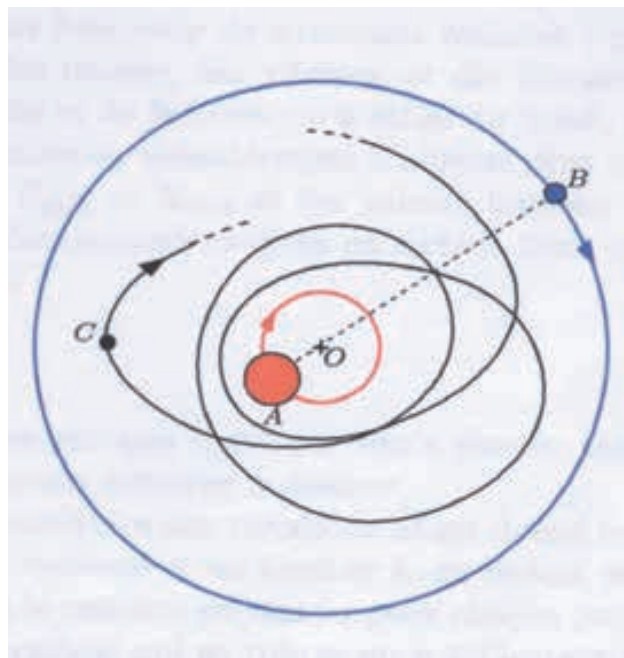


UN SAVANT *TROP* MODESTE HENRI POINCARÉ (1854-1912)

Par M. Serge A. BORIES



A : SOLEIL – B : JUPITER – C : TERRE

LE PROBLEME RESTREINT DES TROIS CORPS

L'objet de ma communication est de vous parler d'un Savant, qui fut, selon moi, bien Trop Modeste, eu égard à l'importance de ses travaux de recherche. Si, d'autre part, j'ai choisi le mot, savant, plutôt que chercheur ou scientifique, pour caractériser cette personne, c'est parce qu'il s'agit d'un homme du XIX^e siècle et que chercheur ou scientifique sont des termes qui ne sont pas employés à cette époque. Lorsque au XIX^e, voir au début du XX^e, siècle, on veut caractériser une personne, qui, par ses connaissances et ses recherches, contribue à l'élaboration et au progrès d'une science, on parle, en effet, de savant.

Le savant auquel je me suis intéressé est né en 1854 et est mort en 1912. Il s'agit d'Henri Poincaré, celui que beaucoup considèrent, aujourd'hui encore, comme le dernier des universalistes, dominant toute la mathématique et la

physique de son temps, et dont de nombreuses institutions ont récemment célébré le centenaire de la mort.

J'ai pensé que notre Académie ne pouvait ignorer ou rester à l'écart de ces commémorations, et comme 2013 a été déclarée par l'UNESCO Année des Mathématiques de la Terre, et que Poincaré fut un immense mathématicien dont les travaux ont durablement marqué la mécanique céleste, j'ai décidé de saisir cette opportunité, pour, à notre tour, rendre hommage à ce grand, peut-être le plus grand, scientifique français du XIX^e siècle.

Cela dit, mon exposé comprendra principalement deux parties. Après un court prologue, dans la première partie, j'évoquerai quelques épisodes de la vie de Poincaré, et dans la deuxième, l'homme de science, et notamment sa trop grande modestie eu égard à ses découvertes scientifiques exceptionnelles.

PROLOGUE

A la veille de son entrée à la clinique, le 7 juillet 1912, Poincaré adressait aux Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse, (justification supplémentaire de cet hommage s'il en fallait une) un mémoire intitulé « *Fonctions modulaires et fonctions fuchsiennes* ». Ce mémoire, dont il ne put corriger les épreuves, est le dernier qu'il ait écrit. Opéré le 9 juillet d'un cancer de la prostate, il meurt brusquement le 17, emporté par une embolie.

Comme l'ont souligné certains biographes : « *la mort si rapide et inattendue de Poincaré, excita dans le monde entier une émotion universelle* ». En effet, que ce soit en France, en Europe ou aux USA, partout, dans le monde, des voix s'élevèrent pour célébrer les mérites de celui qui s'était montré à la fois : « mathématicien hors pair, physicien pénétrant et profond philosophe ».

Le récit des obsèques de Poincaré, tel qu'il apparaît dans la presse, notamment dans cet extrait du *Monde Illustré*, donne une idée assez précise de l'ampleur de l'événement de sa mort, mais aussi de son image publique, voire de sa personnalité. Dans ce récit, en effet, outre une indication sur les compétences et expertises professionnelles de Poincaré, à travers la mention des institutions citées et représentées, on découvre aussi les réseaux et les cercles de relations sociales dans lesquelles celui-ci a pu évoluer au cours de sa vie. Certains sont naturellement convenus, comme l'Académie des Sciences, l'Académie française ou le corps des Mines, d'autres sont plus étonnants, voire atypiques, comme le Prince et la Princesse de Grèce, le Prince de Monaco ou le Bey de Tunis.

Il est vrai que Poincaré fut, de son temps, l'un des scientifiques les plus reconnus. Génie égal à Gauss pour certains, poète de l'infini pour d'autres, il fut deux fois nominé pour le Prix Nobel de Physique, et, comme j'aurai l'occasion de l'évoquer, les raisons pour lesquelles ce Prix ne lui a pas été attribué ne sont guère convaincantes.

I-A LA RENCONTRE DE POINCARÉ

I-1. L'enfance

Dans l'éloge historique, lu par Gaston Darboux, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences de l'Institut de France, lors de la séance annuelle publique du 15 décembre 1915, il est rappelé que Jules-Henri Poincaré naquit à Nancy, le 29 avril 1854, dans une famille de la grande bourgeoisie lorraine. Son père, Léon Poincaré, médecin, fut successivement Professeur puis doyen de la Faculté de médecine de Nancy, quant à sa mère, Eugénie Launois, c'était la fille d'un riche propriétaire terrien de la Meuse. Selon Darboux c'était une femme « *très bonne, très active et très intelligente* ».

Henri eut une sœur, Aline, de deux ans sa cadette, qui épousa le philosophe Emile Boutroux, dont j'ai évoqué les travaux dans ma communication : « *Emergence et Morphogénèse. Deux paradigmes revisités* ».

