La Terre tourne-t-elle ?

À propos de la philosophie scientifique de Poincaré

Jean Mawhin
Professeur à l'Université catholique de Louvain

I. Un livre qui fait scandale

En 1902, dans un ouvrage de philosophie scientifique publié par un éditeur réputé sérieux dans une collection qui ne l'est pas moins, on peut lire le texte suivant :

> «Dès lors, cette affirmation : “la Terre tourne”, n'a aucun sens, puisqu'aucune expérience ne permettra de la vérifier; puisqu'une telle expérience, non seulement ne pourrait être ni réalisée, ni rêvée par le Jules Verne le plus hardi, mais ne peut être conçue sans contradiction ; ou plutôt ces deux propositions : “la Terre tourne”, et “il est plus commode de supposer que la Terre tourne”, ont un seul et même sens ; il n'y a rien de plus dans l'une que dans l'autre» (1).

S'agit-il d'un de ces ouvrages écrits par un auteur farfelu, réactionnaire, mystique ou pseudo-scientifique comme le *De l'impossibilité du système astronomique de Copernic et Newton* de l'écrivain Mercier (contemporain du *Traité de mécanique céleste* de Laplace), comme l'*Anti-Copernic* de l'abbé Matalène (postérieur à la découverte des parallaxes stellaires), comme le *Vrai système du monde* de l'imprimeur-libraire Demonville (que Napoléon emprisonnera pour un libelle politique) ? S'agit-il d'un précurseur de pamphlets publiés au XXe siècle comme *La Terre ne tourne pas* de Raïotvitch en 1936 et *La réfutation du système de Copernic* de la veuve Pierrel en 1939,

(1) H. POINCARÉ, *La science et l'hypothèse*, p. 141.

ou comme *La Terre ne bouge pas* du polytechnicien Plaisant (1934) et *Galilée avait-il tort ou raison ?* de Fernand Crombette (1967), qui se fondent tous deux sur l'expérience de Michelson-Morley [(2)]?

Pas du tout. L'auteur des lignes citées est reconnu comme le plus grand savant de l'époque. Il s'appelle Henri Poincaré et est issu d'une famille d'intellectuels lorrains: son père est professeur de médecine, son oncle polytechnicien, un cousin germain deviendra président de la république et un autre directeur de l'enseignement en France. Sa sœur Aline épousera le philosophe Émile Boutroux et leur fils Pierre sera un mathématicien et un philosophe réputé. Né en 1854, polytechnicien et docteur en sciences mathématiques de la Faculté des sciences de Paris en 1879, Poincaré aura une carrière académique fulgurante qui, après un bref séjour à Caen pour y enseigner l'analyse, le ramènera à la Faculté des sciences de Paris dès 1881 comme chargé de cours d'analyse et de mécanique physique et expérimentale, avant d'occuper successivement les chaires de physique mathématique et calcul des probabilités et d'astronomie mathématique et mécanique céleste. Poincaré enseignera aussi l'astronomie à l'École polytechnique et l'électricité théorique à l'École professionnelle supérieure des postes et des télégraphes de Paris. Ses recherches porteront sur tous les domaines des mathématiques, de la physique mathématique, de l'astronomie et de la mécanique céleste. Entre autres choses, Poincaré est le créateur de la théorie des fonctions automorphes (qui généralisent les fonctions elliptiques), de la théorie qualitative des équations différentielles non linéaires (en particulier de ce qu'on nomme aujourd'hui la théorie de la bifurcation et la théorie du chaos), de la topologie algébrique et de la mathématique de la relativité restreinte (en particulier de ce qu'on appelle erronément l'espace-temps de Minkowski). Ses articles scientifiques formeront dix gros volumes in-quarto, auxquels il faut ajouter quelque vingt-cinq traités !

En 1902, Poincaré est membre de l'Académie des sciences de Paris depuis quinze ans déjà (il sera élu à l'Académie française en 1908, au fauteuil de Sully-Prudhomme), ainsi que d'une quinzaine d'académies étrangères. C'est le 15 décembre 1902 qu'il devient membre associé de la nôtre. En 1900, Poincaré a présidé le Congrès international des mathématiques et a été vice-président du Congrès de physique à Paris. Il préside la Société astronomique de France depuis 1901 et dirige le comité de rédaction du *Bulletin Astronomique* depuis 1897. Agé de 48 ans, il ne paraît pas souffrir de démence sénile et les témoins de l'époque lui reconnaissent non seulement du génie mais aussi, au-delà des inévitables distractions qu'un excès

(2) Cf. J. GAPAILLARD, *Et pourtant elle tourne !,* pp. 283-293.

de concentration engendre, un comportement très sain. Et si le docteur Toulouse, médecin-chef de l'asile de Villejuif, lui consacre un ouvrage en 1910 (3), c'est dans le cadre d'une enquête médico-psychologique sur la supériorité intellectuelle.

Le livre dont nous avons cité un extrait s'intitule *La science et l'hypothèse* et paraît chez Flammarion dans la célèbre bibliothèque de philosophie scientifique. Il sera suivi par *La valeur de la science* (1905), *Science et méthode* (1908) et par *Dernières pensées* (1913), un ouvrage posthume.

L'année 1902 voit en France l'apogée du mouvement laïque anticlérical avec, en particulier, le vote du décret Combes (4) imposant la fermeture de plus de 2.500 écoles confessionnelles. Faut-il s'étonner dès lors que la presse conservatrice s'empare de l'affirmation de Poincaré pour clamer, sous son autorité, que la Terre ne tourne pas, que Poincaré, auxiliaire du grand Inquisiteur, se dresse contre Galilée, et que ce dernier avait été justement condamné. Tout cela finit par agacer Poincaré (un laïc tolérant) et le savant astronome écrit en 1904 à Camille Flammarion. Ce dernier, qui a déjà fait lui-même une mise au point dans le *Bulletin de la Société Astronomique de France*, y publie aussitôt la lettre sous le titre *La Terre tourne-t-elle ?* Poincaré précise encore sa pensée en 1905 dans son ouvrage *La valeur de la science.*

Nous y reviendrons. Mais ces mises au point ne réussissent pas à calmer les esprits puisque, dans le journal *Le Matin* du 20 février 1908, un théologien, Mgr Bolo, proclame encore : «Poincaré, qui est le plus grand mathématicien du siècle, donne tort à l'obstination de Galilée». Cela pousse le journaliste Jean Sourdon à interviewer directement Poincaré pour la *Revue Illustrée,* dont le numéro du 5 avril 1908 rapporte les paroles du mathématicien : «Vous pouvez, fait-il, d'un ton pince-sans-rire (qui me rappellerait Alphonse Allais s'il n'y avait trop d'irrévérence), vous pouvez vous risquer à le répéter sans danger : Elle tourne ! Galilée a eu raison ! E pur si muove». En même temps que cet interview, l'article contient une photographie de Poincaré avec sa signature et ces mots tracés de sa main : «E pur si muove». Le souvenir de cette aventure reste vivace dans l'esprit de Poincaré, puisqu'il la rappelle encore, en 1909, dans sa conférence *La mécanique nouvelle* (5) consacrée à la relativité restreinte.

(3) Dr TOULOUSE, *Enquête médico-psychologique sur la supériorité intellectuelle : Henri Poincaré.*

(4) L. CAPÉRAN, *L'invasion laïque : De l'avènement de Combes au vote de la séparation.*

(5) H. POINCARÉ, *La mécanique nouvelle,* p. 5.

II. Les preuves du mouvement de la Terre

Il semble pourtant, qu'à l'orée du XXe siècle, la science avait accumulé suffisamment de «preuves» en faveur de la rotation de la Terre sur elle-même et de son mouvement autour du Soleil.

Rappelons tout d'abord –car on lit souvent le contraire– que ni Copernic ni Galilée n'en possédaient, et que celles invoquées par le savant florentin (en particulier les marées) étaient fausses.

Pour le mouvement de la Terre autour du Soleil, c'est la *parallaxe stellaire* qui a servi d'argument pour attaquer le modèle copernicien d'abord, pour le défendre ensuite. La parallaxe d'une étoile est la moitié l'angle sous lequel on voit, de cette étoile, le grand-axe de l'orbite terrestre. C'est donc essentiellement le déplacement angulaire apparent de l'étoile pour deux observations séparées de six mois. En particulier, Tycho-Brahé, se fondant sur des estimations de la distance de la Terre à la sphère céleste qui remontent aux astronomes grecs, calcula que la parallaxe des étoiles devait être de 3°1/2. Comme il n'en observait aucune, il rejeta le système de Copernic. De nombreux astronomes tentèrent de mettre en évidence cette parallaxe, mais c'est en 1834 seulement que Bessel réussit une telle mesure, pour l'étoile *61 Cygni.* Il trouva une parallaxe de 0",314, alors que la mesure actuelle est de 0",292. En 1839, on observa la parallaxe record de 1" (0",76 aujourd'hui) pour *Alpha Centauri,* une étoile triple dont la composante la plus rapprochée, *Proxima Centauri,* est ainsi l'étoile la plus proche du Soleil. À partir de la parallaxe et des dimensions de l'orbite terrestre, il est facile d'estimer la distance de *Proxima Centauri* au Soleil : elle est d'environ 40.000.000.000.000 km.

Ce sont des «preuves» mécaniques qui furent invoquées pour démontrer la rotation de la Terre sur elle-même. Newton déjà proposa de mesurer la déviation vers l'Est d'un corps pesant laché du sommet d'une tour élevée. L'expérience fut longtemps tentée sans succès, les erreurs étant trop grandes, et même la plus souvent citée, faite par Reich en 1831, n'a qu'une précision limitée.

Une «preuve» beaucoup plus convaincante fut donnée en 1851 par Léon Foucault. Elle est fondée sur l'invariance du plan d'oscillation d'un pendule. Expérimentant d'abord dans sa cave, avec un pendule de 2 mètres, puis à la salle méridienne de l'Observatoire de Paris, avec un pendule de 11 m., Foucault, à la demande du prince Louis-Napoléon Bonaparte, le futur Napoléon III, réalisa finalement sa célèbre expérience au Panthéon, avec un pendule de 67 mètres de long. Il la renouvellera à l'exposition universelle

de Paris de 1855, en utilisant cette fois un dispositif électromagnétique pour entretenir le mouvement du pendule. Ce pendule de Foucault, qu'on peut encore admirer au Conservatoire des arts et métiers, n'a pas manqué d'impressionner et d'inspirer récemment un romancier célèbre. À l'époque, il impressionna également notre compatriote Louis-Philippe Gilbert, professeur d'analyse et de mécanique à l'Université catholique de Louvain, qui écrivit «qu'en regardant tourner le plan d'oscillation du pendule de Foucault, un public illettré touchait en quelque sorte du doigt la rotation diurne du globe» (6). Gilbert inventera d'ailleurs un autre appareil mécanique, le barogyroscope, pour mettre en évidence la rotation de la Terre.

