur de cette théorie fut un français: Henri Poincaré. La physique mondiale sait cela depuis que le Britannique Edmund Whittaker l'a dit, mais peu de scientifiques compétents ont voulu s'assurer de la véracité de ce fait. Personne n'osait s'interroger sur les mérites du génie absolu. La physique moderne avait sacralisé Einstein.

Olivier Darrigol, Peter Galison et Jean Hladik (1), trois scientifiques aussi bien physiciens qu'historiens, comprenant l'allemand, le français et l'anglais, se sont penchés sur cette saga du début du XXe siècle et sur ses trois principaux personnages, le Néerlandais Hendrick Lorentz, le Français Henri Poincaré et l'Allemand Albert Einstein.

Ils sont formels: Poincaré, qui a prolongé et étendu les travaux de Lorentz en le citant honnêtement, est bien l'inventeur de la théorie de la relativité. Autre fait incontestable: dans son fameux article de 1905, Einstein ne cite ni Lorentz ni Poincaré - pas plus, d'ailleurs, qu'il ne rendra justice à l'Allemand David Hilbert dans son premier article de 1916 sur le débat autour de la relativité générale (2). Certes, l'exposé d'Einstein est plus clair, mais il est facile d'être plus clair lorsque la découverte est déjà faite. Certes, Poincaré a volontairement ignoré le travail d'Einstein et s'est contenté d'un échange un peu vif avec lui au congrès Solvay de 1911, mais beaucoup de scientifiques plagés comprendront cette réaction. Bref, Einstein était indélicat.

Tout cela n'annule pas ses multiples contributions à la physique moderne: il obtint le prix Nobel pour l'explication de l'effet photoélectrique, ferment de ce qui allait devenir la mécanique quantique, mais le comité Nobel refusa de mentionner la relativité. Son image en est cependant troublée. Surtout, ce constat invite à réhabiliter Henri Poincaré, dont les contributions (théorie du chaos, invention de la topologie, relativité restreinte) s'avèrent, jour après jour, très importantes. Ajoutons-y son éclatant apport à l'épistémologie et à la philosophie des sciences, et posons la question: quand Henri Poincaré entrera-t-il au Panthéon?

(1) Comment le jeune et ambitieux Einstein s'est approprié la relativité restreinte de Poincaré, par Jean Hladik (Ellipses).

(2) Voir Sur les épaules des géants, par Stephen Hawking (Dunod).

<http://www.lexpress.fr/idees/tribunes/dossier/allegre/dossier.asp?ida=430274>

Henri Poincaré : une contribution décisive à la Relativité

Christian Marchal
 Direction Scientifique Générale
 Office National d'Etudes et de Recherches
 Aérospatiales
 BP 72, 92322 Châtillon cedex, France

*Document papier communiqué par G.
 Hoynant,
 mis sous forme informatique par J. Fric,
 vérifié par G.Hoynant*

Avant-propos

En Avril 1994 la Jaune et la Rouge publia une étude de Jules Leveugle intitulée «Poincaré et la Relativité » (Réf 7), étude dans laquelle ce polytechnicien présente les documents qui soulignent la participation prépondérante de Henri Poincaré à la genèse de la Relativité.

Cette question a soulevé un grand intérêt et provoqué un abondant courrier, c'est pourquoi elle est abordée de nouveau avec ses récents développements et avec un point de vue plus large retraçant le lent cheminement de la pensée scientifique : la route n'était ni évidente ni facile.

Résumé :

Les équations électromagnétiques de Maxwell et les vieilles notions newtoniennes de temps absolu et d'espace absolu étaient contradictoires avec l'impossibilité de la détection du mouvement absolu de la Terre.

Cette situation conduisit Henri Poincaré à considérer que le temps absolu, l'espace absolu et « l'éther » correspondant sont artificiels et n'existent pas réellement. Les modifications des systèmes de références inertiels ne suivent pas les règles de Galilée mais celles de la transformation de Lorentz, lesquelles peuvent être déduites du principe de relativité de Poincaré de 1904.

Malheureusement la santé de Poincaré était mauvaise ; il devint cancéreux en 1909 et mourut en 1912. Il est heureux que son travail de pionnier ait été poursuivi par Einstein qui popularisa la Relativité.

Pour quelles raisons Poincaré est-il si ignoré et Einstein si célèbre? Essentiellement à cause des divisions et des oppositions de la société française. Les physiciens refusaient d'admettre que Poincaré, ce prodigieux mathématicien, était aussi l'un d'entre eux... et sa parenté avec son cousin germain Raymond Poincaré, homme politique de premier plan, n'était pas faite pour calmer les esprits.

La théorie de la Relativité est le résultat d'une très longue maturation des connaissances et des idées de l'humanité confrontée aux propriétés de la matière, de l'énergie, de l'espace et du temps.

Commençons avec l'état de cette confrontation dans la seconde moitié du XIX' siècle.
 Les cinq principaux éléments sont alors les suivants

1) La relativité galiléenne.

Pendant des siècles on a cru que la force était proportionnelle à la vitesse : vous poussez sur un objet et il se déplace, vous cessez de pousser et il s'arrête. Il faut des observations difficiles et une réflexion poussée sur les frottements pour comprendre qu'en l'absence de force le mouvement reste rectiligne et uniforme (Galilée, Descartes) et que la force est proportionnelle à l'accélération (Newton).

Le motif réel de Galilée était la compréhension du mouvement orbital de la Terre celle-ci ne perd pas son atmosphère et ses océans le long de son orbite ! Galilée avait besoin de ce que nous appelons aujourd'hui la relativité galiléenne : « Une expérience de mécanique donne les mêmes résultats dans un laboratoire fixe et dans un laboratoire en mouvement rectiligne et uniforme », soit en termes pratiques : vous pouvez boire votre café comme d'habitude aussi longtemps que votre avion vole d'un mouvement rectiligne et uniforme sans être secoué par le vent ... (1)

2) Le mouvement de la Terre.

Copernic et Galilée n'avaient pas de preuves physiques du mouvement de la Terre et c'est pourquoi Copernic présentait son travail comme une hypothèse tandis que Galilée était plus affirmatif. Fort heureusement, au milieu du XIX^e siècle, ce mouvement était fermement établi sur ses trois preuves classiques : l'aberration des étoiles (Bradley, 1727), la parallaxe des étoiles (Bessel, 1840) et le pendule de Foucault (1851).

3) Le temps absolu ou « newtonien ».

« Tempus absolutum verum et mathematicum... »

« Le temps absolu, vrai et mathématique, par sa nature même indépendant de toutes les autres grandeurs, coule uniformément et sera désigné par le mot durée.

Le temps relatif, apparent et vulgaire, est la mesure, plus ou moins précise, subjective et toute extérieure, de la durée par les mouvements des astres, dont on se sert habituellement au lieu du vrai temps, comme l'heure, le jour, le mois, l'année ». (Newton, *Philosophia Naturalis Principia Mathematica*, 2^e édition, Cambridge, 1713).

A l'époque de Newton, et même deux siècles plus tard, aucune horloge n'était capable de révéler les petites différences liées aux effets relativistes. Il était donc très naturel de supposer l'existence du « temps absolu », ce paramètre essentiel de tant de lois physiques, et la définition newtonienne apparaissait alors essentiellement comme un avertissement « attention, la rotation de la Terre n'est peut-être pas tout à fait régulière ».

4) L'espace euclidien absolu et la notion de force.

La loi de l'inertie : $accélération = force / masse$ est valable seulement dans les référentiels « galiléens » ou « inertiels » qui ne tournent pas et dont les mouvements relatifs sont rectilignes et uniformes.

Dans la seconde moitié du XIX^e siècle les géométries non-euclidiennes de Lobatchevsky, Bolyai et Riemann étaient considérées comme des curiosités mathématiques sans grand intérêt et chacun considérait l'espace physique comme euclidien.

Le fantastique succès de la théorie newtonienne de l'attraction universelle confortait toutes ces notions. Cette théorie ne conduisait-elle pas à une description remarquablement précise des mouvements planétaires et n'avait-elle pas permis la découverte de Neptune (1846) après les longs calculs de Leverrier et d'Adams ?

En 1850, toutes les lois de la mécanique étaient en accord avec la relativité galiléenne, elles étaient conservées par les transformations ordinaires de référentiels galiléens, par exemple par l'expression classique:

$$(1) \quad \begin{aligned} x_1 &= x - Vt && \text{vitesse } V \text{ constante du second référentiel par rapport au premier.} \\ y_1 &= y ; z_1 = z ; t_1 = t && \text{temps absolu.} \end{aligned}$$

5) Les équations de l'électromagnétisme (Maxwell 1864).

Les équations de Maxwell représentent un progrès majeur de la connaissance de la matière, sans doute un progrès aussi important que celui de la loi de l'attraction universelle. Elles sont cependant la source des difficultés : elles ne sont pas conservées dans les transformations galiléennes des référentiels.

Considérons leur expression la plus simple dans le vide. Le vecteur champ électrique \mathbf{E} et le vecteur induction magnétique \mathbf{B} sont liés par les quatre équations suivantes

$$(2) \operatorname{div} \mathbf{E} = 0 ; \operatorname{div} \mathbf{B} = 0 ; \operatorname{rot} \mathbf{E} = -\partial \mathbf{B} / \partial t ; \operatorname{rot} \mathbf{B} = \mu_0 \epsilon_0 \partial \mathbf{E} / \partial t \text{ avec :}$$

$$\mu_0 = \text{perméabilité magnétique du vide} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Henry par mètre.}$$

$$\epsilon_0 = \text{permittivité du vide} = 8,854 187 82 \cdot 10^{-12} \text{ Farad par mètre.}$$

Les solutions les plus simples sont les ondes planes, par exemple celles se propageant dans la direction de Ox :

$$\mathbf{u} = \mathbf{x} - ct ; \text{ avec } c = (\mu_0 \epsilon_0)^{-1/2} = 299 792 458 \text{ m / s}$$

$$(3) \mathbf{E} = [0 , cf(\mathbf{u}) , cg(\mathbf{u})] ; \quad \mathbf{B} = [0 , -g(\mathbf{u}) , f(\mathbf{u})]$$

$f(\mathbf{u})$ et $g(\mathbf{u})$ sont des fonctions continûment dérivables arbitraires.

Donc, dans le système de référence Oxyzt approprié dans lequel les équations (2) de Maxwell sont valables, les ondes planes se déplacent avec la vitesse c , la vitesse des ondes électromagnétiques. Cette vitesse fut aussi reconnue comme la vitesse de la lumière après les expériences de Hertz sur les similitudes entre lumière et électromagnétisme.

Malheureusement la transformation galiléenne (1) ne conserve pas la vitesse c , nous devons donc choisir entre les deux possibilités suivantes :

A) Ou bien les équations de Maxwell sont rigoureuses par rapport à un référentiel particulier Oxyzt et seulement approchées dans les référentiels en mouvement lent (comme ceux de nos laboratoires terrestres).

B) Ou bien les équations de Maxwell sont rigoureuses pour tous les systèmes de références inertiels et la relativité peut être étendue de la mécanique à l'électricité et à l'optique. Mais il y a un prix à payer : les notions de temps et d'espace absolus doivent être abandonnées car elles sont contradictoires avec l'invariance de la vitesse de la lumière.

Le temps absolu newtonien semblait si évident que l'hypothèse A fut immédiatement adoptée. Le référentiel hypothétique Oxyzt prit une consistance concrète avec l'invention de « l'éther », milieu très léger et très subtil, censé jouer pour la lumière et l'électromagnétisme le rôle de l'air pour le son.

L'étape suivante était évidemment la recherche des propriétés de l'éther et la détermination du mouvement « absolu » de la Terre, c'est à dire de son mouvement par rapport à l'éther, par des expériences appropriées d'optique ou d'électromagnétisme.

L'expérience de Fizeau (mesure de la vitesse de la lumière dans un courant d'eau, 1851) et celle d'Airy (mesure de l'angle d'aberration dans un télescope plein d'eau, 1871) semblaient montrer un « entraînement partiel de l'éther » par les milieux transparents.

En utilisant toutes sortes d'idées et d'équipements, un grand nombre d'expérimentateurs (Trouton et Noble, Lodge, Kennedy et Thorndyke, etc.) essayèrent d'étudier les propriétés de l'éther et de déterminer le mouvement absolu de la Terre, mais sans succès.

Les expérimentateurs les plus célèbres sont Michelson et Morley. Leur expérience (1887) fut incapable de détecter une anisotropie de la vitesse de la lumière en dépit d'une précision dix fois surabondante.

Il est heureux que le mouvement de la Terre ait été fermement établi dans l'esprit des scientifiques de ce siècle. Deux siècles auparavant l'explication la plus simple aurait été : la Terre ne bouge pas...

Pendant que ces expériences étaient faites, les théoriciens obtenaient un certain nombre de résultats intéressants.

Lorentz et Fitzgerald notèrent qu'une contraction appropriée par le « vent d'éther » peut expliquer l'isotropie apparente de l'expérience de Michelson et Morley.

En 1887, Voigt obtint une transformation de coordonnées conservant les ondes planes et les ondes sphériques de Maxwell.

En 1895, Lorentz nota que le premier ordre de la transformation de Voigt conserve le premier ordre des équations de Maxwell.

Larmor donna le deuxième ordre un peu plus tard.

Dans son grand mémorandum de Mai 1904 (réf 1), Lorentz donna une extension de la transformation de Voigt préservant les équations de Maxwell dans le vide.

Les plus grands progrès sont dus au mathématicien, physicien et philosophe Henri Poincaré, qui était un ami de Lorentz. Ils échangèrent de nombreuses lettres scientifiques à partir de 1895 et améliorèrent pas à pas leurs analyses.

Les progrès successifs dus à Poincaré sont les suivants

A) Dans le livre *La science et l'hypothèse* (1902), pages 111, 245 et 246 (réf.2):

Il **n'y a pas d'espace absolu** et nous ne concevons que des mouvements relatifs.

Il **n'y a pas de temps absolu** ; dire que deux durées sont égales, c'est une assertion qui n'a par elle-même aucun sens et qui n'en peut acquérir un que par convention. Non seulement nous n'avons pas l'intuition directe de l'égalité de deux durées, mais nous n'avons même pas celle de la simultanéité de deux événements se produisant sur des théâtres différents.

Peu nous importe que l'éther existe réellement, c'est l'affaire des métaphysiciens ... un jour viendra sans doute où l'éther sera rejeté comme inutile ... Ces hypothèses ne jouent qu'un rôle secondaire. On pourrait les sacrifier ; on ne le fait pas d'ordinaire parce que l'exposition y perdrait en clarté, **mais cette raison est la seule.** (2)

B) Le congrès scientifique mondial de Saint-Louis (Missouri, Septembre 1904).

Henri Poincaré est invité à présenter une conférence générale sur « L'état actuel et l'avenir de la Physique mathématique »(réf. 11). Il ajoute audacieusement le « principe de relativité » au cinq principes classiques de la Physique :

« Le principe de relativité, d'après lequel les lois des phénomènes physiques doivent être les mêmes pour un observateur fixe et pour un observateur entraîné dans un mouvement de translation uniforme, **de sorte que nous n'avons et ne pouvons avoir aucun moyen de discerner si nous sommes, oui ou non, emportés dans un pareil mouvement** ». (réf 11 page 306 et (3)).

Ce principe était bien sûr essentiellement basé sur les résultats négatifs des expériences de cette époque sur l'éther. La plus grande partie de la conférence est consacrée à la défense du nouveau principe et Henri Poincaré conclut : « Ainsi le principe de relativité a été dans ces derniers temps vaillamment défendu, mais l'énergie même de la défense prouve combien l'attaque était sérieuse ... **Peut-être devons nous construire toute une mécanique nouvelle que nous ne faisons qu'entrevoir, où l'inertie croissant avec la vitesse, la vitesse de la lumière deviendrait une limite infranchissable** ». (réf 11, page 324).

C) La note à l'Académie des sciences de Paris (5 Juin 1905, publiée le 9 Juin 1905, réf 3).

Poincaré écrit à nouveau le principe de relativité et analyse le « changement de variables » présenté par Lorentz dans son mémorandum (réf 1). Il simplifie la présentation de ce changement et lui donne son nom actuel : « Le point essentiel, établi par Lorentz, c'est que les équations de l'électromagnétisme ne sont pas altérées par une certaine transformation que j'appellerai du nom de Lorentz.. » (plus tard, en 1914, Lorentz corrigera cette affirmation : "je

n'ai pas indiqué la transformation qui convient le mieux. Cela a été fait par Poincaré et ensuite par M. Einstein et Minkowski."(réf 10, page 295))

Poincaré remarque que la théorie de la relativité implique l'existence d'ondes gravifiques » ou ondes gravitationnelles se déplaçant à la vitesse de la lumière. Cependant ses recherches ultérieures sur ce sujet ne furent pas couronnées de succès.

Poincaré note enfin que la transformation de Lorentz et les transformations associées sont les éléments d'un « groupe » au sens mathématique du mot (aujourd'hui le groupe de Poincaré, dont celui de Lorentz est un sous-groupe). Cela lui permet de donner la valeur du coefficient γ utilisé par Lorentz dans sa transformation : ce coefficient est égal à l'unité.

Les groupes ont des invariants et Poincaré trouvera l'invariant de son groupe : la quantité $L^2 - c^2 T^2$ où L représente l'intervalle de longueur et T l'intervalle de temps. Quelques années plus tard Minkowski présentera ce même invariant sous la célèbre forme différentielle :

$$c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2 = c^2 ds^2$$

Le paramètre s est le " temps propre ", lequel étant un paramètre physique donné par les horloges de bord du véhicule étudié, doit évidemment avoir la même valeur dans tous les référentiels.

Il faut comprendre que le second temps, t' , apparaissant dans la transformation de Lorentz a le même caractère physique que le premier, à cause de l'inexistence de l'éther et du temps absolu, et à cause de la parfaite symétrie de la transformation. Poincaré avait déjà donné un sens physique à ce temps t' en synchronisant les horloges avec des signaux lumineux, grâce à l'invariance de la vitesse de la lumière (réf.4).

Il est essentiel de noter que la transformation de Lorentz est une conséquence directe du principe de relativité et n'exige pas l'invariance de la vitesse de la lumière (voir annexe).

D) Le dernier travail fondamental de Poincaré sur la relativité est son étude « sur la dynamique de l'électron » dans laquelle il démontre et développe les idées de sa note à l'Académie (réf. 5, Juillet 1905, publiée en Janvier 1906).

L'expression de la transformation du champ électromagnétique est impressionnante l'électromagnétisme apparaît comme la mariage de l'électrostatique et de la relativité.

La théorie de Lorentz et Poincaré conduit donc au caractère relatif de l'espace et du temps physiques, elle est en accord avec le principe de relativité, avec les équations de Maxwell non seulement dans le vide mais aussi ailleurs, avec les expériences sur l'éther (Fizeau, Airy, Michelson, etc.) et avec les résultats classiques de l'électromagnétisme tels qu'ils furent découverts par les pionniers : Coulomb, Ampère, Volta, Laplace, Gauss, Oersted, Faraday ... La théorie de la relativité restreinte était dès lors complète.

Pendant ce temps, Einstein prépare et publie son premier et plus célèbre travail sur la relativité : *Zur Elektrodynamik der bewegten Körper* (réf 6). Ce travail fut présenté sans aucune référence et est pour cette raison considéré par certains auteurs comme une compilation des travaux précédents (réf 7). 1

L'idée de base d'Einstein est l'invariance de la vitesse de la lumière (ce qui oblige les photons à avoir une masse nulle).

Einstein est conduit au principe de relativité. Il obtient tous les résultats décrits par Poincaré. Il mentionne même que les transformations de Lorentz et les transformations associées forment un groupe, mais ne fait aucun usage de cette propriété.

Einstein était-il au courant des travaux de Poincaré ? Ceci est une question difficile.

D'une part il écrit en 1955 dans une lettre à Carl Seelig:

« Il n' y a pas de doute que, si nous regardons son développement rétrospectivement, la théorie de la relativité restreinte était prête à être découverte en 1905. Lorentz avait déjà

observé que, pour l'analyse des équations de Maxwell, les transformations qui porteront plus tard son nom sont essentielles et Poincaré avait été encore plus loin.

En ce qui me concerne, je ne connaissais que les travaux importants de Lorentz de 1895 : La théorie électromagnétique de Maxwell et "Versuch einer theorie der elektrischen und optischen Erscheinungen in bewegten Körpern" mais je ne connaissais ni les travaux ultérieurs de Lorentz ni les investigations correspondantes de Poincaré.

Dans ce sens mon travail de 1905 était indépendant » (réf 8, page 11).

Mais d'autre part:

A) Le travail d'Einstein en 1905 sur la relativité contient les mêmes résultats que celui de Poincaré y compris la propriété de groupe pour les transformations de Lorentz et les transformations associées. Cette notion de groupe mathématique était alors très nouvelle et pratiquement ignorée chez les physiciens, Einstein n'en fait aucun usage.

B) Einstein n'a évidemment pas pu utiliser le travail de Poincaré de Juillet 1905 pour écrire son propre texte, mais la *Note à l'académie du 5 Juin 1905* est arrivée à Berne, à temps, le 12 ou le 13 Juin, et la lire faisait partie de son travail ordinaire. On peut d'ailleurs remarquer qu'Einstein résumait régulièrement pour les *Annalen der Physik* les travaux de physique les plus intéressants, y compris ceux parus dans les comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris (voir par exemple la référence 18, avec entre autres l'analyse du travail de M. Ponsot, *CR.140, S pages 1176-1179, 1905*).

C) Selon ses amis Maurice Solovine et Carl Seelig, Einstein avait lu le livre de Poincaré *La Science et l'hypothèse* (pas de temps absolu, pas d'espace absolu, pas d'éther ...) pendant les années 1902-1904. Ce livre fut discuté à leur cercle de lecture « Académie Olympia » durant plusieurs semaines (réf. 8, pages 129 et 139 ; réf. 9, page VIII et réf. 17, page 30).

On avance parfois qu'il arrive que les découvertes soient faites par plusieurs personnes en même temps (en d'autres termes : Poincaré et Einstein pourraient bien avoir obtenu les mêmes résultats indépendamment). Cependant même si ceci est souvent vrai dans les recherches ordinaires - l'exemple le plus frappant étant celui de Gray et de Bell déposant le même jour, à plusieurs centaines de kilomètres l'un de l'autre, leur brevet sur l'invention du téléphone - ce n'est jamais le cas pour les bouleversements de la science lesquels suscitent immédiatement l'opposition: Copernic était seul, Képler était seul, Galilée était seul, Darwin et Wallace étaient seuls, Pasteur était seul, Freud était seul et tous furent ou bien ignorés, ou bien même combattus et persécutés.

Néanmoins, même si le principe de relativité doit être appelé principe de Poincaré, et même si Einstein n'est pas le premier, nous lui devons non seulement la relativité générale de 1916 mais aussi une magnifique vulgarisation de la relativité restreinte. Ceci est très heureux car la santé de Poincaré était mauvaise et il ne survécut guère à son travail de géant, il fut frappé du cancer en 1909 et mourut en 1912 à l'âge de 58 ans.

La mauvaise santé de Poincaré et l'absence de référence dans le travail d'Einstein sur la relativité en 1905 ne sont évidemment pas les seules raisons pour lesquelles Poincaré est si ignoré et Einstein si célèbre.

Si un grand physicien comme Paul Langevin (qui discuta des derniers développements de la Physique avec Poincaré, son ancien professeur, durant les semaines de leur voyage au congrès de Saint-Louis en 1904), si Langevin avait défendu Poincaré l'évidence aurait été immédiatement reconnue.

Si Poincaré avait eu la possibilité de publier dans un grand journal de physique, comme les *Annalen der Physik* d'Einstein, il aurait eu une grande audience. Mais il ne trouva que le *Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo* pour son travail majeur de Juillet 1905 ... un petit journal de mathématiques qui n'était pas connu parmi les physiciens.

Il peut sembler incroyable que Poincaré ait eu tant de mal à publier dans un journal de physique, mais les physiciens de cette époque refusaient de considérer que ce prodigieux mathématicien était aussi l'un des leurs. Encore aujourd'hui, certains physiciens croient que le caractère physique des variables x' et t' de la transformation de Lorentz n'a pas été suffisamment souligné par l'auteur du principe de relativité ! (réf. 20).

Il faut dire que Poincaré joue de malchance, son travail *Sur la dynamique de l'électron* n'est pratiquement pas connu avant les années trente et entre-temps la science et le vocabulaire scientifique ont fantastiquement changés. Tandis que, d'une traduction à l'autre, le texte d'Einstein est constamment réactualisé ... En conséquence la comparaison des deux textes est apparemment édifiante. Le texte de Poincaré est difficile à lire et certains lecteurs en arrivent même à se demander si Poincaré a vraiment compris la relativité... Il faut attendre le tout récent travail d'un éminent physicien russe, l'académicien Anatoly Logunov, pour que Poincaré soit lui aussi traduit en langage scientifique moderne, en russe tout d'abord puis en anglais et en français (réf 16). Alors tout devient clair, nul ne peut plus soutenir que Poincaré ne savait pas ce qu'il faisait ou qu'il n'avait pas vraiment compris...