Comme le laissent à penser les éléments biographiques, les relations sociales et familiales des Poincaré furent nombreuses, voire constituèrent un réseau influent, dont Henri bénéficia, à plusieurs reprises, tout au long de sa carrière. Comme le soulignent aussi ces éléments biographiques, c'est dans un entourage, constitué d'une élite intellectuelle, d'universitaires, d'ingénieurs, de médecins... que s'est déroulée son enfance.

I-2. Les années d'études

Poincaré fut un élève brillant, qui révéla très tôt des dons exceptionnels. Entré en classe de neuvième au Lycée de Nancy, il devint rapidement le meilleur de la classe. D'abord passionné par l'histoire et la géographie, arrivé en quatrième il découvre les mathématiques. Dès lors sa vocation pour la discipline ne va cesser de grandir, jusqu'à devenir, je cite Darboux « *impérieuse et absorbante* ». Cette passion pour les mathématiques ne l'empêchera pas de poursuivre jusqu'au bout, et avec le même succès des études classiques puisque à 16 ans, il est en effet bachelier ès sciences et bachelier ès lettres.

En 1871, il entre dans la classe de Mathématiques élémentaires, où il commence à donner des preuves de ses aptitudes, extraordinaires, en obtenant le premier Prix de Mathématiques au Concours général. L'année suivante, il est en Mathématiques spéciales, obtient à nouveau le premier Prix au concours général, est reçu 5^{ème} au concours d'entrée à l'Ecole Normale Supérieure et 1^{er} au concours d'admission à l'Ecole Polytechnique. C'est finalement Polytechnique qu'il choisira.

L'anecdote que je me propose d'évoquer maintenant, et que j'ai empruntée à Darboux, confirme bien les dons exceptionnels de Poincaré, ainsi que la réputation dont il jouissait, dès cette époque, auprès du corps enseignant. Cette anecdote est la suivante : lors de l'examen oral de Mathématiques, au concours d'entrée à Polytechnique, le Professeur Tissot, chargé d'inter-

roger les candidats, je cite un condisciple de Poincaré : « *suspendit l'examen pendant trois quarts d'heure : le temps de préparer une question raffinée pensions-nous* ». C'est toujours le condisciple de Poincaré qui parle : « *Monsieur Tissot revint avec une question du deuxième livre de Géométrie. Poincaré dessina un cercle informe (Poincaré a toujours eu beaucoup de mal à dessiner), il marqua les lignes et les points indiqués par l'examineur, puis, après s'être promené devant le tableau les yeux fixés à terre, assez longtemps, conclut à haute voix : Tout revient à démontrer l'égalité $AB=CD$, elle est la conséquence de la théorie des polaires réciproques, appliquée aux deux droites* ». Fort bien Monsieur, « *interrompit le Pr. Tissot, « mais je voudrai une solution plus élémentaire* ». Poincaré se mit à repasser, non plus devant le tableau, mais devant la table de l'examineur, face à lui, presque inconscient de ses actes puis tout à coup développa une solution trigonométrique. « *Je désire que vous ne sortiez pas de la Géométrie élémentaire* » objecta Mr Tissot, et presque aussitôt satisfaction fut donnée à l'examineur qui félicita chaleureusement l'examiné et lui annonça qu'il avait mérité la note maxima ».

Au terme des épreuves du Concours d'entrée à Polytechnique, les Professeurs de Poincaré sont pourtant inquiets. L'examineur, Abel Transon déclare : « *Nancy présente un candidat bien remarquable. Mais nous sommes très embarrassés, il a un zéro pour le dessin et le zéro est éliminatoire. Pour le reste il est absolument hors pair. S'il est reçu, il sera premier* ». Ne voulant assurément pas priver Polytechnique de pareil candidat, les Professeurs déclareront Poincaré admis, malgré l'incident de l'épreuve de dessin ; et il sera effectivement reçu premier.

I-3. L'ingénieur des mines. La bifurcation.

En 1875 il sort en deuxième rang de Polytechnique (la place de 1^{er} lui échappe en raison de son inaptitude aux exercices physiques, au maniement d'armes et, une fois encore, au dessin). Il entre à l'Ecole des Mines et s'inscrit en licence ès sciences à la Faculté.

L'année suivante il enlève, haut la main, la licence-ès-Sciences Mathématiques, (alors qu'il n'a même pas pu suivre les cours à la Sorbonne, faute d'autorisation d'absence) sort diplômé de l'Ecole des Mines, est nommé ingénieur à Vesoul, et se lance dans la préparation d'une Thèse de Doctorat-ès-Sciences Mathématiques. Comme le constatent très vite ses supérieurs, la vocation de Poincaré n'est assurément pas de faire carrière dans l'industrie minière. Même s'il s'acquitte de ses fonctions avec sérieux, voire avec un grand courage, en enquêtant sur un tragique coup de grisou, survenu au puits de Magny, dans le bassin minier du Nord, en septembre 1879, c'est au Professorat et à la Recherche qu'il se destine.

De ce point de vue, 1879 est une année pivot dans la carrière et la vie de Poincaré. Début août il défend, en Sorbonne, sa Thèse de Doctorat, le 11, il

présente sa première Note à l'Académie des Sciences, Note intitulée : « *Sur quelques propriétés des formes quadratiques* » et le 24, une seconde portant sur la même question. A l'évidence, ce fut là une excellente préparation, puisque, quelques années plus tard, c'est encore une forme quadratique qui lui donnera l'une des clés des transformations spatio-temporelles qui sont à la base de la Relativité restreinte.

Cela dit, Poincaré est donc mis à la disposition du Ministère de l'Instruction Publique, et au mois de décembre 1879, il obtient un poste de Chargé de Cours de Calcul Différentiel et Intégral à la Faculté des Sciences de Caen. A partir de cette date, sa carrière active dans le Corps des Mines s'achève.

I-4. L'enseignant-chercheur

Dès lors qu'il vient d'obtenir son statut d'enseignant, Poincaré se lance dans une intense activité de recherche dans le domaine de l'Analyse Mathématique pure. En 1880, il fait de nombreuses publications dans les Comptes Rendus de l'Académie des Sciences : les CRAS, (j'en ai compté une dizaine, c'est tout à fait exceptionnel) publications qui lui valent une mention Très Honorable au Grand Prix des Sciences Mathématiques de l'Institut de France et une première candidature à l'Académie des Sciences dans la section : Géométrie. Il n'a que 27 Ans.

