

---

## La Correspondance d'Henri Poincaré, Vol. 3 : Introduction

Dans ce troisième volume de la correspondance d'Henri Poincaré se trouvent transcrits et annotés deux cent quarante-quatre documents concernant ses échanges avec les astronomes, les géodésiens, et les institutions apparentées entre le mois d'août, 1880 et le mois de juillet, 1912. Depuis la publication du tome 2, consacré à la correspondance entre Poincaré et les physiciens, chimistes, et ingénieurs (Walter, Coret & Bolmont 2007), quatre lettres inédites ont été découvertes qui ont leur place dans ce même tome. Nous les publions ici en fin d'ouvrage, en tant que "compléments au deuxième volume".

### La structure du Volume

Dans la première partie du volume, les échanges entre Poincaré et ses correspondants astronomes ou géodésiens sont présentés ensemble en quarante-six chapitres, par ordre alphabétique. Ce mélange de disciplines scientifiques reflète parfois l'activité scientifique de Poincaré, mais aussi celle de Bigourdan, Darwin, Foerster, Schwarzschild et d'autres savants dont nous publions des échanges. Presque toutes les lettres de cette section sont inédites, à l'exception de deux groupes d'échanges. D'abord, l'échange entre Liapunov et Poincaré a été transcrit et annoté par Smirnov & Youchkevitch (1987). Ensuite, l'échange entre George Howard Darwin et Poincaré a été transcrit et commenté par Gharnati dans sa thèse de doctorat (1996). Pour les deux échanges, nous avons établi de nouvelles transcriptions à partir des manuscrits, et annoté les lettres selon les principes présentés dans l'Avertissement.

Le quarante-septième chapitre contient les échanges issus directement de l'activité de Poincaré au sein du Bureau des longitudes. Les savoirs d'astronomes et les savoirs de géodésiens ont été déployés dans le cadre de cette institution publique, qui a vu le jour à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle. Henri Poincaré, alors qu'il était titulaire de la chaire de physique mathématique à la Faculté des sciences de Paris, a été nommé en 1893 membre du Bureau des longitudes, sur la recommandation de Félix Tisserand, titulaire de la chaire d'astronomie mathématique, et membre du Bureau des longitudes.

Pendant sa carrière au Bureau des longitudes, Poincaré a assuré la présidence en 1899, 1909, et 1910. Les traces documentaires de l'activité de Poincaré dans son rôle présidentiel sont très nombreuses ; les cinquante-trois lettres et rapports publiés ici n'en sont qu'une partie. Néanmoins, nous avons regroupé toutes les lettres envoyées ou reçues par Poincaré en tant que membre du Bureau de longitudes dans ce chapitre (§ 3-47), pour ne pas négliger cet aspect de son activité, mais également parce que la correspondance et les rapports de Poincaré permettent de voir comment fonctionnait cette institution dans les contextes nationaux et internationaux de la science d'état à la Belle Époque.

Dans le chapitre suivant, nous publions le rapport rédigé par Tisserand en faveur de la nomination de Poincaré au Bureau des longitudes (§ 3-48-3). D'autres rapports et lettres sont publiés dans ce même chapitre quarante-six, dont la lecture permet de mieux com-

prendre les échanges entre Poincaré et ses interlocuteurs astronomes ou géodésiens, ou ses propres contributions à la mécanique céleste. Nous publions ici, par exemple, la lettre de nomination pour le prix Nobel de physique rédigée par Oskar Backlund en faveur de Poincaré. Sont également publiés dans ce chapitre, des rapports rédigés par Poincaré à propos du travail de ses correspondants astronomes ou géodésiens. Deux soutenances de thèses, l'une par Coculesco et l'autre par Simonin ont fait l'objet d'un rapport. Nous avons publié deux lettres envoyées par Karl Schwarzschild à George Howard Darwin dans ce chapitre, parce qu'elles rendent plus aisée la lecture de la lettre de Schwarzschild à Poincaré (§ 3-41-1).