Par dessus tout cela une histoire typiquement française : La plupart des professeurs d'Université du début du siècle étaient politiquement de gauche à cette époque de dures confrontations (affaire Dreyfus, séparation de l'Eglise et de l'Etat ...). Ils refusèrent de soutenir Henri Poincaré assimilé à son cousin Raymond, l'un des chefs de la droite et le futur Président de la République ... De quelques bords qu'ils soient la passion politique des Gaulois, et les excès qui en résultent, ont toujours étonné les étrangers.

Henri Poincaré n'était pas homme à se mettre en avant. Il avait attribué à Lorentz plus que sa part, ce qui fut loyalement refusé par celui-ci. Il avait appelé « fonctions fuchsiennes », fonctions du professeur Fuchs, des fonctions pour lesquelles il avait fait plus des deux tiers du travail...

En fin de compte l'amitié de Lorentz le sauva. En 1921, après le triomphe de l'éclipse de Soleil de 1919, le comité Nobel se réunit avec pour première pensée : « Nous devons donner le prix Nobel à Einstein pour la relativité ». Mais Lorentz, prix Nobel de physique 1902, proteste : « Ce n'est pas juste ! » et il publie la notice sur la vie de Poincaré qu'il avait écrite en 1914 (réf 10, page 298)... «Je n'ai pas établi le principe de relativité comme rigoureusement et universellement vrai. Poincaré au contraire a obtenu une invariance parfaite des équations de l'électrodynamique et il a formulé le «postulat de relativité», termes qu'il a été le premier à employer ».

Embarrassé, le comité Nobel décide de prendre le temps de réfléchir et, après quelques mois, donne finalement le prix Nobel à Einstein mais pas pour la relativité... pour l'effet photoélectrique !

Ainsi, en dépit de sa modestie et de sa timidité, Henri Poincaré doit être considéré non seulement comme un excellent philosophe de la science et l'un des plus grand mathématiciens ; il est aussi un physicien de tout premier plan (électromagnétisme et radio, optique, fluorescence, théorie cinétique des gaz, théorie des quanta, etc.), le père du principe de relativité et le fondateur de la relativité restreinte.

(1) Pour ce principe et quelques autres réflexions philosophiques fondamentales, Galilée est considéré par les scientifiques comme l'un des pères fondateurs de la science moderne tandis que le public le connaît surtout à cause de son procès de 1633. Notez cependant l'ironie et la chance historique : c'est parce qu'il était condamné à la résidence surveillée dans sa maison de campagne à Arcetri près de Florence, qu'il a trouvé le temps nécessaire à la réflexion philosophique. Sinon il serait probablement resté le professeur très occupé et le polémiste ardent et parfois injuste qu'il avait été toute sa vie.

(2) Au cours du vingtième siècle de nombreux physiciens reprocheront à Henri Poincaré de n'avoir pas condamné plus explicitement et plus définitivement la notion d'éther. Mais cela n'était pas si évident et Einstein lui-même dira encore bien plus tard, en 1920, dans la conclusion de sa conférence de Leyde : « En résumant, nous pouvons dire : D'après la théorie de la relativité générale, l'espace est doué de propriétés physiques ; dans ce sens par conséquent un éther existe. Selon la théorie de la relativité générale un espace sans éther est inconcevable, car non seulement la propagation de la lumière y serait impossible, mais il n'y aurait aucune possibilité d'existence pour les règles et les horloges, et par conséquent aussi pour les distances spatio-temporelles dans le sens de la physique. Cet éther ne doit cependant pas être conçu comme étant doué de la propriété qui caractérise le mieux les milieux pondérables, c'est à dire comme constitué de parties pouvant être suivies dans le temps : la notion de mouvement ne doit pas lui être appliquée »(réf . 19).

(3) Il est étonnant que cette toute première expression du principe de relativité à son niveau véritable ne soit pas mentionnée en référence 12 par ailleurs très intéressante et bien documentée. Je ne l'ai pas trouvée non plus en référence 13 en dépit de sa présence en référence 14 et aussi dans la fameuse *Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften* (réf 15).

Références

- 1 Lorentz H.A. *Electromagnetic phenomena in a system moving with any velocity less than that of light*. Proc.Royal Acad. Amsterdam, 6, page 809, 1904.
- 2 Poincaré H. *La Science et l'hypothèse*. Edition Flammarion, Paris, 1902.
- 3 Poincaré H. *Sur la dynamique de l'électron*. Comptes rendus Acad. Sci. Paris, 140, pages 1504-1508, 5 Juin 1905.
- 4 Poincaré H. *La mesure du temps*. Revue de métaphysique et de morale. 6, pages 371-384, 1898.
- 5 Poincaré H. *Sur la dynamique de l'électron*. Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo, 21, pages 129-175, reçu le 23 Juillet 1905, publié en Janvier 1906.
- 6 Einstein A. *Zur Elektrodynamik der bewegten Körper*. Annalen der Physik, 17, pages 891-921, reçu le 30 Juin 1905, publié le 26 Septembre 1905.
- 7 Leveugle J. *Poincaré et la relativité*. La Jaune et la Rouge, pages 3 1-5 1, Avril 1994.
- 8 Miller A.I. *Albert Einstein's Special Theory of Relativity*. Ed. Addison-Wesley Publishing Company Inc. Reading Mass., 198 1.
- 9 Solovine M. *Lettres à Maurice Solovine*. Ed. Gauthier-Villars, Paris, 1956.
- 10 Lorentz H.A. *Deux mémoires de Henri Poincaré dans la Physique mathématique*. Acta Mathematica, 38, pages 293-308, 192 1.
- 11 **Poincaré H.** *L'état actuel et l'avenir de la physique mathématique*. Bulletin des Sciences Mathématiques, **28**, 2° série (réorganisé **39-1**), pages 302-324, 1904.
- 12 **Tonnellat M.A.** *Histoire du principe de relativité*. Ed. Flammarion, Paris, 1971.
- 13 **Ginzburg V.L.** *On the theory of relativity*. Ed. Nauka, Moscow, 1979.
- 14 **Bol'shaia Sovetskaia Entsiklopedia.** *Great Soviet Encyclopedia-A translation of the third edition*. Volume **18**, Macmillan Inc., New-York, Collier Macmillan Publishers. Relativity, Theory of, page 653, 1974.
- 15 **Pauli W., Kottler F.** *Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften*. Leipzig Verlag und Druck von B G Teubner. Relativitätstheorie V-2, pages 545-546 (1904-1922) Gravitation und Relativitätstheorie VI-2-2, page 171 (1922-1934).
- 16 **Logunov A. A.** *On the articles by Henri Poincaré: « On the dynamics of the electron »* Publishing Dept of the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, 1995. *Sur les articles*

de Henri Poincaré : « Sur la dynamique de l'électron ». Le texte fondateur de la Relativité en langue scientifique moderne. Publication ONERA 2000-1, pages 1-48, 2000.

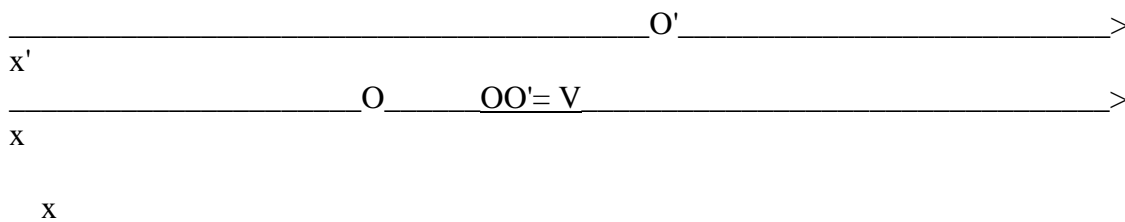
- 1 7 **Merleau-Ponty J.** *Einstein*. Ed Flammarion ISBN, page 30, 1993.
 1 8 **Einstein A.** *Beiblätter zu der Annalen der Physik*. **29**, N° 18, pages 952-953, 1905.
 1 9 **Einstein A.** *L'éther et la théorie de la relativité*. Conférence faite à Leyde (Pays-Bas) le 5 Mai 1920. Traduction en français par Maurice Solovine et M.A. Tonnelat dans: *Albert Einstein, Réflexions sur l'électrodynamique, l'éther, la géométrie et la relativité*. Collection « Discours de la méthode », nouvelle édition, Gauthier-Villars éd. 55 Quai des Grands Augustins, Paris 6^e, page 74, 1972.
 20 **Darrigol O.** Henri Poincaré 's criticism of Fin de Siècle electrodynamics Studies in History and Philosophy of modern Physics, pages 1-4, April 1995.

Les références 3, 5 et 10 apparaissent aussi dans les "Oeuvres de Henri Poincaré", respectivement tome 9, pages 489-493 ; tome 9, pages 494-550 et tome 11, page 247-261; Gauthier-Villars éditeur, Paris, 1956.

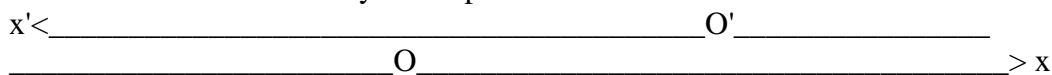
Annexe

La transformation de Lorentz

Recherchons la transformation de Lorentz le long de deux axes Ox et O'x' glissant l'un sur l'autre avec la vitesse relative constante V.



Afin d'obtenir une symétrie parfaite entre les deux référentiels retournons l'axe O'x'.



L'homogénéité conduira à une transformation linéaire et si nous choisissons $t = t' = 0$ en O et O' quand ils se croisent, les transformations $(x, t) \rightarrow (x', t')$ et $(x', t') \rightarrow (x, t)$ seront données comme suit avec huit constantes appropriées A à D'

$$(4) \quad \begin{array}{ll} \mathbf{x}' = \mathbf{Ax} + \mathbf{Bt} & \mathbf{t}' = \mathbf{Cx} + \mathbf{Dt} \\ \mathbf{x} = \mathbf{A}'\mathbf{x}' + \mathbf{B}'\mathbf{t}' & \mathbf{t} = \mathbf{C}'\mathbf{x}' + \mathbf{D}'\mathbf{t}' \end{array}$$

Le principe de relativité et la symétrie conduisent à:

$$(5) \quad \mathbf{A} = \mathbf{A}' \quad \mathbf{B} = \mathbf{B}' \quad \mathbf{C} = \mathbf{C}' \quad \mathbf{D} = \mathbf{D}'$$

De plus en O' nous avons $x' = 0$ et $x = Vt$, donc $x' = Ax + Bt$ entraîne $AV + B = 0$, de même $x = Ax' + Bt'$ et $t = Cx' + Dt'$ entraînent $B = DV$, et donc $D = -A$.

Enfin la cohérence exige:

$$(6) \quad x = Ax' + Bt' = A(Ax + Bt) + B(Cx + Dt) = (D' + CDV)x + t = Cx' + Dt' = C(Ax + Bt) + D(Cx + Dt) = (D' + CDV)x + Dt'$$

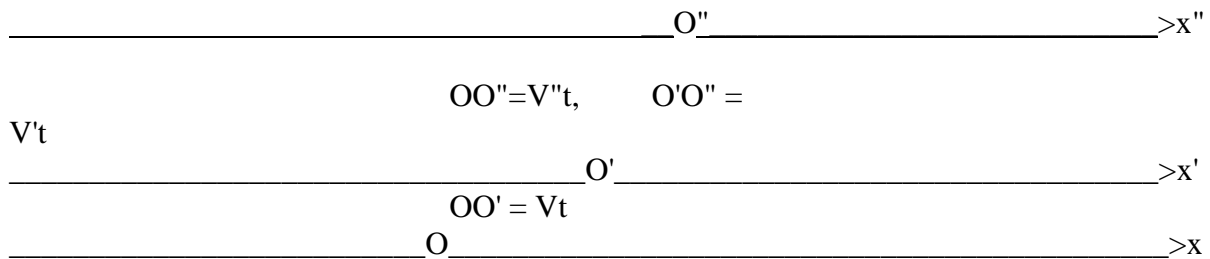
donc $D^2 + CDV = 1$, soit: $C = (1 - D^2) / DV$.

La transformation $(x, t) \rightarrow (x', t')$ devient donc

$$(7) \quad \mathbf{x}' = -\mathbf{Dx} + \mathbf{DVt} \quad \mathbf{t}' = [(1 - \mathbf{D}^2) / \mathbf{DV}]\mathbf{x} + \mathbf{Dt}$$

La seule inconnue restante, D , est une fonction de la vitesse V et peut être déterminée par la comparaison de plusieurs vitesses.

Retournons à nouveau $O'x'$ et considérons trois axes Ox , $O'x'$ et $O''x''$ de même sens.



La relation (7) devient, avec le signe opposé pour x'

$$(8) \quad x' = D(x - Vt) \quad t' = [(1 - D^2) / DV]x + Dt$$

et pareillement, avec D' pour V' et D'' pour V'' (ce nouveau D' est indépendant de celui de (4)-(5), lequel n'est plus utilisé après (5)) :

$$(9) \quad x'' = D'(x' - V't'); \quad t'' = [(1 - D'^2) / D'V']x' + D't'$$

$$(10) \quad x'' = D''(x - V''t); \quad t'' = [(1 - D''^2) / D''V'']x + D''t$$

Éliminons alors x' et t' en (8) et (9), nous obtenons une autre expression de (10)

$$(11) \quad x'' = \{DD' + [D'V'(D^2 - 1) / DV]\}x - DD'(V + V')t$$

$$t'' = \{[(D - DD'^2) / D'V'] + [(D' - D^2D') / DV]\}x + \{DD' + [DV(D'^2 - 1) / D'V']\}t$$

L'identification de (10) et de (11) conduit aux quatre égalités suivantes

$$(12) \quad D'' = DD' + [D'V'(D^2 - 1) / DV]$$

$$(13) \quad D''V'' = DD'(V + V')$$

$$(14) \quad (1 - D''^2) / D''V'' = [(D - DD'^2) / D'V'] + [(D' - D^2D') / DV]$$

$$(15) \quad D'' = DD' + [DV(D'^2 - 1) / D'V']$$

Donc, avec (12) et (15):

$$(16) \quad D'' - DD' = D'V'(D^2 - 1) / DV = DV(D'^2 - 1) / D'V'$$

La dernière égalité permet de définir la quantité K par:

$$(17) \quad K = D^2 V^2 / (D^2 - 1) = D'^2 V'^2 / (D'^2 - 1)$$

La quantité K a la même valeur pour deux vitesses arbitraires (et leur D correspondant), elle est donc constante pour toutes les vitesses. D'autre part le cas $V = 0$ donne $x = x'$ et $t = t'$,

donc $D = 1$ en (8), il nous faut donc choisir la solution positive de (17)

$$(18) \quad D = (1 - V^2/K)^{-1/2}$$

On obtient ainsi, avec (8), la transformation $(x, t) \rightarrow (x', t)$ et Poincaré l'étend sans difficulté à la transformation générale $(x, y, z, t) \rightarrow (x', y', z', t')$.

$$(19) \quad x'=(x-Vt) (1-V^2/K)^{-1/2} ; y'=y ; z'=z \qquad t'=[(t-(Vx/K)] (1-V^2/K)^{-1/2}$$

Il reste à déterminer la constante K qui donne la transformation (1) de Galilée si elle est infinie et la transformation de Lorentz ordinaire si $K = c^2$. Bien entendu ces deux transformations sont très voisines lorsque le rapport V/c est faible.

La constante K ne peut être négative (il deviendrait possible de remonter dans le temps) et sa racine carrée apparaît comme une vitesse limite indépassable. Ceci est confirmé par la racine carrée $(1-V^2/K)^{1/2}$ et aussi par la composition des vitesses déduite de (12) et (13):

$$(19) \quad V'' = (V+V') / [1 + (VV' / K)] \quad \text{soit avec } \sqrt{K} = k$$

$$(19) \quad (k-V'') / (k+V'') = [(k-V) / (k+V)] \cdot [(k-V') / (k+v')]$$

donc $|V|$ et $|V'| < k$ entraînent $|V''| < k$.

Très naturellement Poincaré et Lorentz ont choisi $K = c^2$, ce qui s'accorde avec l'invariance de la vitesse de la lumière et avec la conservation des équations de Maxwell dans les référentiels inertiels. On peut cependant remarquer que, si nécessaire, il reste possible que K soit très légèrement supérieur à c^2 . Les photons auraient alors une masse très petite mais non nulle, et leur vitesse, la vitesse de la lumière, serait une fonction très légèrement croissante de leur énergie et tendrait vers \sqrt{K} quand leur énergie augmenterait indéfiniment.

Fin de l'annexe

Site Poincaré et la Relativité

<http://perso.wanadoo.fr/poincare.et.la.relativite/index.html>

“ La recherche de la vérité doit être le but de notre activité : c’est la seule fin qui soit digne d’elle. ” (H. Poincaré, *La Valeur de la Science*, Flammarion, 1905, p. 19)

“ La croyance absurde dans l’autorité est le pire ennemi de la vérité. ” (A. Einstein, *Collected Papers*, Vol. 1, p. 310)

“ On ne sait jamais ce que le passé nous réserve. ” (Alexandre Breffort, humoriste)

Un ouvrage qui vient de paraître sous le titre :

*Poincaré et la Relativité :
Question sur la Science*

expose la genèse de la théorie de la relativité à partir de documents jusqu’à présent inexploités, grâce auxquels l’histoire de cette théorie est entièrement renouvelée. On montre comment et pourquoi le travail de Poincaré fondateur de cette théorie, a été **plagié et occulté**, et quelles en ont été les conséquences.

Cet ouvrage est consultable aux Bibliothèques de l’Académie des Sciences (Institut de France, 23, Quai de Conti, 75006, Paris), de l’Institut Henri Poincaré (11, rue Pierre et Marie Curie, 75005, Paris), de l’Ecole polytechnique (Palaiseau), aux Archives H. Poincaré de l’Université de Nancy II, à la Bibliothèque nationale. Des exemplaires de cet ouvrage peuvent être obtenus en s’adressant à l’auteur (jules.leveugle@wanadoo.fr).

Le texte déposé sur le présent site est un abrégé de cet ouvrage. Il comprend une **préface** qui en explique l’histoire. Ce texte pourra être complété en tant que de besoin par des extraits de l’ouvrage intégral, des textes originaux et des traductions en diverses langues.

Le lecteur particulièrement pressé d’avoir une idée rapide d’une partie importante des révélations qui y sont contenues pourra consulter son chapitre 4 intitulé : *Hilbert et Poincaré, 1905*.

Poincaré et Lorentz

C’est à partir des travaux de H. A. Lorentz que Poincaré a élaboré la théorie qu’il avait appelée : “ la mécanique nouvelle ”, et qui est généralement désignée sous le nom de : “ théorie de la relativité ”.

1. Poincaré pré-relativiste, $E = mc^2$, 1900

En 1900, à l'occasion du 25^{ème} anniversaire du doctorat de H. A. Lorentz, ses collègues écrivirent en son honneur des articles de physique théorique, qui furent rassemblés dans un *Festspiele (Recueil jubilaire)*. La contribution de Poincaré, intitulée : *La Théorie de Lorentz et le Principe de Réaction*, a sans doute été la plus remarquable, bien que son résultat essentiel qui établit la généralité de l'inertie de l'énergie, n'ait pas été convenablement commenté ni reconnu.

Poincaré montre, à partir des équations de Maxwell, et de Poynting, que l'énergie électromagnétique peut-être regardée comme un fluide fictif dont la densité (c'est à dire la masse volumique) est $K_0 J$ ($K_0 = 1/c^2$, J : énergie volumique). Appliquant le principe de la constance de la quantité de mouvement, il montre que le centre de gravité du système formé par la matière et le fluide fictif, si celui-ci reste en quantité constante, est rectiligne et uniforme.

S'il y a création d'énergie électromagnétique, il faut convenir qu'elle se forme à partir d'une provision d'énergie de nature quelconque, existant en chaque point où elle se forme. Et, à cette condition, le centre de gravité se déplace encore en ligne droite. Mais " on aura une certaine inertie à vaincre parce que le fluide nouveau empruntant de la vitesse au fluide ancien, la vitesse de l'ensemble diminuerait si une cause quelconque n'intervenait pour maintenir constante la vitesse du fluide fictif ".

Dans un exemple numérique donné par Poincaré, une machine immobile d'une inertie d'1 Kg envoie dans une direction unique une énergie électromagnétique de 3 MJ, créée à partir d'une réserve d'énergie immobile. Celle ci disparaît en empruntant à la machine une quantité de mouvement Q nécessaire à sa transformation en énergie électromagnétique, soit en unités S. I. :

$$Q = \frac{E}{c^2} c = (3 \cdot 10^6) (3 \cdot 10^8)^{-2} (3 \cdot 10^8) = 10^{-2}$$

La machine recule donc à la vitesse de 1cm/s dans la direction opposée à celle qui a été impartie au fluide créé, et le centre de gravité de l'ensemble machine + fluide fictif reste immobile.

L'inertie du système constitué par la machine et l'énergie qu'elle contenait est égale à l'inertie du système constitué par la machine et l'énergie électromagnétique créée.

Dans son mémoire dit : " *de Palerme* " envoyé en juillet 1905 et publié en janvier 1906, Poincaré donna une formule de l'énergie E de l'électron animé d'une faible vitesse v qu'on peut mettre sous la forme $E = mc^2 + \frac{1}{2} mv^2$ donc égale à mc^2 au repos. Cette formule est dérivée de la transformation de Lorentz et elle est donc relativiste. Elle traduit l'équivalence de la masse et de l'énergie.

Le 27 septembre 1905 Einstein fit parvenir aux *Annalen* un article intitulé : *L'Inertie d'un Corps Dépend-Elle de son Contenu en Energie ?*, sa conclusion était :

" Si un corps cède l'énergie E sous forme de rayonnement, sa masse diminue de E/c^2 . "

Cependant H. E. Ives démontra en 1952 à la suite d'une remarque critique de Planck de 1907, que la démonstration d'Einstein du 27 septembre 1905 est invalide.

Le 17 mai 1906, Einstein fit paraître un autre article sur le même sujet intitulé : *Le Principe de Conservation du Mouvement du Centre de Gravité et l'Inertie de l'Énergie*. Il écrivit dans son introduction :

“ La masse d'un corps est modifiée de E/c^2 quand son contenu en énergie est modifié de E (...). Les considérations formelles nécessaires à la justification de cette assertion [sont] déjà contenues (...) pour l'essentiel dans [le] *Mémoire de Poincaré du Lorentz, Fest Schrift de 1900.* ”

La loi générale $E = mc^2$ a été universellement attribuée à Einstein et non à Poincaré, malgré l'affirmation contraire d'Einstein lui-même. Cette attribution a été l'objet d'une publicité intense après l'utilisation de la bombe atomique en 1945, quand il fut révélé qu'il en avait recommandé la mise à l'étude au Président des États-Unis en 1939.

2. Poincaré et la relativité, 1899-1905

Dans le texte qui suit on trouvera les points principaux de l'article intitulé : *Poincaré et la Relativité* paru en avril 1994 dans les circonstances mentionnées dans la préface, rédigé à partir des seuls faits alors connus de l'auteur.

- Henri Poincaré (1854-1912) est né à Nancy. Le Professeur de mathématiques du lycée de cette ville disait de lui : “ J'ai dans ma classe un monstre de mathématiques ”. Il fut reçu premier au Concours d'entrée à Polytechnique en 1872. Sa carrière fut consacrée entièrement à l'enseignement des mathématiques, de la physique mathématique et de l'astronomie à la Sorbonne et à l'École polytechnique. Ses découvertes ont fait dire de lui qu'il était égal à Gauss, ayant dominé toutes les mathématiques de son temps. Il mourut soudainement après trois années de maladie.

- On rappelle ensuite que les théories de la lumière avaient été, successivement, celle de l'émission de Newton, qui la considérait vers 1680 comme constituée de grains séparés, abandonnée pour celle de Fresnel vers 1820, théorie ondulatoire à laquelle Maxwell avait donnée en 1865 sa forme électromagnétique, les ondes se propageant dans l'éther, milieu universel. On chercha alors à mesurer la vitesse de la Terre par rapport à l'éther. Certaines expériences précises à 10^{-4} fois celle de la lumière ne révélèrent rien. Les expériences de Michelson et Morley précises à 10^{-8} fois celle de la lumière ne révélèrent rien non plus. Une explication de ce résultat fut que l'éther était totalement entraîné par la Terre dans son mouvement, mais elle ne permettait plus alors d'expliquer l'aberration des étoiles fixes.

- Lorentz apporta en 1895 la contribution la plus remarquable grâce à sa théorie des électrons. Il simplifia les équations de Maxwell, et expliqua l'échec des mesures du mouvement de la Terre dans l'éther par une contraction que subiraient les corps dans leur mouvement dans l'éther.

- Poincaré dans son cours de 1899, trouva “ étrange ” cette propriété de l'éther, et probable que les phénomènes optiques ne dépendent que “ des mouvements relatifs des corps matériels en présence ”.