En 1881, il épouse Louise Poulain d'Andecy, petite fille d'Isidore Geoffroy-St-Hilaire, arrière petite-fille d'Etienne-Geoffroy-St-Hilaire, l'opposant de Cuvier. Il va dès lors s'efforcer de quitter Caen et, dans cette perspective, va bénéficier, non seulement des supports scientifiques de poids, que lui valent ses récents succès académiques, mais aussi des soutiens de sa belle-famille qui possède de nombreux relais politiques. Ces efforts portent leurs fruits, en octobre 1881, il est nommé Maître de Conférences d'Analyse à la Faculté des Sciences de Paris. Quatre ans plus tard, il sera Chargé de cours de Mécanique Physique et Expérimentale, et en août 1886, il sera nommé Professeur de la Chaire de Physique Mathématique et de Calcul des Probabilités, auparavant détenue par l'illustre Gabriel Lippmann.

Selon Darboux les travaux accomplis par Poincaré, durant la période 1881-1886, justifiaient pleinement son avancement rapide au sein de l'Université car tous contenaient des résultats entièrement nouveaux, qui faisaient déjà dire aux académiciens : « *Poincaré commence comme Cauchy* ».

Voici la conclusion du rapport de Camille Jordan : « *L'œuvre accomplie par Mr. Poincaré est au-dessus des éloges ordinaires et nous rappelle invinciblement ce que Jacobi écrivait d'Abel, qu'il avait résolu des questions qu'avant lui personne n'aurait osé imaginer. Il faut en effet le reconnaître nous assistons en ce moment à une révolution dans les Mathématiques de tous points comparable à celle qui s'est manifestée, il y a un demi-siècle par l'avènement des fonctions elliptiques* ». Sur la base de ce rapport, Poincaré est donc élu à

l'Académie des Sciences le 27 janvier 1887. Il a 32 ans.

Ce premier succès allait être suivi d'un autre non moins éclatant. En 1885, le Roi de Suède, Oscar II, décida de décerner, le 21 janvier 1889, (date du soixantième anniversaire de sa naissance) un Prix à une découverte importante dans le domaine de l'Analyse Mathématique. La commission d'attribution du Prix comprenant Weierstrass membre de l'Académie de Berlin, Hermite membre de l'Institut de France Académie des Sciences et Mittag-Leffler, rédacteur en chef de la revue internationale *Acta mathematica*, et Professeur à l'Université de Stockholm, reconnaît, unanimement, le niveau exceptionnel du travail de Poincaré et lui attribue le Prix.

Dans son évaluation du mémoire de Poincaré, Weierstrass déclare : « *Le mémoire sur le problème des trois corps et les équations de la dynamique (problème étudié par Poincaré pour le concours) est sans contredit un travail de haute portée... je ne fais aucune difficulté de déclarer qu'il est digne du prix. Vous pouvez dire à votre souverain que ce travail est d'une telle importance que sa publication ouvrira une ère nouvelle dans l'histoire de la mécanique céleste...* »

Quant à Mittag Leffler, son appréciation est tout aussi élogieuse : « *Le mémoire couronné comptera parmi les plus importantes productions mathématiques du siècle et sera un nouveau titre à l'estime de tous les géomètres que Mr. Poincaré s'est acquise par d'éclatantes découvertes....* »

(L'attribution de ce prix fut tout de même marquée par de nombreux rebondissements.)

Suite à l'obtention du prix Oscar II et sur proposition de l'Académie des Sciences, le gouvernement français soulignait alors « *le succès de notre patrie* », et décorait H. Poincaré, Chevalier de la Légion d'Honneur. Il avait 35 ans.

A partir de ce moment, le nom du Mathématicien pénètre dans le grand public, qui s'accoutume à le regarder comme un grand savant, « *dont la France avait le droit d'être fière* », dira Gaston Darboux.

En 1896 Poincaré est nommé Professeur d'Astronomie Mathématique et de Mécanique Céleste à la Sorbonne. Parallèlement à son service d'enseignement et à ses recherches en Analyse Mathématique et Physique théorique, il occupera des charges pédagogiques, notamment à l'Ecole Polytechnique. Il dirigera également les Thèses de Doctorat et les travaux d'une quarantaine de ses élèves, collaborateurs et collègues dont ceux d'Eleuthère Mascart, l'arrière-grand-père de notre ex-secrétaire, dont j'ai eu l'occasion d'évoquer les travaux dans ma communication : *Les prolégomènes de la Relativité. L'œuvre d'Eleuthère Mascart...*

Toute l'activité et les succès scientifiques de Poincaré avaient naturellement acquis à leur auteur, une reconnaissance non seulement nationale, mais aussi internationale.

I-5. Le renom national et international.

En trente ans de carrière, Henri Poincaré a écrit plus de 30 volumes et près de 500 mémoires publiés dans les recueils du monde entier. Seul Berthelot avait, à l'époque, une production scientifique comparable à la sienne. Comme il est naturel, des publications aussi originales, et sur tant de sujets divers, avaient, selon l'expression d'un de ses collègues : « *répandu dans le monde entier la renommée de son auteur* ». Il appartenait, à divers titres, à une quarantaine d'Académies ou de Sociétés Savantes, françaises ou étrangères, il était Docteur des Universités de Cambridge, Oxford, Berlin, Stockholm et fut plusieurs fois médaillé. En 1905, sur la proposition d'une Commission Internationale, il recevait le Grand Prix Bolyai (équivalent au Prix Nobel pour les mathématiques à l'époque) Quant à l'Académie des Sciences, de l'Institut de France, elle lui décerna plusieurs prix (successivement le Prix Poncelet et le Prix Reynaud). En 1908 il fut enfin élu à l'Académie Française et appelé à occuper le fauteuil de Sully Prudhomme.

Poincaré fut également un acteur central de nombreuses commissions scientifiques internationales : membre et rapporteur de la Commission Bolyai, membre du Congrès Solvay... Il occupa aussi, à plusieurs reprises, de hautes fonctions administratives au sein d'institutions scientifiques comme l'Observatoire de Paris et le Bureau des Longitudes...