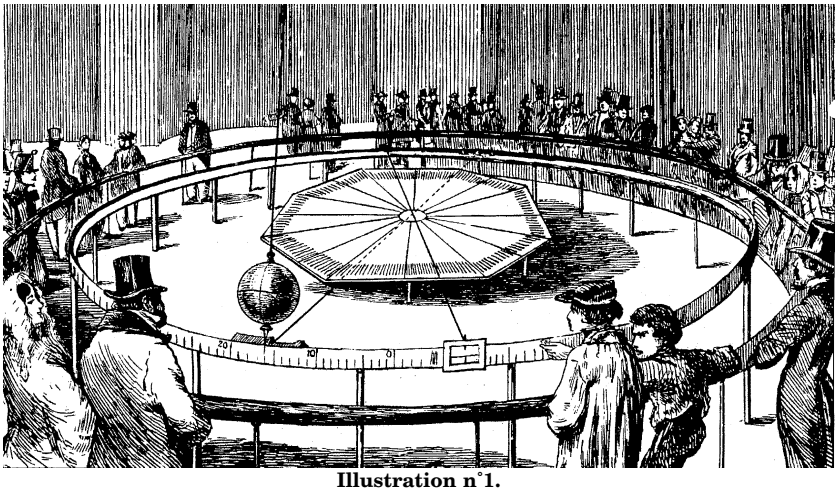

Illustration n°1.
L'expérience du pendule de Foucault, réalisée au Panthéon, d'après une gravure parue dans l'*Illustration* en 1852.

Car il ne fait aucun doute, pour Foucault et ses contemporains, qu'ils assistent à une manifestation du mouvement giratoire de la Terre. D'ailleurs, la note de Foucault annonçant son expérience aux *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* s'intitule *Démonstration physique du mouvement de rotation de la Terre au moyen du pendule*. Les pendules de Foucault vont fleurir aux quatre coins du monde et il est piquant de noter qu'un jésuite, le père Secchi, refera dès mai 1851 l'expérience du pendule à Rome, la ville où Galilée avait été condamné par l'Église deux siècles plus tôt.

(6) Ph. GILBERT, *Les preuves mécaniques de la rotation de la Terre,* pp. 367-368.

III. Mouvement relatif ou mouvement absolu ?

Quels arguments pouvait donc invoquer Poincaré, face à cette «évidence expérimentale» pour «mettre en doute» la rotation de la Terre ? Nous allons voir qu'il ne faisait que développer, avec un peu plus de force, des arguments soulevés depuis longtemps déjà par certains savants. Car si l'on veut parler de la rotation de la Terre, il faut d'abord se poser la question fondamentale : qu'est-ce que le mouvement ?

En nous inspirant de l'excellent ouvrage de J. Gapaillard [(7)], que doivent consulter tous ceux qui s'intéressent au mouvement de la Terre, citons quelques opinions à ce sujet, en commençant par le mathématicien et philosophe polonais Witelo ou Vitelio, au XIIIe siècle, dans sa *Perspective* :

> «Manifestement il n'est facile de comprendre le mouvement que par comparaison d'une chose que l'on voit se mouvoir par rapport à une autre que l'on voit se reposer immobile» [(8)].

Nicole Oresme précise ce point de vue un siècle plus tard :

> «De plus, je suppose, le mouvement d'un lieu à un autre ne peut être constaté avec évidence que dans la mesure où l'on constate qu'un corps se situe différemment par rapport à un autre corps. Ainsi, quand un homme est sur un bateau appelé *A* qui se meut sans à-coup notable, rapidement ou lentement, et que cet homme ne voit rien d'autre qu'un autre bateau appelé *B* qui se meut tout à fait exactement de la même façon que *A*, je dis qu'il semblera à cet homme que ni l'un ni l'autre de ces bateaux ne se meut. Si *A* est fixe et que *B* est en mouvement, il lui apparaît avec évidence que *B* est en mouvement ; si *A* est en mouvement et que *B* est fixe, il lui apparaît aussi que *A* est fixe et que *B* est en mouvement. [...] La cause en est que ces deux corps *A* et *B* ont continuellement relativité de regard l'un par rapport à l'autre, tout à fait de la même manière quand *A* est en mouvement et que *B* est fixe ou quand à

(7) Cf. J. GAPAILLARD, *Et pourtant elle tourne !*, pp. 294-301.
(8) Cité d'après J. GAPAILLARD, *Et pourtant elle tourne !*, p. 294.

> l'inverse *B* est en mouvement et *A* est fixe. Il est établi au livre IV de *La perspective* de Witelo que l'on ne constate un mouvement que dans la mesure où l'on constate qu'un corps se comporte d'une autre manière au regard d'un autre. [...] Il appert donc que l'on ne peut montrer par aucune expérience que le ciel est mû d'un mouvement journalier ; car en supposant qu'il soit mû ainsi et non la Terre, ou que la Terre se meuve et non le ciel, si un œil était au ciel et voyait clairement la Terre, elle semblerait mue, et si l'œil était sur Terre, le ciel semblerait mû [...] et néanmoins tous tiennent, et je crois qu'il [le ciel] est ainsi mû, et non la Terre. Mais en considérant tout ce qui a été dit, on pourrait, de là croire que la Terre est ainsi mue et non le ciel, et le contraire n'est pas évident» (9).

Au XVIIe siècle, chez Descartes, on lit ce qui suit :

> «Le mouvement selon la vérité [...] est le transport d'une partie de la matière, ou d'un corps, du voisinage de ceux qui le touchent immédiatement, et que nous considérons comme en repos, dans le voisinage de quelques autres. [...] Nous ne saurions concevoir que le corps *AB* soit transporté du voisinage du corps *CD*, que nous ne sachions aussi que le corps *CD* est transporté au voisinage du corps *AB*» (10).

Un peu plus tard, Leibniz est plus précis encore :

> «À peu près comme nous attribuons le mouvement plutôt au vaisseau qu'à la mer, et cela avec raison, bien que parlant abstraitement on pourrait soutenir une autre hypothèse du mouvement, le mouvement en lui-même, en faisant abstraction de la cause, étant toujours quelque chose de relatif» (11).

Cette *relativité du mouvement* à laquelle on est conduit va à l'encontre d'une tendance de notre esprit à répartir les objets en deux classes, ceux qui

(9) Cité d'après J. GAPAILLARD, *Et pourtant elle tourne !*, p. 295.
(10) Cité d'après J. GAPAILLARD, *Et pourtant elle tourne !*, pp. 293-294.
(11) Cité d'après J. GAPAILLARD, *Et pourtant elle tourne !*, p. 294.

sont fixes et ceux qui bougent, et les citations données témoignent encore de cette tendance. Newton, dans ses *Principia*, va la renforcer en postulant l'existence d'un *espace absolu*, impliquant que tout corps est soit fixe, soit en mouvement absolu. Les lois de sa mécanique ne seront valables, *a priori,* que pour les mouvements absolus.

Comme il avait critiqué la méthode des fluxions de Newton, (c'est-à-dire son calcul différentiel et intégral), l'évêque Berkeley critique cette conception de *mouvement absolu.* Il écrit en 1710 :

> «Le mouvement de la Terre est maintenant universellement admis par les astronomes comme une vérité basée sur les raisons les plus claires et les plus convaincantes. Mais d'après les principes précédents, une telle chose ne peut être. Car le mouvement étant seulement une idée, il suit que s'il n'est pas perçu il n'existe pas ; or le mouvement de la Terre n'est pas perçu par les sens. Je réponds que cette thèse, si elle est bien comprise, sera trouvée en accord avec les principes que nous avons posés : car la question [de savoir] si la Terre se meut ou non, revient en réalité à rien de plus que ceci, savoir si nous avons raison de conclure, de ce qui a été observé par les astronomes, que si nous étions placés dans telles ou telles position et distance, à la fois vis-à-vis de la Terre et du Soleil, nous percevrions la première se mouvoir parmi le collège des planètes et apparaître à tous égards comme l'une d'entre elles, et cela, par les règles de la Nature établies et dont nous n'avons aucune raison de nous défier, est raisonnablement déduit des phénomènes.
>
> «Je ne prendrai pas sur moi de faire des remarques sur la performance de cette extraordinaire personne [Newton] ; seulement certaines choses qu'il a avancées [sont] si directement opposées à la doctrine que nous avons développée jusqu'ici que ce serait un manquement aux égards dus à l'autorité d'un si grand homme si nous n'en faisions aucun cas. [...] Mais en dépit de ce qui a été dit, il ne m'apparaît pas qu'il puisse y avoir d'autre mouvement que relatif : de sorte que pour concevoir le mouvement il faut concevoir au moins deux corps, dont la distance ou la position de chacun par rapport à l'autre soit variable. Par conséquent, s'il n'existait qu'un seul corps, il ne lui serait pas possible d'être en mouvement. Ceci me semble très évident, l'idée

> que j'ai du mouvement comportant nécessairement une relation. [...] Car comme je l'ai déjà dit, le mouvement absolu, exclusif de toute relation externe, est incompréhensible» (12).

Les arguments de Berkeley sont purement cinématiques, mais l'expérience du seau de Newton (13) semblait prouver que les mouvements absolus existaient bel et bien pour la dynamique. Ce point de vue va être combattu par le physicien autrichien Ernst Mach, qui, dans un article de 1868 et surtout dans son livre *Die Mechanik in ihrer Entwickelung historisch-kritisch dargestellt* de 1883 (traduit en français en 1904), écrit :

> «Personne ne peut rien dire de l'espace absolu et du mouvement absolu qui sont des notions purement abstraites, qui ne peuvent en rien être le résultat de l'expérience. [...] Il semble que Newton ait fondé sur des raisons solides sa distinction entre mouvement absolu et mouvement relatif. Si la Terre est animée d'une [rotation] absolue autour de son axe, il s'ensuit que des forces centrifuges s'y manifestent, qu'elle est aplatie, que l'accélération de la pesanteur diminue à l'équateur, que le plan du pendule de Foucault tourne, etc. Tous ces phénomènes disparaissent si la Terre est au repos et si les corps célestes sont animés d'un mouvement absolu tel que la même rotation relative en résulte. Il en est en réalité ainsi si nous prenons a priori l'espace absolu pour point de départ ; mais en restant sur le terrain des faits, on ne connaît rien d'autre que l'espace et le mouvement relatifs. Abstraction fait de ce milieu inconnu de l'espace, qui ne doit pas être considéré, on trouve que les mouvements dans le système du monde sont relatifs et les mêmes, que l'on adopte le système de Ptolémée ou celui de Copernic. Ces deux conceptions sont également justes ; la second n'est que plus simple et plus pratique. [...] Il est donc impossible de dire comment seraient les choses si la Terre ne tournait pas. Tout ce que nous pouvons faire est d'interpréter de diverses façons ce

(12) Cité d'après J. GAPAILLARD, *Et pourtant, elle tourne !*, pp. 298-300.

(13) Voir par exemple M. GHINS, *L'inertie et l'espace-temps absolu de Newton à Einstein,* pp. 35-39 et A. LAUSBERG, *De l'espace absolu de Newton à l'espace-temps d'Einstein*, pp. 95-101.

> qui nous est donné. [...] L'expérience du vase rempli d'eau et animé d'un mouvement de rotation nous apprend que la rotation relative de l'eau par rapport au vase n'éveille pas de forces centrifuges apparentes, mais que celles-ci sont éveillées par un mouvement relatif par rapport à la masse de la Terre et aux autres corps célestes ; elle ne nous apprend rien de plus. Personne ne saurait dire ce que l'expérience aurait donné si la paroi du vase avait été rendue plus épaisse et plus massive, jusqu'à avoir une épaisseur de plusieurs lieues. [...] D'après moi il n'existe somme toute qu'un mouvement relatif et je n'aperçois à cet égard aucune distinction entre la rotation et la translation. Une rotation relativement aux étoiles fixes fait naître dans un corps des forces d'éloignement de l'axe ; si la rotation n'est pas relative aux étoiles fixes, ces forces d'éloignement n'existent pas. [...] Pouvons-nous fixer le vase d'eau de Newton, faire ensuite tourner le ciel des étoiles fixes, et prouver alors que ces forces d'éloignement son absentes ? Cette expérience est irréalisable, cette idée est dépourvue de sens, car les deux cas sont indiscernables l'un de l'autre dans la perception sensible. Je considère donc ces deux cas comme n'en formant qu'un seul et la distinction qu'en fait Newton comme illusoire» (14).

