HAL open science

Sans amour et sans haine : le difficile principe de Jacques Hadamard

Jean-Luc Chabert, Christian Gilain

To cite this version:

Jean-Luc Chabert, Christian Gilain. Sans amour et sans haine : le difficile principe de Jacques Hadamard. 2022. hal-03550170

HAL Id: hal-03550170

https://hal.science/hal-03550170

Preprint submitted on 31 Jan 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Sans amour et sans haine : le difficile principe de Jacques Hadamard

JEAN-LUC CHABERT ET CHRISTIAN GILAIN

À la veille de la Première Guerre mondiale, Jacques Hadamard a presque cinquante ans [1] ; il a déjà une longue carrière derrière lui et, après un parcours exemplaire [2], il atteint l'âge de la maturité scientifique. Cela se concrétise institutionnellement, en l'espace de quelques années, par des chaires de professeur au Collège de France, à l'École polytechnique et par son élection à l'Académie des sciences [3].

Après avoir fait le point sur son œuvre mathématique jusqu'en 1914, nous aborderons l'action multiple d'Hadamard pendant la guerre. Sa double mobilisation en tant que scientifique et en tant qu'intellectuel nous permettra

1. Il est né le 8 décembre 1865, à Versailles.

2. Issu d'une famille de la bourgeoisie intellectuelle (son père était agrégé de grammaire, professeur au lycée Louis-le-Grand, et sa mère professeur de piano), Jacques Hadamard est reçu premier à l'École polytechnique et à l'École normale supérieure en 1884, et choisit cette dernière école. Titulaire d'une double licence de mathématiques et de sciences physiques, il obtient l'agrégation de mathématiques en 1887. Puis, professeur de lycée, il soutient un doctorat ès sciences mathématiques en 1892. A partir de 1893, Hadamard occupe divers postes d'enseignement à l'université, à Bordeaux puis à Paris ; il devient professeur au Collège de France, en tant que suppléant de Maurice Lévy en 1897, et professeur titulaire en 1909. Il est élu professeur d'analyse à l'École polytechnique en décembre 1911 (en remplacement de Camille Jordan, retraité), et membre de la section de géométrie de l'Académie des sciences en décembre 1912 (en remplacement de Henri Poincaré, décédé).

3. Il n'est cependant plus professeur d'université depuis qu'il est professeur au Collège de France. Il ne sera ainsi que trois fois rapporteur de thèse, entre 1903 et 1906, et quatre fois examinateur, entre 1914 et 1921, voir (LELOUP 2009).

de définir un type de positionnement, ni belliciste ni pacifiste, assez original dans le cadre du conflit, voire surprenant si l'on pense à la mort au front de ses deux fils aînés en 1916. A travers l'étude de son activité scientifique et politique, pendant la guerre et dans l'après-guerre, et l'évolution de son rôle dans la communauté mathématique, nous nous interrogerons sur les effets de la guerre sur son itinéraire.

1 Les travaux mathématiques d'Hadamard avant 1914

Au cours de sa carrière, Hadamard a marqué de son empreinte de nombreux domaines des mathématiques : fonctions analytiques, théorie des nombres, géodésiques, calcul des variations, calcul fonctionnel, équations aux dérivées partielles, mécanique, physique mathématique [4]. Mais il est possible de repérer une périodisation dans ses domaines de prédilection, et celle-ci n'est pas sans importance pour comprendre la position d'Hadamard au cours de la période qui nous occupe. Ainsi, jusqu'en 1900, Hadamard reste essentiellement dans le cadre des mathématiques pures, alors qu'à partir de 1900, ses travaux de recherche portent presque exclusivement sur les mathématiques appliquées — ou du moins, des mathématiques que l'on pourrait appliquer [5]. Par ailleurs, ses principales publications de recherche se situent avant guerre.