Les ouvrages de Philosophie qu'il publia, à partir de 1902, *La Science et l'Hypothèse*, *Science et Méthode*, et *La Valeur de la Science*, lui valurent une popularité que n'avaient connue ni Cauchy, ni Hermite, pourtant eux aussi immenses mathématiciens. Ces ouvrages, tirés en un très grand nombre d'exemplaires, furent, du vivant de Poincaré, traduits en allemand, en anglais, en hongrois, en suédois, en japonais.

Poincaré fut, avant tout, un scientifique. Contrairement à son cousin Raymond, il n'a jamais fait le choix de l'engagement politique qui, disait-il, « *est un travail à plein temps* ». Au nom de son autorité scientifique, il sera cependant conduit à intervenir dans le procès militaro-politique de l'affaire Dreyfus, en rédigeant un rapport intitulé « *Examen critique des divers systèmes ou études graphologiques auxquels a donné lieu le bordereau* ». En concluant que l'accusation reposait sur des raisonnements et des calculs statistiques inexacts, effectués sur des reconstitutions fausses du bordereau d'accusation, ce rapport contribuera à faire disparaître une des charges principales qui pesaient sur l'accusé, et jouera un rôle important dans la réhabilitation de Dreyfus.

Cet événement mis à part, toute la carrière de Poincaré fut consacrée au développement, à la promotion et au rayonnement de la Science. A travers ces différentes perspectives, il aura fait émerger des théories nouvelles (les théories actuelles sur le chaos, trouvent leur origine dans les travaux de Poincaré) et ouvert la voie à des domaines de recherche inconnus à l'époque

(c'est notamment lui qui incita Becquerel à étudier la radioactivité).

Considéré par ses contemporains comme le « *cerveau vivant des sciences rationnelles* », ses contributions en mathématique, physique, mécanique et philosophie ont, au début du XX^e siècle, été primordiales, et le demeurent encore, en grande part, aujourd'hui. Certaines de ses hypothèses, ou propositions, n'ont d'ailleurs été vérifiées que bien après sa disparition. C'est notamment le cas de sa fameuse conjecture : la conjecture de Poincaré, qui ne fut démontrée qu'en 2006 par le Russe Perelman. Enfin, très récemment, dans le dernier numéro de la revue *Physical Review Letters*, un article est publié concernant de nouvelles solutions du problème des trois corps de Poincaré.

J'en viens maintenant au cœur de mon sujet, c'est-à-dire aux travaux scientifiques de Poincaré, dont je donnerai seulement deux exemples, justifiant, de mon point de vue, le qualificatif MODESTE que je lui ai attribué. Le premier exemple concernera le mathématicien et le second le mécanicien-physicien.

II-L'HOMME DE SCIENCE

Comme évoqué précédemment, la production scientifique de Poincaré qui démarre au début des années 1880 est impressionnante ; je le rappelle : une trentaine d'ouvrages et près de 500 notes, mémoires et articles. Il est vrai que sa rapidité et sa capacité de travail étaient étonnantes. Selon certains de ses proches, il pouvait, en effet, rédiger en quelques jours un mémoire de plusieurs dizaines de pages, rédaction, je cite, « *qu'il effectuait tout d'un trait, se bornant à quelques ratures, sans revenir sur ce qu'il avait écrit* ».

Dans son ouvrage, *La Valeur de la Science*, Poincaré a d'ailleurs donné des renseignements très intéressants sur la manière dont il travaillait, notamment sur le rôle de l'intuition dans son processus de création en mathématiques. C'est ainsi qu'à propos de la genèse de l'une de ses plus belles découvertes dans ce domaine, la découverte des fonctions qu'il a baptisées « fuchsiennes », il écrit :

« Au moment où je mettais le pied sur le marchepied, l'idée me vint, sans que rien dans mes pensées antérieures parût m'y avoir préparé, que les transformations dont j'avais fait usage pour définir les fonctions fuchsiennes étaient identiques à celles de la Géométrie non euclidienne. Je ne fis pas la vérification, je n'en aurais pas eu le temps puisqu'à peine dans l'omnibus je repris la conversation commencée ; mais j'eus tout de suite une entière certitude. De retour à Caen je vérifiai le résultat à tête reposée pour l'acquit de ma conscience ».

Quitte à faire digression, je n'ai pu m'empêcher de rapprocher cette citation de celle-ci, tout aussi édifiante, écrite par Marcel Proust, quelques années plus tard, à propos de la révélation de ses dons littéraires :

« Mais, au moment où, me remettant d'aplomb, je posai mon pied sur un pavé qui était un peu moins élevé que le précédent, tout mon découragement s'évanouit devant la même félicité qu'à diverses époques de ma vie [...] Comme au moment où je goûtais la madeleine, toute inquiétude sur l'avenir, tout doute intellectuel étaient dissipés. Ceux qui m'assaillaient tout à l'heure au sujet de la réalité de mes dons littéraires, et même de la réalité de la littérature, se trouvaient levés comme par enchantement. Sans que j'eusse fait aucun raisonnement nouveau, trouvé un argument décisif, les difficultés insolubles tout à l'heure avaient perdu toute importance ».

Comme quoi, si l'intuition n'est pas la chose la plus aisément et le mieux partagée, elle n'en demeure pas moins un facteur important, voire décisif, de la création, quel que soit le domaine.

II-1. Poincaré Mathématicien.

Ce commentaire mis à part, c'est précisément à propos de ses découvertes mathématiques les plus brillantes (c'est-à-dire les fonctions fuchsiennes et les groupes klénéens), découvertes publiées de février à juillet 1881, dans 8 Notes Comptes Rendus à l'Académie des Sciences, que se manifeste, à mes yeux, pour la première fois, la MODESTIE Poincaré. En effet, alors que les résultats développés dans ses Notes sont entièrement originaux, et exclusivement dus à son génie propre, Poincaré va les attribuer à deux mathématiciens allemands : Lazare Fuchs et Félix Klein, qui ne sont pour rien dans les découvertes présentées, en intitulant respectivement ces publications : *Les fonctions « fuchsiennes »* et *Les groupes « kleinéens »*. Bien que, dans ces Notes, Poincaré précise que les qualificatifs « fuchsien et kleinéen », sont employés en vue d'honorer les mathématiciens allemands, Lazare Fuchs et Félix Klein, l'histoire retiendra les noms de Fuchs et de Klein, mais oubliera celui de Poincaré dans l'avènement de ces découvertes.