Ces idées de Mach trouveront un écho dans des écrits de Duhem en 1909 et leur aboutissement dans la relativité générale d'Einstein, ainsi qu'on pourra le lire ailleurs (15). Même dans les ouvrages de mécanique classique, la notion de mouvement absolu sera maniée avec beaucoup de prudence et nombre d'entre eux, parmi les plus connus, ne parleront plus de l'expérience de Foucault comme «preuve» de la rotation de la Terre.

Il convient également de signaler, qu'à la même époque, les expériences optiques du type de Michelson-Morley pour mesurer la vitesse de la Terre par rapport à l'éther donnaient des réponses négatives. Or cet hypothétique éther avait été assimilé par plus d'un savant à ce repère absolu nécessaire à la mécanique newtonienne.

(14) E. MACH, *La mécanique : Exposé historique et critique de son développement*, pp. 222-225.

(15) Ch. NORDMANN, *Le royaume des cieux*, pp. 208-249 et A. LAUSBERG, *De l'espace absolu de Newton à l'espace-temps d'Einstein,* pp. 195-215.

IV. La position de Poincaré

Nous allons expliciter la position de Poincaré à travers ses écrits. Dans *La science et l'hypothèse* (1902), au chapitre VII : *Le mouvement relatif et le mouvement absolu*, Poincaré discute la notion de mouvement relatif :

> «L'argument de Newton. – Ici, nous rencontrons une question fort importante et même un peu troublante. J'ai dit que le principe du mouvement relatif n'était pas seulement pour nous un résultat d'expérience, et qu'à priori toute hypothèse contraire répugnerait à l'esprit.
>
> «Mais alors pourquoi le principe n'est-il vrai que si le mouvement des axes mobiles est rectiligne et uniforme ? Il semble qu'il devrait s'imposer à nous avec la même force, si ce mouvement est varié ou tout au moins s'il se réduit à une rotation uniforme. Or, dans ces deux cas, le principe n'est pas vrai.
>
> «Je n'insisterai pas longtemps sur le cas où le mouvement des axes est rectiligne sans être uniforme ; le paradoxe ne résiste pas à un instant d'examen. Si je suis en wagon, et si le train, heurtant un obstacle quelconque, s'arrête brusquement, je serai projeté sur la banquette opposée, bien que je n'ai été soumis directement à aucune force. Il n'y a rien là de mystérieux ; si je n'ai subi l'action d'aucune force extérieure, le train, lui, a éprouvé un choc extérieur. Que le mouvement relatif de deux corps se trouve troublé, dès que le mouvement de l'un ou de l'autre est modifié par une cause extérieure, il ne peut rien y avoir là de paradoxal.
>
> «Je m'arrêterai plus longtemps sur le cas des mouvements relatifs rapportés à des axes qui tournent d'une rotation uniforme. Si le ciel était sans cesse couvert de nuages, si nous n'avions aucun moyen d'observer les astres, nous pourrions, néanmoins, conclure que la Terre tourne ; nous en serions avertis par son aplatissement, ou bien encore par l'expérience du pendule de Foucault.
>
> «Et pourtant, dans ce cas, dire que la Terre tourne, cela aurait-il un sens ? S'il n'y a pas d'espace absolu, peut-on tourner sans tourner par rapport à quelque chose, et

d'autre part comment pourrions-nous admettre la conclusion de Newton et croire à l'espace absolu ?

«Mais il ne suffit pas de constater que toutes les solutions possibles nous choquent également ; il faut analyser, pour chacune d'elles, les raisons de notre répugnance, afin de faire notre choix en connaissance de cause. On excusera donc la longue discussion qui va suivre.

«Reprenons notre fiction : d'épais nuages cachent les astres aux hommes, qui ne peuvent les observer et en ignorent même l'existence ; comment ces hommes sauront-ils que la Terre tourne ? Plus encore que nos ancêtres sans doute, ils regarderont le sol qui les porte comme fixe et inébranlable ; ils attendront bien plus longtemps l'avènement d'un Copernic. Mais enfin ce Copernic finirait par venir ; comment viendrait-il ?

«Les mécaniciens de ce monde ne se heurteraient pas d'abord à une contradiction absolue. Dans la théorie du mouvement relatif, on envisage, en dehors des forces réelles, deux forces fictives que l'on appelle la force centrifuge ordinaire et la force centrifuge composée. Nos savants imaginaires pourraient donc tout expliquer en regardant ces deux forces comme réelles, et ils ne verraient pas là de contradiction avec le principe de l'inertie généralisé, car ces forces dépendraient, l'une des positions relatives des diverses parties du système, comme les attractions réelles, l'autre de leurs vitesses relatives, comme les frottements réels.

«Bien des difficultés cependant ne tarderaient pas à éveiller leur attention ; s'ils réussissaient à réaliser un système isolé, le centre de gravité de ce système n'aurait pas une trajectoire à peu près rectiligne. Ils pourraient invoquer, pour expliquer ce fait, les forces centrifuges qu'ils regarderaient comme réelles et qu'ils attribueraient sans doute aux actions mutuelles des corps. Seulement ils ne verraient pas ces forces s'annuler aux grandes distances, c'est-à-dire à mesure que l'isolement serait mieux réalisé ; loin de là : la force centrifuge croît indéfiniment avec la distance.

«Cette difficulté leur semblerait déjà assez grande ; et pourtant elle ne les arrêterait pas longtemps : ils imagineraient bientôt quelque milieu très subtil, analogue à notre éther, où tous les corps baigneraient et qui exercerait sur eux une action répulsive.

«Mais ce n'est pas tout. L'espace est symétrique, et pourtant les lois du mouvement ne présenteraient pas de symétrie ; elles devraient distinguer entre la droite et la gauche. On verrait par exemple que les cyclones tournent toujours dans le même sens, tandis que par raison de symétrie ces météores devraient tourner indifféremment dans un sens et dans un autre. Si nos savants étaient parvenus à force de travail à rendre leur univers parfaitement symétrique, cette symétrie ne subsisterait pas, bien qu'il n'y ait aucune raison apparente pour qu'elle soit troublée dans un sens plutôt que dans l'autre.

«Ils s'en tireraient sans aucun doute, ils inventeraient quelque chose qui ne serait pas plus extraordinaire que les sphères de verre de Ptolémée, et on irait ainsi, accumulant les complications, jusqu'à ce que le Copernic attendu les balaye toutes d'un seul coup, en disant : Il est bien plus simple d'admettre que la Terre tourne.

«Et de même que notre Copernic à nous nous a dit : “Il est plus commode de supposer que la Terre tourne, parce qu'on exprime ainsi les lois de l'astronomie dans un langage bien plus simple” ; celui-là dirait : “Il est plus commode de supposer que la terre tourne, parce qu'on exprime ainsi les lois de la mécanique dans un langage bien plus simple”.

«Cela n'empêche pas que l'espace absolu, c'est-à-dire le repère auquel il faudrait rapporter la Terre pour savoir si réellement elle tourne, n'a aucune existence objective. Dès lors, cette affirmation : “la Terre tourne”, n'a aucun sens, puisqu'aucune expérience ne permettra de la vérifier ; puisqu'une telle expérience, non seulement ne pourrait être ni réalisée, ni rêvée par le Jules Verne le plus hardi, mais ne peut être conçue sans contradiction ; ou plutôt ces deux propositions : “la Terre tourne”, et : “il est plus commode de supposer que la Terre tourne”, ont un seul et

> même sens ; il n'y a rien de plus dans l'une que dans l'autre» [16].

On voit que Poincaré rejoint ici Mach, lorsqu'il affirmait que, par rapport à la théorie de Ptolémée, celle de Copernic est seulement plus simple et plus pratique.

Les interprétations abusives de la pensée de Poincaré dans la presse réactionnaire l'ont amené à préciser sa pensée. Il le fait d'abord dans la lettre à Camille Flammarion, publiée dans le *Bulletin de la Société Astronomique de France* de 1904, sous le titre *La Terre tourne-t-elle ?* Cette lettre est précédée d'un commentaire de Flammarion :

> «Un certain nombre de journaux de France et de l'étranger ayant continué à publier des articles sous ce titre, et à prétendre que M. Poincaré doute du mouvement de rotation de notre planète, malgré l'article publié ici même par M. Flammarion, et à en prendre acte pour mettre en suspicion les vérités les mieux démontrées de l'astronomie moderne, l'éminent professeur de la Faculté des Sciences a pensé qu'il aiderait à détruire la légende que l'on cherche à créer en écrivant la lettre suivante à M. Flammarion.
>
> «Comme nous l'avons dit (*Bulletin* de mars, p. 118), c'est étrangement outrepasser sa discussion métaphysique sur *le mouvement relatif et le mouvement absolu* que de faire supposer au public que notre grand mathématicien doute – et puisse douter un seul instant – des mouvements de la Terre, car il est de ceux dont les travaux ont le mieux prouvé ces mouvements.
>
> Voici la lettre de M. Poincaré :
>
> "Mon Cher Collègue,
>
> "Je commence à être un peu agacé de tout le bruit qu'une partie de la presse fait autour de quelques phrases tirées d'un de mes ouvrages – et des opinions ridicules qu'elle me prête.

(16) H. POINCARÉ, *La science et l'hypothèse,* p. 137.

“Les articles auxquels ces phrases sont empruntées ont paru dans une *Revue de métaphysique* ; j'y parlais un langage qui était bien compris des lecteurs habituels de cette Revue.

“La plus souvent citée a été écrite au cours d'une polémique avec M. Le Roy, dont le principal incident a été une discussion à la Société Philosophique de France. M. Le Roy avait dit : "Le fait scientifique est créé par le savant". Et on lui avait demandé : – Précisez, qu'entendez-vous par un fait ? – Un fait, avait-il répondu, c'est par exemple, la rotation de la Terre. Et, c'est alors qu'était venue la réplique : – Non, un fait, par définition, c'est ce qui peut être constaté par une expérience directe, c'est le résultat brut de cette expérience. À ce compte, la rotation de la Terre n'est pas un fait.

“En disant : "Ces deux phrases, la Terre tourne, et il est commode de supposer que la Terre tourne, n'ont qu'un seul et même sens", je parlais le langage de la métaphysique moderne. Dans le même langage, on dit couramment : "Les deux phrases, le monde extérieur existe et il est commode de supposer que le monde extérieur existe, n'ont qu'un seul et même sens".

“La rotation de la Terre est donc certaine, précisément dans la même mesure que l'existence des objets extérieurs.

“Je pense qu'il y a là de quoi rassurer ceux qui auraient pu être effrayés par un langage inaccoutumé. Quant aux conséquences qu'on a voulu en tirer, il est inutile de montrer combien elles sont absurdes. Ce que j'ai dit ne saurait justifier les persécutions exercées contre Galilée, d'abord, parce qu'on ne doit jamais persécuter même l'erreur, ensuite parce que même au point de vue métaphysique, il n'est pas faux que la Terre tourne, de sorte que Galilée n'a pu commettre d'erreur.