Les fonctions analytiques et la théorie des nombres (1890–1901) [6]

Les premiers travaux importants d'Hadamard traitent de la théorie des fonctions analytiques. Ils gravitent essentiellement autour de deux problèmes. Le premier, traité dans sa thèse (HADAMARD 1892), concerne l'étude des singularités d'une série de Taylor à partir des propriétés de ses coefficients. Son point de vue est donc différent de celui de la plupart de ses prédécesseurs qui, à l'inverse, déduisaient des informations sur les coefficients à

4. Pour ne citer que les domaines dans lesquels la contribution d'Hadamard est majeure. Sur les travaux mathématiques d'Hadamard, voir en particulier (MANDELBROJT et SCHWARTZ 1965), (LÉVY 1967) et (MAZ'YA et SHAPOSHNIKOVA 1998).

5. Le détail des travaux d'Hadamard donné ci-après éclairera le sens de ces expressions.

6. Bien que nous indiquions des dates précises en référence aux publications majeures d'Hadamard, les frontières réelles peuvent bien sûr s'avérer plus floues.

partir de propriétés données *a priori* de la fonction. Hadamard donne notamment une condition pour que le cercle de convergence soit une ligne singulière de la fonction. Le deuxième problème concerne les fonctions entières, donc sans singularités à distance finie. Il s'agit d'établir des relations entre la décroissance des coefficients de leur série de Taylor et le module de ses zéros. Ses résultats, qui permettent en particulier de combler une lacune dans l'étude que Riemann avait faite de la fonction [7] ζ, sont rassemblés dans un mémoire couronné en 1892 par le Grand Prix des sciences de l'Académie (HADAMARD 1893).

Ce travail et d'autres résultats de sa thèse appliqués à la fonction ζ de Riemann permettent à Hadamard de prouver en 1896 (HADAMARD 1896) le fameux théorème des nombres premiers : le nombre $\pi(x)$ des nombres premiers inférieurs à x est équivalent à $\frac{x}{\log x}$ quand x tend vers l'infini. Beaucoup pensaient alors qu'il fallait pour cela prouver l'hypothèse de Riemann, selon laquelle les zéros non réels de la fonction $\zeta(s)$, qui sont nécessairement situés dans la bande $0 \leq \Re(s) \leq 1$, sont en fait tous sur la droite $\Re(s) = 1/2$. En fait, Hadamard utilise la théorie des fonctions entières pour montrer seulement que ζ ne possède pas de zéro sur la droite $\Re(s) = 1$, ce qui suffit à déduire le théorème des nombres premiers [8]. Sa monographie, *La série de Taylor et son prolongement analytique* (HADAMARD 1901), inspirera de nombreux mathématiciens, analystes ou théoriciens des nombres.

Les géodésiques et la mécanique (1894-1898)

Bien que les travaux que nous évoquons maintenant aient un lien avec la mécanique, ils se situent encore largement dans les mathématiques pures, notamment pour tout ce qui concerne les géodésiques et leur étude qualita-

7. La fonction ζ est définie pour tout nombre complexe s de partie réelle supérieure à 1 par la série convergente $\zeta(s) = \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{1}{n^s}$, et peut être prolongée analytiquement à tout le plan complexe, avec une seule singularité, en $s = 1$. Son lien avec les nombres premiers vient de l'identité, valide lorsque $\Re(s) > 1$: $\sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{1}{n^s} = \prod_p (1 - \frac{1}{p^s})^{-1}$, où le produit est pris sur tous les nombres premiers p. En 1859, Bernhard Riemann a posé les bases de son étude en tant que fonction complexe, et énoncé sans preuve plusieurs théorèmes sur ses zéros, en particulier la fameuse conjecture de Riemann toujours ouverte. Hadamard a prouvé l'un de ses théorèmes.