En s'effaçant, par MODESTIE, au profit de ses confrères, Fuchs et Klein, Poincaré s'est assurément privé d'une notoriété et d'un prestige qui lui revenaient exclusivement. Aujourd'hui, afin de rétablir la vérité historique et scientifique, concernant ces découvertes, certains chercheurs en analyse mathématique ont d'ailleurs rebaptisé les fonctions et les groupes étudiés par Poincaré dans ces Notes, les fonctions et groupes « *poincaréens* ».

Le deuxième exemple, assurément le plus significatif, qui témoigne de la TROP grande Modestie de Poincaré, je l'ai choisi dans ce que je n'hésite pas à appeler : la Saga de la Relativité restreinte.

II-2. Poincaré Mécanicien-Physicien.

Lorsqu'en 2005, on fête le centenaire de la théorie de la Relativité Restreinte, une polémique s'instaure, à propos du véritable auteur de cette théorie. Le physicien mathématicien britannique, Edmund Whittaker, parle

de la théorie de Lorentz-Poincaré, alors qu'à l'opposé, les historiens des sciences font d'Einstein le seul découvreur de cette théorie. Selon Olivier Darrigol, du Laboratoire de Recherches Epistémologiques et Historiques sur les Sciences exactes du CNRS, ces divergences, entre Whittaker d'un côté et les historiens de l'autre, dérivait, pour les uns, de ce qu'ils mettaient en évidence l'appareil formel, le groupe, au sens mathématique de Poincaré-Lorentz, et pour les autres, de la prédominance accordée à la nouvelle cinématique d'Einstein.

Sans entrer, à mon tour, dans la polémique, je vous montrerai, cependant, qu'au regard des sources historiques et chronologiques des travaux de Lorentz, de Poincaré, et d'Einstein, il n'est pas évident d'apprécier, en toute objectivité, à qui doit revenir la paternité de cette découverte. De mon point de vue, outre la concurrence scientifique, pas toujours loyale, entre les différentes écoles ou chapelles de physiciens, il est hélas probable que la MODESTIE de Poincaré, a également joué un rôle, dans l'effacement puis l'oubli de sa contribution majeure à la découverte de cette théorie.

Examinons maintenant les éléments du dossier scientifique. Et voyons tout d'abord l'hypothèse fondamentale originelle sur laquelle s'est construite la théorie de la Relativité, à savoir l'hypothèse, devenue postulat, d'invariance de la vitesse de la lumière dans le vide.

L'expérience cruciale : le postulat d'invariance de la vitesse de la lumière

Le postulat d'invariance de la vitesse de la lumière a joué un rôle capital dans le développement de la théorie de la Relativité. Or, comme l'indiquent les éléments bibliographiques, ce postulat, dont les Américains Michelson et Morley sont considérés comme les seuls précurseurs, fut antérieurement fondé par Poincaré et son élève Mascart.

Comme je l'ai précisé dans la 1^{ère} partie de ma communication, c'est en 1886 que Poincaré succède à Lippmann à la chaire de Physique Mathématique de la Sorbonne. Pour ses débuts, il professe un cours sur *La théorie Mathématique de la Lumière*, cours qu'il termine au printemps 1888 par un exposé concernant l'aberration astronomique.

L'aberration astronomique, je le rappelle brièvement, est un phénomène qui a été observé en 1725 par James Bradley, professeur d'astronomie à Oxford. Ce phénomène, qui résulte de la composition des vitesses de la lumière et de la Terre, se caractérise par le fait que, pour observer une étoile, la lunette d'observation doit être inclinée, afin de tenir compte du déplacement de la Terre, pendant que la lumière, issue de l'étoile, se dirige vers l'objectif de la lunette. Oui mais quelle valeur donner à cette inclinaison ?

A partir de l'étude de ce problème, qu'il traite de façon théorique sous différents aspects, Poincaré obtient un résultat tout à fait fondamental. Il montre,

en effet, que les lois de l'optique, réflexion, réfraction, phénomènes d'interférences, ne sont pas affectées par le mouvement de la Terre, et par voie de conséquence conclut son analyse en ces termes : « *aucun phénomène optique ne pourra jamais servir aux physiciens à mettre en évidence le mouvement absolu de la Terre à travers l'espace. Les phénomènes optiques ne peuvent mettre en évidence que les mouvements relatifs, par rapport à l'observateur, de la source lumineuse et de la matière pondérale* ». Ce résultat théorique, qui conduit à inférer l'invariance de la *vitesse de la lumière*, c'est-à-dire l'hypothèse physique primordiale sur laquelle sera fondée la théorie de la Relativité restreinte, sera confirmé, expérimentalement, par Eleuthère Mascart, alors que dans le même temps, les Américains Michelson et Morley, s'acharneront à démontrer le contraire. Comme l'avait prévu Poincaré, l'expérience de Michelson et Morley échouera, leur appareil, pourtant si bien construit et si méticuleusement mis au point, refusant de mettre en évidence le moindre mouvement de la Terre à travers l'espace.

De ces différentes études (Poincaré-Mascart d'un côté et Michelson et Morley de l'autre) seule, l'expérience de Michelson et Morley, sera pourtant retenue dans l'histoire de la Relativité, comme l'expérience cruciale, ayant permis de montrer que la vitesse de la lumière est une constante indépendante du mouvement de sa source, alors que l'antériorité de ce résultat revenait à l'équipe française.

Comme l'a par ailleurs noté le physicien Jean-Paul Auffray, le calcul effectué par Poincaré à propos de l'aberration astronomique, était déjà un calcul relativiste, alors que nous sommes dix-sept ans avant la formulation officielle de la théorie de la Relativité restreinte.

Cela dit, quels sont, maintenant, les événements qui vont conduire à la formulation de cette théorie ? C'est ce que je me propose d'exposer ; mais auparavant, je reviendrai sur quelques éléments d'histoire des sciences, permettant de mieux comprendre les conditions de son émergence.

Dans une communication à l'Académie des Sciences, le 28 avril 1822, André Marie Ampère fait part des résultats qu'il vient d'établir sur le magnétisme et les courants électriques. Ces résultats le conduisent à formuler cet énoncé : « *Les forces élémentaires entre éléments de courant ont pour direction la droite, M1M2, menée par les points matériels entre lesquels elles s'exercent* ». La loi que vient de découvrir Ampère intervient donc entre des points et s'exerce le long de la droite menée entre ces points : en un mot, Ampère propose ce que ses contemporains ont appelé une « loi de point ».