Nous publions également dans le chapitre quarante-sept deux textes inédits de Poincaré. Les deux textes ont l'un et l'autre été publiés partiellement, mais sans attribution à Poincaré. Le premier texte (§ 3-48-1) correspond à une notice anonyme parue au journal *Le Temps* à propos d'une publication de Poincaré dans les *Acta mathematica* sur l'équilibre d'une masse fluide animée d'un mouvement de rotation (Poincaré 1885). Le deuxième texte (§ 3-48-2) est un fragment trouvé aux archives départementales de l'Essonne par Laurent Rollet. Ce fragment correspond à une notice signée par Camille Flammarion à propos du prix du Roi Oscar II, parue dans le journal de Flammarion, *L'Astronomie*. Ce dernier texte est particulièrement intéressant, en ce qu'il montre ce que Poincaré trouvait louable dans son célèbre mémoire sur le problème des trois corps, après avoir obtenu le prix, mais *avant* d'avoir compris qu'il avait mal vu les conditions de fermeture d'une courbe, un aperçu qui devait le mettre sur le chemin d'une grande découverte : l'existence des orbites doublement hyperboliques.

## Le problème des trois corps

À partir de 1882, alors qu'il développe sa théorie des fonctions fuchsiennes et sa théorie qualitative des équations différentielles, Poincaré trouve le temps de commencer à s'intéresser à certaines questions de mécanique céleste, avec en filigrane, le problème des trois corps. Ainsi, il publie en 1882 deux notes consacrées l'une à l'*intégration des équations différentielles par les séries* (Poincaré 1882b), l'autre aux *séries trigonométriques* (Poincaré 1882a), dont la motivation est explicitement la mécanique céleste. Poincaré poursuit en 1883 son approche de la mécanique céleste en publiant une première note consacrée au problème (restreint) des trois corps (Poincaré 1883a), dans laquelle il montre que le problème (restreint) des trois corps admet une infinité de solutions périodiques. Ces premiers travaux attirent l'attention de son condisciple à l'École polytechnique, Octave Callandreau et de l'étoile montante de l'Observatoire de Paris, Félix Tisserand. Ce dernier, qui a en charge d'animer la nouvelle revue française d'astronomie, le *Bulletin astronomique*, invite Poincaré à développer dans son journal les notes parues dans les *Comptes rendus* ; Poincaré proposera deux articles (Poincaré 1884a, 1884b). Le premier article montre l'existence de solutions périodiques du problème restreint des trois corps et les classe en fonction des conditions à l'origine ; cette classification sera reprise beaucoup plus tard, en 1892, dans le premier tome des *Méthodes nouvelles de la mécanique céleste* (Poincaré 1892). Dans le traité de 1892, en rendant possible l'étude des solutions asymptotiques et

doublement asymptotiques, la démonstration de l'existence de solutions périodiques et l'analyse de leur développement en série sont présentées comme la première étape de la résolution du problème des trois corps. En 1884, Poincaré n'insiste que sur l'intérêt pratique des solutions périodiques en soulignant que si les éléments à l'origine des masses sont proches de ceux d'une solution périodique,

... on pourra rapporter les positions véritables des trois masses aux positions qu'elles occuperaient dans cette solution périodique et se servir, par conséquent, de cette solution comme d'une *orbite intermédiaire*. (Poincaré 1884a, 72)

C'est en étudiant les développements non-convergeants obtenus de cette manière que Poincaré sera amené à faire le lien avec ses résultats sur les développements asymptotiques obtenus dans le cadre de ses travaux sur les équations différentielles linéaires (Poincaré 1886a), et à proposer l'idée de solution asymptotique comme des solutions se rapprochant asymptotiquement des solutions périodiques lorsque  $t$  tend vers  $\pm\infty$ . Le second article publié en 1884 dans le *Bulletin astronomique* traite de la convergence des séries trigonométriques. Les résultats obtenus dans cet article sont aussi repris dans le premier tome des *Méthodes nouvelles de la mécanique céleste*. Poincaré distingue différentes notions de convergence : convergence absolue, convergence uniforme et semi-convergence. Il montre en particulier qu'une série trigonométrique absolument convergente mais non uniformément convergente n'est pas bornée. Il en déduit un résultat applicable en mécanique céleste, pour une démonstration de stabilité, il faut que les convergences soient uniformes, et un résultat d'unicité,

... la somme d'une série trigonométrique ne peut être constamment nulle, sans que tous les coefficients soient nuls [...]. (Poincaré 1884b, 325)

En s'intéressant à la convergence des séries trigonométriques, Poincaré rencontre les travaux des mathématiciens suédois Gylden et Lindstedt. En 1881, Gylden et Lindstedt avaient réussi à donner des développements formels des équations différentielles issues de la théorie des perturbations en astronomie sous forme de séries purement trigonométriques (sans terme séculaire),

$$\frac{d^2x}{dt^2} + n^2x = \Psi_0 + \Psi_1x + \Psi_2x^2 + \dots,$$

où les fonctions  $\Psi$  sont périodiques.