En 1900 il démontra que l'énergie est douée d'inertie selon la formule $E = mc^2$. Dans l'ouvrage publié en 1902 intitulé : *La Science et l'Hypothèse* il écrivit :

“ Il n'y a pas d'espace absolu (...), il n'y a pas de temps absolu (...). Nous n'avons pas l'intuition directe de la simultanéité de deux événements qui se produisent sur deux théâtres différents (...). Peu nous importe que l'éther existe réellement (...), c'est l'affaire des métaphysiciens. ”

- Lorentz, sensible à la critique de Poincaré reconsidéra sa théorie de 1895, dans un célèbre mémoire de mai 1904 intitulé : *Phénomènes électriques dans un Système en Mouvement avec une Vitesse quelconque inférieure à celle de la Lumière*. L'apport essentiel de ce mémoire consistait dans un double changement de variables faisant correspondre à un système de référence fixe dans l'éther un système x, y, z, t se déplaçant à la vitesse v et à ce dernier un système auxiliaire x', y', z', t' . Lorentz appela temps local le temps t' . Il eut besoin des trois autres hypothèses : la loi de correspondance des champs électrique et magnétique du système fixe avec ceux du système mobile, ainsi que celle de toutes les autres forces s'exerçant entre les particules élémentaires des corps pondérables, de telle manière que ces corps soient affectés d'une contraction physique dans leur mouvement par rapport à l'éther. Il arriva ainsi à la conclusion recherchée : l'impossibilité de déceler une influence du mouvement de la terre par rapport à l'éther par une expérience d'optique.

Il donna aussi les formules des masses longitudinale et transversale de l'électron en fonction de sa vitesse, différentes de celle d'Abraham qui avait créé ces notions en 1903 à partir de la propriété d'inertie de l'énergie due à Poincaré.

- Poincaré étudia ce mémoire de Lorentz avant de prononcer une conférence le 24 septembre 1904 au Congrès des Arts et de la Science aux Etats-Unis, intitulée : *L'Etat actuel de la Science et l'Avenir de la Physique mathématique*. Il y montra le rôle dévolu aux grands principes et les attaques auxquelles ils étaient soumis. Il ajouta à la liste de ceux ci le “ principe de relativité ”, d'après lequel :

“ Les lois des phénomènes physiques doivent être les mêmes soit pour un observateur fixe soit pour un observateur mobile entraîné dans un mouvement uniforme de sorte que, nous n'avons et ne pouvons avoir aucun moyen de discerner si nous sommes oui ou non entraînés dans un pareil mouvement. ”

Il ajouta :

“ Toutes les expériences jusqu'à présent tentées pour mettre en évidence le mouvement de la terre par rapport à l'éther ont échoué. Les mathématiciens sont forcés de déployer toute leur ingéniosité et, si Lorentz s'en est tiré, c'est en accumulant les hypothèses. Peut-être devons nous construire toute une nouvelle mécanique que nous ne faisons qu'entrevoir, où l'inertie croissant avec la vitesse, la vitesse de la lumière deviendrait une limite indépassable. ”

Poincaré, après cette conférence rédigea un mémoire envoyé au Cercle mathématique de Palerme en juillet 1905 et publié en janvier 1906, dont un résumé contenant les idées principales fut l'objet d'une note aux *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, le 5 juin 1905, qui fut reçue par ses destinataires en Europe vers le 10 juin :

“ Le point essentiel [écrivit Poincaré dans cette note] c’est que les équations du champ électromagnétique ne sont pas altérées par une certaine transformation (que j’appellerai du nom de Lorentz) qui est de la forme suivante :

$$x' = k l (x + \varepsilon t), y' = l y, z' = l z, t' = k l (t + \varepsilon x)$$

(...) [- ε est la vitesse de translation du système mobile, la vitesse de la lumière étant prise égale à 1] (...)

$$k = \frac{1}{\sqrt{1 - \varepsilon^2}}$$

L’ensemble de toutes ces transformations joint à l’ensemble des rotations de l’espace doivent former un groupe, mais pour qu’il en soit ainsi, il faut que

$$l = 1.$$

Lorentz lui-même n’avait pas pu établir cette invariance de façon satisfaisante et n’avait pas recouru au principe de relativité : celui-ci se trouve validé par cette invariance. L’emploi du terme de “ transformation ” par Poincaré s’explique parce qu’il est utilisé dans la théorie des groupes de transformations de l’espace due à F. Klein, dans son *Programme d’Erlangen de 1872*, alors connu seulement des mathématiciens de pointe. On voit facilement que l’expression $x^2 + y^2 + z^2 - t^2$ est un invariant lié à ce groupe, ce qui signifie que la vitesse de la lumière est la même dans tous les référentiels inertiels. Les bases de la théorie de la relativité étaient alors complètes.

- Albert Einstein (1879-1955), né à Ulm en Bavière, dans une famille juive qui quitta l’Allemagne quand il avait quinze ans. Il fit ses études supérieures au Polytechnicum de Zürich de 1896 à 1900, où il eut H. Minkowski pour professeur, et M. Grossmann pour condisciple. Il eut toujours un grand intérêt pour la physique, mais ne s’intéressa guère aux mathématiques. Il fut employé au Bureau des Brevets de Berne dès 1902. Il publia plusieurs articles dans la revue allemande *Annalen der Physik*, dont l’un en 1905 sur une théorie de l’effet photoélectrique inspiré de la théorie quantique de Planck publiée en 1901, et un autre reçu le 30 juin 1905 et publié le 26 sept par cette revue intitulé : *Sur l’Electrodynamique des Corps en Mouvement*. Ce sujet était alors brûlant, objet de nombreux articles dont ceux de M. Abraham de 1903, de Lorentz de mai, 1904 de Poincaré du 5 juin 1905.

Einstein n’avait jamais rien publié sur cette question et il ne figure dans son article aucune référence aux travaux d’autres auteurs.

Nous avons comparé, paragraphe par paragraphe, cet article d’Einstein aux textes antérieurs de Poincaré et de Lorentz, ce qui, selon nous n’avait jamais été fait auparavant. La conclusion de cette comparaison est la suivante : tous les aspects majeurs de la théorie de la relativité que l’on trouve l’article signé d’Einstein publié le 26 septembre 1905 se trouvaient dans ceux de Poincaré. En voici la liste, dans l’ordre des paragraphes de l’article d’Einstein :

En voici la liste, dans l’ordre des paragraphes de l’article d’Einstein :

- Introduction : la relativité de l’espace et la superfluité de l’éther.

- § 1 et 2 : La relativité du temps, l'égalité de deux durées, qui ne peut être établie que par convention ou définition, le réglage des horloges par signaux optiques, l'énoncé du principe de relativité et le nom du principe lui-même, la relativité de la simultanéité.
- § 3 : La forme de la transformation de Lorentz et le mot de transformation lui-même.
- § 4 : La démonstration de la contraction de Lorentz-Fitzgerald, par la correspondance sphère-ellipsoïde sans recours à une hypothèse sur les forces.
- § 5 : La formule de composition des vitesses, l'appartenance des transformations à un groupe.
- § 6 : La mise en équations des ondes électromagnétiques dans un système mobile.
- § 9 : L'invariance parfaite des équations de Maxwell par la transformation de Lorentz.
- §10 : La même formule que celle de Lorentz de 1904 pour la masse longitudinale de l'électron, et une formule différente - erronée - pour la masse transversale.

Cette comparaison était suivie du commentaire suivant :

“ Quiconque a connaissance des étapes parcourues par Poincaré et Lorentz de 1895 à 1905 ne peut croire que la théorie a pu surgir “ tout armée ” de l'esprit d'un seul savant et justement au milieu de 1905, (...) en ne citant aucune source Einstein a eu la probité de l'auteur présentant son travail comme **une sorte de compilation**. ” (...)

“ Ces constatations donnaient lieu de penser (...) qu'Einstein a eu connaissance de l'ouvrage de Poincaré de 1901 *Electricité et Optique*, de la *Conférence de Saint Louis*, qu'il a été invité à rédiger sans tarder un mémoire *Sur l'Electrodynamique des Corps en Mouvement*, qu'enfin la note aux *C. R.* du 5 juin de Poincaré parue le 9 juin 1905, lui est parvenue avant la fin de la rédaction de son mémoire. ”

Comme il a été dit dans la préface, la comparaison facile dont nous venons de donner le résumé, nous avait amené à la conviction que celle ci n'avait jamais été faite parce que les textes de Poincaré avaient été occultés. Nous avons alors cherché si on pouvait en donner la preuve : ce fut le fil d'Ariane qui nous a conduit dans la recherche exposée dans ce qui suit.

Deuxième partie de l'abrégé

Le fil d'Ariane 1905-1912

Cette 2^{ème} partie principalement consacrée au résultat des recherches entreprises pour apporter la preuve de l'occultation de la découverte par Poincaré de la théorie de la relativité en 1904-1905, révèle un aspect des institutions scientifiques dans un cas particulièrement important.

3. Planck et Poincaré, 1905-1906

Max Planck (1858-1947), Professeur à l'Université de Berlin depuis 1887 et membre de l'Académie des Sciences de Prusse, avait un statut qu'on peut qualifier d'officiel. Son rôle a été majeur jusqu'en 1914. Il détenait le contrôle rédactionnel de la principale revue de physique allemande, les *Annalen der Physik*, dont le supplément, *Beiblätter zu den Annalen*, publiait deux fois par mois des recensions de tout ce qui paraissait dans le monde en physique.

Planck était d'abord un thermodynamicien; il avait réussi à donner en 1900 une explication thermodynamique à la loi du rayonnement du corps noir, fondée sur le quantum d'action h , constante universelle, qui devait être le point de départ de la théorie quantique. Il connaissait la valeur exceptionnelle des travaux de Poincaré en physique : par exemple, il avait cité en 1903 sa contribution au problème de l'ergodicité, en thermodynamique statistique, que, ni Maxwell, ni Boltzman, ni Gibbs, ni lui-même, n'avaient aperçue.

Selon le témoignage de son assistant von Laue, Max Planck avait organisé, dès le début du premier semestre 1905-1906 à l'Université de Berlin, " un colloque inoubliable " sur l'article signé d'Einstein qui avait paru le 26 septembre 1905 dans les *Annalen der Physik*, dont il avait approuvé la publication.

Cet intérêt immédiat de Planck pour un article portant sur un sujet aussi considérable que le principe de relativité était surprenant : il était signé d'un auteur qui n'avait rien publié sur le sujet, n'avait aucun titre universitaire, et ne citait aucune source. Et la question se posait alors de savoir si Planck connaissait la note aux *C. R.* de Poincaré du 5 juin 1905 qui anticipait l'article d'Einstein.

Planck donna ensuite une conférence à la Société allemande de Physique le 23 mars 1906, intitulée : *Le Principe de Relativité et les Fondements de la Mécanique*, en citant Einstein, mais non Poincaré. Mais, cette fois, il ne pouvait plus subsister aucun doute sur le fait qu'il connaissait la note aux *C. R.* du 5 juin 1905 de Poincaré, puisque celle-ci est citée dans un article qu'il citait lui-même. Or il ne pouvait éviter de citer cet article, publié dans sa propre revue, car son auteur, Kaufmann, déclarait prouver qu'il fallait rejeter le principe de relativité à la suite des mesures qu'il venait d'effectuer.

Une question se posait alors : Planck ayant fait silence sur la note de Poincaré qui anticipait exactement l'article d'Einstein aurait-il pu permettre que le *Supplément (Beiblätter)* aux *Annalen der Physik* qu'il contrôlait, publiât une recension honnête de cette note ?

Pour y répondre nous avons examiné soigneusement les volumes de 1905 et 1906 des *Beiblätter*. Nous n'aurions évidemment jamais entrepris cet examen si nous n'avions pas eu ces doutes sérieux.

On trouve dans ces deux volumes trois recensions de textes de Poincaré : en janvier 1905, la recension d'un article sur l'équation des télégraphistes, et, en février 1905, celle d'un article sur les perturbations planétaires, et celle d'une note aux *C. R.* concernant un appareil de mesure, d'une importance mineure. Sa note aux *C. R.* du 5 juin 1905 n'a donc fait l'objet d'aucune recension dans les *Beiblätter*, ni en 1905, ni en 1906.

On ne pourrait alléguer que c'est le sujet et le caractère mathématique de cette note aux *C. R.* qui en auraient empêché la recension dans cette revue, car on trouve dans son volume de 1905 une recension du mémoire de Lorentz de 1904, publiée en février 1905 (à partir de la version allemande, plus tardive que la version anglaise du 27 mai 1904), mémoire qui traite, comme on sait, du même sujet que la note aux *C. R.* du 5 juin de Poincaré, avec un appareil mathématique comparable.

Si l'on voulait, à tout prix, apporter une explication au silence des *Beiblätter* sur cette note aux *C. R.* de Poincaré, on pourrait invoquer une défaillance possible des Services postaux, qui n'auraient pas fait parvenir à cette revue allemande le fascicule hebdomadaire des *Comptes Rendus* de la séance du 5 juin de l'Académie des Sciences de Paris, mais cette explication ne saurait, elle non plus, être retenue, car la revue a publié en novembre 1905 la recension d'une note aux *C. R.* du 5 juin de P. Weiss, Professeur au Polytechnicum de Zürich, portant sur le magnétisme, laquelle figurait dans le même fascicule hebdomadaire de l'Académie de Paris que la note de Poincaré.

La décision de non-publication ne visait donc ni Poincaré en général, ni le sujet de sa note, mais sa note elle-même.

S'agissant de Poincaré, et du sujet traité, qui était d'importance fondamentale, une omission aussi extraordinaire ne pouvait procéder, ni de l'initiative du Directeur des *Beiblätter*, W. König, physicien expérimental étranger à la physique mathématique, ni de celle du Directeur des *Annalen der Physik*, P. Drude. Celui-ci devait en référer à Max Planck, le responsable de ces revues, qui l'avait nommé à ce poste en 1900, et qui s'était réservé le contrôle éditorial des articles de théorie.

Si la recension de cette note aux *C. R.* du 5 juin de Poincaré n'avait pas été interdite, elle aurait pu paraître dans les *Beiblätter* en même temps que celle de la note de P. Weiss, c'est-à-dire en novembre 1905. Or, publiée dans cette revue, placée sous le contrôle éditorial de Planck, elle aurait alors plongé ce dernier dans une contradiction inextricable, au moment même où il dirigeait à l'Université de Berlin son " colloque inoubliable ", destiné à consacrer le caractère fondateur de l'article signé A. Einstein, publié le 26 septembre dans les *Annalen* qu'il contrôlait.

Ainsi, l'examen des volumes de 1905 et 1906 des *Beiblätter* ne laisse plus aucun doute sur le caractère délibéré de l'omission de la recension de la note aux *C. R.* du 5 juin 1905 de Poincaré ni sur le fait que cette omission est imputable à Planck.

La revue la plus importante, après celle des *Beiblätter*, pour les recensions d'articles de physique, était *Die Fortschritte der Physik*. Celle-ci ne dépendait pas de Planck. Elle publiait deux fois par mois une revue rapide des titres des articles, et, annuellement, des analyses très complètes, qui paraissaient dans le courant du premier semestre suivant l'année analysée.

Les *Fortschritte* publièrent, donc, en 1905, la recension du mémoire de Lorentz du 27 mai 1904, et, naturellement, en 1906, celle de la note aux *C. R.* du 5 juin 1905 de Poincaré, dans laquelle les équations de la transformation sont présentées exactement. Or, ce sont précisément les mêmes équations que Planck avait données en mars 1906 pour définir le principe de relativité, attribué à Einstein, ce qui explique pourquoi les Beiblätter n'ont publié aucune recension de cette note de Poincaré. La recension de l'article d'Einstein du 26 septembre 1905, également publiée en 1906 par les *Fortschritte*, contient ces mêmes équations.

A la suite de cette publication, de nombreuses personnes ayant participé à ces recensions, ou les ayant lues, -comme l'assistant de Planck, le physicien von Laue- ont pu s'apercevoir de l'occultation de la note de Poincaré par les *Beiblätter*, de l'identité de l'équation fondamentale qu'elle contenait avec celle d'Einstein, et de l'antériorité du travail de Poincaré, et comprendre alors que, sans cette occultation, la conférence de Planck du 23 mars n'aurait pas été possible. On a peine à croire que ce secret de Polichinelle ne se soit pas répandu aussitôt dans les milieux de la physique théorique allemande.

4. Hilbert et Poincaré, 1905

Depuis le début du XIX^{ème}, siècle le département de mathématiques de l'Université de Göttingen avec Gauss, Lejeune-Dirichlet et Riemann avait rayonné sur toute l'Allemagne et à l'étranger. Au début du XX^{ème} siècle, Félix Klein (1849-1925) en était le Doyen et David Hilbert (1862-1943) l'astre le plus brillant .

Klein avait été un mathématicien extrêmement fécond; il avait énoncé en particulier en 1872 le *Programme d'Erlangen*, qui changeait entièrement la façon d'interpréter la géométrie en utilisant la théorie des groupes appliquée aux transformations de l'espace et aux invariants résultant de ces transformations.

Il était entré en concurrence avec Poincaré en 1881-1882, sur un sujet touchant aux équations différentielles. Klein s'était avoué vaincu et avait renoncé à son activité inventive, mais non à son admiration pour son vainqueur, dont la réputation chez les mathématiciens et, plus tard, chez les physiciens allemands, devint considérable. Klein s'était alors consacré à son activité d'enseignant, cherchant notamment à développer les applications des mathématiques aux sciences, en particulier par la méthode, qu'il instaura à Göttingen, des séminaires pluridisciplinaires, dirigés par plusieurs Professeurs mathématiciens et physiciens.

Hilbert avait été étudiant à l'Université de Königsberg en Prusse orientale rendue célèbre par Kant (1724-1804), où il se lia d'amitié à H. Minkowski. Puis il fut l'élève de Klein qui l'envoya à Paris suivre les cours de Poincaré en 1885, et l'appela ensuite à Göttingen en 1895. Hilbert déjà célèbre par ses découvertes en mathématiques fit venir H. Minkowski (1864-1909) à Göttingen en 1902, depuis Zürich, où il était professeur de mathématiques au Polytechnicum, et y avait eu Einstein comme élève, peu assidu, de 1896 à 1900.

Il se trouve qu'un ouvrage intitulé : *The young Einstein, the Advent of Relativity*, écrit par L. Pyenson en 1985, contient un chapitre intitulé : *La Physique à l'Ombre des Mathématiques, le Séminaire de Göttingen de 1905 sur la Théorie des Electrons*. Ce séminaire, dirigé par Hilbert et Minkowski, Wiechert et Herglotz, avait eu lieu du 5 juin au 1er août 1905. Pyenson affirme clairement, dès le début de ce chapitre, que le mémoire de Lorentz du 27 mai 1904, la conférence de Saint-Louis de Poincaré du 24 septembre 1904, et la note aux *C. R.* du 5 juin 1905 de Poincaré, ont été délibérément écartés des travaux du séminaire. L. Pyenson avait tiré ses informations sur le séminaire de Hilbert d'un document manuscrit qui en donnait le programme, annoté de la main d'Hilbert, document trouvé dans les archives de ce dernier, gardées à Göttingen.

Grâce à l'obligeance de la Bibliothèque de l'Université de Göttingen, nous avons pu nous-même faire l'examen détaillé de cette pièce, qui confirme ce qu'en écrit Pyenson.

L. Pyenson conclut ainsi son chapitre sur ce séminaire :

“ On peut se demander (...) pourquoi les enseignants de Göttingen ne sont pas arrivés à la théorie de la relativité. Ils disposaient d'un accès illimité aux travaux publiés, et de ressources personnelles. La théorie des groupes faisait partie de l'atmosphère de Göttingen (...). Personne n'est arrivé cependant aux transformations de Lorentz. ”

Par l'observation du début du chapitre, citée plus haut, Pyenson, involontairement sans doute, avait répondu à la question qu'il pose à la fin : si le séminaire de Hilbert n'est pas arrivé à la théorie de la relativité, c'est précisément parce que les trois textes de Lorentz et de Poincaré en avaient été écartés délibérément.

Il faut alors expliquer de façon cohérente, comment trois événements surprenants, et apparemment indépendants les uns des autres, ont pu se produire à l'été de 1905 :

- l'occultation de la note de Poincaré du 5 juin 1905 par les *Beiblätter*, placés sous le contrôle de Planck.
- le refus d'examen de cette note par le séminaire de Hilbert.
- la rédaction de l'article, dit “ fondateur ” de la relativité, où se retrouvent les points essentiels de cette note.

La “ théorie des électrons ” avait été fondée par Lorentz en 1895. Il l'avait complétée ensuite par divers mémoires. La nouvelle addition qu'il y avait apportée le 27 mai 1904, à la suite notamment des remarques de Poincaré, avait passé aussitôt pour une avancée considérable aux yeux de plusieurs physiciens théoriciens de haut niveau, en Allemagne même, parmi lesquels Wien, futur Prix Nobel, Max Abraham de Göttingen et Cohn, Professeur à Strasbourg.

Poincaré avait lui-même longuement analysé ce mémoire de Lorentz dans sa conférence de Saint-Louis, dès le 24 septembre 1904, et cette conférence, publiée en décembre 1904 à Paris, avait elle-même, et dans les moindres délais, fait l'objet de la séance du 31 janvier 1905 de la Mathematische Gesellschaft de Göttingen, sur l'initiative de Klein, et en présence de Hilbert.

Le séminaire de Hilbert sur la “ théorie des électrons ”, avait été annoncé le 15 avril 1905. Dès ce moment le programme initial d'études du séminaire avait dû être arrêté dans ses grandes lignes, et devait, naturellement, comprendre les travaux fondateurs de Lorentz sur ce sujet, et tout particulièrement son grand *Mémoire* du 27 mai 1904. Etant donné l'objet même du séminaire, toute autre façon de faire eût été absurde. D'ailleurs, il est vraisemblable que la décision de tenir ce séminaire avait été prise à la suite de la publication de ce mémoire, et de l'exposé du 31 janvier.

L'Académie des Sciences de Paris publiait les *Comptes Rendus* de ses séances du lundi dès le jeudi suivant : cette diligence était justifiée par la fréquence des services postaux en Europe, à cette époque sans téléphone.

Le fascicule hebdomadaire des *C. R.* du 5 juin a donc dû parvenir à Göttingen dès le samedi 10 juin. D'ailleurs, la revue bimensuelle *Die Fortschritte der Physik* a cité un extrait de ce fascicule dans son numéro paru le 30 juin, ce qui confirme sa distribution en Allemagne vers la date indiquée, compte tenu des délais de publication de cette revue.

Poincaré pouvait aisément se tenir au courant de ce qui se passait à Göttingen “ le pôle mondial des mathématiques ” par la lecture du mensuel *Jahresbericht der Deutschen Mathematiker Vereinigung*, où il était d'ailleurs lui-même souvent cité, et du *Physikalischer Zeitschrift*, où il publiait des articles. Ces deux revues étaient reçues à la Sorbonne. Il avait pu ainsi apprendre, dans le numéro de février de la première publication, que Klein avait organisé, en présence de Hilbert, à la séance du 31 janvier 1905 de la Mathematische Gesellschaft, un exposé sur sa conférence de Saint-Louis du 24 septembre 1904, et, dans le numéro paru le 15 avril de la seconde publication, que Hilbert avait décidé la tenue d'un séminaire consacré à la théorie des électrons lors du prochain semestre d'été de 1905. Aussi avait-il pu rédiger sa note aux *C. R.* du 5 juin en particulier avec l'intention de tenir Klein informé de l'avancement de son travail depuis sa conférence de Saint-Louis, huit mois auparavant. Il savait que Klein, le meilleur de ses lecteurs depuis 1881, la recevrait, la lirait aussitôt, et la ferait lire à Hilbert dès le début de son séminaire, car elle était au cœur de son sujet.

Dès la lecture de cette note, Hilbert n'avait pu manquer de mesurer la supériorité du travail de Poincaré sur celui de Lorentz de 1904 qu'il avait étudié, tout en soupçonnant que Poincaré, en la rédigeant, avait eu l'intention de lui montrer que le problème central, qui allait être discuté à son séminaire, était désormais entièrement résolu. Il savait en effet, depuis le 31 janvier, que Poincaré avait, le 24 septembre précédent, énoncé le principe de relativité, et il avait alors, par cette lecture, la révélation que ce principe nouveau, bouleversant la physique, était validé, depuis le 5 juin, par un “ groupe de transformations de l'espace ” à 4 dimensions x, y, z, t , qui laissait invariantes les équations de Maxwell. Ce groupe de transformations, découvert par Poincaré, avait généreusement été dénommé par ce dernier : “ groupe de transformations de Lorentz ”, notion que Lorentz n'avait jamais utilisée.

Poincaré avait pleinement appliqué le Programme d'Erlangen de Klein de 1872, et venait ainsi de réaliser -de façon magistrale- l'idéal que Klein, et Hilbert lui-même, se proposaient d'atteindre : l'application des mathématiques supérieures aux sciences exactes. Cette révélation rappelait les circonstances douloureuses où s'était trouvé Klein en 1881.