Convaincus que l'action mutuelle entre éléments de courant, chère à Ampère, n'est pas la même lorsque ces éléments sont en mouvement relatifs les uns par rapport aux autres, Weber, Riemann et Gauss, (tous de très grands scientifiques allemands du XIX^e siècle) vont chercher à résoudre le problème

fondamental de la physique mathématique à cette époque, à savoir : exprimer la transmission de la force électrique entre corps en mouvement.

Pendant que Weber, Riemann et Gauss s'attaquent à ce problème sur les bases de la loi de point d'Ampère, Maxwell développe une nouvelle théorie de l'électromagnétisme. Sans rejeter absolument la loi de point, cette théorie se fonde sur le concept de « champ », proposé par Faraday, c'est-à-dire de modification des propriétés de l'espace par les charges électriques. Deux conceptions concurrentes, concernant les phénomènes électromagnétiques, s'affrontent donc à la fin du XIX^e siècle :

- 1 - l'idée de corpuscules électrisés en interaction, chère aux théoriciens depuis Ampère, et
- 2 - l'idée de champ électromagnétique, chère à Maxwell.

C'est dans ce contexte que démarrent, en 1892, sous l'impulsion de Lorentz, les recherches qui vont progressivement conduire à la Relativité restreinte.

De nationalité néerlandaise, Lorentz est un personnage étonnant. Il est doté d'un esprit vif, comme Poincaré, il est doué d'une grande mémoire et parle couramment plusieurs langues. Très grand scientifique, c'est assurément l'un des plus remarquables disciples de Maxwell et, à ce titre, il se donne pour mission principale de réconcilier les deux conceptions concurrentes des phénomènes électriques : le point de vue de Maxwell — théorie des champs — avec celui des Weber, Riemann et Gauss — corpuscules électrisés en mouvement. Dans cette perspective, il part de la théorie de Maxwell, mais il y introduit une nouveauté. Il considère notamment que le champ électromagnétique, décrit par les équations de Maxwell, est engendré dans l'espace par les corpuscules électriquement chargés. De cette façon il se relie à la théorie corpusculaire. Il baptise ces corpuscules électrons, nom qui est resté depuis lors en physique.

En 1892, il présente son premier grand mémoire intitulé : *La théorie électromagnétique de Maxwell et son application aux corps en mouvement*. Suite à des considérations d'ordres physiques et théoriques, que je n'évoque pas, il introduit, dans son étude, une hypothèse qui va être très sévèrement critiquée par Poincaré : la contraction des longueurs — selon cette hypothèse tous les corps subiraient, dans le sens du mouvement de la Terre, un raccourcissement de leur longueur.

En 1899, Poincaré enseigne la théorie de Lorentz à la Sorbonne. A la fin de son cours il fait part à ses étudiants des réserves que lui inspire ce travail, qui ne repose pas sur une argumentation théorique satisfaisante, et se fonde sur un ensemble d'hypothèses ad-hoc qu'il qualifie de « *coup de pouce* ».

Le 11 décembre 1900, les *Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles* publient un recueil, de plus de 600 pages, contenant les travaux offerts par les auteurs de ce recueil, à Lorentz, à l'occasion du vingt-cinquième anniversaire

de son doctorat. Un article domine le lot, l'article de Poincaré, dans lequel celui-ci démontre le caractère irréaliste et sans fondements rigoureux de la théorie de Lorentz.

Dans une lettre qu'il adresse à Poincaré, quelques semaines plus tard, très précisément le 20 janvier 1901, pour le remercier de sa contribution au vingt-cinquième anniversaire de son doctorat, *Lorentz reconnaît la force des remarques de Poincaré, s'excuse du peu de réalisme de ses nouvelles conceptions et s'engage à corriger sa théorie*.

Dans le même temps Poincaré s'intéresse aux échanges de signaux utilisés pour la synchronisation des horloges, donc à la mesure du temps. Les résultats qu'il a précédemment obtenus concernant le caractère RELATIF de toute observation des phénomènes optiques, notamment l'invariance de la vitesse de la lumière issue de ses travaux sur l'aberration et confortée par l'échec de l'expérience de Michelson et Morley, vont le conduire à énoncer les lois d'une nouvelle mécanique, dont il publiera les caractéristiques essentielles dans son ouvrage : *La science et l'hypothèse*, et qui se conclut par : « *l'espace absolu, le temps absolu, la géométrie elle-même, ne sont pas des conditions qui s'imposent à la mécanique* »... Poincaré remet ainsi en question la pertinence des concepts d'éther et surtout d'absolu, chers aux physiciens de l'époque, qui s'obstinaient à vouloir mettre en évidence le mouvement absolu de la Terre.

En 1904, Lorentz a repris sa théorie et en publie les résultats dans les Comptes rendus de l'Académie des Sciences d'Amsterdam. Au mois de septembre de la même année, il est invité à Paris où il prononce une conférence. Poincaré est absent. En mission aux USA, il représente la France au Congrès International des Savants. A cette occasion, il fait une conférence remarquable, conférence au cours de laquelle, reprenant l'énoncé des lois de sa nouvelle mécanique, (que je viens d'évoquer), il dresse une grande fresque sur *L'état actuel et l'avenir de la physique mathématique*. Après avoir débuté son exposé en s'interrogeant — « *Sommes-nous à la veille d'une seconde crise de la physique mathématique ? Les principes sur lesquels nous avons tout bâti vont-ils s'écrouler ?* » — il examine tous les principes de la physique et conclut, en introduisant un nouveau principe, un principe qui lui est cher, son sujet de prédilection : le PRINCIPE DE RELATIVITE, qu'il appellera POSTULAT DE RELATIVITE, et qu'il énonce : « *Les lois des phénomènes physiques doivent être les mêmes, soit pour un observateur fixe, soit 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* ». Ce postulat généralisant ainsi le Principe de relativité de la Mécanique dû à Galilée.