Gylden obtenait son résultat en utilisant des résultats de Hermite concernant les fonctions elliptiques. La méthode de Lindstedt est plutôt une adaptation de la méthode des approximations successives ; l'idée étant d'ajuster à chaque étape un coefficient de manière à assurer que les éventuels termes séculaires s'annulent. Poincaré s'intéresse vivement aux développements de Lindstedt qui lui donnent l'occasion de mettre dans un cas particulier symptomatique son analyse de la convergence des séries trigonométriques. Dans le même temps, il montre que la méthode de Lindstedt permet de trouver des solutions formelles sans restriction alors que Lindstedt supposait que l'équation présentait certaines symétries (Poincaré 1886b).

Poincaré aborde au début des années 1880 les questions de mécanique céleste à partir de ses propres préoccupations liées à la théorie qualitative des équations différentielles et de convergence des séries. Ainsi, la connaissance des solutions périodiques permettra, selon le programme de Poincaré, d'étudier les solutions voisines (cf. Roque 2015). De la même manière, l'analyse des diverses formes de convergence permet à Poincaré de distinguer les résultats qui intéressent l'astronome praticien en aidant à "fournir une solution du problème avec une approximation indéfinie" (Poincaré 1883b), de ceux qui concernent des problèmes théoriques comme celui de la stabilité pour lequel la convergence uniforme des développements est requise. Ces points seront emblématiques des méthodes nouvelles que Poincaré impose dans le champ de la mécanique céleste.

## Remerciements

Les documents que nous publions dans ce volume viennent d'une vingtaine d'archives publiques et privées. Nous remercions d'abord les individus et les institutions qui nous ont accordé l'autorisation de publier les documents leur appartenant : Françoise Poincaré et ses enfants, qui nous ont offert un accès libre aux archives familiales, et nous ont autorisé à publier leur contenu. Un document du fonds Poincaré à l'Académie royale suédoise des sciences est publié ici avec l'aimable autorisation de Tore Frängsmyr, directeur du centre pour l'histoire des sciences, Stockholm. Nous remercions également Karl Grandin, Maria Asp Romefors, et Anne Miche de Malleray du Centre pour l'histoire des sciences, pour l'accueil qu'ils nous ont fait à Stockholm.

Pour l'autorisation de publier les documents d'archives dans leurs collections, nous remercions l'University of Exeter Information Services Special Collections, les syndicats de la bibliothèque de l'Université de Cambridge, la commission des bibliothèques et archives de l'Institut de France et sa présidente, Hélène Carrère d'Encausse, Florence Greffe du Service des Archives de l'Académie des sciences de Paris, et Harry Leechburch du Museum Boerhaave.

Nous avons pu consulter des documents d'archives publiques et privées dans la préparation de ce volume, et pour l'accès aux manuscrits ou la communication de copies nous remercions Lucien Baillaud, les Archives nationales françaises, la bibliothèque de l'Observatoire de Paris, la Staatsbibliothek de Berlin, la bibliothèque du Congrès des États-Unis d'Amérique, le Bureau des longitudes de Paris, le Château-Observatoire d'Abbadia, les Archives de l'Académie des sciences de St. Pétersbourg, le Centre de recherche Woodson, la bibliothèque de l'Université de Lund, les Archives départementales de l'Essonne, les Archives nationales historiques centrales de la Roumanie. Au-delà de l'autorisation de publication, l'assistance fournie pendant l'élaboration de ce volume de correspondance par les conservateurs et les bibliothécaires de ces institutions nous a été très précieuse.

L'élaboration de ce volume a commencé en 2007, et pendant huit ans nous avons bénéficié du soutien financier de plusieurs institutions. L'Université Nancy 2, l'Université de Lorraine et l'Université de Nantes ont fourni de l'aide en forme de salaires pour trois membres de l'équipe éditoriale pendant ce temps, et l'Université Nancy 2 a accordé un congé de recherche de six mois à l'un d'entre nous en 2011. La bibliothèque Dibner de