Hilbert avait déjà alors quelques motifs d'exaspération à l'encontre de Poincaré, bien involontairement suscités par ce dernier, tout particulièrement par la recension, qu'il avait faite en 1902, de son ouvrage majeur : *Sur les Fondements de la Géométrie de 1899*. Poincaré y laissait apparaître, au milieu d'éloges sincères, quelques réticences importantes sur la faiblesse du rôle, concédé par Hilbert, de l'intuition dans la création mathématique. Ces réticences semblaient impliquer des doutes à propos de la méthode axiomatique de Hilbert, dont celui-ci voulait faire son grand œuvre, en physique comme en mathématiques : ce thème figurait du reste parmi les célèbres *23 Problèmes*, qu'il avait proposés lui-même aux mathématiciens, réunis en 1900 à Paris, lors du Congrès de Mathématiques organisé par Poincaré. On sait qu'il fallut attendre 1930, pour que K. Gödel, par son fameux théorème d'incomplétude, démontre définitivement la vanité du projet de Hilbert, dont la révélation, écrit C. Reid, la biographe de Hilbert, en 1969, rendit ce dernier “ d'abord furieux et frustré ”, ainsi qu'il avait dû l'être, en juin 1905, à la lecture de la note aux *C. R.* de Poincaré. Hilbert pouvait, en outre, craindre que cette grande percée de Poincaré en Physique mathématique, sur un sujet aussi fondamental, ne lui

assurât, si elle était divulguée, l'attribution certaine du Prix Bolyaï, qui devait consacrer le plus grand mathématicien vivant, et qui allait être décerné en octobre.

Mais ce n'était pas tout : Hilbert devait également tenir compte de la situation politique du milieu de 1905. Après les victoires de la Prusse sur l'Autriche en 1866 et sur la France en 1871, et la création de l'Empire, les progrès économiques et démographiques surprenants de l'Allemagne en avaient fait la plus grande puissance économique au début du XX^{ème} siècle. Comme l'a observé Raymond Aron le XX^{ème} siècle aurait pu être un siècle allemand. Mais ces succès suscitaient les inquiétudes de ses voisins. L'Allemagne se voyait menacée d'encerclement par l'alliance franco-russe à laquelle devait se joindre fatalement la Grande Bretagne, fidèle à sa politique de bascule en Europe.

En 1905 cependant la France était affaiblie par ses querelles internes. La durée du service militaire avait été réduite à deux ans. Et la Russie après sa défaite terrestre à Moukden en mars, et sa défaite navale à Zushima en mai, face aux Japonais était agitée de troubles révolutionnaires. Ni la Grande Bretagne, ni les Etats-Unis n'étaient encore en mesure d'intervenir sur le continent. L'occasion était donc à saisir : elle ne se représenterait peut-être jamais plus. Le Général von Schlieffen, Chef d'Etat-Major, proposa à l'Empereur une guerre préventive contre la France. Et cette guerre, rapidement gagnée, aurait pu assurer à l'Allemagne l'hégémonie mondiale : l'année 1905 pouvait être pour l'Allemagne l'année du destin. La crise qui avait éclaté, le 30 mars, entre la France et l'Allemagne à propos du Maroc était visiblement un signe précurseur de cette stratégie. Devant la menace précise de guerre, le Ministre français des Affaires étrangères, Théophile Delcassé, promoteur du rapprochement avec la Grande Bretagne, avait dû démissionner le 6 juin : “ humiliation sans précédent ” dira Georges Clémenceau.

Dans cette conjoncture extraordinairement tendue entre la France et l'Allemagne, Hilbert pouvait pressentir que le Ministre de la Culture et son Directeur Altdorf, chargé des Universités, se seraient indignés de ce qu'un triomphe aussi considérable de la science française eut été permis grâce à la consécration du travail de Poincaré par une Université allemande, et particulièrement par celle de Göttingen, dont le prestige était incomparable. Le séminaire sur la théorie des électrons étant déjà commencé à l'arrivée de la note aux *C. R.* de Poincaré du 5 juin, vraisemblablement vers le 10 juin, Hilbert ne pouvait plus l'annuler. Il aurait dû alors l'ajouter à son programme, ainsi que la conférence du 24 septembre 1904 de Poincaré à Saint-Louis, parce que celle-ci prenait alors tout son sens. Pour les raisons que nous venons d'exposer, à la fois d'intérêt personnel et d'intérêt national, fort peu scientifiques, mais parfaitement compréhensibles, il s'y est refusé. Il s'est trouvé alors contraint d'écarter délibérément aussi de son programme le *Mémoire* si important de Lorentz du 27 mai 1904 : en effet il ne pouvait plus en maintenir l'examen sans tomber dans le dilemme suivant :

- ou bien il devrait en tirer les mêmes conclusions relativistes que Poincaré, sans le citer, mais le plagiat aurait été trop évident,
- ou bien il n'en tirait aucune conclusion, mais il courait alors le risque qu'on constate qu'il n'avait rien compris à ce qui était apparu clairement à Poincaré, humiliation insupportable pour lui.

Hilbert avait donc décidé de ne pas révéler la découverte de Poincaré aux étudiants de son séminaire, mais la révélation pouvait être faite par d'autres, avec les mêmes conséquences, qu'il fallait à tout prix éviter.

La thèse généralement admise à propos de l'article fondateur de l'article "fondateur" de la relativité, signé par Einstein est que celui-ci l'aurait rédigé solitairement à Berne en juin 1905, sans même connaître le mémoire de Lorentz de 1904, ni aucun autre texte postérieur à 1895. Après notre comparaison de cet article avec ceux de Poincaré publiés antérieurement, cette thèse nous paraissait insoutenable, comme nous l'avons exposé dans l'article *Poincaré et la Relativité*, écrit en 1994, à partir des seuls faits que nous connaissions alors. Nous avons ainsi été conduit à admettre que ce texte était le résultat d'une compilation, notamment du mémoire de 1904 de Lorentz, de l'ouvrage *Electricité et Optique* de Poincaré, de sa conférence de Saint Louis de septembre 1904, et de sa note aux C. R. du 5 juin 1905, sans toutefois avoir la preuve que ces textes étaient connus du signataire de l'article.

La révélation du séminaire de juin juillet 1905, de son déroulement et de l'attitude de Hilbert à l'égard de la découverte de Poincaré, nous oblige à revenir sur notre hypothèse précédente et à adopter la conclusion suivante :

La compilation a été faite, non à Berne par Einstein, mais à Göttingen.

En effet cette révélation nous apporte tout d'abord la preuve que les textes principaux objets de la compilation étaient connus et compris à Göttingen dès le début du séminaire. Elle permet ensuite de comprendre, dans le détail, comment a été rédigé l'article "fondateur" à l'initiative de Hilbert :

- Ce texte devait nécessairement contenir le principe de relativité la procédure de réglage de horloges et la transformation mais ne devait pas mentionner le mémoire de Lorentz, car il serait apparu alors trop visiblement comme inspiré par la note du 5 juin de Poincaré, ce que redoutait Hilbert comme on l'a vu.
- Ce texte ne devait utiliser que des mathématiques rudimentaires compatibles avec les connaissances supposées limitées de son signataire ultime. Mais il contient cependant les termes de transformation et de groupe, alors inconnus des physiciens dans le sens où ils étaient employés, sauf de ceux de Göttingen. Ils n'étaient pas indispensables pour un exposé simplifié, mais le rédacteur n'a pu cependant s'empêcher de les placer discrètement dans le texte fabriqué, de façon à faire apparaître aux mathématiciens qui le liraient, la parenté profonde du principe de relativité avec le programme d'Erlangen de Klein.
- L'étude des effets du mouvement de la Terre sur les ondes électromagnétiques avait été inscrite au programme de la session du séminaire dirigée par Wiechert, Directeur de l'Observatoire de Göttingen, et les démonstrations de ces effets, l'effet Doppler et l'aberration, rendues particulièrement faciles par la transformation, ont été données dans le paragraphe 7 du texte fabriqué. Celle de la pression de radiation sur un miroir en mouvement, traitée laborieusement par Max Abraham en 1903 à Göttingen, a de même été traitée facilement au § 8. Ces démonstrations n'étaient pas indispensables pour asseoir la théorie, mais incorporées au texte "fondateur", elles constituaient une preuve de sa rédaction à Göttingen.

Toutes ces circonstances, qui expliquent la rédaction de ce texte à Göttingen, n'auraient pu se trouver réunies ailleurs, précisément au moment où il a été rédigé.

La révélation du déroulement du séminaire de Hilbert permet alors de comprendre le rôle de Planck dans cette affaire : Planck, instruit aussitôt par Hilbert, aurait été convaincu de l'importance capitale de la découverte de Poincaré et de l'intérêt de lui faire attribuer une origine germanique : elle remettait en question la physique et les "idées à priori" de Kant sur l'espace et le temps.

Après la rédaction de l'article fondateur à Göttingen la seconde étape de l'opération revenait alors à Planck. Il fallait en effet que cet article soit publié dans les *Annalen der Physik* sous une signature convenable, ce qui n'était possible qu'avec son aide, notamment pour que soient acceptées les corrections inévitablement apportées au manuscrit reçu le trente juin, rédigé rapidement. Puis, Planck, après avoir empêché la publication d'une recension de la note du 5 juin de Poincaré dans les *Beiblätter*, devait faire un éloge quasi officiel de l'article ainsi protégé. La science allemande, dominante et disciplinée, pèserait alors de tout son poids en faveur de la nouvelle théorie et de son auteur ainsi désigné.

Nous verrons plus loin pour quelles raisons Einstein a été choisi pour signer cet article.

5. Planck et Einstein, 1904-1912

Le physicien américain J. W. Gibbs fit paraître à Londres en mars 1902 un ouvrage de thermodynamique extrêmement novateur. Malgré les difficultés qu'il posait au lecteur, il fut l'objet des plus grands éloges de Planck et de Poincaré.

Einstein fit parvenir aux *Annalen* le 26 juin 1902 un article de thermodynamique dont la ressemblance avec l'ouvrage de Gibbs a paru "étonnante" au physicien Max Born. Les deux articles publiés en 1903 et 1904 par Einstein, sur le même sujet, présentaient aussi des analogies très fortes avec l'ouvrage de Gibbs. Cependant la conclusion du troisième article, celui de 1904, comportait une remarque qui, bien qu'erronée, n'avait pu manquer d'attirer l'attention de Planck, car elle concernait la fluctuation d'énergie d'un petit volume de rayonnement. Comme on sait, le rayonnement était alors le thème d'étude majeur de Planck.

C'est à cette époque que Planck et Einstein sont entrés en correspondance, d'après la révélation qu'en a faite en 1952 un ami d'Einstein, C. Habicht, interrogé par un historien suisse, et cette correspondance portait sur la théorie quantique.

Quatre ans après la publication de sa théorie du rayonnement du corps noir, fondée sur l'hypothèse du quantum d'action h , aucun soutien n'était venu des autres physiciens qui demeuraient sceptiques. Selon la théorie de Planck, l'émission et l'absorption de la lumière de fréquence ν s'opéraient par quanta d'énergie $h\nu$. On savait que la lumière est capable d'arracher des électrons aux métaux qu'elle éclaire. Mais, en 1902, une découverte de Ph. Lenard avait particulièrement attiré l'attention : l'énergie de ces électrons ne dépend pas de l'intensité de la lumière reçue par le métal, mais seulement de sa fréquence. Cette découverte devait valoir le Prix Nobel à Lenard dès 1905. La fréquence d'une radiation ultra violette du spectre solaire est de l'ordre de 10^{15} Hertz, le quantum d'énergie correspondant est égal à $6,6 \cdot 10^{-29}$ Joule soit 4 e. V. Or l'énergie maximum des électrons arrachés par la lumière d'une lampe à arc, d'après Lenard, est de 1 électron-Volt. Ce résultat était encourageant pour Planck mais encore trop approximatif pour être utilisé par lui comme argument en faveur de sa théorie.

Pour un physicien peu averti, cette découverte pouvait s'expliquer immédiatement en supposant que la lumière se propage par petits grains d'énergie $h\nu$. L'un d'entre eux venant frapper un électron quasi ponctuel, lui confère une énergie égale à $h\nu$, diminuée de l'énergie d'extraction, c'est-à-dire toujours inférieure à $h\nu$. Mais cette explication rudimentaire aurait pu être aussitôt

ridiculisée par un physicien averti qui aurait montré que les interférences devenaient alors inexplicables, puisqu'elles ne pouvaient provenir de l'interaction de deux quanta ponctuels de lumière émis indépendamment, et donc ne possédant pas la même phase, à supposer qu'ils pussent être dotés d'une phase : l'interférence ne saurait provenir que d'un seul quantum en interaction avec lui-même, qui ne saurait donc être ponctuel. C'est d'ailleurs, pour l'essentiel, ce qu'a déclaré Lorentz de façon péremptoire en 1911.

On sait que l'idée du grain de lumière n'était pas neuve, puisqu'elle était à la base de la " théorie de l'émission " de Newton, laquelle avait du être abandonnée précisément pour ces raisons très fortes, après les expériences de Fresnel de 1818. Et cependant, un article, signé d'Einstein, fut reçu le 8 mars 1905 par les *Annalen der Physik*. Dès l'introduction, il était allégué que la photoélectricité, ainsi qu'un ou deux autres phénomènes, " pouvaient être mieux expliqués, si l'on admettait qu'un rayon lumineux était constitué d'un nombre fini de quanta d'énergie localisés en des points de l'espace, se déplaçant sans se diviser, et pouvant être absorbés ou engendrés comme un tout ". On ne devrait pas pouvoir écrire n'importe quoi dans une revue de physique honorable et cependant cet article fut publié avec l'approbation de Planck par les *Annalen*, alors qu'il aurait dû être rejeté, comme l'aurait été un article sur le mouvement perpétuel.

Cette approbation peut s'expliquer par le très vif désir de Planck de forcer l'attention de ses collègues sur sa théorie quantique. Quand à Einstein qui connaissait bien les équations de Maxwell et la théorie des interférences, il ne pouvait croire lui même à cette théorie des grains. On peut comprendre que la rédaction de cet article a résulté d'une collaboration de Planck et d'Einstein, comme l'indiquerait la correspondance qu'ils ont échangée à cette époque. Einstein l'aurait signé, comme il avait signé ses articles de thermodynamique, d'abord pour attirer l'attention sur lui, en ressuscitant le grand souvenir de Newton, mais aussi pour se rendre utile à Planck.

Par la suite Einstein devenu célèbre et ses admirateurs après lui, chercheront à justifier cette thèse injustifiable. Ils prétendront même voir dans cet article une anticipation géniale de la théorie quantique à laquelle en fait il n'a donné aucune impulsion créatrice puisqu'il a fallu attendre 1912 et 1913 avec Poincaré et Bohr qui ne s'en sont jamais réclamés.

Selon la machination montée avec Hilbert en juin 1905, Planck devait faire publier sans délai dans les *Annalen* le texte rédigé à Göttingen avec l'aide de Minkowski. Il avait lu l'ouvrage de Gibbs de 1902 et les articles de thermodynamique d'Einstein, et avait dû se convaincre qu'Einstein avait plagié Gibbs. Il l'avait incité à publier l'article du quantum ponctuel. On voit ainsi comment il avait pu proposer à Einstein de signer cet article sans faire courir aucun risque à l'Université allemande à laquelle il n'appartenait pas.

Et Einstein, qui ne se voyait aucun avenir à Berne à la mesure de ses ambitions, ne pouvait repousser cette proposition, extrêmement flatteuse pour lui. On voit comment il a pu être entraîné, **dès le mois de juin 1905**, dans un tourbillon dont il n'est jamais plus sorti.

Les protagonistes de la machination ne pouvaient ignorer qu'ils conféraient à Einstein un pouvoir considérable en en faisant leur complice. Mais ils pouvaient estimer pouvoir conserver sur lui une influence suffisante, telle celle du maître sur son élève. De toute façon, Einstein était pour eux préférable à Poincaré, car, devaient-ils penser, celui-ci était et resterait dans la sphère germanique et ne pourrait porter ombrage à Hilbert ni à Planck.

On ne peut savoir exactement, comment, ni quand, le texte, vraisemblablement forgé à Göttingen, est parvenu à Einstein et à la revue des *Annalen der Physik*. Deux dates sont sûres : celle de la réception de la note aux *C. R.* du 5 juin à Göttingen, vers le 10 juin, et celle de la publication du Cahier n° 10, du volume 17 des *Annalen der Physik* contenant l'article d'Einstein, le 26 septembre. D'après les *Annalen der Physik*, le manuscrit de cet article aurait été reçu le 30 juin. Cette date est probablement authentique, pour la raison que selon une consigne stricte, elle devait être enregistrée aussitôt par le personnel de la revue, dès la réception des manuscrits, car elle pouvait être importante en cas de contestation d'antériorité, et il aurait été délicat pour la direction de la revue de l'antidater.

En revanche, c'est à cette dernière qu'il revenait de juger si les corrections apportées aux manuscrits n'en changeaient pas le sens. Après la suppression délibérée de la recension de la note aux *C. R.* de Poincaré, on peut avoir des doutes sur son objectivité, et penser que le manuscrit, reçu le 30 juin, a pu être largement amendé. D'ailleurs, le temps n'a pas manqué pour ces corrections, puisque l'article "fondateur" n'a été publié que le 26 septembre. Au cours de ces corrections, Planck a pu introduire une remarque au paragraphe 8, selon laquelle, pour un observateur en mouvement, un "complexe de lumière" voit sa fréquence varier comme son énergie, ce qui rappelle irrésistiblement sa formule $E = h\nu$. Le rédacteur du texte forgé à Göttingen n'y avait sans doute pas pensé.

La machination suivit ensuite son cours : Planck, qui avait tout pouvoir, a dû donner instruction au Directeur des *Beiblätter* de ne pas publier la recension de la note du 5 juin de Poincaré. Dès la publication de l'article "fondateur" signé d'Einstein, il organisa un séminaire inoubliable pour l'expliquer aux étudiants de Berlin. Il prononça en mars 1906 une conférence à la Société de Physique, à la gloire du principe de relativité, ce que nous savions déjà sans que nous puissions comprendre les vraies raisons de Planck.

La collaboration apportée à Planck par Einstein encore secrète en 1905 se montra de plus en plus clairement par la suite.

A la fin de 1905, le Physicien W. Nernst, que Planck avait fait venir à Berlin cette année-là, avait énoncé une théorie thermodynamique qui pouvait signifier que l'entropie, donc aussi la chaleur spécifique des solides, tendent ensemble vers zéro au zéro absolu des températures. Planck ne pouvait éviter d'interpréter cette théorie naissante dans un sens favorable à sa propre théorie quantique sinon on pourrait se demander à quoi il passait son temps.

En effet, d'après celle-ci, l'énergie du rayonnement noir, pour une fréquence donnée, s'exprime par une fonction de la température, dont la dérivée tend vers zéro au zéro absolu, et le rayonnement est en équilibre avec des oscillateurs matériels de même fréquence, auxquels on pourrait, en première approximation, assimiler les atomes d'un corps solide. Par conséquent la dérivée par rapport à la température de l'énergie des oscillations de ces atomes devrait s'annuler au zéro absolu, c'est-à-dire aussi la chaleur spécifique dans le cas des solides qui ne subissent pas de dilatation thermique notable : les deux théories conduisaient donc à la même conclusion.

Cependant, deux obstacles empêchaient qu'il publiât lui-même cette application remarquable de sa théorie : d'abord Nernst pouvait bien ne pas souhaiter que sa propre théorie fût associée à celle de Planck, que personne n'acceptait alors, et en outre, il subsistait des écarts importants entre les valeurs théoriques et les valeurs mesurées des chaleurs spécifiques aux basses

températures, en particulier dans le cas du diamant, qui pouvaient la mettre en péril. On peut ainsi comprendre pourquoi, ces idées fort simples, venues d'abord à l'esprit de Planck, qui ne pensait qu'à sa théorie et aux moyens de la faire admettre, furent publiées en 1907 dans un article signé d'Einstein, parvenu en novembre 1906 aux *Annalen der Physik*. C'est Nernst lui-même qui, en une occasion propice en 1911, révéla l'antériorité de Planck.

En juin 1907, Planck publia un long mémoire, qui comportait une hypothèse fort importante et originale, selon laquelle, si l'énergie est douée d'inertie, comme l'avait démontré Poincaré en 1900, ce que Planck ne rappela pas, elle doit aussi être pesante. Car, ainsi que Eötvös l'avait établi, au milliardième près vers 1890, la masse inerte et la masse pesante de tout objet matériel sont égales. Or la matière contient du rayonnement en proportion variable selon sa nature et sa température. Planck, savant officiel du Reich, ne pouvait aller plus loin.

Einstein publia un article en décembre 1907, dont les trois conclusions principales découlent directement de l'hypothèse de Planck et de sa théorie quantique : la lumière étant pesante, sa vitesse doit varier dans un champ de pesanteur, comme celle d'un corps matériel, sa fréquence doit diminuer comme son énergie h lorsque s'accroît le potentiel de gravité, et enfin toute énergie, étant elle-même pesante, doit s'accroître d'une énergie de gravitation dans un champ de pesanteur.

Einstein ajouta l'idée d' "équivalence" pour décrire les lois physiques de deux référentiels, l'un accéléré mais sans gravitation, l'autre non accéléré mais avec gravitation. Cette idée étant déjà complètement admise pour les phénomènes mécaniques, son extension à tous les phénomènes était identique à l'hypothèse de Planck sur la pesanteur de l'énergie.

Il conclut pour son propre compte, c'est à dire cette fois sans qu'il y fut poussé par Planck que cette "équivalence" étendait le principe de relativité au cas du mouvement rectiligne uniformément accéléré. Or, cette extension constituait une appropriation indue du principe de relativité de Poincaré, puisqu'elle ne procédait pas d'un groupe de transformation de l'espace généralisant celui qu'avait découvert Poincaré, et qui justifiait ce principe, que celui-ci, le premier avait énoncé en 1904. Planck lui reprochera à juste titre cette initiative à l'occasion de sa réception à l'Académie de Berlin en 1914.

Cependant, l'article sur le quantum ponctuel de lumière de 1905, signé d'Einstein, n'avait suscité aucun écho, malgré, ou plutôt à cause, de son caractère absurde. Le quantum d'action restait ignoré, ce qui nuisait à la réputation de Planck en tant que théoricien de la physique. Planck décida d'organiser sa propre publicité, à l'occasion d'un Congrès scientifique tenu en 1909 à Salzbourg. Président de séance, Planck, en dépit de l'intérêt du Congrès pour la relativité et pour son fondateur, donna alors la parole à Max Born sur ce sujet, et il confia à Einstein le soin d'un exposé "sur la nature et la constitution de la radiation". Celui-ci reprit donc les arguments de 1905, avec quelques additions, mais personne ne fut prêt à le suivre, excepté un professeur adjoint de l'Université de Greifswald, J. Stark, dont la carrière pouvait dépendre de Planck. En tout cas, Planck, sans prendre parti pour Einstein, avait au moins réussi à attirer l'attention du Congrès sur le quantum d'action... et sur Einstein.

Dans un article de juin 1911, Einstein reprit les idées de son article de 1907, qui découlaient de l'hypothèse de Planck sur la pesanteur de l'énergie. Mais cette fois il abandonna la relativité "habituelle", d'autant plus facilement qu'il n'en était pas l'auteur, en renonçant explicitement au principe de la constance de la vitesse de la lumière. Et cet abandon lui permit de calculer la

courbure d'un rayon lumineux dans un champ de gravitation, qu'il estima à 0,85 d'arc pour un rayon rasant le soleil, en appliquant le principe de Huygens, du mathématicien et physicien Christiaan Huygens (1629-1695), valable dans les milieux d'indices de réfraction variables. Ce résultat avait, en fait, déjà été établi par l'astronome allemand Soldner en 1803, en partant de la théorie de l'émission de la lumière de Newton. Einstein rechercha les moyens de confirmer ce calcul par l'observation d'une éclipse de soleil, en prenant contact avec l'astronome adjoint Freundlich, de l'Observatoire de Berlin-Babelsberg, avec le soutien de Planck qui se révéla plus tard.

Planck fut encore à l'origine d'un conseil scientifique qui réunit les plus grands physiciens à Bruxelles sous l'égide de l'industriel Solvay, en novembre 1911, Planck y fit participer Einstein. Toute la question des chaleurs spécifiques des solides ayant progressé sur le plan expérimental grâce au travail de Nernst, elle fut l'objet d'exposés de la part de Nernst et d'Einstein. C'est à cette occasion que Nernst révéla sans ambiguïté que la théorie quantique de la chaleur spécifique avait été d'abord conçue par Planck, ce qui n'aurait dû surprendre personne, mais qui ne pouvait faire plaisir à Einstein, et que Lorentz rejeta catégoriquement la théorie du quantum ponctuel. C'est à cette occasion aussi que se révéla la rupture entre Planck et Einstein. Celui-ci déclara que la théorie de Planck -dont il avait déclaré en 1909 le rejet "impensable"- était incohérente, parce qu'elle s'appuyait à la fois sur la mécanique classique, en même temps que sur son abandon -ce que tout le monde savait- et que le résultat des mesures des chaleurs spécifiques obtenus par Nernst, bien qu'en très bon accord avec la théorie de Planck, ne la justifiait nullement.