De retour à Paris, Poincaré adresse une lettre à Lorentz, dans laquelle, après avoir regretté de n'avoir pu entendre sa conférence et causer avec lui, il déclare : « *Depuis quelque temps j'ai étudié plus en détail votre mémoire*

dont l'importance est extrêmeje suis d'accord sur tous les points essentiels ; cependant il y a quelques divergences de détails...» Ces divergences (qui ne sont pas simplement de détail mais fondamentales) Poincaré va les exprimer dans une Note Compte Rendu à l'Académie des Sciences le 5 juin 1905, Note intitulée : « Sur la dynamique de l'électron ». Dans cette Note, tous les résultats théoriques sont exposés, mais, comme beaucoup d'entre nous le savent ici, une Note aux Comptes Rendus doit être brève. Elle permet exclusivement de prendre date, d'assurer l'antériorité des résultats d'une découverte, l'étude détaillée complète devant faire l'objet d'une publication dans une revue spécialisée. C'est malheureusement dans cette étape de communication et de publication de ses découvertes majeures, que Poincaré va se montrer encore une fois TROP MODESTE et ensuite trop bon ou mal inspiré.

En effet, alors que dans la Note aux Comptes Rendus, il vient d'établir de façon théorique incontestable, et pour la première fois, les équations qui traduisent la transformation fondamentale de la Relativité restreinte, il sera à nouveau TROP MODESTE pour prendre cette découverte à son compte ; et puisque ce sont les travaux de Lorentz qui lui ont inspiré sa propre théorie, c'est donc à lui qu'il va l'attribuer, en déclarant, dans le Compte rendu à l'Académie : « *Le point essentiel, établi par Lorentz, c'est que les équations du champ électromagnétique ne sont pas altérées par une certaine transformation que j'appellerai du nom de Lorentz* ».

Et ce n'est pas tout, car après avoir été trop MODESTE, Poincaré va ensuite se montrer trop bon ou mal inspiré, dans le choix de la revue destinée à la publication du mémoire de 45 pages contenant tous ses calculs. En effet, alors qu'il avait largement le choix, en tant que membre de dix-huit grandes académies, pour publier ses résultats dans une revue prestigieuse, c'est malheureusement dans le *Circolo matematico di Palermo*, revue de second rang, fondée par son ami le mathématicien italien Guccia, qu'il va les publier. *Ce choix est évidemment désastreux, car, outre l'audience internationale faible du Circolo, le mémoire, enregistré par l'éditeur le 23 juillet 1905, ne sera publié et diffusé qu'en 1906.* Autant dire qu'il sera littéralement enterré, et ne sera lu par aucun des grands physiciens qui auraient trouvé intérêt. Or, dans ce mémoire, Poincaré présente, non seulement les calculs détaillés conduisant à la transformation fondamentale de la Relativité restreinte (les équations auxquelles il a donné le nom de Lorentz) mais aussi plusieurs résultats originaux, qui vont être portés au crédit d'autres chercheurs, notamment d'Einstein et de Minkowski, alors que l'antériorité en revient à Poincaré.

Parmi les résultats exposés dans ce mémoire on note :

1 - La loi bien connue, et exclusivement attribuée à Einstein, selon laquelle l'inertie contient de l'énergie soit : soit : $E=mc^2$

2 - *Le formalisme d'espace-temps quadridimensionnel, base mathématique de tous les développements relativistes futurs, notamment de la Relativité Générale, et qui sera porté au crédit exclusif de Minkowski,*

3-*Comme précédemment évoqués :*

- *Le détail des calculs conduisant aux transformations fondamentales de la Relativité restreinte (les équations que Poincaré a attribuées à Lorentz) mais aussi,*

- *Le Postulat de Relativité, et enfin*

4 - *La généralisation de la loi gravitationnelle de Newton, avec, pour la première fois, l'évocation des ondes gravitationnelles, qui demeurent l'un des problèmes fondamentaux de l'astrophysique actuelle.*

Il faut également savoir que c'est cet aspect du problème de la gravitation, tel qu'il fut posé par Poincaré dès 1905, que reprendra Einstein en 1907, et qui le conduira à la théorie de la Relativité générale.

II - 3. Et puis vinrent Einstein et Minkowski !

Saura-t-on un jour, si Einstein, lorsqu'il se lance dans la rédaction de son article « *Zur Elektrodynamik bewegter Körper* », dont le texte arrive le 30 juin 1905 à la revue *Annalen der Physik*, avait eu connaissance du CRAS publié par Poincaré, je vous le rappelle, le 5 juin 1905, et avait pu s'en inspirer pour la rédaction de son propre article? Difficile de se faire une opinion, dans la mesure où Einstein ne donne aucune référence bibliographique (*pour cette raison d'ailleurs, tout journal scientifique refuserait de publier son article aujourd'hui*). En outre, les avis des biographes sont, sur ce point, partagés. Quant à l'intéressé, à qui la question fut naturellement maintes fois posée, sa réponse est non ! Selon ses déclarations, à l'époque, il ne connaissait ni les travaux de Lorentz ni ceux de Poincaré, ce qui peut paraître étonnant, puisque depuis 1904, il était chargé, par la revue *Annalen der Physik*, de fournir, régulièrement, des comptes rendus d'articles scientifiques parus dans diverses revues de pays étrangers dont : l'Allemagne, la Grande-Bretagne, l'Italie et la France (Einstein connaît bien le français) et, parmi les journaux français les CRAS. Donc ? Mystère !!

Sa vie durant, Einstein se proclamera le seul créateur de la Relativité restreinte. Il n'évoquera jamais le nom de Poincaré et ce n'est que deux mois avant sa mort qu'il lui rendra un timide hommage. De l'avis de nombreux physiciens, la notoriété d'Einstein a largement bénéficié de la MODESTIE de Poincaré.

Et la même remarque peut être faite concernant les travaux de Minkowski sur le formalisme d'espace-temps. Dans l'exposé qu'il fait à Göttingen en 1907, puis dans sa célèbre conférence de 1908, ce dernier décrit

en effet une transformation de Lorentz comme étant « *une rotation dans un espace à quatre dimensions* », s'appropriant ainsi une partie des travaux de Poincaré, qui avait été le premier à formaliser ce concept dans son étude des formes quadratiques. Et aujourd'hui, on parle de l'espace-temps de Minkowski en oubliant complètement ce que cette découverte doit à Poincaré.