“Cela ne voudrait pas dire non plus qu'on peut enseigner impunément que la Terre ne tourne pas, quand cela ne serait que parce que la croyance à cette

> rotation est un instrument aussi indispensable à celui qui veut penser savamment, que l'est le chemin de fer, par exemple, à celui qui veut voyager vite.
>
> "Quant aux preuves de cette rotation, elles sont trop connues pour que j'insiste. Si la Terre ne tournait pas sur elle-même, il faudrait admettre que les étoiles décrivent en 24 heures une circonférence immense que la lumière mettrait des siècles à parcourir. Maintenant, ceux qui regardent la métaphysique comme démodée depuis Auguste Comte, me diront qu'il ne peut pas y avoir de métaphysique moderne. Mais la négation de toute métaphysique, c'est encore une métaphysique ; et c'est précisément là ce que j'appelle la métaphysique moderne.
>
> "Pardon de ce bavardage, et tout à vous.
>
> "Poincaré"» (17).

Cette réponse, il faut bien dire, n'est pas extrêmement convaincante. Poincaré se réfugie dans la métaphysique et son analogie avec l'existence du monde extérieur est peu éclairante, et même assez ambiguë pour qui connaît le point de vue idéaliste de Poincaré. La savant mathématicien n'est guère plus précis dans la brève remarque contenue dans son article *Cournot et les principes du calcul infinitésimal* de 1905 :

> «Quel moyen avons-nous de distinguer le mouvement absolu du mouvement relatif ; par exemple, pourquoi préférons-nous le système de Copernic à celui de Ptolémée, c'est parce qu'il est plus simple, et nous en concluons non seulement qu'il est plus commode, mais qu'il est plus réel (Cournot, *L'enchaînement des idées fondamentales*, t. I, p. 89)» (18).

Une réponse plus subtile et intellectuellement plus intéressante est donnée la même année dans le chapitre XI, *La science et la réalité,* de son

(17) H. POINCARÉ, *La Terre tourne-t-elle ?*, pp. 216-217.
(18) H. POINCARÉ, *Cournot et les principes du calcul infinitésimal,* p. 304.

deuxième ouvrage philosophique, *La valeur de la science,* où transparaît d'ailleurs la philosophie idéaliste de Poincaré :

> «En résumé, la seule réalité objective, ce sont les rapports des choses d'où résulte l'harmonie universelle. Sans doute ces rapports, cette harmonie ne sauraient être conçus en dehors d'un esprit qui les conçoit ou qui les sent. Mais ils sont néanmoins objectifs parce qu'ils sont, deviendront ou resteront communs à tous les être pensants.
>
> «Cela va nous permettre de revenir sur la question de la rotation de la Terre, ce qui nous fournira en même temps l'occasion d'éclaircir ce qui précède par un exemple.
>
> «7. La rotation de la Terre.– ... “Dès lors”, ai-je dit dans *Science et Hypothèse*, “cette affirmation "la Terre tourne" n'a aucun sens... ou plutôt ces deux propositions, "la Terre tourne", et, "il est plus commode de supposer que la Terre tourne", ont un seul et même sens”.
>
> «Ces paroles, ont donné lieu aux interprétations les plus étranges. On a cru y voir la réhabilitation du système de Ptolémée, et peut-être la justification de la condamnation de Galilée.
>
> «Ceux qui avaient lu attentivement le volume tout entier ne pouvaient cependant s'y tromper. Cette vérité, la Terre tourne, se trouvait mise sur le même pied que le postulatum d'Euclide par exemple ; était-ce là la rejeter. Mais il y a mieux ; dans le même langage on dira très bien: ces deux propositions, le monde extérieur existe, ou, il est plus commode de supposer qu'il existe, ont un seul et même sens. Ainsi l'hypothèse de la rotation de la Terre conserverait le même degré de certitude que l'existence même des objets extérieurs.
>
> «Mais après ce que nous venons d'expliquer dans la quatrième partie, nous pouvons aller plus loin. Une théorie physique, avons-nous dit, est d'autant plus vraie, qu'elle met en évidence plus de rapports vrais. À la lumière de ce nouveau principe, examinons la question qui nous occupe.
>
> «Non, il n'y a pas d'espace absolu ; ces deux propositions contradictoires : “la Terre tourne” et “la Terre ne

tourne pas" ne sont donc pas cinématiquement plus vraies l'une que l'autre. Affirmer l'une, en niant l'autre, au sens cinématique, ce serait admettre l'existence de l'espace absolu.

«Mais si l'une nous révèle des rapports vrais que l'autre nous dissimule, on pourra néanmoins la regarder comme physiquement plus vraie que l'autre, puisqu'elle a un contenu plus riche. Or à cet égard aucun doute n'est possible.

«Voilà le mouvement diurne apparent des étoiles, et le mouvement diurne des autres corps célestes, et d'autre part l'aplatissement de la Terre, la rotation du pendule de Foucault, la giration des cyclones, les vents alizés, que sais-je encore ? Pour le Ptoléméien, tous ces phénomènes n'ont entre eux aucun lien ; pour le Copernicien, ils sont engendrés par une même cause. En disant, la Terre tourne, j'affirme que tous ces phénomènes ont un rapport intime, et cela est vrai, et cela reste vrai bien qu'il n'y ait pas et qu'il ne puisse y avoir d'espace absolu.

«Voilà pour la rotation de la Terre sur elle-même ; que dire de sa révolution autour du Soleil. Ici encore, nous avons trois phénomènes qui pour le Ptoléméien sont absolument indépendants et qui pour le Copernicien sont rapportés à la même origine ; ce sont les déplacements apparents des planètes sur la sphère céleste, l'aberration des étoiles fixes, la parallaxe de ces mêmes étoiles. Est-ce par hasard que toutes les planètes admettent une inégalité dont la période est d'un an, et que cette période est précisément égale à celle de l'aberration, précisément égale encore à celle de la parallaxe ? Adopter le système de Ptolémée, c'est répondre oui ; adopter celui de Copernic, c'est répondre non ; c'est affirmer qu'il y a un lien entre les trois phénomènes et cela encore est vrai bien qu'il n'y ait pas d'espace absolu.

«Dans le système de Ptolémée, les mouvements des corps célestes ne peuvent s'expliquer par l'action de forces centrales, la Mécanique Céleste est impossible. Les rapports intimes que la Mécanique Céleste nous révèle entre tous les phénomènes célestes sont des rapports vrais ; affirmer

l'immobilité de la Terre, ce serait nier ces rapports, ce serait donc se tromper.

«La vérité, pour laquelle Galilée a souffert, reste donc la vérité, encore qu'elle n'ait pas tout à fait le même sens que pour le vulgaire, et que son vrai sens soit bien plus subtil, plus profond et plus riche» (19).

Poincaré résumera encore ces opinions dans sa conférence *La mécanique nouvelle* de 1909 :

«Vous savez en quoi consiste le principe de relativité. Je suppose un observateur qui se déplace vers la droite ; tout se passe pour lui comme s'il était au repos, les objets qui l'entourent se déplaçant vers la gauche : aucun moyen ne permet de savoir si les objets se déplacent réellement, si l'observateur est immobile ou en mouvement. On l'enseigne dans tous les cours de mécanique, le passager sur le bateau croit voir le rivage du fleuve se déplacer, tandis qu'il est doucement entraîné par le mouvement du navire. Examinée de plus près, cette simple notion acquiert une importance capitale ; on n'a aucun moyen de trancher la question, aucune expérience ne peut mettre en défaut le principe : il n'y a pas d'espace absolu, tous les déplacements que nous pouvons observer sont des déplacements relatifs. Ces considérations, bien familières aux philosophes, j'ai eu quelquefois l'occasion de les exprimer ; j'en ai même recueilli une publicité dont je me serais volontiers passé ; tous les journaux réactionnaires français m'ont fait démontrer que le Soleil tourne autour de la Terre ; dans le fameux procès entre l'Inquisition et Galilée, Galilée aurait eu tous les torts.

«Il est à peine nécessaire de dire ici que je n'ai jamais eu une telle pensée ; c'est bien pour la vérité que Galilée combattait, puisque, sans lui, l'Astronomie et la Mécanique céleste n'auraient pu se développer. Mais ce n'est pas de cela qu'il s'agit pour le moment» (20).

(19) H. POINCARÉ, *La valeur de la science,* pp. 271-274.
(20) H. POINCARÉ, *La mécanique nouvelle,* pp. 4-5.

V. Poincaré et le réalisme

Il n'est certes pas aisé de se faire une idée de la philosophie scientifique de Poincaré à partir de ces quelques extraits. Je ne suis d'ailleurs pas sûr qu'il soit si facile de s'en faire une idée après avoir lu toute son œuvre philosophique. Cette philosophie a été appelée conventionalisme, pragmatisme, empirisme, relationalisme, post-kantisme, voire nominalisme. On a même parlé de poincarisme, ce qui est encore moins éclairant. Tout cela aurait de nouveau prodigieusement agacé Poincaré qui a lui même raillé l'abus des mots en *isme.*

En fait, il faut tenir compte du style de Poincaré, style que l'on retrouve aussi bien dans ses travaux scientifiques que dans ses réflexions philosophiques. Poincaré écrit sans ratures, et presque sans se relire, après avoir longtemps réfléchi. Il révèle au lecteur une pensée en gestation plutôt qu'une pensée définitive. À le lire, on contemple vraiment un esprit supérieur en plein travail. Et comme il n'est pas toujours bien compris, et comme, de temps à autre, il constate qu'il s'est trompé, ou que de nouvelles expériences l'amènent à changer d'opinion, il n'hésite pas à le faire dans un travail ultérieur. Poincaré n'est pas l'homme d'une seule idée, en science comme en philosophie, et il me paraît difficile, voire impossible, de comprendre vraiment ses textes philosophiques sans une longue fréquentation de ses articles et ouvrages scientifiques. Enfin Poincaré ne peut s'empêcher de laisser régulièrement transparaître, dans son discours, un humour pince-sans-rire qui rappelle celui des canulars des grandes écoles françaises.

La conception idéaliste de Poincaré transparaît régulièrement dans ses livres de philosophie scientifique. Nous en avons vu quelques exemples. La description la plus affirmée se trouve dans deux textes de Camille Flammarion consacrées au mathématicien français. La première, une brève notice écrite en 1912 dans le *Bulletin de la Société Astronomique de France,* au lendemain de la mort inattendue de Poincaré, affirme que (21) :

> «Henri Poincaré était un philosophe de l'école idéaliste, absolument sceptique, n'affirmant rien, ne niant rien, pensant que tout est dans notre esprit, qu'il n'y a, même dans les sciences les plus positives, que des hypothèses non démontrées, et que l'univers n'existe pas en dehors de nous. Ce penseur était ainsi très proche parent de

(21) C. FLAMMARION, *Henri Poincaré,* p. 374.

Descartes, de Malebranche, de Leibniz, de Kant, de Fichte, sans aller pourtant jusqu'à Hume et jusqu'à Berkeley».

Dans un numéro ultérieur de la même revue [(22)], Flammarion, à la demande de quelques sociétaires, donne, sur les lignes précédentes, des éclaircissements qu'il affirme être inspirés par des paroles de Poincaré lui-même :

> «On ne peut contester qu'il ne se privait pas de sourire élégamment de la mentalité des *réalistes*. Il se déclare nettement *idéaliste*. Pour les premiers, dit-il, la Nature est une réalité indépendante du physicien qui pourrait être tenté de l'étudier, opinion qu'il déclare inadmissible. Les idéalistes, ajoute-t-il, "considèrent qu'un objet n'existe que quand il est pensé et qu'on ne saurait concevoir un objet pensé indépendamment d'un sujet pensant".
>
> «Voilà qui est clair et sans ambages.
>
> «Et pour qu'on ne s'y méprenne pas, le philosophe ajoute encore :
>
> > "On peut faire une remarque assez curieuse. Les réalistes se placent d'ordinaire du point de vue physique ; ce sont les objets matériels, ou les âmes individuelles, ou ce qu'ils appellent les substances, dont ils affirment l'existence indépendante. Le monde, pour eux, existait avant la création de l'homme, avant même celle des êtres vivants ; il existerait encore même s'il n'y avait pas de Dieu ni aucun sujet pensant. Cela, c'est le point de vue du sens commun, et ce n'est que par la réflexion qu'on peut être amené à l'abandonner".
>
> «Ces lignes sont peut-être les dernières qu'il a écrites, car on peut les lire dans la revue *Scientia* du 1er juillet dernier, et on sait qu'il est mort le 17. [...]
>
> «Cette doctrine de l'idéalisme, il l'a toujours soutenue.