8. Ce résultat sur ζ et le théorème des nombres premiers furent aussi prouvés au même moment, et indépendamment, par Charles De La Vallée Poussin.

tive. En 1896, Hadamard présente à l'Académie un mémoire intitulé « Sur certaines propriétés des trajectoires en dynamique » qui traite du comportement des géodésiques (réelles) sur les surfaces (HADAMARD 1897). S'il a déjà écrit quelques notes de mécanique, notamment sur les mouvements de roulement (HADAMARD 1894), ce mémoire, couronné par le prix Bordin de l'Académie des sciences, est son premier travail d'envergure sur un sujet autre que l'analyse. Les résultats obtenus sont particulièrement simples et intéressants dans le cas d'une surface à courbure partout positive.

Puis, remplaçant la géométrie différentielle par des considérations topologiques, il décrit le comportement des lignes géodésiques d'une surface à courbure négative (HADAMARD 1898). Il s'agit d'une étude qualitative dans la lignée de l'analysis situs de Poincaré, grâce à laquelle est mis en évidence pour la première fois le phénomène de sensibilité aux conditions initiales (CHABERT 1992).

Hadamard s'est ultérieurement intéressé à des questions de mécanique autres que celles des trajectoires sur une surface, notamment l'équilibre de plaques élastiques. Toutefois, ces travaux relèvent du calcul des variations et de la théorie des équations aux dérivées partielles que nous allons évoquer maintenant. On a l'impression d'assister au tournant du siècle à une inflexion majeure dans les intérêts scientifiques d'Hadamard, sans doute influencé, comme nous allons le voir, par ses activités d'enseignement au Collège de France. Là encore pour schématiser, nous classons ses travaux dans deux grands domaines : le calcul des variations et le calcul fonctionnel d'une part, les équations aux dérivées partielles d'autre part.

Le calcul des variations et le calcul fonctionnel (1902-1912)

Les premiers travaux d'Hadamard aussi bien sur le calcul des variations proprement dit que sur le calcul fonctionnel datent de 1902. Le calcul fonctionnel avait été initié par Volterra une quinzaine d'années plus tôt. Substituant au point de vue géométrique un point de vue analytique, Hadamard propose le terme de « fonctionnelle » pour remplacer la terminologie, « fonction de ligne », due à Volterra. Son article de 1903 (HADAMARD 1903b), dans lequel il décrit les fonctionnelles linéaires sur l'espace des fonctions continues sur un intervalle, peut être considéré comme précurseur du théorème

de représentation de Riesz de 1909.

La principale contribution d'Hadamard semble toutefois être ses *Leçons sur le calcul des variations* (HADAMARD 1910). Ce traité reprend ses leçons au Collège de France enseignées entre 1901 et 1903. Le domaine du calcul des variations avait déjà une longue histoire, mais les théories jusque-là élaborées « manquaient de rigueur » (LÉVY 1967, p. 14), notamment à propos des conditions d'existence des extremums [9]. Le traité eut une grande influence : d'une part, il n'y avait pas eu d'ouvrage en français sur le sujet depuis 50 ans, d'autre part, c'était aussi le premier livre dans lequel apparaissaient les idées de l'analyse fonctionnelle moderne [10]. À propos du calcul des variations, on peut signaler aussi deux papiers de 1911 et 1912 sur la théorie de Fredholm [11] des équations intégrales.

Les équations aux dérivées partielles et la physique mathématique (à partir de 1898)

Hadamard aborde assez tardivement, peu avant 1900, le domaine des équations aux dérivées partielles [12]. Ses contributions seront extrêmement importantes et de tous ordres (résolution de problèmes, notions nouvelles, remarques diverses). On sait qu'il est nommé au Collège de France en 1897 comme suppléant de Maurice Lévy, titulaire de la Chaire de mécanique analytique et mécanique céleste. Dès 1898, son cours porte sur les équations

9. Selon Paul Lévy, « Hadamard survint, examina avec une rare perspicacité les difficultés qui subsistaient, et laissa un ouvrage achevé là où il n'avait trouvé qu'une ébauche » (LÉVY 1967, p. 16). Lévy met aussi en évidence le souci pour Hadamard de la participation des autres : « Quant à la fin de l'année scolaire 1909–1910, ayant suivi son cours au Collège de France, je lui fis observer qu'il n'avait pas soulevé le problème de l'intégrabilité des équations [...], il me répondit qu'il avait l'intention de l'étudier, mais que, puisque j'en avais eu l'idée, il me laissait le champ libre. Il m'abandonnait ainsi un magnifique sujet de recherches, qui devint celui de ma thèse. » (LÉVY 1967, p. 14)

10. Selon Bourbaki, la caractérisation de 1903 des fonctionnelles linéaires sur l'espace des fonctions continues « inaugure la théorie moderne de la dualité "topologique" » (BOURBAKI 1960, p. 238).