Le Conseil Solvay eut une conséquence importante : Poincaré publia en janvier 1912 un article sur la théorie de Planck qui constitue le premier soutien convaincant, apporté à cette théorie. Il y démontrait que l'adoption du quantum h était inévitable si l'on admet les résultats expérimentaux exprimés par la formule de Planck. Cet article déclencha un intérêt sérieux pour cette théorie chez tout un cercle de physiciens, jusqu'alors restés sceptiques, comme ce fut le cas, par exemple, pour le physicien J. H. Jeans de Cambridge, qui avait assisté à ce Conseil Solvay. Niels Bohr était alors à Cambridge dans l'entourage de Jeans. Il présenta la première application, généralement acceptée, de la théorie de Planck dans son célèbre article de juillet 1913, où il mentionnait l'article de Poincaré.

Dans la mécanique classique, celle de la loi d'attraction en k/r^2 , le potentiel de gravitation en un point est lié à la densité de matière en ce point par la formule de Poisson (1813) : $\Delta\phi = 4\pi k\rho$, où Δ représente le laplacien, somme des dérivées secondes par rapport à x, y, z .

Le physicien Max Abraham, de Göttingen, qui avait apporté une contribution remarquable à l'électromagnétisme, était resté hostile à la théorie de la relativité, et avait repris l'idée antirelativiste de la variabilité de la vitesse de la lumière, corollaire à l'hypothèse de Planck de la pesanteur de l'énergie, dans un article de janvier 1912 : il eut l'idée originale de généraliser la formule de Poisson dans l'espace à 4 dimensions x, y, z, t , en remplaçant le laplacien par le d'Alembertien, c'est à dire en ajoutant au laplacien un terme contenant la dérivée seconde du potentiel par rapport au temps, ce qui a pour conséquence que le potentiel de gravitation devient alors fonction de la vitesse de la lumière.

A son tour, dans un article écrit en mars 1912, Einstein reprit à son compte l'idée d'Abraham, en généralisant la formule de Poisson, et en posant l'identité du potentiel de gravitation avec la vitesse de la lumière, dans le cas d'un champ statique, la formule de Poisson devenant alors :

$$\Delta c = k \rho.$$

Mais il dut, un mois plus tard, dans un article paru en même temps que le précédent, ajouter un terme au second membre de sa formule, car il n'avait pas tenu compte du troisième corollaire de l'hypothèse de Planck selon lequel l'énergie, étant elle-même pesante, doit être augmentée d'une énergie de gravitation dans un champ de pesanteur. Cette modification, due sans doute à une critique de Planck, ne permettait plus d'appliquer le " principe d'équivalence ", sauf dans un espace infiniment petit, ce que l'on savait déjà, puisqu'il n'existe pas de champ de gravitation uniforme.

On notera que les formules d'Abraham et d'Einstein, généralisant celle de Poisson, restaient scalaires.

Une seconde remarque ajoutée à ce dernier article sans doute également due à Planck est que l'équation du mouvement d'un point matériel dans l'espace à 4 dimensions de la relativité habituelle, soumis uniquement à la pesanteur, s'obtient par une équation, donnée par Planck en 1906 dans le cadre de la théorie de la relativité, où figure la vitesse constante de la lumière. Einstein crut pouvoir appliquer la même équation dans un espace où la vitesse de la lumière est variable. Cette hypothèse malencontreuse d'Einstein va jouer un rôle négatif par la suite.

La conclusion du présent chapitre est que Planck a joué un rôle écrasant dans les publications d'Einstein de 1905 à 1912, mais dans des conditions telles que celui-ci n'était tenu à lui en manifester aucune reconnaissance. C'est d'ailleurs bien ce qui s'est produit.

6. Poincaré à Göttingen, 1909

Le Prix Bolyai qui devait être attribué au plus grand mathématicien vivant, avait été décerné à Poincaré en octobre 1905 à Budapest, ce que Hilbert redoutait si fort, comme nous l'avons vu plus haut. Mais Klein, qui savait pourtant depuis mars qu'il serait désigné comme rapporteur, et, à ce titre, devait rendre compte des œuvres de Poincaré et de Hilbert, résigna ses fonctions " par suite de son état de santé ".

La vraie raison est plus sûrement la suivante : Klein avait été choisi, car il était le mieux placé au monde, pour faire ce rapport qui devait couvrir toutes les sciences mathématiques, y compris la physique. On ne voit pas, comment Klein aurait pu passer sous silence la découverte majeure de Poincaré, qui avait été régulièrement publiée le 5 juin. Mais l'opposition absolue de Hilbert, après ce qui s'était passé à Göttingen en juin-juillet, n'a pu que le contraindre à l'abandon.

Sans doute pour faire savoir à Poincaré que son respect pour son œuvre demeurait intact, Klein, qui présidait les réunions hebdomadaires de la Mathematische Gesellschaft de Göttingen, dont Poincaré pouvait lire les comptes rendus mit à leur ordre du jour, dès la rentrée d'octobre, et jusqu'à la fin de l'année 1905, une rétrospective des travaux de Poincaré en mathématiques, confiée successivement à ses plus brillants collègues. Hilbert n'y participa naturellement pas, montrant ainsi qu'il ne maîtrisait pas plus ses sentiments à l'égard de Poincaré en octobre qu'en juin. C'est Max Abraham qui fit, avec quelque retard, rapport sur les travaux de Poincaré en physique, mais le compte-rendu qui en fut donné, resta des plus succincts.

Minkowski, qui avait pu rédiger l'article signé d'Einstein de 1905, persévéra, avec Hilbert, dans son intérêt pour la relativité en prononçant en septembre 1908 une conférence, largement publiée, intitulée : *Raum und Zeit*. Non seulement il emprunta largement les idées de Poincaré,

dont le nom fut entièrement passé sous silence, mais encore il omit de citer le mémoire de Lorentz de 1904 : on comprend facilement l'un et l'autre oubli après l'épisode du séminaire de juin-juillet 1905.

Cependant, l'attribution du Prix Bolyai à Poincaré, avait, du même coup, pratiquement conféré à ce dernier le rôle de rapporteur pour l'attribution suivante, qui devait avoir lieu en 1910, ce qui, inévitablement, obligeait Hilbert, qui en était le lauréat désigné d'avance, à esquisser un geste de rapprochement à l'égard de Poincaré : il l'invita donc à présenter une série de conférences à Göttingen au printemps de 1909.

Celui-ci prononça cinq conférences en allemand, et une sixième, en français, consacrée à la " mécanique nouvelle ", terme qu'employait toujours Poincaré pour désigner ce qui, depuis 1905, était appelé en Allemagne : " die Relativitäts Theorie ". Il ne mentionna, dans cette dernière conférence, que les noms de Lorentz et d'Abraham, sans citer ceux d'Einstein, de Planck ou de Minkowski. Le silence sur Minkowski, qui venait de mourir, s'adressait, évidemment, aussi, à son ami et protecteur Hilbert.

Par son silence remarqué sur ces trois noms, et l'emploi du français pour cette seule conférence Poincaré ne pouvait mieux faire comprendre à Hilbert qu'il avait bien perçu, pour l'essentiel, la machination de juin 1905. Le malaise qui s'est établi pendant la visite de Poincaré, et " la froideur de la réception " (selon les termes de la biographe de Hilbert C. Reid), ne sont pas restés ignorés des observateurs.

Une cause évidente de cette froideur était que Poincaré l'avait emporté sur Hilbert à Budapest. Une autre cause, sans aucun doute bien plus gênante encore, devait être la connaissance du " secret de Polichinelle " par un certain nombre de mathématiciens et de physiciens présents, car ce secret ne l'était plus guère, même hors d'Allemagne.

Par exemple Mittag-Leffler, mathématicien et éditeur de la revue suédoise *Acta mathematica*, ami de Poincaré, lui écrivit le 5 juillet 1909 : " Vous connaissez sans doute l'opuscule *Raum und Zeit* de Minkowski, ainsi que les idées d'Einstein [ce nom ne figure que dans le brouillon de cette lettre] et de Lorentz sur le même sujet. M. Fredholm [il s'agit d'un mathématicien suédois de premier plan] me dit que vous avez touché des idées semblables, avant les autres, [souligné par nous] (...). Voudriez-vous m'écrire un travail sur ce sujet ? ". On comprend que Poincaré, qui se refusait à ouvrir une polémique avec le jeune Einstein qui ne le méritait pas, comme il l'avait bien montré en avril à Göttingen, ne répondit pas à la demande de Mittag-Leffler.

Poincaré prononça de nouveau ces mêmes conférences à Berlin, en 1910, en qualité de représentant de la Sorbonne, lors de la célébration du centenaire de la fondation de l'Université de Berlin. Elles furent publiées peu après en Allemagne.

Chargé de faire le rapport sur l'œuvre de Hilbert, à l'occasion de l'attribution à ce dernier du Prix Bolyai en 1910, Poincaré accomplit sa tâche avec une parfaite probité scientifique, montrant ainsi une grandeur d'âme, qui, visiblement, n'est pas trouvée partout.

Félix Klein, le 10 mai 1910, soit un an après la visite de Poincaré, fit une communication à la Mathematische Gesellschaft de Göttingen, intitulée : *Les Fondements géométriques du Groupe de Lorentz*. Il y rappela, à juste titre, le rapport entre son Programme d'Erlangen de 1872 et la théorie de la relativité, qu'il appela lui-même : " la théorie des invariants de l'espace-temps à 4

dimensions [l'Univers de Minkowski] par le groupe de Lorentz ”. Le texte de sa conférence fut publié dans le numéro de juin 1911, de la *Physikalische Zeitschrift*, c'est à dire après l'attribution du Prix Bolyai de 1910 à Hilbert.

Dans le texte publié, Poincaré n'est pas cité. Klein savait pourtant, comme Minkowski, que l'expression groupe de Lorentz, et la notion qu'elle recouvrait, étaient dues à Poincaré. Ce silence de Klein constitue une malhonnêteté évidente, qui serait incompréhensible de sa part, si l'on ne savait pas qu'il était devenu inévitable depuis la machination de 1905 et l'occultation de Poincaré par la volonté de Hilbert.

7. Poincaré post-mortem

L'Allemagne avait, comme nous l'avons vu, manifesté un intérêt immédiat pour le principe de relativité de Poincaré de 1905, tout en occultant complètement le nom de son inventeur, ce que nous avons imputé à la compréhension remarquable, à Göttingen, de l'importance décisive de cette découverte, dès qu'elle y fut connue, et à l'existence, à Berlin, d'une politique nationaliste ardente en matière de sciences, comme en d'autres domaines.

La situation de la France était exactement à l'inverse.

Aucun des grands mathématiciens ou physiciens français ni avant ni après sa mort ne manifesta d'intérêt pour son travail, qu'ils étaient cependant les mieux placés pour connaître. Et il ne pouvait y avoir de soutien officiel à Poincaré. Depuis l'affaire Dreyfus, en 1894 sur laquelle Poincaré n'avait pas pris parti, la France s'était progressivement coupée en deux. Le Bloc des Gauches était arrivé au pouvoir en 1902, et pratiquait une politique sectaire au détriment des catholiques et des nationalistes.

Un seul physicien manifesta de l'intérêt pour la relativité dès 1906, ce fut Paul Langevin (1872-1946).

Avec Poincaré, il représenta la France au Congrès de Saint-Louis en septembre 1904. Dans sa conférence, prononcée deux jours avant celle de Poincaré, intitulée : *La Physique des Electrons*, il fit un commentaire du mémoire de Lorentz du 27 mai 1904. Mais il n'y aperçut pas le principe de relativité, ni la transformation, appelée par Poincaré du nom de : “ Lorentz ”, qui ne s'y trouvaient pas.

Langevin a été sûrement le premier physicien du monde à connaître les bases de la théorie de la relativité posées par Poincaré : il l'a entendu prononcer sa conférence de Saint-Louis où se trouve énoncé le principe de relativité, il a certainement lu sa note du 5 juin 1905, où il est lui-même cité, dès sa publication, et il a été destinataire des épreuves du *Mémoire de Palerme*. Son enseignement au Collège de France a été largement consacré à cette théorie, mais il ne l'attribua jamais à Poincaré.

En 1910-1911, il donna un cours intitulé : *La Théorie électromagnétique des Radiations et le Principe de Relativité*. Il y développait un chapitre intitulé : *Découverte par Lorentz, Einstein, et Minkowski, du Groupe exact de Transformations des Equations fondamentales de la Théorie électromagnétique*. Ce cours attira de nombreux auditeurs, notamment E. Borel et J. Becquerel.

Langevin fut chargé en 1913 de rédiger le texte principal sur Poincaré-le-physicien après sa mort, où il prit soin, avec une parfaite maîtrise de l'équivoque, de citer Einstein avant Poincaré à propos du principe de relativité et du groupe de Lorentz.

Langevin aurait-il pu agir de façon aussi désinvolte à l'égard de Poincaré, s'il n'avait eu le soutien de certains de ses collègues d'une autorité plus affirmée que la sienne ? Une machination comparable à celle qui a été montée contre Poincaré en Allemagne ne s'est-elle pas produite en France avec le même résultat : le silence sur la découverte relativiste de Poincaré ? Les deux machinations seraient-elles en rapport l'une avec l'autre ? Nous ne pouvons répondre à ces questions.

Il est clair, en tout cas, que, sans le consternant silence sur la relativité de Poincaré, qui a été total en France, la machination allemande n'aurait pu triompher, comme elle l'a fait si aisément.

Après la première guerre mondiale, Painlevé et Borel, mathématiciens et hommes politiques de premier plan, ralliés aux positions pro Einstein de Langevin, apportèrent avec eux un poids politique décisif, en mesure d'orienter durablement tout le système éducatif en France, particulièrement par la nomination des professeurs et des académiciens. La théorie de la relativité enseignée en France fut exclusivement la " théorie d'Einstein ".

En 1948, Langevin fut inhumé au Panthéon, monument au fronton duquel est inscrit : " Aux grands hommes la patrie reconnaissante. ".

Poincaré est enterré au cimetière Montparnasse.

Le mathématicien suédois Mittag Leffler, Directeur de la revue *Acta Mathematica* déjà cité avait tenté de rassembler pour sa revue des articles sur l'œuvre de Poincaré après sa mort, particulièrement auprès des mathématiciens et physiciens allemands.

W. Wien, Prix Nobel de physique pour 1911 répondit en 1915 :

" Poincaré a apporté à la théorie de la relativité d'importants résultats anticipant les relations mathématiques générales qui apparaissent dans cette théorie, comme l'introduction de la transformation de Lorentz et le quadrivecteur ".

Mais Wien ne cita pas l'énoncé de Poincaré du principe de relativité.

Hilbert, dont on aurait pu attendre une contribution importante sur son plus grand collègue et rival ne fit paraître dans cette revue en 1920 qu'un éloge funèbre de Darboux, décédé en 1916, où il citait Poincaré brièvement, et en passant, sans mentionner aucunement son travail en physique.

Planck apporta sa contribution à Mittag-Leffler en 1922, mais seulement à propos de l'article de Poincaré de 1912 sur la théorie quantique, contribution admirative sans aucun doute, mais complètement muette sur la relativité, si ce n'est peut-être par une allusion.

Einstein répondit, par deux fois en 1920, à Mittag-Leffler, avec beaucoup de retard, qu'il n'avait pas le temps d'apporter une contribution.

Hilbert, Planck et Einstein ne pouvaient faire autrement que répondre que de façon embarrassée à Mittag-Leffler, car ils restaient prisonniers de leur machination de 1905. Celle-ci se trouvait ainsi, quinze ans plus tard, placée sous une lumière révélatrice.

Cependant, il faut le souligner, Planck, malgré les éloges hyperboliques officiels qu'il a adressés à Einstein, ne l'a jamais proposé pour le Prix Nobel pour la relativité "restreinte", ce qui de façon implicite rendait justice à Poincaré. Il ne pouvait faire plus.

On ne trouva que chez les Neutres, H. A. Lorentz, le néerlandais, et A. G. Webster, l'américain, des analyses objectives du travail de Poincaré en relativité.

H. A. Lorentz était le plus diligent des correspondants de Mittag-Leffler, puisqu'il lui a envoyé un texte en 1914, publié au début de 1921. Il y établit clairement l'antériorité de Poincaré sur Einstein, en écrivant :

“ Poincaré a attaché mon nom à la transformation dont je n'ai pas tiré tout le parti possible (...). Cela a été fait par Poincaré et ensuite par Einstein et Minkowski. Je n'ai pas établi le principe de relativité comme universellement et rigoureusement vrai (...). Poincaré a obtenu une invariance parfaite (...) et a formulé le postulat de relativité terme qu'il a été le premier à employer. ”

A. G. Webster était le physicien américain qui présidait la séance du 24 septembre 1904 du Congrès de Saint-Louis, où parla Poincaré. Il était particulièrement compétent pour comprendre le message de Poincaré, ayant été l'adjoint de A. A. Michelson, l'auteur, avec Morley, des célèbres expériences de 1887. Webster rédigea en 1913, pour la revue *Science*, un article rappelant les travaux de Poincaré, en physique, son énoncé du principe de relativité et de la transformation de Lorentz, sans citer Einstein : il est le seul à l'avoir fait avec Lorentz.

Les témoignages de Lorentz et de Webster terminent, en faveur de Poincaré, ce débat post-mortem, en exprimant ce que Planck et Langevin, chacun dans leur camp, auraient dû eux-mêmes exprimer, s'ils n'avaient pas été soumis à des passions déraisonnables, invouables et mensongères.

Les conséquences de la machination de 1905 se sont poursuivies après la mort de Poincaré : Einstein recueillit alors les larges dividendes d'une gloire usurpée.

Troisième partie de l'abrégé

Une gloire usurpée

L'histoire des conséquences de l'attribution à Einstein de la découverte de Poincaré, avec les larges dividendes notamment scientifiques qui lui sont revenus de cette attribution, exposée dans cette troisième partie, révèle un nouvel aspect du fonctionnement des institutions scientifiques.

8. Grossmann et Einstein

miracle à Zürich

1912-1913

La géométrie non euclidienne est née, vers 1820-1830, des réflexions de Gauss, Bolyaï et Lobatchevski. Ils avaient montré qu'on peut se passer, sans contradiction, du cinquième postulat d'Euclide, qui, au deuxième siècle avant notre ère, exigeait qu'il n'existe, dans un plan donné, qu'une seule parallèle à une droite donnée, passant par un point donné.

Parmi toutes les surfaces à deux dimensions, dans un espace à trois dimensions, Gauss choisit celles qui sont assez lisses pour avoir un plan tangent en tout point, dont elles restent voisines à proximité du point de contact. Sur ce plan tangent, on peut tracer des axes de coordonnées orthogonales x_1 et x_2 , et leur appliquer la formule euclidienne de Pythagore pour définir la distance ds entre deux points voisins du point de contact : $ds^2 = dx_1^2 + dx_2^2$. Si l'on dessine sur la surface un double réseau de courbes x_1 et x_2 , sur lesquelles on mesure l'arc séparant deux points voisins, la longueur d'un tel arc s'exprime par la forme quadratique suivante, qui cesse d'être euclidienne :

$$ds^2 = g_{11}dx_1^2 + 2g_{12}dx_1dx_2 + g_{22}dx_2^2$$

Cette idée, encore peu élaborée, fut généralisée par le jeune Riemann (1826-1866) à une multiplicité d'un nombre quelconque n de dimensions. Pour ces multiplicités désormais appelées : "espaces de Riemann", l'élément d'arc ds est défini par la formule générale suivante :

$$ds^2 = \sum_{i,j} g_{ij}dx_i dx_j \text{ avec } i, j = 1, \dots, n \text{ et } g_{ij} = g_{ji}$$

Les coefficients g_{ij} , au nombre de 10 pour un espace de Riemann à 4 dimensions, caractérisent la forme de la surface en chaque point. De même, par exemple, la déformation d'un solide élastique, sous l'effet de tensions, est définie en chaque point par un ensemble de neuf coefficients. C'est pourquoi ces ensembles de coefficients ont été dénommés tenseurs.

La forme ou courbure de la surface, ou la déformation du solide, sont des données intrinsèques, c'est-à-dire que les valeurs des coefficients qui les caractérisent varient avec les systèmes de coordonnées, mais ces variations ne dépendent que des variations du système de référence des coordonnées et nullement de ces données intrinsèques : c'est là la notion de covariance, qui répond à une exigence rationnelle.

En particulier, un changement du système de coordonnées ne modifie pas l'espace qui lui est rapporté. Ainsi la distance ds séparant deux points n'en est pas altérée, et, dans un espace de Riemann, la valeur de son carré,

$$ds^2 = \sum_{i,j} g_{ij}dx_i dx_j$$

reste invariante.

Le mémoire de Riemann ne fut publié qu'en 1867. Il fut aussitôt connu de E. B. Christoffel (1829-1900). Après ses études à Berlin, ce dernier avait été professeur au Polytechnicum, créé depuis peu, de 1862 à 1869, et c'est à Zürich qu'il avait écrit, en 1869, son ouvrage : *Sur les Transformations des Formes quadratiques homogènes*.

On conçoit que ce travail ait été en rapport avec la géométrie des espaces de Riemann, puisque, dans ces espaces, le ds^2 s'exprime par une forme quadratique homogène. C'est à partir du travail de Christoffel que le mathématicien italien G. Ricci Curbastro (1853-1925) développa la technique du calcul différentiel absolu (c'est-à-dire indépendant des coordonnées), ou calcul tensoriel, qui décrit toute une algèbre des tenseurs : addition, multiplication, dérivation, divergence, densité. Ces méthodes ne furent cependant connues que dans un cercle restreint de spécialistes, essentiellement celui de ses anciens élèves et des mathématiciens de Zürich.

Au début du XX^{ème} siècle, la géométrie non euclidienne trouvait aussi une application fondamentale dans la cosmogonie : l'espace infini, euclidien, de Newton ne pouvait plus être accepté en même temps que la loi de pesanteur en $1/r^2$. Dans un tel espace infini, en effet, ou bien la matière est uniformément répartie, et le potentiel de gravitation devrait être partout infini, et la force de gravitation indéterminée, ou bien la matière y est confinée dans des domaines finis, et les astres devraient tomber les uns sur les autres : cette instabilité apparente du ciel impliquait donc une création récente, acceptable à l'époque de Newton, mais démentie depuis lors par les découvertes de la géologie. L'astronome von Seeliger avait proposé une modification de la loi de Newton pour surmonter cette difficulté.

Gauss et Riemann avaient rendu imaginable un univers courbe. L'astronome Schwarzschild (1871-1916) avait avancé, vers 1900, une double hypothèse : celle d'un univers elliptique fini, à courbure positive, comme la surface d'une sphère, ou bien, hyperbolique et infini, mais avec une courbure négative. Poincaré mentionna l'hypothèse d'un univers riemannien fini dans son cours d'astronomie de 1911, pour éviter la mort calorifique de l'univers par égalisation universelle des températures, mais au prix de l'abandon du principe de Carnot appliqué à l'Univers dans son ensemble.

Marcel Grossmann (1878-1936) avait suivi les cours de la section de mathématiques et de physique du Polytechnicum de Zürich de 1896 à 1900. Il y eut H. Minkowski comme professeur, et Einstein comme condisciple. Il montra aussitôt des dons exceptionnels pour les mathématiques, et devint professeur au Polytechnicum en 1907 à 29 ans. Il s'était intéressé à la géométrie non-euclidienne, sur laquelle il publia des travaux originaux dès 1903. Il devait donc connaître les travaux de Gauss et de Riemann, ceux de Christoffel, son prédécesseur au Polytechnicum et ceux de Ricci Curbastro le continuateur de Christoffel. Ce dernier avait d'ailleurs joué un grand rôle dans l'établissement du programme d'enseignement des mathématiques au Polytechnicum, sur lequel Grossmann avait rédigé un rapport pour une commission internationale. Cette proximité de Christoffel et de Grossmann, va jouer un rôle miraculeux dans ce qui va suivre.

Einstein, qui était professeur à Prague, obtint un poste au Polytechnicum. Dès son arrivée à Zürich, en juillet 1912, Einstein fit appel à l'aide de Grossmann, en raison de l'état de confusion où étaient ses travaux. Ceux de 1905, 1907, 1911 et 1912, comme celui de Minkowski de 1908, n'offraient en effet aucune difficulté mathématique pour Grossmann. Ce dernier devait d'ailleurs déjà les connaître, car leur notoriété était déjà grande, et il connaissait Einstein et Minkowski personnellement. Dans l'article de Minkowski, il trouva le quadrivecteur d'énergie-impulsion, et dans celui d'Abraham de janvier 1912, cité et critiqué par Einstein dans son article de mars 1912, il trouva la généralisation de la formule de Poisson dans l'espace x, y, z, it .