(22) C. FLAMMARION, *Henri Poincaré et sa pensée philosophique,* pp. 418-419.

> «L'illustre astronome a écrit aux premières pages de son livre *La valeur de la science* :
>
> > “Cette harmonie que l'intelligence humaine croit découvrir dans la nature existe-t-elle en dehors de l'intelligence humaine ? Non, sans doute ; une réalité complètement indépendante de l'esprit qui la conçoit, la voit ou la sent, c'est une impossibilité”.
>
> Et la dernière :
>
> > “Tout ce qui n'est pas pensée est le pur néant ; puisque nous ne pouvons penser que la pensée et que tous les mots dont nous disposons pour parler des choses ne peuvent exprimer que des pensées. Dire qu'il y a autre chose que la pensée, c'est donc une affirmation qui ne peut avoir de sens”».

Bien sûr il s'agit de phrases isolées de leur contexte et les écrits de Poincaré sont peut-être ceux pour lesquels cette opération est la plus mutilante. On l'a bien vu dans la question de la rotation de la terre. Il me semble que là aussi, Flammarion n'a peut-être pas rendu entièrement la pensée de Poincaré, et que la notion de réalité est, pour le mathématicien français, plus riche et plus subtile, ainsi que le révèlent d'ailleurs les textes que nous avons lu et qu'il faut relire en tenant compte de ce qui les précède et de ce qui les suit.

VI. Conclusion

Une fois retombées les vagues du sensationnel, les remarques profondes de Poincaré sur le problème de la rotation de la Terre retourneront dans le cercle des savants et des philosophes des sciences. L'effet sur le grand public semble s'être limité aux clameurs des journaux réactionnaires, puisqu'en 1913, un an après la mort de Poincaré, la revue *La Science et la Vie*, qui vient de naître, propose à ses lecteurs un article intitulé *La Terre tourne-t-elle ?* qui débute par le préambule suivant :

> «Il semble qu’on soit mal venu au vingtième siècle de se poser semblable question. Et cependant le nombre des personnes qui mettent en doute le mouvement de la Terre est tout simplement prodigieux. Nous n'avons donc pas jugé sans intérêt d'exposer ici les preuves scientifiques de

> la rotation du globe autour de ses pôles. M. l'abbé Moreux, directeur de l'observatoire de Bourges, a bien voulu s'en charger» (23).

L'auteur de l'article a connu personnellement Poincaré, ainsi qu'il le raconte dans son ouvrage *Pour comprendre Einstein* (24). Pourtant, il ne fait nulle mention de Poincaré ou de ses idées à ce sujet et se contente de détailler les «preuves» physiques de cette rotation que nous avons discutées. Cet article de Moreux est d'ailleurs inspiré, sans le citer, par le travail de Ph. Gilbert, *Les preuves mécaniques de la rotation de la Terre,* publié en 1882 dans la *Revue des Questions Scientifiques,* auquel Moreux n'hésite pas à emprunter des paragraphes entiers. On peut s'étonner qu'il ne se souvienne pas mieux des écrits de Poincaré à ce sujet.

Tout cela montre la difficulté qu'il y a pour un savant, fut-il éminent et doué d'un talent certain d'écrivain, à transmettre avec succès au grand public ses incertitudes et les questions qu'il se pose. Comme Charles Nordmann le remarque avec pertinence :

> «L'erreur de ceux qui partirent en guerre là-dessus [la rotation de la Terre] fut de n'avoir guère compris, faute, sans doute, de l'avoir suffisamment étudié, l'aspect particulier de l'agnosticisme de Poincaré. Là où nous avons l'habitude de dire : "Il y a divers degrés de certitude", lui dirait : "Il y a divers degrés d'incertitude", et bien que cette formule soit moins usitée, c'est elle qui est la plus vraie, puisqu'il n'y a pas de certitude. Il n'y a que de l'impossible, du possible et du probable» (25).

Ce que l'honnête homme attend du savant, ce ne sont pas des questions mais des réponses, ce ne sont pas des doutes, mais des certitudes. Et cette situation est plus grave encore de nos jours où la télévision dérobe au livre une part importante de cette communication : le gourou l'emporte toujours, à l'écran, sur l'agnostique. Chacun retrouvera sans peine son exemple favori.

(23) *La Science et la Vie,* 1913, n°6, p. 353.
(24) Th. MOREUX, *Pour comprendre Einstein,* p. 22.
(25) Ch. NORDMANN, *Henri Poincaré : Son œuvre scientifique. Sa philosophie,* p. 365.

Annexe

Quelques commentaires sur les réflexions de Poincaré concernant la rotation de la Terre (26)

«Sur les nombreuses publications d'H. Poincaré, je ferai seulement deux observations. La première se rapporte à l'article *La Terre tourne-t-elle ?*. [...] H. Poincaré, toujours rigoureux, s'était demandé, se plaçant au point de vue de la description des mouvements, quelle est la meilleure manière de décrire les mouvements des corps célestes. Il partait de cette idée, classique dans les éléments, que, pour décrire un mouvement, il faut faire choix d'un système de comparaison rigide regardé comme immobile. Ainsi une roue tourne par rapport à une voiture regardée comme immobile, mais la voiture tourne par rapport à la roue ; un objet qui se déplace sur le pont d'un bateau en marche, se meut par rapport au bateau d'une certaine manière, mais est animé d'un mouvement tout à fait différent par rapport aux rives. Pour décrire les mouvements des corps célestes, il faut donc faire choix d'un système de comparaison. On pourrait prendre pour cela le crâne d'un homme déterminé qui serait alors immobile par définition ; mais ce choix ne serait vraiment pas commode ; on peut prendre la Terre comme le faisaient les Anciens ; on peut prendre, avec Newton, des axes rectangulaires ayant pour origine le centre de gravité du système solaire et dirigés vers trois des étoiles dites fixes. C'est ce dernier système que l'on prend actuellement ; c'est le plus commode. C'est par rapport à lui que sont établis les principes de la mécanique ; si on considérait la Terre comme immobile, les principes de la mécanique seraient modifiés ; ou encore suivant une idée chère à Poincaré, d'après laquelle un même fait peut être expliqué mathématiquement d'une infinité de manières, les principes restant les mêmes, les forces seraient modifiées».

P. APPEL, *Henri Poincaré*, pp. 83-85.

«Qu'on lui fit dire que la science était indifférente à la recherche de la vérité, et qu'on s'autorisât de cette prétendue indifférence pour transporter ailleurs le centre des préoccupations humaines, pour

(26) On en trouvera d'autres dans les ouvrages suivants : E BOREL, *L'espace et le temps,* p. 88 ; E. BOREL, *L'évolution de la mécanique,* pp. 54-55, pp. 75-76 et p. 175 ; E. GIRARDEAU, *Les aventures de la science,* pp. 200-221 ; L. LECORNU, *La mécanique,* p. 48 et pp. 134-137 ; G. PASCOLI, *La gravitation,* pp. 26-29 ; R. POIRIER, *Henri Poincaré et le problème de la valeur de la science,* pp. 176-202 ; J. SAGERET, *La révolution philosophique et la science,* pp. 154-160 et pp. 220-223.

élever au-dessus de la science un je ne sais quoi qu'on appellerait encore la vérité, et donc le propre caractère serait de ne jamais se vérifier, cela, Poincaré ne l'admettait pas. Pour son esprit droit, il y avait quelque chose d'insupportable dans le spectacle dont le succès de *La science et l'hypothèse* avait été l'occasion : on se servait du scrupule scientifique qui lui avait interdit de prononcer le mot de vérité, comme d'un prétexte pour se débarrasser de tout scrupule intellectuel, et pour proclamer, cette fois en plein arbitraire, la suprématie des inspirations subjectives ou des révélations extérieures. [...] Revenant sur cette question du mouvement de la Terre, qui avait donné lieu aux fantaisies de quelques journalistes, il rappelle que si la relativité de l'espace exclut l'intuition directe d'un tel mouvement, elle n'empêche pas de décider entre le système de Ptolémée et le système de Copernic. La concordance des périodes astronomiques est, dans le premier, l'effet d'un pur hasard ; dans le second, le résultat d'un lien direct entre les déplacements des astres dans l'espace. Or l'élimination du hasard donne à ces liaisons scientifiques l'universalité, qui équivaut à l'objectivité. Sans doute les rapports scientifiques ne peuvent être indépendants de l'esprit qui les constate et qui les affirme ; ils n'en sont pas moins objectifs, puisqu'ils sont, deviendront ou resteront communs à tous les êtres pensants. La critique de Poincaré a fait justice du préjugé réaliste qui avait imposé au sens commun la notion du vrai entendu comme réel donné dans l'intuition immédiate ; elle permet donc que l'on réintroduise dans la science, pour désigner cette universalité dans la commodité même, l'idée et le mot même de vérité».

L. BRUNSCHVICG, *L'œuvre d'Henri Poincaré : Le philosophe,* pp. 598-599.

«Enfin, l'exemple de la rotation terrestre nous paraît capital et nous montre Poincaré contraint de corriger lui-même l'expression de sa notion. Tout le monde se rappelle le point de départ (*S. et H.*, 141): puisqu'il n'y a pas d'espace absolu, que nous ne pouvons connaître de mouvement absolu, la question “la Terre tourne-t-elle ?” n'a pas de sens, ou plutôt, ces deux affirmations : “la Terre tourne” et : “il est plus commode de supposer qu'elle tourne”, ont un seul et même sens. Et le raisonnement de Copernic c'est : "il est plus commode de supposer que la Terre tourne, parce qu'on exprime ainsi les lois de l'astronomie dans un langage bien plus simple".

«Évidemment, comme nous le remarquions plus haut, à la suite de Tannery, on comprend la pensée de Poincaré, mais il était fatal qu'elle fût mal interprétée. Le lecteur de *Science et hypothèse* se trouvait en présence de trois notions ;

éther
monde extérieur
rotation de la Terre

dont on lui déclarait : après tout, leur existence objective se présente sous le même aspect ; nous avons les mêmes raisons, – des raisons de commodité– de croire aux trois. Seulement, il est vraisemblable que l'éther deviendra quelque jour hypothèse inutile.

«*La valeur de la science*, en précisant, nous donne presque le mot commode pour un équivalent de vrai. (p. 271 sq.) Le contenu de la théorie copernicienne est incomparablement plus riche ; avec le système de Ptolémée, une foule de phénomènes qui ont, désormais entre eux, un rapport intime, n'en présentaient aucun. Avec lui, la Mécanique Céleste était impossible. "Affirmer l'immobilité de la Terre, ce serait nier ces rapports, ce serait donc se tromper. La vérité pour laquelle Galilée a souffert, reste donc la vérité, encore qu'elle n'ait pas tout à fait le même sens que pour le vulgaire, et que son vrai sens soit bien plus subtil, plus profond et plus riche".