11. La célèbre inégalité d'Hadamard sur les déterminants, obtenue en 1893, y joue un rôle essentiel.

12. Sujet particulièrement développé à l'époque pour la physique mathématique. À cet égard, les contacts d'Hadamard avec les physiciens et, tout particulièrement, ses conversations avec Pierre Duhem l'ont fortement inspiré (HADAMARD 1937, p. 53).

aux dérivées partielles de la mécanique, et notamment de la dynamique des fluides.

En 1903, il publie les *Leçons sur la propagation des ondes et les équations de l'hydrodynamique* (HADAMARD 1903a) qui reprennent ses cours des années 1898–1899 et 1899–1900. Il s'intéresse à l'influence des conditions aux limites sur le mouvement des fluides. Dans le cas des liquides, il s'agit d'un problème de Neumann [13] et Hadamard fait référence aux travaux récents de Stekloff. Dans le cas des fluides compressibles, Hadamard reprend et précise la théorie d'Hugoniot. Il étudie notamment les discontinuités en mettant en évidence des conditions de compatibilité cinématique indépendamment des propriétés dynamiques du mouvement. Il applique ses résultats au mouvement d'un gaz, puis à la théorie de l'élasticité.

Hadamard traite par ailleurs de l'équilibre des plaques élastiques dans plusieurs articles en 1901 et 1902, ainsi que dans certains de ses cours au Collège de France entre 1900 et 1906. L'Académie ayant justement mis au concours, pour le prix Vaillant de 1907, le problème de l'équilibre des plaques élastiques encastrées, Hadamard soumet un mémoire qui est couronné (HADAMARD 1908).

Entre 1904 et 1908, paraissent trois mémoires dans lesquels Hadamard résout complètement le problème de Cauchy [14] pour les équations hyperboliques linéaires du second ordre [15], sans doute sa contribution la plus importante à la théorie des équations aux dérivées partielles.

Ainsi, à la veille de la Première Guerre mondiale, le champ de recherches d'Hadamard est essentiellement celui des équations aux dérivées partielles, champ qui, à la fois, se situe au front du développement de l'analyse mathématique et apparaît le plus prometteur pour les applications à la physique [16].

13. Détermination d'une fonction harmonique dans un domaine dont on impose, sur le bord du domaine, la valeur de la dérivée normale.

14. Le problème est dit de Cauchy lorsque sont données les conditions initiales.

15. Par exemple, l'équation du son : $\Delta u - \omega^2 \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 0$.

16. Voir infra, dans la section 4, la partie relative à l'École polytechnique.

2 L'action scientifique pour la Défense nationale

Hadamard fait partie des savants que l'âge écarte de la mobilisation militaire générale du 1er août 1914. Celle-ci conduit à la suppression de son enseignement d'analyse à l'École polytechnique, établissement qui ferme pendant deux ans ; elle conduit aussi, faute d'auditeurs potentiels, à retarder le début de son cours du Collège de France jusqu'au 15 mai 1915. C'est donc d'abord dans le cadre de la troisième institution à laquelle il appartient — l'Académie des sciences de Paris — que l'on peut suivre ses activités scientifiques au début de la guerre ; elles sont marquées par leur lien avec la défense nationale.