l'Histoire des sciences et des techniques au Musée national d'histoire américaine (Washington, DC) a accueilli l'un de nous comme chercheur en résidence lors de l'année 2013 ; nous remercions Lilla Vekerdy et Kirsten van der Veen pour leur assistance généreuse. Nous remercions Florence Greffe, conservateur aux Archives de l'Académie des sciences de Paris pour son soutien constant du projet d'édition. Le Centre national de la recherche scientifique (CNRS) a soutenu l'édition du volume à travers une bourse postdoctorale de deux ans, et une délégation aux Archives Poincaré pendant deux ans pour le rédacteur en chef. L'Agence nationale de la recherche (ANR) a co-financé avec la Région Lorraine une bourse postdoctorale de deux ans, à travers le projet ANR-Corpus 2006 "Sources du savoir mathématique du vingtième siècle". La Maison des Sciences de l'Homme Lorraine a soutenu l'édition du Volume 3 à travers le projet Poincaré, et le projet eManMath (l'édition électronique de manuscrits mathématiques), avec l'aide du laboratoire d'Analyse et traitement informatique de la langue française (ATILF, UMR 7118, Université de Lorraine et CNRS), dirigé par Jean-Marie Pierrel. Le laboratoire d'histoire des sciences et de philosophie—Archives Henri Poincaré (Université de Lorraine et CNRS, UMR 7117) a assuré l'intendance du projet d'édition, et hébergé ses collaborateurs dans ses locaux. Nous remercions pour leur assistance professionnelle les agents des Archives Poincaré qui ont accompagné l'élaboration du Volume 3 de la Correspondance de Poincaré : Anny Begard, Pierre Édouard Bour, Pierre Couchet, Marie-Christine Duchenne, Lydie Mariani et Geneviève Schwartz. Le travail d'édition du Volume 3 a avancé grâce aux efforts conjugués de vacataires et de stagiaires, que nous remercions ici : Stefan Jökulsson, Roman Jullier, Manon Lagarde, Rémi Nazin, Amélie Ohresser, et Guillaume Schuppert.

Les services documentaires de l'Université de Lorraine ont été d'un grand soutien. Nous remercions la directrice des bibliothèques universitaires, Anne-Pascale Parret pour son accueil, et Marianne Wehrli du service de prêt entre bibliothèques de l'Université Nancy 2, qui nous a fait parvenir une quantité considérable de documents.

L'étude de la correspondance de Poincaré en vue de son annotation nous a donné l'occasion de prendre conseil auprès de nos collègues astronomes, mathématiciens et historiens. Nous remercions Suzanne Débarbat, Magda Stavinschi, Alain Chenciner, Étienne Ghys, Jean Mawhin, David Cahan, Peter Galison, Olivier Darrigol, Frédéric Brechenmacher, June Barrow-Green, Jeremy Gray et David Rowe d'avoir partagé leur savoir avec nous. La biographie scientifique de Poincaré par Jeremy Gray (2013) a été publiée alors que l'essentiel de l'annotation des manuscrits de ce volume était terminée, sinon son livre aurait certainement été cité plus souvent.

Nous remercions enfin nos collègues des Archives Henri Poincaré pour leur collaboration amicale. Gerhard Heinzmann, fondateur et ancien directeur des Archives, a eu le courage de lancer le projet d'édition de la correspondance de Poincaré en 1992 ; nous le remercions de son soutien et sa patience pendant plus de huit ans de travail éditorial. Manuel Rebuschi, Olivier Bruneau et Caroline Jullien ont accompagné chacun l'effort éditorial, en le rendant plus agréable. Le responsable du Volume 5, Laurent Rollet a découvert de nombreux documents inédits de Poincaré, et a partagé généreusement son savoir extensif de la vie de Poincaré et de toutes les traces qu'elle a laissées aux archives.

Le travail d'annotation a été rendu plus aisé et agréable grâce à une série de sites en

ligne, dont nous reconnaissons ici les plus importants, à commencer par NASA-ADS (Smithsonian Astrophysical Observatory/NASA Astrophysics Data System), Gallica, Internet Archive, DigiZeitschriften, l'agence bibliographique de l'enseignement supérieure, Google Scholar, Google Books, le portail d'information scientifique des unités CNRS – BiblioSHS, WorldCat, VIAF, NUMDAM, IsisCB et Wikipedia. Les fichiers et données disponibles sur ces plate-formes ont été liés parfois à ceux du projet Poincaré, disponibles sur la plate-forme Henri Poincaré Papers.