«Plus tard encore, résumant familièrement et rétrospectivement le débat, Poincaré parlait nettement de vérité et de vérité seule :

> "Ces considérations, bien familières aux philosophes, j'ai eu quelquefois l'occasion de les exprimer ; j'en ai même recueilli une publicité dont je me serais volontiers passé ; tous les journaux réactionnaires français m'ont fait démontrer que le Soleil tourne autour de la Terre ; dans le fameux procès entre l'Inquisition et Galilée, Galilée aurait eu tous les torts. Il est à peine nécessaire de dire ici que je n'ai jamais eu une telle pensée ; c'est bien pour la vérité que Galilée combattait, puisque, sans lui, l'Astronomie et la Mécanique céleste n'auraient pu se développer".

«À la limite, Poincaré admet donc que commodité = vérité (la vérité du savant tout au moins). On dirait, désormais, qu'il se méfie. L'étude sur Cournot laisse entrevoir, au travers de l'exposé des idées de Cournot, le propre sentiment de l'auteur : "Pourquoi préférons-nous le système de Copernic à celui de Ptolémée, c'est parce qu'il est le plus simple, et nous en concluons non seulement qu'il est plus commode, mais qu'il est plus réel"».

A. GEORGE, *Qu'est-ce que la science ? La réponse d'Henri Poincaré,* pp. 79-81.

«De même, et cette affirmation de Poincaré a fait sensation à l'époque où elle fut énoncée, l'hypothèse de la rotation de la Terre n'est qu'une hypothèse commode ; on pourrait tout aussi bien la supposer immobile, on obtiendrait simplement une théorie du mouvement des astres beaucoup plus compliquée et par suite beaucoup moins commode que celle qui a pris naissance à la suite des travaux des Copernic, des Galilée et des Newton. [...] Poincaré était trop fin pour tomber dans un tel excès et il a, dans *La valeur de la science*, consacré d'intéressantes pages à réfuter les opinions à son avis

exagérées de M. Édouard Le Roy sur le caractère purement conventionnel des vérités scientifiques. Il s'est même indigné qu'on ait pu considérer ses remarques sur le mouvement de la Terre comme pouvant justifier la condamnation de Galilée. Il n'est est pas moins vrai que le point de vue ultra-critique d'Henri Poincaré peut être un peu dangereux en inspirant un scepticisme non justifié à l'égard des théories scientifiques. Quelques exemples ne suffisent pas à prouver qu'il y a toujours une infinité de théories possibles pour rendre compte des mêmes faits expérimentaux et il nous semble certain que même, quand il y a un grand nombre de théories logiquement équivalentes, le physicien peut à bon droit penser que l'une d'entre elles est plus conforme à la réalité physique profonde, plus susceptible de généralisations, plus apte à nous révéler des harmonies cachées. Le scepticisme de Poincaré pourrait être décourageant et stérilisant. Peut-être, je l'ai dit plus haut, l'avait-il lui-même un peu stérilisé dans ses recherches de Physique théorique puisque, ayant une connaissance approfondie des difficultés de l'Électrodynamique des corps en mouvement et pressentant le caractère général du Principe de Relativité, il n'a pas su apercevoir cette magnifique doctrine de la Relativité qui s'est imposée brusquement à l'esprit plus jeune et moins sceptique d'Albert Einstein. Convaincu qu'on peut toujours à l'aide d'hypothèses appropriées considérer l'espace physique comme euclidien, Poincaré aurait-il pu comme Einstein le fit quelques années après sa mort, passer de la Relativité restreinte à la Relativité générale en considérant la métrique de l'espace-temps comme non euclidienne et tirer de cette intuition géométrique sur la nature de l'espace-temps la magnifique interprétation des lois de la Gravitation qui est aujourd'hui classique ?»

L. DE BROGLIE, *Savants et découvertes,* pp. 54-55.

«Poincaré, au contraire, ne philosophe qu'au contact de la science, dont il possède une immense lecture et qu'il a lui-même enrichie d'apports considérables en des domaines très variés. Dominant son sujet d'assez haut pour n'être dupe d'aucun préjugé d'École, prisonnier d'aucun symbolisme, esclave d'aucune technique, il ne court pas le risque de prendre la paille des mots pour le grain des choses. Un robuste bon sens le rappelle à chaque instant sur cette terre, et le prévient de sacrifier à ce qu'il appelait “la tendance naturelle du mathématicien au nominalisme”. L'humour si caractéristique avec lequel il traite souvent des sujets en apparence les plus graves n'est que la manifestation de ce sens aigu des réalités tangibles, qu'aucun arbre de la forêt mathématique n'aurait pu lui cacher.

«Est-ce à dire que la philosophie de Poincaré soit directement accessible sans effort et nous dispense de la lecture de son œuvre scientifique elle-même ? Nous ne le pensons pas ; car l'expérience a été faite, et elle n'a pas réussi.

«Environ 1905, le grand public, la presse et même le monde se sont passionnés pour *La science et l'hypothèse*, persuadés qu'ils y trouveraient quelque chose comme le latin sans pleurs ou le grec sans larmes, pour reprendre une image de l'époque. Ce fut une source d'incompréhension et de malentendus».

R. DUGAS, *Henri Poincaré devant les principes de la mécanique,* p. 81.

«Sur un autre point, toutefois, l'appel aux motifs de commodité ne me paraît pas suffire, même au simple niveau de la connaissance positive. Je pense à la rotation terrestre. Il est sûr qu'à son sujet tout revient à choisir d'une façon ou de l'autre un système de référence et que des considérations de simplicité ont alors à jouer un rôle. Mais peut-on se borner à dire avec Poincaré que (je le cite) : "ces deux propositions, "la Terre tourne", et, "il est plus commode de supposer que la Terre tourne", ont un seul et même sens" ? J'estime, pour ma part, que non. Lorsqu'on envisage le mouvement d'un mobile naturel, il faut encore tenir compte – quelque complication qui en puisse résulter– de ce fait que, s'il est toujours permis mathématiquement de rapporter le mobile à n'importe quel système de référence, physiquement du moins on doit prendre en considération principale le degré d'appartenance réelle du mobile à tel ou tel système, à cause des phénomènes divers qui peuvent en résulter : de quoi il serait facile de multiplier les exemples décisifs empruntés à l'expérience la plus commune».

É. LE ROY, *Henri Poincaré et la critique des sciences,* p. 55.

«En revanche, Poincaré ne ménage pas son ironie à ceux, – méritent-ils encore le nom de savants ?– qui ne voient dans une conquête scientifique que l'avantage qu'en peut tirer tel ou tel parti, à ceux qui, en présence de tel fait nouveau s'écrient : "Ah! je voudrais bien savoir quelle tête vont faire les cléricaux !", à ceux qui, d'autre part, considèrent "la partialité comme une obligation morale, ainsi qu'on fait lorsqu'on est dominé par un souci d'apologétique".

«Ces derniers soulevèrent autour de Poincaré et du poincarisme une tempête bien inattendue, et dont le fracas n'est pas encore oublié, le jour où s'emparant d'une phrase de *Science et Hypothèse*, ils clamèrent que la Terre ne tournait pas, que Poincaré, auxiliaire imprévu du Grand Inquisiteur, se dressait contre Galilée, et que celui-ci avait été justement condamné. Cela prit les proportions d'un vrai scandale. Exposant ses idées sur l'incertitude de nos connaissances, sur notre impossibilité de connaître autre chose que le relatif, et notamment, sur notre impuissance à la fois logique et expérimentale à concevoir l'espace absolu, Poincaré avait écrit ceci, qui déchaîna toute l'affaire : "Puisque l'espace absolu, c'est-à-dire le repère auquel

il faudrait rapporter la Terre pour savoir si réellement elle tourne est hors de notre atteinte, cette affirmation "la Terre tourne" n'a aucun sens ; ou plutôt ces deux propositions "la Terre tourne," et "il est plus commode de supposer que la Terre tourne" ont un seul et même sens".

«L'erreur de ceux qui partirent en guerre là-dessus fut de n'avoir guère compris, faute sans doute de l'avoir suffisamment étudié, l'aspect particulier de l'agnosticisme de Poincaré. Là où nous avons l'habitude de dire : "Il y a divers degrés de certitude", lui dirait : "Il y a divers degrés d'incertitude", et bien que cette formule soit moins usitée, c'est elle qui est la plus vraie, puisqu'il n'y a pas de certitude. Il n'y a que de l'impossible, du possible et du probable.

«C'est pour n'avoir pas senti tout cela que certains se sont si étrangement mépris sur la fameuse affirmation de Poincaré. Et si Poincaré avait écrit : "Ces deux propositions : "le monde extérieur existe" et : "Il est plus commode de supposer qu'il existe," ont un seul et même sens", qui aurait osé conclure que Poincaré affirmait la non-existence du monde extérieur ? Et voici qui suffirait à régler la question, puisque la rotation de la Terre conserve le même degré de certitude que l'existence même du monde extérieur, que l'existence même de la Terre.

«Mais on peut aller plus loin : nous avons vu que pour le poincarisme, une théorie physique est d'autant plus vraie qu'elle met en évidence plus de rapports vrais ; d'autre part, le sens commun reconnaît qu'entre deux explications quelconques d'un fait, la plus vraie est celle qui accumule le moins d'hypothèses, et surtout le moins d'hypothèses absurdes. Or l'hypothèse de la rotation de la Terre indique entre le mouvement diurne des corps célestes, l'aplatissement des pôles, la rotation du pendule de Foucault, la giration des cyclones, les vents alizés, beaucoup d'autres phénomènes encore, des rapports vrais ; elle seule permet à la Mécanique céleste d'exister et de prévoir à l'avance de nouveaux phénomènes que l'expérience reconnaît vrais.

«L'immobilité de la Terre est possible absolument parlant; mais alors il n'existe plus aucun rapport entre tous ces phénomènes et on est obligé d'accumuler les hypothèses les plus invraisemblables pour les expliquer. La cause est entendue. [...] Ceux qui ont cru servir la cause religieuse et diminuer du même coup la science en soulevant cette polémique se sont donc trompés».

Ch. NORDMANN, *Henri Poincaré, son œuvre scientifique, sa philosophie,* pp. 365-366.

«Et enfin, voici la commodité qui fut la plus grande pierre de scandale : "Cette affirmation "la Terre tourne" n'a aucun sens, puisqu'aucune expérience ne permettra de la vérifier ; ... ou plutôt ces deux propositions :"la Terre tourne" et "il est plus commode de supposer que la Terre tourne" ont un seul et même sens ; il n'y a rien

de plus dans l'une que dans l'autre". Ce que le public traduisit par cette simple négation ; –La Terre ne tourne pas–. Il y eut un scandale. Des âmes pieuses se réjouirent ; une stupeur indignée fit pâlir quelques incroyants.

«Aujourd'hui encore, l'interprétation simpliste donnée aux paroles de Poincaré n'a pas entièrement cessé d'avoir cours. Un homme de bonne culture moyenne me disait, il y a peu de temps : – Je croyais que Poincaré avait prouvé mathématiquement l'immobilité de la Terre. – [...] Poincaré passa pour le démolisseur à outrance de toute certitude scientifique. S'il ne niait pas le mouvement de la Terre, au moins en doutait-il, pensait le public. Or, le public, qui en général ignore les véritables justifications de la théorie copernicienne, considère le mouvement de la Terre comme une sorte de pont-aux-ânes scientifique ; au-delà commencerait véritablement la science moderne. Cette manière de voir, fondée sur un pur instinct, se trouve conforme aux résultats de la réflexion philosophique. La théorie copernicienne est une clef de voûte. Elle se trouve au point de rencontre de notre astronomie, de notre mécanique, de notre physique. Si on l'enlève, tout s'écroule ; il ne subsiste plus que des collections empiriques de faits sans lien entre eux. C'est donc à juste titre que le doute à l'égard du système héliocentrique serait tenu pour un scepticisme général en matière scientifique. [...]