Pour Grossmann, géomètre non euclidien, qui savait que l'espace euclidien ne peut convenir à la gravitation, si l'on admet la loi de Newton, il fallait donc essayer l'espace de Riemann, le plus simple après celui d'Euclide. C'est ainsi que Grossmann a donné au problème de la gravitation la solution géométrique que nous allons voir : celle-ci s'est imposée à Einstein.

En langage géométrique, la trajectoire d'un point matériel libre dans un champ de gravitation statique, sur lequel ne s'exerce aucune autre force, a, d'après Planck (1906), cité par Einstein en mars 1912, pour équation variationnelle :

$$\delta \int \sqrt{c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2} = 0$$

Elle s'applique dans un espace pseudo-euclidien dont le ds^2 s'écrit :

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2.$$

Mais, pour Grossmann, dans un espace riemannien, comme nous venons de le rappeler, c'est évidemment l'élément de ligne :

$$ds^2 = \sum_{\mu\nu} g_{\mu\nu} dx_{\mu} dx_{\nu},$$

qui s'applique alors.

Les 10 coefficients $g_{\mu\nu}$ du tenseur métrique de l'espace-temps riemannien jouent alors le rôle de potentiels de gravitation, car ils déterminent le mouvement du point matériel libre. Ces 10 potentiels remplaçant l'unique potentiel scalaire de Poisson, le point matériel décrit alors une géodésique de l'espace-temps riemannien. Grossmann était alors conduit à généraliser l'équation de Poisson, mais en lui conférant désormais une forme non plus scalaire, comme l'avaient fait Abraham et, à sa suite, Einstein, mais tensorielle.

Cette généralisation devait être obtenue formellement en plaçant, d'un côté de l'équation, un tenseur de gravitation, dont les composantes devaient être elles-mêmes fonction des dérivées des 10 coefficients $g_{\mu\nu}$ par rapport aux coordonnées, de même que le $\Delta\phi$ de Poisson contient les dérivées du potentiel scalaire par rapport à x , y et z , et de l'autre côté de l'équation, un tenseur matériel, devant généraliser le second membre de l'équation de Poisson $4\pi k\rho$, où ρ représente la densité de matière, ou, mieux encore, généralisant le quadrivecteur d'impulsion-énergie, qui est un tenseur de rang 1, la matière et l'énergie étant équivalentes en relativité.

Dans cette théorie géométrique la courbure de l'espace gravitationnel est liée à la présence de matière ou d'énergie. La courbure de l'espace de Riemann s'exprime avec les dérivées premières et secondes des $g_{\mu\nu}$, de même que la courbure d'une courbe plane $y = f(x)$ s'exprime avec la dérivée seconde de y par rapport à x . Le tenseur, dit de Riemann-Christoffel, de rang 4, qui exprime la courbure d'un tel espace, s'annule pour un espace plat, c'est-à-dire que toutes ses composantes sont alors nulles. L'adoption de ce tenseur comme tenseur de gravitation aurait conduit, dans les régions de l'espace dépourvues de matière et d'énergie, à évaluer ce tenseur à zéro, puisque le tenseur matériel est nul pour ces régions. Ces régions de l'espace auraient été euclidiennes et dépourvues de champ de gravitation, ce qui aurait été manifestement contraire, à la courbure des orbites des planètes dans le vide sidéral.

C'est ce qui conduisit alors Grossmann à proposer, comme tenseur de gravitation, le tenseur de Riemann-Christoffel contracté, de rang 2, noté $R_{\mu\nu}$, dit : tenseur de Ricci, ainsi appelé parce qu'il a été découvert par ce mathématicien dont Grossmann, mais non-Einstein, connaissait les travaux, comme nous l'avons souligné plus haut. Grossmann avait été conduit à choisir ce tenseur, parmi d'autres, parce qu'il est le seul dont les composantes contiennent seulement des dérivées premières et des expressions linéaires des dérivées secondes, des coefficients $\xi_{\mu\nu}$ par rapport aux coordonnées, propriété généralisant celle du $\Delta\phi$ de la formule de Poisson : **il fournit la loi la plus simple qu'on puisse adopter.**

Dans les régions dépourvues de matière et d'énergie, l'équation tensorielle de la gravitation se réduit alors à :

$$R_{\mu\nu} = 0$$

Sans qu'il y paraisse, Grossmann venait ainsi de faire des choix de physicien, d'abord en faisant l'hypothèse physique, entièrement nouvelle que l'espace-temps, où s'opère la gravitation, est un espace de Riemann, et ensuite, en se laissant guider, dans la recherche de la solution, par l'analogie nécessaire de celle-ci avec le potentiel de Poisson, lui-même dérivé de la loi physique de la gravitation universelle.

Il aurait été possible, aussitôt, à partir de la solution proposée par Grossmann, en utilisant les données astronomiques connues, avec les connaissances mathématiques convenables, de calculer la déviation de la lumière due au Soleil, et de retrouver la formule de Gerber (1898), exprimant l'avance du périhélie des planètes du système solaire. Ce furent ces deux résultats qui ont assuré, le 6 novembre 1919, comme nous le verrons le triomphe d'Einstein sur la scène médiatique, d'où Grossmann avait entièrement disparu.

Mais Einstein avait une raison péremptoire à opposer à Grossmann, et son autorité était sans réplique, depuis que Planck lui avait décerné le statut de nouveau Copernic à l'occasion d'une conférence donnée à l'Université Columbia de New York en 1909. Pour Einstein il fallait que la solution retenue restât compatible avec l'équation du mouvement du point matériel qu'il avait lui-même donnée à la fin de son second article d'avril 1912, où la vitesse de la lumière c était variable, car la variabilité de la vitesse de la lumière dans cette équation était la seule contribution personnelle d'Einstein, aussi tenait-il à la conserver. Mais cette condition exigeait que la géométrie spatiale de l'espace-temps fût euclidienne : elle était incompatible avec le tenseur de Ricci, qui implique que l'espace-temps soit courbe dans toutes ses dimensions. Grossmann dut s'incliner, mais fit savoir, avec délicatesse à l'égard d'Einstein, dans l'article qu'il rédigea, qu'il avait choisi ce tenseur et pourquoi il avait été écarté.

Einstein adopta alors une solution non covariante, montrant ainsi qu'il n'avait pas compris les leçons qu'il venait de recevoir sur la théorie tensorielle.

Le résultat de ce travail fut envoyé en juin 1913 à la *Zeitschrift für Mathematik und Physik* qui le publia sous le titre : *Essai d'une théorie de la Relativité générale et d'une Théorie de la Gravitation* en deux parties : une partie physique par A. Einstein, une partie mathématique par M. Grossmann.

Einstein quitta Zürich pour Berlin en mars 1914. Puis la guerre éclata. Il ne devait plus jamais travailler avec Grossmann. La situation était bloquée. Seul un fait nouveau considérable, pouvait contraindre Einstein à revenir à la solution de Grossmann qu'il avait écartée.

9. Beau temps à Théodosia, 21 août 1914

D'après les calculs de 1911 d'Einstein, fondés sur l'hypothèse de la pesanteur de l'énergie, avancée par Planck en 1907, cette déviation devait atteindre 0,83'' d'arc pour les rayons rasant le soleil. Dès 1911 Einstein avait interrogé E. Freundlich, attaché à l'Observatoire de Berlin-Babelsberg, sur les moyens de vérifier cette déviation ; celui-ci, à son tour, avait pris contact avec C. D. Perrine, astronome américain, alors Directeur de l'Observatoire argentin de Cordoba, dépendant de l'Observatoire Lick des Etats-Unis, qui avait déjà photographié plusieurs éclipses totales du Soleil.

Freundlich avait alors fait le projet d'une expédition en Crimée destiné à mesurer cette déviation à l'occasion d'une éclipse de Soleil du 21 août 1914, grâce aux conseils et à l'appui matériel de Perrine, qui avait déjà, à cette fin, tenté une pareille observation en 1912, sans résultat à cause du mauvais temps.

En apportant un financement de 2 000 marks à Freundlich, sans doute pour empêcher que se réalise le projet américain, Planck lui avait donné sa caution scientifique, laquelle permit à la firme Krupp, rendue très prospère par les commandes d'armement de l'Etat, de lui apporter un financement complémentaire de 3 000 marks.

Freundlich avait pu ainsi se procurer un matériel remarquable : des objectifs achromatiques fournis par la firme Zeiss, des plaques photographiques, de qualité soignée, de la société A. G. F. A., quatre tubes qui, assemblés selon un montage parallactique, sont utilisés pour la mesure de grande précision des parallaxes des étoiles, un équatorial neuf, à contrepoids, qui permettait d'éviter l'emploi d'un coelostat, toujours délicat.

Ce matériel permettait d'espérer une précision de l'ordre de 0,03'' d'arc comme celle qu'on observait alors dans la mesure des parallaxes, alors que la déviation à mesurer pour un rayon passant à un diamètre du soleil devait, d'après la être de l'ordre de 0,3'' d'arc. Elle devait, en réalité, être de l'ordre du double, ce qui en rendait la détection plus facile.

La qualité de ce matériel pouvait compenser la rareté relative des étoiles brillantes autour de l'éclipse, car Perrine savait, d'après les précédentes observations photographiques réalisées par l'Observatoire Lick, que des étoiles de 8^{ème} grandeur, qui sont nombreuses et réparties sur le fond du ciel, apparaissent, à travers la couronne solaire très ténue, sur la photographie d'une éclipse totale.

C'est le 25 juillet 1914 que l'expédition de Freundlich parvint à Théodosia, en Crimée. Elle commença aussitôt à installer et monter ses appareils. Mais la déclaration de guerre de l'Allemagne à la Russie entraîna l'expulsion, le 5 août, des ressortissants allemands.

Les appareils des quatre expéditions allemandes en Crimée qui avaient une grande valeur furent donc donnés en garde à Théodosia en vue de leur expédition ultérieure vers Odessa pour y être confiée à l'Université de cette ville. Le délai de quelques jours laissé à Freundlich avant son expulsion pouvait lui permettre de s'entendre avec des astronomes présents à Théodosia ou aux environs de ce port pour qu'ils réalisent le programme de son expédition, à laquelle il se préparait depuis 3 ans. Entre astronomes, les passions nationales s'estompent. Parmi eux, le plus indiqué aurait été Perrine, qui s'était trouvé réduit à l'inaction par l'arrivée tardive de son matériel, et qui connaissait parfaitement le programme de Freundlich.

On sait par les rapports des astronomes anglais et espagnols que le temps à Théodosia même, où se trouvait alors le matériel de Freundlich, a permis une observation parfaite de l'éclipse.

Le matériel des astronomes allemands n'a été envoyé de Théodosia à Odessa qu'au mois de novembre, ce qui aurait permis la prise de photographies du ciel environ deux mois après l'éclipse. Ces photographies devant être comparées avec celle de l'éclipse, le programme de Freundlich pouvait ainsi être mené à son terme avec toute la rigueur nécessaire.

Ces opérations n'offraient du reste aucun caractère délictueux, mais il valait mieux observer la discrétion à leur propos, d'une part à cause des mauvaises querelles que l'état de guerre pouvait susciter, et d'autre part, puisque les circonstances s'y prêtaient, afin d'attendre le résultat des mesures pour les publier, si elles confirmaient la théorie.

10. Tonnerre à Berlin, octobre-novembre 1915

Pendant l'année 1915, Einstein se consacra à des recherches expérimentales sur la théorie du magnétisme d'Ampère, qui attribuait l'aimantation à des courants électriques internes à la matière. Il ne les suspendit qu'une semaine pour répondre à l'invitation de Hilbert à Göttingen, où il donna en juillet six conférences sur la théorie de la relativité généralisée, essentiellement basées sur la solution proposée par Grossmann corrigée par lui-même.

Il interrompit, une fois encore, ses recherches sur le magnétisme, pour se rendre en Suisse en septembre 1915. Mais cette fois, il ne devait plus les reprendre.

Et cependant, rien ne laissait présager son brusque regain d'intérêt, dès son retour de Suisse, pour la théorie de la relativité générale, ni l'activité fébrile qui le saisit alors aussitôt jusqu'à la fin novembre. C'est ainsi qu'en novembre, coup sur coup, il adressa à l'Académie de Berlin 3 mémoires, les 4, 11 et 18 novembre 1915, qui étaient en rupture avec sa théorie précédente, et eux-mêmes en contradiction les uns avec les autres.

Le 4 novembre, il commença par proposer une solution utilisant partiellement le tenseur de Ricci, celui-là même qu'avait proposé Grossmann dès 1912–1913, et qu'Einstein avait alors écarté. Le 11 novembre, il abandonna cette solution provisoire, pour adopter complètement ce tenseur, qui rendait enfin sa théorie covariante et donc enfin acceptable, dans le cadre tensoriel, mais sous la condition restrictive étonnante que les masses matérielles fussent exclusivement d'origine électromagnétique.

On est donc amené à penser qu'un événement imprévu l'a brusquement poussé à rejeter en octobre ce qui, jusque là, lui paraissait présentable, et que cet événement ne pouvait qu'être en rapport avec son voyage en Suisse de septembre 1915.

On sait maintenant que la déviation par le soleil de la lumière rasante est très précisément de 1,74'' d'arc. Il est donc tout à fait plausible que, grâce au matériel de Freundlich, de haute précision et parfaitement adapté à cette observation, et grâce en outre au beau temps qui régnait ce jour là sur Théodosia même, ce qui ne fut pas le cas à quelques kilomètres de là, l'observation qui a pu être réalisée le 21 août 1914, comparée à celle qui a pu l'être au mois d'octobre suivant,

ait bien fourni un résultat très voisin du double de celui qui avait été calculé par Einstein sur la base de l'hypothèse de Planck.

Le résultat de ces observations lui aurait été envoyé en Suisse, pays resté neutre, et non en Allemagne, en raison du contrôle étroit des correspondances, que la Police et l'Armée y exerçaient alors, surtout sur les courriers en provenance de l'étranger, ou qui y étaient destinés, et particulièrement, sur le courrier adressé à Einstein, personnage suspect de pacifisme. Ce contrôle aurait pu aboutir à la divulgation de ce résultat à d'autres qu'à Einstein, divulgation particulièrement inopportune, car elle eût infirmé publiquement sa théorie. Einstein aurait été prévenu de cet envoi par un moyen discret, et il aurait saisi l'occasion, ou le prétexte, d'un voyage en Suisse pour aller y voir ses enfants.

Ce fait nouveau aurait fait sur Einstein l'effet d'un coup de tonnerre dans un ciel serein, car il rendait aussitôt caduque la théorie qu'il avait imposée à Grossmann. Celui-ci avait raison quand il proposait le tenseur de Ricci comme tenseur de gravitation, car le caractère euclidien de la composante spatiale de l'espace-temps était devenu insoutenable : En effet le doublement de la déviation peut s'expliquer par l'addition à l'effet newtonien, précédemment seul pris en compte, d'un effet reimannien dû à la courbure de l'espace.

On s'explique ainsi qu'Einstein, s'y soit rallié entièrement le 11 novembre, en alléguant de la raison que son biographe tout dévoué, A. Pais, qualifie lui-même de " tout à fait folle " : il ne pouvait pas donner la vraie.

Dans son mémoire du 18 novembre, Einstein annonça alors une déviation double de celle qu'il avait calculée précédemment, soit $1,7''$ d'arc. Ce résultat était donné sans démonstration comme étant obtenue à partir d'une " approximation d'ordre 1 " du tenseur de Ricci, du choix de conditions aux limites pour les g à l'infini égales aux valeurs euclidiennes, c'est à dire celles d'un espace sans pesanteur, et en faisant appel au principe de Huygens, ainsi qu'il l'avait déjà fait en 1911.

Or le principe de Huygens demeure absolument étranger à la théorie sur laquelle Einstein prétendait appuyer sa démonstration. Le fait qu'il ait donné un résultat qui s'est révélé juste, grâce à un choix ad hoc et un raisonnement qu'il savait inapplicable, montre qu'il connaissait d'avance ce résultat juste.

Il se trouve qu'il n'existe dans le système solaire qu'un seul mouvement d'astre non expliqué par la loi de la gravitation : c'est l'avance séculaire du périhélie de Mercure, découverte par l'astronome Leverrier en 1856, et égale à $43''$ d'arc par siècle. Cette anomalie avait suscité de nombreuses recherches.

Le mathématicien P. Gerber avait proposé en 1896 une formule donnant exactement cette avance de $43''$ au prix d'une correction apportée à la loi de Newton, mais sa théorie avait alors été rejetée par les spécialistes de la mécanique céleste.

Poincaré avait mentionné dans sa conférence de 1909 à Göttingen, publiée en 1910 à Leipzig, que l'application de la mécanique nouvelle au mystère de Mercure ne permettait d'expliquer qu'une avance de $6''$ par siècle.

Suivant sans doute cet exemple, Einstein avait déjà examiné en juin 1913, avec son ami Besso (et non avec Grossmann), l'application de sa nouvelle théorie au problème de Mercure, en cherchant apparemment à retrouver la formule de Gerber qu'il pouvait connaître par l'astronome Freundlich. Le résultat de leur calcul non publié, mais connu par le brouillon laissé par Besso, aboutissait à une avance de $18''$ d'arc par siècle.

Einstein reprit ce calcul en octobre 1915. Par une “ approximation d’ordre 2 ”, obtenue en appliquant une nouvelle correction à l’“ approximation d’ordre 1 ”, Einstein fut conduit à la formule de Gerber, sans citer le nom de son auteur, donc à l’avance de 43’’ d’arc par siècle du périhélie de Mercure. Ce résultat, connu d’avance, conférait à sa solution, obtenue par des approximations choisies pour aboutir justement à ce résultat, le caractère ad hoc que l’on avait reproché à Gerber.

La théorie fondée sur le tenseur de Ricci proposé par Grossmann reçut une sorte de confirmation, lorsque Schwarzschild (1871-1916), Directeur de l’Observatoire de Postdam, alors dans l’armée allemande, fournit, dès le mois de janvier 1916, l’année de sa mort, une démonstration rigoureuse de la formule de Gerber sans recourir l’“ approximation d’ordre 2 ”, mais en s’appuyant, comme Einstein, sur des $\mathbb{E}^{\mu\nu}$ euclidiens à l’infini, et sans mentionner, lui non plus, le nom de Gerber.

Quant à la démonstration correcte, c’est-à-dire évidemment sans recours au principe de Huygens, de la déviation de 1,7 d’arc de la lumière rasant le soleil, elle ne fut apportée que beaucoup plus tard. On peut penser que Schwarzschild, qui aurait sans doute pu la donner en même temps que la précédente, s’en est abstenu pour ne pas attirer l’attention sur le caractère inacceptable de la démonstration d’Einstein.

Einstein ne disposait pas de l’habileté mathématique suffisante pour lui permettre de mener à bien ces deux démonstrations, et il n’aurait pas pu annoncer triomphalement ces deux résultats, le 18 novembre 1915, s’il ne les avait pas connus d’avance; mais personne ne s’en aperçut semble-t-il, c’était la guerre, et les gens pensaient à autre chose.

11. Hilbert et Einstein 1915

Au cours des conférences qu’avait données Einstein à Göttingen en juillet 1915, Hilbert avait facilement reconnu l’erreur qu’avait faite Einstein en 1913 en écartant la solution de Grossmann pour adopter une solution non covariante. Mais il ne pouvait admettre qu’une théorie aussi fondamentale que celle de la gravitation ait pu être due à la science et à l’intuition d’un modeste Professeur de Zürich, alors que de toute évidence elle aurait dû être élaborée à Göttingen, le pôle mondial des mathématiques, et fondées sur les puissants outils du calcul de variations, et de la théorie des invariants, grâce à la méthode axiomatique, qui devait couvrir toute l’étendue de sciences exactes, suivant le programme qu’il s’était fixé.

Hilbert se mit donc au travail après le départ d’Einstein, et se trouva en mesure d’annoncer le résultat de ses recherches au cours de la séance du 16 novembre 1915 de la Mathematische Gesellschaft. Il l’invita à cette séance, mais Einstein refusa d’y venir. Hilbert lui fit alors connaître ce résultat par une lettre, maintenant perdue, à laquelle Einstein répondit le 18.

Il se trouva, alors, que peu après cette date Einstein fit apporter une correction à son mémoire du 18 novembre au cours de son impression. Par cette correction, il renonçait à l’hypothèse extraordinaire qu’il avait annoncée dans son mémoire du 11 novembre. De son côté, Hilbert fit parvenir le 19 novembre un manuscrit qui devait être lu à la séance du 20 novembre de l’Académie de Göttingen et qui fut publié en avril 1916. Dans ce mémoire se trouvaient les équations définitives des équations de la gravitation, comprenant du côté gauche le tenseur de Ricci et un terme complémentaire. Ces mêmes équations se trouvent dans le mémoire que fit parvenir Einstein le 25 novembre à l’Académie de Berlin. Mais les explications

qu'il donna pour justifier la présence de ce même terme complémentaire qui ne se trouvait pas dans son mémoire du 11 novembre, ne furent pas très convaincantes. On peut comprendre qu'Einstein fut fortement soupçonné d'avoir plagié Hilbert.

Cependant, en 1987, coup de théâtre, on découvrit dans les archives de Hilbert les premières épreuves de son mémoire du 20 novembre qui ne contenait pas explicitement les équations définitives de la théorie de la gravitation. Les partisans d'Einstein retournèrent alors l'accusation de plagiat contre Hilbert, sans qu'on puisse savoir ce qui s'est vraiment passé. Après la machination de juin-juillet 1905 à Göttingen les propos des uns et des autres ne sont plus vraiment crédibles. Ce qu'on peut tenir pour certain, c'est que le pivot de la théorie est le tenseur de Ricci, que Grossmann a choisi pour jouer précisément ce rôle.

12. La synthèse finale 1916-1917

Einstein rédigea, en mars 1916, une synthèse finale, intitulée : *Les Fondements de la Théorie de la Relativité générale*, principalement à partir de ses mémoires des 18 et 25 novembre 1915. Cette synthèse ne permettait évidemment pas de reconstituer les étapes de la genèse de cette théorie, complètement obscurcies par les difficultés des communications en temps de guerre.

En septembre 1916, Einstein réussit à se rendre aux Pays-Bas, restés neutres, pour en remettre des exemplaires à Lorentz, ainsi qu'à l'astronome de Sitter, qui, lui-même, en fit parvenir à l'astronome A. Eddington de Cambridge.

Un exemplaire de la *Synthèse finale* parvint aussi aux Etats-Unis. Celle-ci fut commentée par le Professeur E. B. Wilson, du Massachusetts Institute of Technology, dans un article écrit en mai 1917, sous le titre : *Coordonnées généralisées, Relativité et Gravitation*. Celui-ci connaissait les publications antérieures de 1913 d'Einstein et Grossman.

Il souligna d'abord sans circonlocution qu'Einstein n'avait pas compris l'exigence rationnelle de la covariance en 1913 en écrivant :

“ Je désire particulièrement souligner le fait évident que, quel que soit le système de coordonnées utilisées, les phénomènes physiques restent les mêmes. ”

Sa seconde critique fut tout aussi brutale :

“ [Sa] théorie de la relativité dépend de l'espace-temps, variété dont l'élément d'arc :

$$ds^2 = \sum_{\mu\nu} g_{\mu\nu} dx_{\mu} dx_{\nu}$$

n'est pas réductible à :

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2$$

Ceci abolit aussitôt la relativité dans le sens précédent sans le remplacer par une forme semblable quelconque de relativité. Car, s'il devait y avoir relativité, nous devrions avoir [un groupe de transformations] tel que les équations des phénomènes physiques demeurent absolument inaltérées par les transformations du groupe. ”

Ces graves critiques de Wilson, parfaitement fondées, n'ont jamais été reprises clairement après qu'Einstein, entré dans la légende le 7 novembre 1919 fut devenu intouchable. A notre tour, nous

pourrions critiquer Wilson : il ne cite ni Poincaré, ni Grossmann, qui sont les créateurs efficacement occultés des deux théories.

Au cours de la visite d'Einstein à de Sitter, celui-ci lui fit une critique sur son choix de valeurs euclidiennes pour les $g_{\mu\nu}$ à l'infini :

“ Aucun observateur ne nous a jamais rien appris sur l'infini, et aucun ne le fera. La condition que le champ de gravitation doit être nul à l'infini procède de la conception d'un espace absolu, et n'a aucun fondement dans une théorie de la relativité... Si l'on désire avoir une relativité complète quadridimensionnelle pour le monde réel, ce monde doit alors être nécessairement fini. ”

A la suite de ces remarques, Einstein soumit en février 1917 un nouveau mémoire à l'Académie de Berlin. Il y reconnut que la métrique euclidienne est inacceptable à l'infini, car elle n'élimine pas le problème de l'instabilité de l'espace de Newton.

Aussi, proposa-t-il, à la suite de Seeliger, une modification de la loi de Newton, telle que l'équation de Poisson devienne :

$$\Delta\phi - \lambda\phi = 4\pi k\rho$$

et il effectua la modification correspondante sur l'équation de la relativité générale, qui devint :

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R - \lambda g_{\mu\nu} = -kT_{\mu\nu}$$

devant être appelé la constante cosmologique.