Comme on peut en juger par le nombre de remerciements, ce volume de correspondance est le résultat d'un travail de collaboration de longue haleine, entre des chercheurs et des documentalistes, des étudiants et des informaticiens, des comptables et des conservateurs. Il s'agit aussi d'un ouvrage collectif de quatre historiens des sciences, dont chacun avait son lot de lettres à annoter, et biographies à rédiger. Nous n'indiquons pas de nom d'auteur pour les annotations et biographies, étant donnée la nature collaboratrice du travail éditorial. Néanmoins, les chapitres ont été distribués entre les membres de l'équipe de rédaction tout au début, afin de partager le travail de saisie des transcriptions, et d'annotation. Ainsi, Martina Schiavon a été chargée de la correspondance de Bourgeois, Baillaud, Marcel Bertrand, Bigourdan, Roland Bonaparte, Bourget, Christie, Faye, Fouche, Hatt, Janssen, Lallemand, De Lapparent, Perrotin, et le chapitre entier du Bureau des longitudes. Ralf Krömer a reçu les échanges entre Poincaré et Darwin, Liapunov, et Schwarzschild. Philippe a pris les échanges avec O. Backlund, Callandreau, C. V. L. Charlier, E. Cosserat, Gyldén, Haret, Hill, Lindstedt, Commines de Marsilly, Simonin, Thiele, Tisserand, et Verschaffel. Quant à Scott, il s'est occupé des chapitres sur Deslandres, C. Flammarion, Hamy, Helmholtz, Laussedat, Lebeuf, Lockyer, Lovett, Myers, Newcomb, Puiseux et Wolf, ainsi que les compléments au deuxième volume, c'est-à-dire, les lettres de Poincaré à Heike Kamerlingh Onnes, et celle de Marcel Brillouin.

Dans chacun de ces chapitres on peut trouver matière à réflexion, que ce soit au sujet de Poincaré, ses interlocuteurs, leur interaction, ou par rapport à l'histoire des sciences et des techniques au temps de Poincaré. Alors que la présentation des échanges par ordre alphabétique permet de suivre dans le temps la communication entre Poincaré et chacun de ses correspondants astronomes ou géodésiens, il peut être intéressant de lire la correspondance de Poincaré en ordre chronologique. Sur le site web de la correspondance, on peut tenter cette lecture de deux façons : par volume, ou globalement. On trouve également sur le site web "Henri Poincaré Papers" des numérisations de manuscrits, et un moteur de recherche du corpus Poincaré, comprenant la correspondance, les publications, et les manuscrits.

Scott A. Walter & Philippe Nabonnand  
Nantes & Nancy  
Janvier 2016

# Bibliographie

- Gharnati, A. *La correspondance entre Henri Poincaré et George Howard Darwin : Origine et stabilité des figures piriformes*. Thèse, Université Nancy 2, Nancy, 1996.
- Gray, J. *Henri Poincaré : A Scientific Biography*. Princeton : Princeton University Press, 2013.
- Poincaré, H. Sur les séries trigonométriques. *Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des sciences de Paris* 95, 1882a, 766–768.
- . Sur l'intégration des équations différentielles par les séries. *Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des sciences de Paris* 94, 1882b, 577–578.
- . Sur certaines solutions particulières du problème des trois corps. *Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des sciences de Paris* 97, 1883a, 251–252.
- . Sur les séries trigonométriques. *Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des sciences de Paris* 97, 26, 1883b, 1471–1473.
- . Sur certaines solutions particulières du problème des trois corps. *Bulletin astronomique* 1, 1884a, 65–74.
- . Sur la convergence des séries trigonométriques. *Bulletin astronomique* 1, 1884b, 319–327.
- . Sur l'équilibre d'une masse fluide animée d'un mouvement de rotation. *Acta mathematica* 7, 1, 1885, 259–380.
- . Sur les intégrales irrégulières des équations linéaires. *Acta mathematica* 8, 1, 1886a, 295–344.
- . Sur une méthode de M. Lindstedt. *Bulletin astronomique* 3, 1886b, 57–61.
- . *Les méthodes nouvelles de la mécanique céleste, Volume 1*. Paris : Gauthier-Villars, 1892.
- Roque, T. L'originalité de Poincaré en mécanique céleste : pratique des solutions périodiques dans un réseau de textes. *Revue d'histoire des mathématiques* 21, 1, 2015, 41–109.
- Smirnov, V. I. et Youchkevitch, A. P. Correspondance de A. M. Liapunov avec Henri Poincaré. *Cahiers du séminaire d'histoire des mathématiques* 8, 1987, 1–18.
- Walter, S. A., dir. *La correspondance d'Henri Poincaré, Volume 2 : La correspondance entre Henri Poincaré et les physiciens, chimistes et ingénieurs*. Basel : Birkhäuser, 2007.