«Passons à la rotation de la Terre. Elle répond en premier lieu à une commodité que Poincaré a seule envisagée tout d'abord quand il fit éclater son fameux scandale. Il n'y a pas, disait-il, de mouvement absolu. Puisque le mouvement relatif existe seul, il n'est pas plus vrai d'affirmer que la rotation diurne de la Terre sur elle-même que d'affirmer la rotation diurne de la sphère céleste autour de la Terre. La première affirmation nous est seulement plus commode que l'autre parce qu'elle nous conduit à une représentation plus simple des mouvements célestes. Cette commodité est aussi une nécessité pratique, mais de quel ordre ? Puisque le mouvement est relatif, on pourrait, par exemple, décréter que telle personne vivante est immobile et que c'est la Terre qui se déplace sous elle quand elle marche, qui monte quand elle descend, qui descend quand elle prend l'ascenseur. Une pareille convention ne viendrait à l'esprit de personne. Le sol fut sans hésitation pris comme le point de repère fixe auquel on rapportait les mouvements voisins de sa surface. C'est pour cela que les Anciens conservèrent, en général, ce même repère pour lui rapporter les mouvements célestes. Ils s'aperçurent bien que ceux-ci eussent été plus simples avec un autre repère ; mais il faut dire que l'incommodité cinématique à laquelle se résignaient ainsi les Anciens était supportable. Ils observaient à l'œil nu; les déplacements célestes d'une amplitude totale inférieure à une minute d'angle leur échappaient. Quand l'invention des lunettes permit d'observer les distances angulaires d'une seconde d'angle, de nouveaux déplacements apparurent, et alors, véritablement, il y eût eu, à considérer la Terre comme immobile, la même incommodité qu'à prendre une personne vivante pour point-origine des mouvements sublunaires.

«Mais cela n'est rien encore. Si l'on considère le seul point de vue cinématique, la commodité ne diffère pas ici de la commodité ordinaire qui nous fait préférer, par exemple, une méthode de calcul très rapide à une méthode très lente.

«Des raisons plus impérieuses et plus profondes encore nous attachent à notre système cosmologique. Nous connaissons des phénomènes, des faits expérimentaux que les Anciens ne soupçonnaient pas : les vents alizés, le sens de rotation des cyclones, le pendule de Foucault, le renflement de la terre à l'équateur. La rotation de la Terre établit un lien entre tous ces phénomènes qui, sans cela, n'ont aucun sens l'un par rapport à l'autre. La Terre ne tourne pas ? Que fera-t-on alors du pendule de Foucault ? Il deviendra un monstre mécanique, ou il faudra refaire toute la mécanique afin de pouvoir l'y caser et alors donner à celle-ci une complexité devant laquelle reculerait peut-être même le génie d'un Poincaré. Si la Terre ne tourne pas, les lois de Kepler n'ont plus de sens, puisqu'elles ne peuvent s'appliquer à la fois au mouvement diurne et au mouvement annuel du Soleil. Du même coup s'écroule toute la mécanique céleste newtonienne. D'après Newton, les mêmes lois régnaient sur la Terre et dans les espaces supraterrestres. Illusion ! Il faut désormais attribuer aux astres une nature différente de celle des corps qui nous environnent. Que les raies spectrales du Soleil coïncident avec celles du fer, du calcium, de l'hydrogène, etc..., pur hasard.

«Admettons maintenant que l'on nous concède la rotation diurne de la Terre sur elle-même, mais en réclamant l'adoption du système de Tycho-Brahé: les planètes tournent autour du Soleil, qui lui-même tourne autour de la Terre en un an. La commodité cinématique s'y oppose, non pas au point de vue du système planétaire lui-même (à ce point de vue le système de Tycho-Brahé est aussi simple que le copernicien), mais en raison de certains déplacements des étoiles, déplacements nommés parallaxes. Si l'on marche en décrivant un grand cercle, toujours le même, au centre d'une plaine bordée d'arbres, les arbres les plus rapprochés sembleront faire un mouvement de va et vient par rapport aux arbres situés à l'horizon. Le mouvement tout à fait analogue de certaines étoiles constitue leur parallaxe. Il est évidemment plus commode cinématiquement de supposer que les oscillations parallactiques, toutes à période rigoureusement annuelle, sont des mouvements apparents dus à la course annuelle de la Terre.

«Le système copernicien a aussi des commodités non cinématiques, en ce qui concerne le phénomène de l'aberration. L'aberration est un déplacement des étoiles analogue à la parallaxe, il se superpose à celle-ci, il est annuel ; mais, déduction faite de la parallaxe, il est le même pour toutes les étoiles. Supposons qu'un automobile rapide nous emporte le long d'une piste circulaire, supposons en outre qu'il tombe une forte pluie, bien verticale. Quand l'automobile sera lancé, la pluie semblera oblique, et tout le long de notre course elle frappera l'automobile par devant, de sorte que les points d'origine des rais de la pluie semblent décrire au ciel un cercle synchroniquement avec l'auto-

mobile. Composons la vitesse de chute de la pluie avec la vitesse de l'automobile, cela nous donnera une oblique précisément inclinée comme le sont les rais de pluie par rapport à nous pendant notre marche. Dans l'aberration considérée par le copernicien, les rayons lumineux émis par les étoiles sont les analogues des rais de pluies, la Terre celui de l'auto sur la piste circulaire, de sorte que les points d'origine des rayons lumineux, les étoiles, semblent décrire un cercle synchroniquement avec la terre, quand elles se trouvent au «zénith» de l'orbite terrestre, au pôle de l'écliptique (ces cercles deviennent des ellipses d'autant plus aplaties que les étoiles sont plus voisines du plan de l'écliptique où ils se réduisent à des segments de droites). Composons, en effet, la vitesse de la lumière avec la vitesse de la Terre, et nous avons une obliquité calculée qui se trouve être précisément égale à l'aberration observée. Pour le sectateur de Tycho-Brahé, cette concordance n'est qu'un effet du hasard.

«Le système de Tycho-Brahé se prêterait, à la vérité, mais en ce qui concerne seulement le système solaire, à la mécanique newtonienne. Mais, tandis qu'avec Copernic celle-ci trouve une masse solaire égale à 333.000 fois celle de la Terre, ce serait au contraire, avec Tycho-Brahé, la masse de la Terre qui égalerait 333.000 fois la masse réunie du Soleil et des planètes. Comptons les planètes pour rien. Comme le Soleil aurait toujours un volume égal à 1.310.157 fois celui de la terre, sa densité serait inférieure à celle de la Terre divisée par 333 milliards, densité peu compatible avec les données spectroscopiques.

«Il n'en est pas moins vrai que, comme l'a dit Poincaré, ni la rotation de la Terre sur elle-même, ni sa rotation autour du Soleil, ne sont des faits. Pour que ce fussent des faits, il faudrait qu'elles ressortissent d'une expérience ; or, une telle expérience échappe non seulement à nos moyens, mais à notre imagination. L'anti-copernicien pourra prendre avantage de cette impuissance. Que dira-t-il cependant lorsqu'on lui opposera le renflement de la Terre à l'équateur, le pendule de Foucault..., etc... Il n'y verra pas évidemment des preuves en sa faveur, mais il s'efforcera de montrer que ce ne sont pas des preuves. – Je concède, répliquera-t-il, qu'une Terre copernicienne serait renflée à l'équateur, mais la réciproque n'est pas vraie, car rien ne s'oppose à ce qu'une Terre renflée à l'équateur soit immobile. Je concède que des étoiles coperniciennes auraient un mouvement annuel d'oscillation, mais pourquoi des étoiles animées d'un mouvement annuel d'oscillation seraient-elles coperniciennes ?– Et ainsi du reste. En un mot, l'anticopernicien admettra que les coïncidences entre les phénomènes déduits du système copernicien et les phénomènes observés sont des coïncidences fortuites. Une seule réponse pourra lui être faite : – Ces coïncidences sont trop nombreuses pour qu'on les attribue au hasard. – Ici interviennent les questions de la probabilité, de la certitude et du hasard que Poincaré a aussi traitées, mais que nous n'aborderons pas, faute de place. Qu'il nous suffise de voir ce qui intéresse la commodité.

«Abstraction faite du point de vue cinématique, le système copernicien est commode au même titre qu'il est commode d'admettre la réalité des objects extérieurs. C'est là l'idée de Poincaré lui-même. Sous un certain rapport, cette réalité des objets extérieurs est faite pour nous de coïncidences trop nombreuses pour être attribuées au hasard. Un objet, même étrange, même aperçu pour la première fois, sera distingué par nous d'une image hallucinatoire : les circonstances de temps et de lieu, les témoignages de nos divers sens et les témoignages extérieurs liés à la perception de cet objet coïncident avec les circonstances et les témoignages liés à la perception des autres objets appelés réels. Si l'on vous objecte que vous pourriez avoir des hallucinations simultanées et concordantes de la vue, de l'odorat, de l'ouïe et du toucher, que plusieurs personnes pourraient avoir ces mêmes hallucinations, si l'on vous objecte en un mot le hasard, vous répondrez : – Il y a trop de coïncidences. – La commodité est ici une nécessité impérieuse sans laquelle nous ne pourrions pas vivre. Une analogie complète rapproche cette commodité de la commodité du système copernicien, laquelle est aussi une nécessité impérieuse, non pour la vie matérielle, sans doute, mais pour la vie de la science.

«E. Mach, un autre grand philosophe scientifique, fait appel à une notion qui éclaire singulièrement la commodité poincariste, la notion d'économie, économie d'efforts ou plutôt rendement maximum de la pensée. La rotation de la Terre, par exemple, est économique parce qu'elle relie entre eux un grand nombre de phénomènes terrestres et les choses de la Terre aux choses de l'univers tout entier. Tout ce qui enregistre une extension des liens entre les phénomènes économise en effet le travail de la pensée, au même titre que toute amélioration dans le catalogue d'une bibliothèque économise le temps et les efforts des chercheurs. Sans compter que la mémoire conserve plus sûrement tous les faits entre lesquels nous apercevons une relation. Cette loi d'économie scientifique découle, suivant E. Mach, d'une nécessité biologique. Au fond, il a raison, et on voit, en y réfléchissant, que toute la commodité poincariste a la même source [...]».

J. SAGERET, *Henri Poincaré,* pp. 31-32 et pp. 45-53.

«Henri Poincaré a soumis à une critique approfondie les principes classiques de la mécanique, et notamment le principe de relativité. L'énoncé habituel de ce principe est celui-ci : le mouvement d'un système quelconque doit obéir aux mêmes lois, qu'on le rapporte à des axes fixes ou à des axes mobiles entraînés dans un mouvement rectiligne et uniforme. Cela résulte de la forme même de l'équation fondamentale de la dynamique. Mais on peut donner au principe de relativité une signification beaucoup plus étendue que je résume ainsi il est impossible de concevoir l'espace et le temps absolus. – Et pourtant, comment se fait-il qu'on puisse mettre en évidence, par l'expérience de Foucault par exemple, la rotation d'un système, – disons tout de suite, pour fixer les idées, la rotation de la Terre ? N'y

a-t-il pas là une contradiction choquante ?– Mais cette contradiction n'existe que lorsqu'on définit la relativité de deux manières différentes, sans s'en apercevoir. Si nous nous en tenons au point de vue physique, c'est-à-dire si nous adoptons la première définition, il est clair que la rotation de la Terre est bien réelle ; c'est bien la Terre qui tourne, puisqu'elle est aplatie et que le pendule de Foucault oscille ! Mais il est abusif d'en conclure, comme l'a fait Newton, qu'il existe un espace absolu, car lorsque nous nous plaçons à ce point de vue plus général, nous passons de la notion physique de relativité –à laquelle les réalités expérimentales imposent des limites– à la notion psychologique. Une rotation ne peut pas plus nous prouver l'existence de l'espace absolu qu'une horloge ne peut nous prouver celle du temps. Inversement, à ce point de vue psychologique, la rotation de la Terre n'a plus qu'un caractère tout relatif ; elle ne pourait, en effet, avoir de signification absolue que s'il existait un espace absolu. Dès lors, cette affirmation : "la terre tourne", n'a aucun sens, puisqu'aucune expérience ne permettra de la vérifier; puisqu'une telle expérience, non seulement ne pourrait être ni réalisée, ni rêvée par le Jules Verne le plus hardi, mais ne peut être conçue sans contradiction ; ou plutôt ces deux propositions : "la terre tourne", et : "il est plus commode de supposer que la terre tourne", ont un seul et même sens ; il n'y a rien de plus dans l'une que dans l'autre (*Science et Hypothèse*, p. 141).