Dans les solutions de ces nouvelles équations, la densité de matière reste constante et l'espace tridimensionnel est sphérique et fermé, sa courbure restant indépendante du temps.

En 1922, A. Friedmann démontra que l'équation sans constante cosmologique admet des solutions non statiques, avec des distributions de matière homogènes et isotropes, correspondant à un univers en expansion. Cette nouvelle théorie trouva un appui dans la découverte, par Hubble en 1929, du rougissement des galaxies lointaines, interprété comme une preuve de l'expansion de l'univers.

Einstein renonça à la constante cosmologique en 1931.

Deux mois avant sa mort Poincaré prononça une conférence intitulée : *L'Espace et le Temps* dont nous résumons un passage :

“L'Univers n'étant tiré qu'à un seul exemplaire, il n'est soumis qu'à un seul système de lois. L'observation ne fournira donc qu'une solution unique aux équations différentielles qui le représentent dans son ensemble. Cela interdira de remonter à ces équations différentielles, ce qui exigerait plusieurs intégrales particulières différant les unes des autres par les valeurs attribuées aux constantes d'intégration. ”

Poincaré se refusait ainsi à accorder un statut scientifique à la cosmologie de l'Univers entier.

13. Einstein entre dans la légende

7 novembre 1919

On a vu au que l'astronome Eddington de Cambridge avait reçu la synthèse finale d'Einstein. Comme il était objecteur de conscience, il avait eu tout le temps de l'étudier, alors que ses collègues étaient mobilisés. Il se déclara entièrement convaincu de la justesse de la théorie, en raison de la démonstration de l'anomalie du périhélie de Mercure, bien que d'autres explications fussent pourtant possibles. Ce qui ne laisse tout de même pas de surprendre, c'est qu'ayant pourtant bien aperçu que la démonstration d'Einstein de la déviation de la lumière par la pesanteur n'était pas du tout cohérente avec la théorie que celui-ci prétendait ainsi fonder, Eddington ne fit aucune critique de cette démonstration.

Pour confirmer cette déviation de 1, 7'' d'arc, son collègue, l'astronome Dyson, fit, en 1917, le projet d'observer une éclipse de soleil qui devait avoir lieu le 29 mai 1919, dans la constellation des Hyades, riche en étoiles brillantes, dont la totalité devait durer environ cinq minutes, malheureusement visible seulement sous l'équateur (Brésil et Golfe de Guinée), où les conditions d'observation sont généralement mauvaises. En dépit des facteurs favorables, une telle précipitation, juste au sortir d'une guerre épuisante, restait malgré tout fort étonnante, car elle ne permettait pas de rassembler un matériel adapté.

Peut-être que les astronomes britanniques présents à Théodosia avaient pu savoir ce qui était advenu du matériel de Freundlich, après le départ précipité de ce dernier, en août 1914, et qu'ils avaient pu estimer que la confirmation de la théorie était pratiquement certaine, et serait alors triomphale, non pour Einstein seulement, mais aussi pour les astronomes britanniques.

Pourtant, les résultats des mesures réalisées par les deux expéditions britanniques furent trop dispersés pour autoriser une conclusion réellement fondée à propos de la valeur de la déviation observée. Mais l'enthousiasme prosélyte d'Eddington, qui, comme il l'avoue lui-même, n'était pas toujours exempt de préjugé, sut venir à bout des réserves de ses collègues, qui, par eux-mêmes, ne pouvaient avoir aucun jugement sérieux sur la question. Il réussit à les convaincre d'abord, que la nouvelle théorie était due à Einstein, ensuite, que les observations réalisées permettaient bien de conclure à la déviation de 1, 7'' d'arc, et enfin, que celle-ci était prévue par la théorie, lui apportant ainsi une éclatante confirmation expérimentale. Aucune de ces trois conclusions n'était cependant vraiment fondée. Restait encore la désignation trompeuse de la théorie sous le nom de : *Théorie de la Relativité générale*.

Le Président de la Royal Society, J. J. Thomson, prononça alors, le 6 novembre 1919, un jugement solennel resté célèbre :

“ L'œuvre d'Einstein représente l'un des plus grands accomplissements de l'histoire de la pensée humaine depuis l'époque de Newton. ”

Une abdication aussi profonde de l'esprit critique n'est peut-être pas sans rapport avec la profondeur des émotions ressenties en Occident depuis août 1914 : les miracles de la Marne et de Verdun, la bataille de la Somme, la guerre sous-marine, l'intervention américaine, la révolution bolchevique, l'effondrement des empires centraux, Russie, Allemagne, Autriche-Hongrie, Turquie, la révélation du nombre épouvantable des morts du conflit : la relativité apparaissait alors comme un nouvel ébranlement des valeurs établies.

Le lendemain de la cérémonie du 6 novembre 1919, éclata un énorme tapage dans la presse anglaise, américaine, allemande, célébrant Einstein, le nouveau Newton.

“ Le 7 novembre 1919, Einstein entra dans la légende ”, écrivit, avec un à propos involontaire, son biographe A. Pais.

“ La légende sait faire, à la vérité, toutes les violences ”, dit-on : Grossmann avait été frappé, vers 40 ans, par une maladie invalidante, dont il mourut, en 1936, oublié. Sa contribution, décisive pour l'établissement de la théorie de la gravitation, avait été entièrement passée sous silence en novembre 1919 à Londres, comme celle de Poincaré décisive pour la théorie de la relativité, quatorze ans plus tôt, en novembre 1905 à Berlin.

Ainsi va la Science.

14. Une gloire presque intacte

1920-2000+

Les inquiétudes de 1905 du Général von Schlieffen s'étaient avérées bien fondées : la guerre que l'Allemagne pouvait alors gagner alors, ne pouvait plus l'être dix ans plus tard. Et la guerre, une fois perdue, la vocation à l'hégémonie mondiale passait de l'Allemagne à l'Amérique : le monde avait changé de face. Les protagonistes allemands de la machination de 1905, qui ne voyaient pas si loin, s'étaient trompés, en pensant qu'Einstein resterait dans la sphère de la science germanique.

En 1921, Einstein fut invité par K. Weizmann, l'un des principaux dirigeants sionistes, à faire une tournée aux Etats-Unis, à la fois pour la propagande et pour la collecte des fonds destinés à l'Université hébraïque de Jérusalem. Einstein accepta, malgré la vive opposition soulevée en Allemagne contre ce projet. La gloire du nouveau Copernic, devenu nouveau Newton, d'abord fabriquée pour servir le nationalisme allemand, se trouvait dès lors mise au service du sionisme. Au cours de sa tournée aux Etats-Unis, celui-ci déclara :

“ Il semble que les nationalités différentes par la race aient des instincts qui les empêchent de se métisser (...). Il faut que nous prenions en charge les tâches dont, seules, peuvent venir à bout les communautés nationales. C'est seulement de cette façon que le Judaïsme peut retrouver sa santé sociale... ”

Au cours d'un voyage au Japon en 1922, il fut amené à donner quelques détails sur la façon dont il avait découvert la relativité en 1905, sans toutefois fournir aucune précision vérifiable, dont puisse tenir compte un historien .

Au cours de son voyage de retour, il s'arrêta en Palestine, pour poser la première pierre de l'Université hébraïque de Jérusalem. Il accepta alors de tenir un rôle qui l'a amené à se décrire lui-même -non sans un brin d'ironie- comme un Saint Juif.

En novembre 1922, il reçut le Prix Nobel de physique, pour l'année 1921, non pour la relativité, ce qui n'était plus possible après ce qui avait été publié par Lorentz en faveur de Poincaré à Stockholm en 1921, mais pour la loi de l'effet photoélectrique, bien que l'imprésentable quantum de lumière ponctuel, donné par Einstein comme l'explication de cet effet dans son article de 1905, ne fût pas mentionné dans les attendus de cette attribution, ce qui en annulait la portée théorique.

La publicité hagiographique en faveur d'Einstein fut continuée dans les années 20 et 30. Par exemple Langevin déclara dans une conférence faite à Paris en 1931 :

“ Vous savez qu’Einstein figurera au premier plan dans l’histoire de sciences (...) il restera une des étoiles de première grandeur que porte le ciel de l’humanité (...). Peut-être même, à mon sens, est-il un peu plus grand que Newton parce que son apport à la Science a plus fondamentalement pénétré dans les structures des notions fondamentales de l’esprit humain. ”

Cette publicité lui conféra une telle autorité qu’il put signer, en 1939, une lettre au Président des Etats-Unis en faveur de la construction d’une bombe atomique.

Il en résulta aussi qu’on demanda en 1943 à Einstein de faire don du manuscrit de l’article fondateur de la relativité, en vue de sa vente, dont le produit servirait à l’achat de bons de guerre du Trésor américain. Einstein qui ne pouvait avoir conservé ce manuscrit sans valeur pour lui, car il n’était pas l’auteur de ce texte fabriqué, fit, à la main, une copie de l’article, paru le 26 septembre 1905 dans les *Annalen der Physik*. La vente de cette copie rapporta alors 6,5 millions de dollars, soit environ 100 millions de dollars en valeur salariale de l’an 2000. L’opération était destinée à rapporter à Einstein un profit médiatique, en rapport avec l’énormité de cette somme, qui confirmait ainsi, dans l’opinion, son rôle de fondateur de la théorie de la relativité.

Cependant, en 1953, fut publié un ouvrage, où était affirmée explicitement, pour la première fois depuis 1905, l’antériorité de Poincaré dans la création de la théorie de la relativité. Son auteur, le mathématicien d’Edimbourg E. T. Whittaker jouissait d’une réputation indiscutable. Mais cette révélation ne put cheminer que souterrainement.

En 1954, l’historien Seelig ayant entrepris de recueillir des témoignages sur la vie d’Einstein en Suisse, ce dernier écrivit une *Esquisse autobiographique*. Il n’y apporta aucun détail sur la genèse de la relativité restreinte, contrairement à ce qu’il avait fait à Kyoto en 1922 : Cela aurait été en effet alors plus délicat, après la parution, en 1953, de l’ouvrage de Whittaker. Il fut plus disert sur la relativité générale :

“ On pouvait voir (...) [grâce à Riemann] comment les équations de gravitation devaient être formulées dans le cas où l’on exige d’avoir une invariance par rapport au groupe de toutes les transformations continues des coordonnées. Que cette exigence soit justifiée, il n’était pas facile de le voir, d’autant que je pensais avoir des raisons d’y faire objection. Ces objections, d’ailleurs erronées, ont fait que la théorie n’a trouvé sa forme définitive qu’en 1916. ”

Einstein était bien obligé de reconnaître son erreur de 1913, quand il adopta une solution non covariante, mais il ne le reconnut qu’avec réticence, en accordant seulement que c’est “ dans le cas où etc... ” alors qu’en réalité on n’a pas le choix : cette exigence est absolue. Puis il laisse penser qu’il a corrigé cette erreur de lui-même puisque “ la théorie n’a trouvé sa forme définitive qu’en 1916 ”, quand il était à Berlin et que Grossmann était à Zürich.

Einstein répond aussi à la seconde critique de Wilson selon laquelle la désignation de sa théorie sous le nom de : relativité générale est illégitime parce qu’elle ne repose pas sur un groupe de transformations de l’espace laissant invariantes les lois de la physique. Pour justifier néanmoins cette appellation, Einstein joue sur les mots, en appelant invariance, ce qu’il devrait appeler covariance.

En 1954 encore, à l’occasion du centenaire de la naissance de Poincaré, et donc, avant la mort d’Einstein, Louis de Broglie, Secrétaire perpétuel de l’Académie des Sciences de Paris, prononça un discours : *Poincaré et les Théories de la Physique*. Il y déclara :

“ En 1904 à la veille des travaux de A. Einstein, H. Poincaré possédait tous les éléments de la théorie de la relativité (...) et cependant Poincaré n’a pas franchi le pas décisif. Il a

laissé à Einstein la gloire d'apercevoir toutes les conséquences du principe de relativité et, en particulier d'établir par une profonde critique des mesures de longueurs et de durée le véritable caractère physique de la liaison entre l'espace et le temps. ”

Louis de Broglie, ne semble pas avoir une bonne connaissance des travaux de Poincaré. Ce n'est pas en 1904, mais en 1905 que Poincaré a publié tous les éléments de la théorie de la relativité. De Broglie laisse en suspens la question de savoir à qui il faut attribuer le principe de relativité. C'est pourtant en l'attribuant à tort à Einstein que Planck l'avait élevé au rang de nouveau Copernic. La liaison entre l'espace et le temps est suffisamment établie par la transformation, dite : “ de Lorentz ”, par Poincaré, et par la procédure du réglage des horloges.

Nous aimons à croire que ces erreurs ou omissions sont dues à l'ignorance des textes originaux par un grand physicien, qui occupé à ses propres travaux n'avait pas eu le temps d'étudier ceux des autres, et qui avait dû s'en remettre aux enseignements tronqués de Langevin ou de ses élèves. Cet exemple inquiétant montre à quel point l'hagiographie entretenue autour d'Einstein, que celui-ci ne souhaitait sans doute pas, a conduit à la sidération du jugement scientifique même chez de très grands savants.

Après la mort d'Einstein, en avril 1955, suprême consécration scientifique, on attribua le nom d'Einsteinium à l'élément 99 qui venait d'être découvert aux Etats-Unis. La liste des éléments étant pratiquement close, il n'y aura donc jamais de Planckium, ni de Poincaréium, qui auraient pu honorer les deux fondateurs de la physique du XX^{ème} siècle.

En 1979, le centenaire de la naissance d'Einstein fut célébré par l'U. N. E. S. C. O., qui fit frapper à cette occasion des médailles à l'effigie d'Einstein, où figurent, gravées en or, argent et bronze, $E = mc^2$, $h\nu$ et $R_{\mu\nu}$, représentant des découvertes dont les auteurs n'ont pas eu droit à l'occasion du centenaire de leur naissance à une médaille à leur effigie.

Ce centenaire fut aussi l'occasion de la publication d'un recueil de commentaires sur ses différents écrits : ils furent généralement orthodoxes, mais, après Whittaker, Poincaré ne put être passé entièrement sous silence pour tout ce qui concerne la relativité.

A partir des années 80, eut lieu une explosion d'ouvrages sur Einstein, et, à partir de 1989, la publication d'une série de recueils de ses textes, scientifiques ou non, dans l'ordre chronologique, intitulés : *Collected Papers*. Ce déferlement fut provoqué par l'ouverture partielle de ses archives, et permis par des subventions et aides publiques et privées.

En 1987, l'ouvrage de Whittaker fut réédité en deux volumes aux Etats-Unis, précédé de l'avertissement suivant :

“ La seule partie du Volume II qu'il est difficile de laisser passer sans commentaire, est le très discuté chapitre II, avec un titre étrange : La théorie de la relativité de Poincaré et Lorentz. Dans ce chapitre, Whittaker a adopté le rôle d'un historien révisionniste. ” (A. I. Miller)

Ce jugement d'A. I. Miller, auteur d'un ouvrage sur l'article “ fondateur ” d'Einstein, et d'un autre sur le mémoire “ *de Palerme* ” de Poincaré, peut apparaître comme une accusation d'antisémitisme, évidemment totalement infondée, mais qui pourrait détourner un historien des sciences de l'étude de la théorie de la relativité.

Parmi les biographies, nous citerons quelques extraits de celles de A. Pais (1982) et de A. Fölsing (1993).

A. Pais avait personnellement connu Einstein à Princeton, de 1946 à sa mort, et l'on peut comprendre son admiration pour celui qui était auréolé d'une telle gloire. Il déclara, dans son ouvrage, qu'il était un génie.

A. Pais admet comme preuves les déclarations d'Einstein lui-même sur sa propre histoire, la plus fameuse d'entr'elles étant la Conférence de Kyoto de 1922, où Einstein raconte comment il a élaboré son article "fondateur", sans fournir aucun élément susceptible d'être vérifié. En revanche, il juge que "le traitement [par Whittaker] de la théorie de la relativité restreinte montre que son manque de sens critique n'a d'égal que son ignorance de la littérature.", sans autre discussion. Il cite deux extraits de la conférence de Saint-Louis de Poincaré, mais il évite de mentionner son énoncé du principe de relativité.

L'ouvrage de A. Fölsing, paru d'abord en Allemagne en 1993, a été publié en 1997 aux Etats-Unis : il est considéré par des auteurs autorisés, proches d'Einstein, comme devant devenir la biographie de référence.

Comme A. Pais, il admet pour preuve les témoignages d'Einstein sur sa propre œuvre, et notamment la conférence Kyoto. Par exemple, il souligne que, d'après ses propres déclarations, ce dernier avait réfléchi depuis 10 ans au problème de la relativité, avant d'aboutir à la rédaction de son article "fondateur", dans les 5 semaines qui précédèrent le 30 juin, c'est-à-dire au moment même où Poincaré rédigeait sa note aux *C. R.* du 5 juin, sans s'étonner de cette extraordinaire coïncidence. Comme Pais, Fölsing condamne l'ouvrage de Whittaker comme une bizarrerie, sans aucune explication. Il analyse la conférence de Saint-Louis de Poincaré, sans citer, lui non plus, le principe de relativité, pour conclure :

"Poincaré est resté à l'intérieur du cadre conceptuel de la théorie de Lorentz, et la théorie de la relativité fut découverte par un autre."

Les médias ne pouvaient manquer de célébrer le génie du siècle, comme celui-ci touchait à sa fin. Il se trouve que le cerveau d'Einstein avait été prélevé à sa mort, et avait été oublié pendant 40 ans. Il fut retrouvé et comparé à des cerveaux normaux, ce qui révéla une différence quantitative au niveau des lobes pariétaux. Ce fut l'occasion de la publication d'articles à sensation, dans des revues à grand tirage, en France, en Allemagne et aux Etats-Unis, prolongeant ainsi, 80 ans après sa naissance la légende médiatique née en 1919.

Conclusion

15. Question sur la Science

Dans l'histoire des sciences, il y eut beaucoup de cas de plagiats, d'emprunts non avoués, de détournements et appropriations de découvertes et de jalousies pures et simples, concernant même les plus grands noms de la Science.

Dans l'affaire de la relativité il ne s'agit plus d'un plagiat ordinaire, mais bien d'une machination organisée, impliquant des complicités étendues, résultant de la conjonction de jalousies suscitées par le triomphe de Poincaré, et une politique nationaliste de la Science, soutenue par Planck.

Einstein n'avait aucun mérite particulier pour se voir attribuer le prestige d'un " nouveau Copernic ", mais il faut le reconnaître à sa décharge, il n'était pas non plus l'instigateur de la machination.

Un groupe important de savants compétents avait donné, par son silence, son acquiescement à ce détournement frauduleux, aussi secret pour eux que celui de Polichinelle, en s'inclinant devant la force dominante d'une science officielle. On a vu dans quelles circonstances; étrangères à toute norme scientifique, le " nouveau Copernic " se vit attribuer, ensuite, le crédit supplémentaire de l'invention de la relativité " générale " en 1919.

L'effondrement allemand et européen qui suivit la seconde guerre mondiale laissa la place à la science américaine abritée sous le drapeau des Etats-Unis.

Aujourd'hui, quelques revues américaines, rédigées exclusivement en anglais, sont devenues le support obligé de tout article novateur, susceptible d'être pris au sérieux par la " Communauté scientifique internationale ". Mais ces articles ne peuvent être publiés qu'après avis favorable de Censeurs-Referees, anonymes, et tout puissants. L'orientation ainsi donnée à ces revues scientifiques exerce une influence décisive sur le financement des recherches, sur la façon de conduire les débats dans les congrès scientifiques, sur le choix des ouvrages à publier, des cours d'Université, des sujets de thèse, des professeurs, et sur les carrières universitaires. Ce système ouvre la porte aux influences occultes de groupes organisés.

Dans tout autre domaine de l'activité humaine, un tel système soulèverait de graves objections et de vives protestations. Mais la domination ainsi exercée impose un acquiescement tacite qui s'étend au monde entier. On se prend à regretter les rivalités entre nations qui étaient un facteur d'émulation et de progrès dans le domaine scientifique.

Nous avons cité un exemple de cet effet de domination, à propos de l'attribution de la découverte du virus H. I. V. du Sida, dans notre article de 1994, *Poincaré et la Relativité*. L'affaire n'avait été rendue publique que par un concours de circonstances exceptionnel et sa conclusion que nous citons à cause de son caractère général fut la suivante :

“ Si le scepticisme fut aussi durable, c'est que l'école dominante (...) fit tout pour minimiser les travaux [du découvreur] (...). Cette attitude [de l'école dominante] devait peser lourd sur l'opinion de la Communauté internationale. ”

Un exemple majeur de cet effet de domination est celui du maintien, jusqu'aujourd'hui - et sans doute pour longtemps encore... de l'histoire, inlassablement répétée de la théorie de la relativité, désormais " dogmatisée ", et dont nous avons démontré, sans le moindre doute possible, le caractère légendaire. Le maintien de cette légende implique le silence de nombreux scientifiques informés, comme c'était le cas en Allemagne, au début du siècle.

Ce précédent, portant sur un sujet si considérable, laisse présumer qu'il puisse exister d'autres cas de même nature, et aussi des cas où non seulement l'auteur d'une découverte, mais la découverte elle-même sont occultés et nous fait désormais éprouver sur la Science, telle qu'elle est devenue, une suspicion légitime, et oublier l'image radieuse que Poincaré avait cru encore pouvoir nous en donner dans ses ouvrages comme *La Valeur de la Science*, au début du : XX^{ème} siècle.

On peut comprendre aujourd'hui, après une longue illusion, que l'homme de Science, dans la mesure où il fait partie aujourd'hui du monde du pouvoir, ne peut prétendre au statut moral que lui accordait généreusement d'Alembert lorsqu'il écrivit au moment du triomphe du siècle des lumières les lignes suivantes :

“ Faites naître s'il est possible des géomètres parmi ces peuples. C'est une semence qui produira des philosophes avec le temps et presque sans qu'on s'en aperçoive. Bientôt l'étude de la géométrie conduira à celle de la mécanique, celle-ci mènera comme d'elle même et sans obstacles, à l'étude de la saine physique et enfin la saine physique à la vraie philosophie, qui, par la lumière générale et prompte qu'elle répandra sera bientôt plus puissante que tous les efforts de la superstition, car ses effets quelque grands qu'ils soient deviennent inutiles dès qu'une fois la nation est éclairée. ”

Hélas, même sous l'effet de la saine physique, la lumière n'est devenue ni générale, ni prompte.

16. La célébration du centenaire de la relativité, septembre 2004

Il est aujourd'hui universellement reconnu que la physique du XX^{ème} siècle a été fondée sur deux piliers. Le premier est le quantum d'action proposé par Planck en 1900, qui a permis l'élaboration de la mécanique quantique. Le second est le principe de relativité énoncé par Poincaré en 1904.

Le moment est venu, en juin 2002 de préparer la célébration du centenaire de cet évènement historique. Le lieu le plus symbolique pour cette célébration, serait la ville de Saint-Louis du Missouri, où fut réuni en septembre 1904 le Congrès des Arts et de la Science sous l'égide des Présidents des Universités du Missouri, de Chicago et de Columbia, et du Massachusetts Institute of Technology. C'est grâce à cette circonstance que Poincaré fut incité à exprimer ses idées sur: *L'Etat actuel et l'Avenir de la Physique mathématique*. Une célébration parallèle à l'Académie des Sciences, à l'Institut Henri Poincaré et à l'Ecole polytechnique à Paris accompagnerait celle de Saint-Louis.

Nous avons conclu notre article *Poincaré et la Relativité* publié en 1994 par l'exhortation suivante :

- Agissons pour que le principe de relativité soit (...) désormais désigné sous le nom de : “ principe de Poincaré ”.

Ce serait la juste résolution qui pourrait être adoptée par les participants à cette célébration.

On “Belated Decision in the Hilbert-Einstein Priority Dispute”, published by L. Corry, J. Renn, and J. Stachel

F. Winterberg

University of Nevada, Reno, Nevada

Reprint requests to Prof. F. W.; Fax: (775)784-1398.

Z. Naturforsch. **59a**, 715–719 (2004); received June 5, 2003

In a paper, published in 1997 by L. Corry, J. Renn, and J. Stachel, it is claimed that the recently discovered printer’s proofs of Hilbert’s 1915 paper on the general theory of relativity prove that Hilbert did not anticipate Einstein in arriving at the correct form of the gravitational field equations, as it is widely believed, but that only after having seen Einstein’s final paper did Hilbert amend his published version with the correct form of the gravitational field equations. However, because a crucial part of the printer’s proofs of Hilbert’s paper had been cut off by someone, a fact not mentioned in the paper by Corry, Renn, and Stachel, the conclusion drawn by Corry, Renn, and Stachel is untenable and has no probative value. I rather will show that the cut off part of the proofs suggests a crude attempt by some unknown individual to falsify the historical record.

Key words: History of Physics; General Theory of Relativity.