Dans la conférence qu'il fit le 6 novembre 2012 à l'Académie des Sciences à Paris, Thibault Damour (Membre de l'Institut de France, professeur de Physique théorique à l'IHES, spécialiste de la Relativité, à qui je dois les informations suivantes), évoque enfin un ensemble d'éléments qui sont à l'origine de l'oubli des travaux de Poincaré dans la découverte de la théorie de la Relativité restreinte. D'abord :

Une très large et exclusive médiatisation d'Einstein par la Presse britannique, notamment du Times en 1929,

Ensuite la responsabilité personnelle de Poincaré, pour les raisons que je viens d'exposer, à savoir :

Sa Modestie : il attribue tout à Lorentz, y compris le Postulat de Relativité et minimise ses contributions « j'ai été seulement conduit à modifier les résultats dans quelques points de détail... »

Une communication de ses résultats désastreuse. Même pour l'époque, sa stratégie de publication est trop confidentielle (sa nota aux CRAS est trop cryptique, et les développements essentiels de ses travaux sont publiés dans des documents et contextes trop confidentiels : le fameux Circolo matematico di Palermo.)

Et enfin à d'autres facteurs, qui n'ont malheureusement rien de scientifique :

- 1 - La discrétion choquante, de certains acteurs : Langevin qui dans son cours au Collège de France en 1910-1911 parle de Lorentz, Einstein, Minkowski, sans citer Poincaré,*
- 2 - Minkowski, qui a étudié les travaux de Poincaré et ne le cite pas dans sa célèbre conférence de 1908,*
- 3 - La rédaction des Annales de l'ENS, qui publie une traduction de la conférence de Minkowski, sans un commentaire sur les travaux antérieurs de Poincaré,*
- 4 - L'éditeur d'un ouvrage à grande diffusion, consacré au Principe de Relativité, qui ne mentionne pas Poincaré. Et enfin :*
- 5 - Le contexte des relations politiques et scientifiques entre la France et l'Allemagne à cette époque ; voir par exemple la déclaration d'Arnold Hur Witz, membre influent au sein de la communauté scientifique allemande :*

« *Je crains que les jeunes talents français soient plus intensifs que les nôtres, de sorte que nous devons maîtriser tous leurs résultats pour les surpasse* ».

Sans oublier le double refus (fondé sur des arguments contradictoires et contestables) du Comité Nobel, pour l'attribution du Prix à Poincaré. En effet, en 1910, le Comité Nobel motive sa décision en déclarant : « *que les brillantes contributions de Poincaré ne constituent pas des découvertes ou inventions dans le domaine particulier de la physique* », alors qu'en 1912, en proposant d'attribuer ce Prix à Lorentz, W. Wien lauréat 1911 déclarera : « *que le Principe de Relativité doit être considéré comme l'un des accomplissements les plus significatifs jamais réalisé en physique* ». Comprenez donc qui pourra ??

Mais, heureusement, il y eut Lorentz ! Lorsqu'en 1921, il rendra hommage à Poincaré, dans la Revue *Acta Mathematica*, Lorentz sera en effet le premier à amorcer la réhabilitation de notre savant et à souligner le rôle décisif qu'il avait joué dans la découverte et l'élaboration de la théorie de la Relativité. Dans cet hommage, Lorentz déclarera en effet sans ambiguïté :

- **Concernant la transformation fondamentale de la Relativité restreinte :** « *Je n'ai pas indiqué la transformation qui convient le mieux. Cela a été fait par Poincaré et ensuite par Mr. Einstein et Minkowski* ».
- **Concernant le principe de relativité :** « *Je n'ai pas établi le Principe de relativité comme rigoureusement et universellement vrai. Poincaré au contraire a obtenu une invariance parfaite et a formulé le Postulat de relativité, terme qu'il a été le premier à employer* ». Et enfin :
- **Concernant le concept d'espace-temps :** « *Je rappelle ces idées de Poincaré sur (x, y, z, it) parce qu'elles se rapprochent des méthodes dont Minkowski et d'autres savants se sont servis plus tard* ».



Henri Poincaré

Quant à Poincaré, il est clair qu'il ne pouvait pas, ne pas avoir conscience de la haute valeur de ses travaux. Cependant, comme le rappelle Darboux, dans son Eloge à l'Académie des Sciences : « *là où d'autres auraient réclamé des récompenses lui ne demandait rien, simple et bon il sera resté toute sa courte vie fidèle à ses convictions* », qu'en l'occurrence je pourrai résumer en paraphrasant Poincaré lui-même :

« *La recherche de la vérité doit être le but de notre activité ; c'est la seule fin qui soit digne d'elle* ».

«Que peut être la satisfaction de donner son nom à une découverte, auprès de la joie d'avoir contempné la vérité face à face».

Fragments de Bibliographie.

M. Gaston Darboux. *Eloge Historique d'Henri Poincaré. Institut de France Académie des sciences*, 15 décembre 1913.

C.N.R.S. *Dossier Henri Poincaré*, 2012.

Olivier Darrigol. *Lettre de l'Académie des sciences* n°14, 2004.

Jean Eisenstaed. *Avant Einstein. Relativité, Lumière, Gravitation. Science Ouverte*, Seuil, 2005.

Jean Hladik. *Comment le jeune et ambitieux Einstein s'est approprié la Relativité restreinte de Poincaré*. Ellipse, 2004.

Jean-Paul Auffray. *Einstein et Poincaré. Sur les traces de la relativité*. Le Pommier, 1999.

Jean-Claude Boudenot. *Histoire de la Physique et des Physiciens*. Ellipse, 2001.

Henri Poincaré. *La valeur de la science. Science de la nature*. Flammarion, 1970.

Henri Poincaré. *La science et l'hypothèse. Science de la nature*. Flammarion, 1968.

Thibault Damour/ *Poincaré et la Théorie de la Relativité*. Académie des sciences. Novembre 2012.

H. Poincaré. «Sur la dynamique de l'électron». C.R.A.S. 05-1905.

H. Poincaré. «Sur la dynamique de l'électron». Rend. Circ. Matm. Palermo, tomo XXI, 1906.

H. Poincaré. «Les formes d'équilibre d'une masse fluide en rotation». *Revue générale des sciences pures et appliquées*, 15-12-1892.

A ; Einstein. «On the Electrodynamics of Moving Bodies». Trad. anglaise de l'article publié dans *Annalen der physik.*, 09-1905.

Discussion

Dans la discussion qui a suivi, sont intervenus MM. Louis ALBERTINI, Alain BOUDET, Jean-Baptiste HIRIART-URRUTY.