«J'ai cité textuellement ces paroles, parce que ce sont celles qui ont suscité d'interminables polémiques. Les uns ne les comprirent pas et en conclurent simplement que les savants ne sont pas encore tout à fait certains de la rotation de la Terre ; d'autres s'emparèrent des théories de Poincaré pour les détourner de leur vrai but ; je n'y insiste pas. [...]

«Mais laissons-là ces enfantillages ! – Poincaré, que ces controverses stupides ou intéressées agaçaient, a très nettement exprimé sa pensée au chapitre X, § 7 de *La valeur de la science*. – Il semble qu'en y affirmant que l'hypothèse de la rotation de la Terre conserve le même degré de certitude que l'existence même des objets extérieurs, il ait dû contenter les plus difficiles ; mais ce serait bien mal connaître la nature humaine.

«Voici quelles sont ses conclusions : Dans le système de Ptolémée, les mouvements des corps célestes ne peuvent s'expliquer par l'action de forces centrales, la Mécanique Céleste est impossible. Les rapports intimes que la Mécanique Céleste nous révèle entre tous les phénomènes célestes sont des rapports vrais ; affirmer l'immobilité de la Terre, ce serait nier ces rapports, ce serait donc se tromper.

«La vérité, pour laquelle Galilée a souffert, reste donc la vérité, encore qu'elle n'ait pas tout à fait le même sens que pour le vulgaire, et que son vrai sens soit bien plus subtil, plus profond et plus riche (*La valeur de la science*, p. 274).

«Depuis les travaux d'Einstein, de Minkowski, de Lorentz... et de Poincaré, la notion physique de relativité a subi une extension

nouvelle ; des expériences plus subtiles nous ont obligés à abandonner la convention ancienne pour adopter une convention plus extensive. Cela ne doit point nous étonner. Notre conception du principe de relativité est étroitement liée aux notations d'espace et de temps ; si ces notions évoluent pour s'adapter à une expérience plus riche (et cette évolution, soit dit en passant, manifeste bien leur caractère empirique), il est à prévoir que notre conception de la relativité évoluera aussi».

G. SARTON, *Henri Poincaré,* pp. 39-41.

«Ainsi, strictement parlant, il ne peut y avoir de désaccord concernant des faits vérifiés, mais seulement sur leur interprétation, sur la théorie choisie pour en rendre compte ; or ce choix ne peut être déterminé par l'expérience ; la théorie la plus vraie sera alors la plus "commode" : celle qui mettra en évidence le plus de rapports réels. C'est ce que Poincaré a montré à plusieurs reprises à propos de la rotation de la Terre : elle n'est pas un fait, car sa vérification supposerait l'existence de l'espace absolu, ce qui, pour Poincaré, est absurde, l'espace étant essentiellement relatif. [...]

«Citations très instructives à notre point de vue, car elles définissent très exactement l' "objet" des théories physiques : une réalité –hypothétique– car non accessible à l'expérience».

A.F. SCHMIDT, *Une philosophie de savant,* pp. 81-82.

«Revenant à la rotation de la Terre, dont il avait dit dans *La science et l'hypothèse* que son affirmation est seulement plus commode (p. 178), il précise à présent en quel sens cette affirmation n'est pas conventionnelle. L'objectivité scientifique portant sur les relations et non sur les qualités des phénomènes, le système de Copernic est vrai et non celui de Ptolémée, puisque les relations qui sont en rapport avec l'affirmation de la rotation terrestre sont sans lien pour ce dernier et forment un système cohérent pour le second.

«On voit par là que Poincaré écarte non seulement la philosophie linguistique de la science, le conventionalisme d'un Le Roy, mais même ce qu'on pourrait appeller la philosophie "gradualiste" d'un Duhem, pour laquelle il n'y a ni fait brut ultime, ni différence de nature entre le statut des propositions de l'Arithmétique, de la Géométrie, de la Mécanique et de la Physique. Ainsi sa critique vise d'avance les deux versions modernes du pragmatisme : celles de Carnap et celle de Quine».

J. VUILLEMIN, *Préface* à *La valeur de la science,* p. 15.

Bibliographie

APPELL (P.), *Henri Poincaré.* – Paris : Plon, 1925. – (Nobles vies & Grandes œuvres).

BOREL (É.), *L'espace et le temps.* – Paris : Alcan, 1939. – (Nouvelle collection scientifique).

—, *L'évolution de la mécanique.* – Paris : Flammarion, 1943. – (Bibliothèque de philosophie scientifique).

BROGLIE (L. DE), *Henri Poincaré et les théories de la physique,* dans *Savants et découvertes.* – Paris : Albin Michel, 1951. – pp. 45-65.

BRUNSCHVICG (L.), *L'œuvre d'Henri Poincaré : Le philosophe,* in *Revue de Métaphysique et de Morale,* t. V, 1913, supplément, pp. 585-616.

CAPÉRAN (L.), *L'invasion laïque : De l'avènement de Combes au vote de la séparation.* – Paris : Desclée de Brouwer & Cie, 1935.

DUGAS (R.), *Henri Poincaré devant les principes de la mécanique,* in *Revue Scientifique,* t. LXXXIX, 1951, pp. 75-82.

FLAMMARION (C.), *Henri Poincaré,* in *Bulletin de la Société Astronomique de France*, 1912, pp. 372-375.

—, *Henri Poincaré et sa pensée philosophique,* in *Bulletin de la Société Astronomique de France,* 1912, pp. 418-421.

FOUCAULT (L.), *Démonstration physique du mouvement de la Terre au moyen du pendule*, in *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. XXXII, 1851, p. 135.

GAPAILLARD (J.), *Et pourtant elle tourne ! : Le mouvement de la Terre* . – Paris : Seuil, 1993. – (Science ouverte).

GEORGES (A.), *La réponse d'Henri Poincaré,* dans *Qu'est-ce que la science ?*. – Paris : Bloud & Gay, 1926. – pp. 45-95. – (Cahiers de la nouvelle journée ; 5).

GHINS (M.), *L'inertie et l'espace-temps absolu de Newton à Einstein : Une analyse philosophique*. – Bruxelles : Académie Royale de Belgique, 1990. – (Mémoires de la Classe des lettres, collection in-8°, 2e série, t. LXIX, fasc. 2).

GILBERT (L.-Ph.), *Les preuves mécaniques de la rotation de la Terre,* in *Revue des Questions Scientifiques,* t. XI, 1882, pp. 353-393.

GIRARDEAU (É.), *Les aventures de la science*. – Paris : Flammarion, 1957. – (Bibliothèque de philosophie scientifique).

LAUSBERG (A.), *De l'espace absolu de Newton à l'espace-temps d'Einstein,* in *Revue des Questions Scientifiques,* t. CLIV, 1983, pp. 95-108 et pp. 195-215.

LECORNU (L.), *La mécanique : Les idées et les faits.* – Paris : Flammarion, 1918. – (Bibliothèque de philosophie scientifique).

LE ROY (É.), *Henri Poincaré et la critique des sciences,* dans *Congrès international de philosophie des sciences, Paris, 1949*. – Paris : Hermann, 1951. – pp. 47-59. – (Actualités scientifiques et industrielles ; 1126).

MACH (E.), *La mécanique : Exposé historique et critique de son développement* / traduit sur la quatrième édition allemande par É. BERTRAND. – Paris : Hermann, 1904.

MOREUX (Abbé Th.), *La Terre tourne-t-elle ?*, in *Science et Vie*, 1913, n°6, pp. 353-356.

—, *Pour comprendre Einstein !* . – Paris : Doin, 1922. – (Bibliothèque d'éducation scientifique).

NORDMANN (Ch.), *Henri Poincaré, son œuvre scientifique, sa philosophie*, in *Revue des Deux Mondes,* t. LXXXII, 1912, pp. 331-368.

—, *Le Royaume des Cieux*. – Paris : Hachette, 1923. – (Le roman de la science).

PASCOLI (G.), *La gravitation*. – Paris : Presses Universitaires de France, 1989. – (Que sais-je ? ; 2489).

POINCARÉ (H.), *La science et l'hypothèse*. – Paris : Flammarion, 1902. – (Bibliothèque de philosophie scientifique).

—, *La Terre tourne-t-elle ?* in *Bulletin de la Société Astronomique de France,* t. XVIII, 1904, pp. 216-217.

—, *La valeur de la science.* – Paris : Flammarion, 1905. – (Bibliothèque de philosophie scientifique).

—, *Cournot et les principes du calcul infinitésimal,* in *Revue de Métaphysique et de Morale,* 1905, pp. 293-306.

—, *Science et méthode.* – Paris : Flammarion, 1908. – (Bibliothèque de philosophie scientifique).

—, *Dernières pensées.* – Paris : Flammarion, 1913. – (Bibliothèque de philosophie scientifique).

—, *La mécanique nouvelle.* – Paris : Gauthier-Villars, 1924.

POIRIER (R.), *Henri Poincaré et le problème de la valeur de la science,* dans *Œuvres de Henri Poincaré*. – Tome XI. – Paris : Gauthier-Villars, 1956. – pp. 176-202.

REY (A.), *La théorie de la physique chez les physiciens contemporains.* – 2e édition revue et augmentée d'un aperçu sur l'évolution actuelle de la physique. – Paris : Alcan, 1923. – (Bibliothèque de philosophie contemporaine).

SAGERET (J.), *Henri Poincaré.* – Paris : Mercure de France, 1911. – (Les hommes et les idées).

—, *La révolution philosophique et la science.* – Paris : Alcan, 1924. – (Nouvelle collection scientifique).

SARTON (G.), *Henri Poincaré (1854-1912),* in *Ciel et Terre,* 1913, pp. 1-48.

SCHMID (A.-Fr.), *Une philosophie de savant : Henri Poincaré & la logique mathématique.* – Paris : Maspero, 1978. – (Algorithme).

TANNERY (J.), *Science et philosophie.* – Paris : Alcan, 1911. – (Nouvelle collection scientifique).

TOULOUSE (Dr), *Henri Poincaré : Enquête médico-psychologique sur la supériorité intellectuelle.* – Paris : Flammarion, s.d.

VOISÉ (W.), *La découverte copernicienne aux yeux d'Henri Poincaré,* in *Revue de Synthèse*, 3e série, t. XCIV, 1973, n°69, pp. 125-133.

VUILLEMIN (J.), *Préface* à la réédition de *La valeur de la science de H. Poincaré*. – Paris : Flammarion, 1970. – pp. 7-15. – (Sciences de la nature).