It has been the accepted view that David Hilbert completed the general theory of relativity at least five days before Einstein. And it has been suspected that Einstein arrived at the correct form of the gravitational field equations only after having seen Hilbert’s paper, of which Hilbert sent Einstein a copy prior to Hilbert’s delivery of his paper to the Goettingen Academy. In an article published in *Science* by Corry, Renn, and Stachel [1], it is claimed that the printer’s proofs of Hilbert’s paper, recently discovered by Corry in the archives of the Goettingen library, rather prove the opposite, and that Hilbert had amended the published version of his paper with the correct form of the gravitational field equations after he had seen Einstein’s final paper. However, Corry, Renn, and Stachel failed to mention even once, that the printer’s proofs have been mutilated, with parts of the proofs cut off by someone. The abstract of the paper by Corry, Renn, and Stachel rather makes the statement: “The first set of proofs of Hilbert’s paper shows that the theory he originally submitted is not generally covariant and does not include the explicit form of the field equations of general relativity.”

The facts are as follows:

1. The upper part of page 8 of the proofs, approximately one third, together with Eq. (17) has been cut off.
2. The text following the cut off part of page 8 refers to the Ricci curvature invariant K and to the metric ten-

sor. This alone shows that the upper part of page 8 with the missing Eq. (17) has to do with the gravitational field equations.

3. In his proofs, and prior to Eq. (26), Hilbert states that with the form of the variational derivative for Eq. (17), the gravitational field equations assume the form given by Eq. (26). But it is the variational derivative for the expression on the l. h. s. of Eq. (26) which contains the trace term, missing in all of Einstein’s papers prior to Einstein having seen Hilbert’s paper.

Following the widely publicized 1997 paper published in *Science*, Renn and Stachel have been circulating a 113 page long preprint [2], published by the Max Planck Institut für Wissenschaftsgeschichte in Berlin, Germany. In this preprint it is admitted in a footnote on page 17, that the upper part of page 8 of the proofs has been cut off, and it is conjectured that the missing Eq. (17) is the equation

$$H = K + L,$$

where K is the gravitational and L the electromagnetic part of the Lagrangian, as in Hilbert’s published version, where the variational derivative automatically leads to the trace term¹. In his published version [3], Hilbert writes down the variational derivative immediately after Eq. (21) (with Eq. (21) the same as Eq. (26)

¹Hilbert uses the letter K (as for Gauss’s curvature) in K , $K_{\mu\nu}$, and $K_{\nu\lambda\rho}^{\mu}$, instead of R , $R_{\mu\nu}$, and $R_{\nu\lambda\rho}^{\mu}$.

Da K nur von $g^{\mu\nu}$, $g^{\mu\alpha}$, $g^{\alpha\mu}$ abhängt, so läßt sich beim Ansatz (17) die Energie E wegen (18) lediglich als Funktion der Gravitationspotentiale $g^{\mu\nu}$ und deren Ableitungen ausdrücken; sobald wir L nicht von $g^{\mu\nu}$, sondern nur von $g^{\mu\alpha}$, $g_{\alpha\mu}$ abhängig annehmen. Unter dieser Annahme, die wir im Folgenden stets machen, liefert die Definition der Energie (10) den Ausdruck

$$(18) \quad E = E^{\nu\alpha} + E^{\alpha\nu}$$

wo die „Gravitationsenergie“ $E^{\nu\alpha}$ nur von $g^{\mu\nu}$ und deren Ableitungen abhängt und die „elektrodynamische Energie“ $E^{\alpha\nu}$ die Gestalt erhält

$$(19) \quad E^{\alpha\nu} = \sum_{\mu, \sigma, \lambda, \kappa} \frac{\partial \sqrt{g} L}{\partial g^{\mu\nu}} (g^{\mu\sigma} g^{\lambda\kappa} - g^{\mu\lambda} g^{\sigma\kappa})$$

in der sie sich als eine mit \sqrt{g} multiplizierte allgemeine Invariante erweist.

Des Weiteren benutzen wir zwei mathematische Theoreme, die wie folgt lauten:

Theorem II. Wenn J eine von $g^{\mu\nu}$, $g^{\mu\alpha}$, $g^{\alpha\mu}$, $g_{\alpha\mu}$ abhängige Invariante ist, so gilt stets identisch in allen Argumenten und für jeden willkürlichen kontravarianten Vektor f^{μ}

$$\sum_{\mu, \sigma, \lambda, \kappa} \left(\frac{\partial J}{\partial g^{\mu\nu}} \Delta g^{\mu\nu} + \frac{\partial J}{\partial g^{\mu\alpha}} \Delta g^{\mu\alpha} + \frac{\partial J}{\partial g^{\alpha\mu}} \Delta g^{\alpha\mu} \right) + \sum_{\alpha} \left(\frac{\partial J}{\partial g_{\alpha\mu}} \Delta g_{\alpha\mu} + \frac{\partial J}{\partial g_{\mu\alpha}} \Delta g_{\mu\alpha} \right) = 0;$$

dabei ist

$$\Delta g^{\mu\nu} = \sum_{\alpha} (g^{\mu\alpha} f_{\alpha}^{\nu} + g^{\nu\alpha} f_{\alpha}^{\mu}),$$

$$\Delta g^{\mu\alpha} = - \sum_{\sigma} g^{\mu\sigma} f_{\sigma}^{\alpha} + \frac{\partial g^{\mu\alpha}}{\partial w_{\sigma}},$$

Es bleibt noch übrig, bei der Annahme (17) direkt zu zeigen, wie die oben aufgestellten verallgemeinerten Maxwell'schen Gleichungen (5) eine Folge der Gravitationsgleichungen (4) in dem oben angegebenen Sinne sind.

Unter Verwendung der vorhin eingeführten Bezeichnungswese für die Variationsableitungen bezüglich der $g^{\mu\nu}$ erhalten die Gravitationsgleichungen wegen (17) die Gestalt

$$(20) \quad [\sqrt{g} K]_{,\nu} + \frac{\partial \sqrt{g} L}{\partial g^{\mu\nu}} = 0.$$

Bezeichnen wir ferner allgemein die Variationsableitungen von $\sqrt{g} J$ bezüglich des elektrodynamischen Potentials q_{α} mit

$$[\sqrt{g} J]_{,\alpha} = \frac{\partial \sqrt{g} J}{\partial q_{\alpha}} - \sum_{\lambda} \frac{\partial}{\partial w_{\lambda}} \frac{\partial \sqrt{g} J}{\partial g_{\lambda\alpha}},$$

so erhalten die elektrodynamischen Grundgleichungen wegen (17) die Gestalt

$$(21) \quad [\sqrt{g} L]_{,\alpha} = 0.$$

Da nun K eine lediglich von $g^{\mu\nu}$ und deren Ableitungen abhängige Invariante ist, so gilt nach Theorem II identisch die Gleichung (20), worin

$$(22) \quad i_{\nu} = \sum_{\mu, \sigma} [\sqrt{g} K]_{,\sigma} g^{\mu\sigma}$$

und

$$(23) \quad i_{\alpha} = -2 \sum_{\mu} [\sqrt{g} K]_{,\mu} g^{\mu\alpha}, \quad (\mu = 1, 2, 3, 4)$$

ist.

Wegen (20) und (23) ist die linke Seite von (24) gleich $-i_{\nu}$. Durch Differentiation nach w_{α} und Summation über α erhalten wir wegen (20)

$$i_{\nu} = \sum_{\alpha} \frac{\partial}{\partial w_{\alpha}} \left(-\sqrt{g} L \delta_{\alpha}^{\nu} + \frac{\partial \sqrt{g} L}{\partial q_{\alpha}} q_{\alpha} + \sum_{\sigma} \frac{\partial \sqrt{g} L}{\partial M_{\alpha\sigma}} M_{\alpha\sigma} \right) = -\frac{\partial \sqrt{g} L}{\partial w_{\nu}} + \sum_{\alpha} \left\{ q_{\alpha} \frac{\partial}{\partial w_{\alpha}} ([\sqrt{g} L]_{,\alpha} + \sum_{\sigma} \frac{\partial}{\partial w_{\sigma}} \frac{\partial \sqrt{g} L}{\partial g_{\sigma\alpha}}) + g_{\alpha\nu} ([\sqrt{g} L]_{,\alpha} + \sum_{\sigma} \frac{\partial}{\partial w_{\sigma}} \frac{\partial \sqrt{g} L}{\partial g_{\sigma\alpha}}) \right\} + \sum_{\sigma} \left([\sqrt{g} L]_{,\sigma} - \frac{\partial \sqrt{g} L}{\partial q_{\sigma}} \right) M_{\sigma\nu} + \sum_{\sigma, \alpha} \frac{\partial \sqrt{g} L}{\partial M_{\alpha\sigma}} \frac{\partial M_{\alpha\sigma}}{\partial w_{\nu}}$$

da ja

$$\frac{\partial \sqrt{g} L}{\partial q_{\alpha}} = [\sqrt{g} L]_{,\alpha} + \sum_{\sigma} \frac{\partial}{\partial w_{\sigma}} \frac{\partial \sqrt{g} L}{\partial g_{\sigma\alpha}}$$

Fig. 1. Mutilated page 8 of Hilbert's first proofs, with the Eq. (17) cut off; and page 11 of the proofs, where Eq. (26) is the correct form of the gravitational field equation. Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen, Cod. Ms. d. Hilbert 634, Bl. 23^r - 29^r.

of the proofs). If the missing Eq. (17) in the proofs is the equation $H = K + L$ as Renn and Stachel believe, the equation for the variational derivative

$$[\sqrt{g} K]_{\mu\nu} = \sqrt{g} \left(K_{\mu\nu} - \frac{1}{2} K g_{\mu\nu} \right)$$

would come after Eq. (17) on the missing part of page 8, as in the published version where it comes after Eq. (21), and where it has been given no number. The same is most likely true for this equation in the proofs. But even without writing down the explicit expression for the variational derivative, the equation $H = K + L$, with K the Ricci invariant, is sufficient to obtain the correct gravitational field equation simply by taking the variational derivative of the Lagrangian $H = K + L$

in Hilbert's variational principle

$$\delta \int H \sqrt{g} d\tau = 0,$$

where (apart from surface terms which vanish at ∞)

$$\delta \int K \sqrt{g} d\tau = \int \left(K_{\mu\nu} - \frac{1}{2} K g_{\mu\nu} \right) \delta g^{\mu\nu} \sqrt{g} d\tau.$$

Mentioning the mutilation of Hilbert's proofs in a footnote of an unpublished preprint can not excuse Corry, Reno, and Stachel for having failed to mention this mutilation in their *Science* article which with the title "Belated Decision in the Hilbert-Einstein Priority Dispute", claims to prove Einstein's priority. With Hilbert's definition of the variational derivative

$$[\sqrt{g} K]_{\mu\nu} = \sqrt{g} \left(K_{\mu\nu} - \frac{1}{2} K g_{\mu\nu} \right)$$

the gravitational field equations appear both in the proofs (there as Eq. (26)) and in the published version (there as Eq. (21)) in the abbreviated form²

$$[\sqrt{g}K]_{\mu\nu} + \frac{\partial\sqrt{g}L}{\partial g^{\mu\nu}} = 0,$$

which is the same as

$$K_{\mu\nu} - \frac{1}{2}Kg_{\mu\nu} = \text{const } T_{\mu\nu},$$

except that Hilbert uses for the matter part the Lagrangian of Mie's theory.

Further proof of Hilbert's priority is supported by the chronology of the papers by Einstein and Hilbert [4]:

1. Nov. 4, 1915, Einstein submits the still incorrect equations to the Prussian Academy.

2. Nov. 11, 1915, Einstein again submits the incorrect equations to the Prussian Academy.

3. Nov. 18, 1915, Einstein acknowledges having received in advance a copy of Hilbert's paper to be delivered by Hilbert to the Goettingen Academy on Nov. 20, 1915, and Einstein writes Hilbert that he had obtained the same equations in the last weeks, even though only one week before, on Nov. 11, 1915, he still had the wrong equations.

4. Nov. 20, 1915, Hilbert presents his equations to the Goettingen Academy, but someone had later cut off critical parts of Hilbert's page proofs.

5. Nov. 25, 1915, Einstein submits the correct equations to the Prussian Academy.

In summary: Einstein's letter of Nov. 18, 1915 to Hilbert proves that Hilbert had the correct equations before Einstein. Einstein's claim that he had the correct equations weeks earlier is contradicted by Einstein's paper to the Prussian Academy of Nov. 11, 1915, not weeks, but just one week earlier. Since Einstein still believed his erroneous equations were correct as late as Nov. 18, 1915, it is clear that Hilbert, who had the correct equations before Nov. 18, 1915, had arrived at them before Einstein.

The question remains how much credit shall go to Einstein and how much to Hilbert. A close examination of the historical record, leading to the discovery of the correct field equations in 1915, shows that Einstein

²I express my thanks to the Niedersaechsische Staats- und Universitaetsbibliothek Goettingen for their permission to reproduce parts of the proofs and of the paper by D. Hilbert: Die Grundlagen der Physik (Erste Mitteilung).

404

David Hilbert,

$$(18) \quad \sum_{s,h} \left(L \delta_s^h - \frac{\partial L}{\partial M_s} M_s - \frac{\partial L}{\partial g_s} g_s \right) x^s$$

($\delta_s^s = 0, l \neq s; \delta_s^s = 1$)

d. h. wegen (17) gleich

$$(19) \quad - \frac{2}{\sqrt{g}} \sum_{\mu,\nu} \frac{\partial \sqrt{g} L}{\partial g^{\mu\nu}} g^{\mu\nu} x^\mu.$$

Wegen der im folgenden entwickelten Formeln (21) ersahen wir hieraus insbesondere, daß die elektromagnetische Energie und mithin auch der totale Energievektor ϵ^s sich allein durch K ausdrücken läßt, so daß nur die $g^{\mu\nu}$ und deren Ableitungen, nicht aber die g_s und deren Ableitungen darin auftreten. Wenn man in dem Ausdrucke (18) zur Grenze für

$$g_{\mu\nu} = 0, \quad (\mu \neq \nu)$$

$$g_{\mu\mu} = 1$$

übergeht, so stimmt derselbe genau mit demjenigen überein, den Mie in seiner Elektrodynamik aufgestellt hat: der Mie'sche elektromagnetische Energietensor ist also nichts anderes als der durch Differentiation der Invariante L nach den Gravitationspotentialen $g^{\mu\nu}$ entstehende allgemein invariante Tensor beim Übergang zu jener Grenze — ein Umstand, der mich zum ersten Mal auf den notwendigen engen Zusammenhang zwischen der Einsteinschen allgemeinen Relativitätstheorie und der Mie'schen Elektrodynamik hingewiesen und mir die Überzeugung von der Richtigkeit der hier entwickelten Theorie gegeben hat.

Es bleibt noch übrig, bei der Annahme

$$(20) \quad H = K + L,$$

direkt zu zeigen, wie die oben aufgestellten verallgemeinerten Maxwell'schen Gleichungen (5) eine Folge der Gravitationsgleichungen (4) in dem oben angegebenen Sinne sind.

Unter Verwendung der vorhin eingeführten Bezeichnungsweise für die Variationsableitungen bezüglich der $g^{\mu\nu}$ erhalten die Gravitationsgleichungen wegen (20) die Gestalt

$$(21) \quad [\sqrt{g} K]_{\mu\nu} + \frac{\partial \sqrt{g} L}{\partial g^{\mu\nu}} = 0.$$

Das erste Glied linker Hand wird

$$[\sqrt{g} K]_{\mu\nu} = \sqrt{g} (K_{\mu\nu} - \frac{1}{2} K g_{\mu\nu}),$$

Fig. 2. Page 404 of Hilbert's published version where the equation (21) is the gravitational field equation, and where Hilbert's abbreviation $[\sqrt{g}K]_{\mu\nu} = \sqrt{g}(K_{\mu\nu} - \frac{1}{2}Kg_{\mu\nu})$ follows in the text Eq. (21). D. Hilbert, Kgl. Ges. d. Wiss. Nachrichten, Math.-phys. Klasse, 1915, Heft 3.

first recognized that the gravitational field must be described by the 10 components of the metric tensor g_{ik} for the four-dimensional Minkowski space-time, but it was Grossmann, not Einstein, who in a groundbreaking paper [5] for the first time in the history of physics named the contracted Riemann tensor R_{ik} for the solution of the gravitational problem sought by Einstein. Since R_{ik} is linear in the 2nd derivatives of the metric tensor g_{ik} , Grossmann was wondering if in the limit of static weak fields R_{ik} reduces to the Laplace operator, that is to $\nabla^2 g_{44} = 0$, the vacuum field equation for g_{44} , but this amounts to making the hypothesis that

$$R_{ik} = 0$$

must be the correct vacuum field equation. Grossmann however, incorrectly concluded that in the limit of weak static fields R_{ik} cannot be reduced to $\nabla^2 g_{44} = 0$.

Following in Grossmann's footsteps, Einstein conjectured up to November 11, 1915, that the correct field equation would have to be

$$R_{ik} = -\kappa T_{ik},$$

but because this equation does not satisfy the condition $T_{ki}^i = 0$, except for the case of electromagnetic radiation, Einstein incorrectly believed that matter must in some way be described by electromagnetic radiation [6]. Nevertheless, with the geodetic equation for the motion in the field of a spherical mass and the ad hoc assumption that for weak fields the vacuum solution obtained from $R_{ik} = 0$ should match Newton's solution, Einstein was able to derive the perihelion motion and the deflection of light³.

In spite of this remarkable success, Einstein was not able to obtain the correct field equation in the presence of matter. Because Grossmann was unable to figure it out for Einstein, Einstein sought the help of the famous Goettingen mathematicians Felix Klein and David Hilbert. Inspired by Mie's theory, Hilbert was already working on a unified field theory of gravity and electromagnetism. Even though Hilbert sent Einstein a copy of his not yet published paper, which Einstein received on Nov. 18, 1915, one can not prove that Einstein corrected his incorrect field equation after having seen Hilbert's paper, because it cannot be excluded that in the week following Nov. 11, 1915 Einstein had finally and independently arrived at the same solution. My analysis of Hilbert's mutilated proofs therefore cannot prove that Einstein copied from Hilbert. It proves less, which is that it cannot be proved that Einstein could not have copied from Hilbert. But it proves that Hilbert had not copied from Einstein, as it has been insinuated following the paper by Corry, Renn, and Stachel.

I must also disagree in at least one point with Sauer [7], who otherwise comes to similar conclusions. He too notices the cut off part of Hilbert's page proofs, and he too believes that the equation

$$H = K + L$$

³The equation for the perihelion motion, however, was already known and derived by Gerber with a potential similar to the potential used in Weber's electrodynamics (see [10]).

Dieser Satz zeigt, dass nur dem Energieerhalt der alten Theorie entsprechende Divergenzgleichung

$$(15) \quad \sum_i \frac{\partial r_i^i}{\partial x_i} = 0$$

dann und nur dann gelten kann, wenn die vier Größen c_i verschwinden, d. h. wenn die Gleichungen gelten

$$(16) \quad \frac{d^{\mu} \sqrt{g} \Pi}{dx^{\mu}} = 0$$

Nach diesen Vorbereitungen stelle ich nunmehr das folgende Axiom auf:

Axiom III (Axiom von Raum und Zeit). Die Raum-Zeit-Koordinaten sind solche besonderen Weltparameter, für die der Energiesatz (15) gültig ist.

Nach diesem Axiom liefern in Wirklichkeit Raum und Zeit eine solche besondere Benennung der Weltpunkte, daß der Energiesatz gültig ist.

Das Axiom III hat das Bestehen der Gleichungen (16) zur Folge: diese vier Differentialgleichungen (16) vervollständigen die Gravitationsgleichungen (4) zu einem System von 14 Gleichungen für die 14 Potentiale $g^{\mu\nu}, q_i$; dem System der Grundgleichungen der Physik. Wegen der Gleichzahl der Gleichungen und der zu bestimmenden Potentiale ist für das physikalische Geschehen auch das Kausalitätsprinzip gewährleistet, und es enthält sich uns damit der enge Zusammenhang zwischen dem Energiesatz und dem Kausalitätsprinzip, indem beide sich einander bedingen. Dem Übergang von einem Raum-Zeit-Bezugssystem zu einem anderen entspricht die Transformation der Energieform von einer sogenannten „Normalform“

$$E = \sum_{\mu, \nu} e_{\mu\nu} p^{\mu} p^{\nu}$$

auf eine andere Normalform.

Fig. 3. Backside of page 8, which is page 7 of Hilbert's first proofs, showing the slightly curved cut passing through a sentence.

must have been in the cut off part. But his statement: "One possible reason for Hilbert's cutting out this piece would be that he wanted to paste it into some other manuscript in order to avoid the pains of copying the equations by hand," is not very credible for such a simple equation. Instead of assuming that the cut off piece also contained Hilbert's definition for the variational derivative, he rather believes that it contained the expression of the curvature invariant K in terms of the tensor $K_{\mu\nu}$ which, as Sauer correctly says, is sufficient to arrive at the trace term missing in the equation by Einstein and Grossmann.

Inspecting the back of page 8, which is page 7, one can see that the cut is not straight, but rather slightly curved in passing through a sentence on page 7. This raises the suspicion that it was not done with scissors, but with a razor blade or pocket knife, possibly in the special collection – reading room of the Goettingen library, with the intent to erase the long held view that Hilbert had the correct final form of the field equation before Einstein, a view held by many physicists, including celebrity physicist Steven Hawking [8]. As C. J. Bjerknæs [9] has pointed out to me, the fact that

the cut passes through a sentence on page 7 and not on page 8, suggests that it was intended for page 8, giving further support for the hypothesis of a forgery with the purpose to suggest that Hilbert had copied from Einstein. In science as in history, forgeries are nothing new. Examples are the Constitutum Constantini, the vineland map, the Piltdown man hoax, and most recently the burial box of James, the brother of Jesus. Sauer's conjecture that Hilbert had cut off the upper one third of page 8 to paste it into one of his other manuscripts to save him the time to rewrite the equations of this upper part, is in view of my analysis of the content of the cut off part highly improbable. Hilbert uses both in the proofs and in the published version the short hand bracket notation for the variational derivative, but only the published version has the definition equation for the bracket notation. This is strong evidence that the proofs must have contained this definition equation as well, and this equation must have been in the cut off part of page 8. The remaining space in the cut off part of page 8 is probably too small to have contained the explicit expression of the curvature invariant (requiring two lines) as it is believed by Sauer, but even if true, would not change my conclusion.

In summary, one can say that the general theory of relativity is the creation of three men:

1. Einstein, who by the analogy with Gauss's theory of curved surfaces, concluded that the gravitational field must be expressed by the 10 components of the metric tensor of a curved four-dimensional Minkowski space-time.

2. Grossmann, who identified the contracted Riemann tensor as the key for the solution of the problem posed by Einstein.

3. Hilbert, for having completed the mathematical structure of the theory with his variational principle for the curvature scalar in four space-time dimensions.

Acknowledgement

The author expresses his thanks to C. J. Bjerknes for his critical reading of the manuscript and improving the text at several places.

Final Comment

A previous version of this paper was on Nov. 21, 2002 submitted to **Science**, in response to the article by Corry, Renn, and Stachel published in **Science**. Normally, such a criticism paper, together with the reply of those criticized, would be published in the Journal where the article to be criticized had appeared, but **Science** refused to publish my criticism paper, with the argument that my paper was allegedly of low priority for **Science**. However, I had given a preprint of my paper to C.J. Bjerknes, a historian of science, who had quoted my findings in his book "Anticipation of Einstein in the General Theory of Relativity," [10]. His book is quoted in a preprint by Logunov, Mestvirishvili, and Petrov [11], coming to the same conclusion. I express my thanks to Mr. Bjerknes, who had provided me with a preprint of their work.

- [1] L. Corry, J. Renn, and J. Stachel, **Science** **278**, 1270 (1997).
- [2] J. Renn and J. Stachel, preprint 118 (1999), Max Planck Institute for the History of Science, Berlin, Germany, p. 17.
- [3] D. Hilbert, Kgl. Ges. d. Wiss. Nachrichten, Math.-phys. Klasse. 1915, Heft 3.
- [4] The collected papers of Albert Einstein, Vol. 6, Princeton University Press 1996.
- [5] M. Grossmann, Entwurf einer verallgemeinerten Relativitätstheorie und einer Theorie der Gravitation: II. Mathematischer Teil (I. Physikalischer Teil von A. Einstein), B. G. Teubner, Leipzig and Berlin 1913, p. 36.
- [6] A. Einstein, Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften (Berlin), Sitzungsberichte Nov. 11, 1915: 799–801.
- [7] T. Sauer, Arch. Hist. Exact Sci. **53**, 529 (1999).
- [8] Steven Hawking in his Time Magazine article, Einstein Man of the Century, Time Magazine, Dec. 31, 1999, p. 57.
- [9] C. J. Bjerknes, Private Communication.
- [10] C. J. Bjerknes, Anticipations of Einstein in the General Theory of Relativity, XTX Inc. Downers Grove, Illinois USA, 2003.
- [11] A. A. Logunov, Mestvirishvili M.A. and Petrov V.A., IHEP Preprint 2004-7.-Protvino, 2004, Russia.