L'Académie des sciences

Dès le 3 août, sur proposition de son président pour l'année 1914, le mathématicien Paul Appell, l'Académie des sciences offre ses services au Gouvernement et décide la formation de commissions spécialisées [17]. Lors du CS suivant, le 10 août, l'Académie précise la liste et la composition de ces « commissions de la défense nationale » qui sont au nombre de six : Mécanique (y compris l'aviation) ; Télégraphie sans fil ; Radiographie ; Chimie ; Médecine, chirurgie, hygiène ; Alimentation. Hadamard ne figure pas dans cette liste d'académiciens, où l'on trouve les autres membres de la section de géométrie (à l'exception de Jordan, qui a alors 76 ans) — Gaston Darboux, Paul Painlevé, Émile Picard et Paul Appell — dont chacun figure au moins dans l'une, voire dans trois des commissions. En fait, l'explication est sans doute qu'Hadamard était absent lors de ces séances de l'Académie : après un aller-retour à Paris début août pour accompagner son fils aîné mobilisé, il serait retourné sur son lieu de vacances en Bretagne, jusqu'à la fin de la bataille de la Marne (le 9 septembre) [18]. Le PV du CS du 10 août indiquait la possibilité d'adjoindre à cette liste des membres qui en feraient ultérieurement la demande. C'est certainement ce que fit Hadamard, dont on voit le nom ajouté à la plume, dans les commissions de mécanique et de télégraphie sans fil, sur une liste imprimée conservée aux Archives de l'Académie des sciences. On peut imaginer que cet épisode est le signe que,

17. Procès-verbal du Comité secret (en abrégé : PV du CS) du 3 août 1914.

18. D'après (MAZ'YA et SHAPOSHNIKOVA 1998, /2005, p. 99) citant les souvenirs de sa dernière fille Jacqueline.

récemment élu, Hadamard n'était pas encore un savant incontournable dans l'activité académique.

Le 3 août, Appell avait indiqué qu'il allait écrire le jour-même au gouvernement afin de l'informer de la formation par l'Académie de commissions spécialisées mises à la disposition de la défense nationale, « afin qu'il puisse, s'il le juge utile, provoquer sans retard la convocation de ces commissions, en écrivant au Président de l'Académie ». Si, par une lettre du 6 août, le Président du Conseil René Viviani remercie l'Académie de son initiative, il ne déclenche aucune mobilisation scientifique et les commissions semblent ne s'être pratiquement pas réunies jusqu'au printemps 1915. C'est à partir de fin avril 1915, notamment en liaison avec le problème des gaz asphyxiants utilisés par l'armée allemande, que les choses évoluent. Dans une lettre lue à la séance du CS du 7 juin, le sous-secrétaire d'État à la Guerre sollicite explicitement l'Académie, mais décide aussi que des officiers seront adjoints aux diverses commissions chargées des recherches. Les commissions sont alors restructurées ; elles sont maintenant au nombre de quatre seulement (avec la possibilité de créer des sous-commissions) : Mécanique, Physique, Chimie et Santé.

Hadamard est membre des deux premières. C'est Gabriel Lippmann, doyen de la section de physique, qui a proposé la fusion des anciennes commissions de télégraphie sans fil et de radiographie en une seule commission de physique ; il a fait aussi des propositions de membres, dont celle d'Hadamard (CS du 5 juillet 1915). Le registre des procès-verbaux de la commission de physique donne une idée de son activité [19]. Cette commission comprenait 21 membres, physiciens, mécaniciens et mathématiciens. Il y a eu six réunions de la commission entre le 7 juillet 1915 et le 30 août 1915, deux autres en novembre 1915, puis une seule ultérieurement, en août 1916. Non seulement Hadamard assiste à toutes les réunions en 1915, mais il y joue un rôle particulièrement actif, y démontrant de réelles compétences techniques. Ainsi, le 7 juillet, il intervient dans la discussion sur le repérage par le son et est nommé dans la sous-commission formée pour l'étude de cette question. Il intervient aussi sur des questions de physique relatives aux

19. On dispose aussi des registres des procès-verbaux des troisième et quatrième commissions ; malheureusement celui de la commission de mécanique manque, sans que l'on sache s'il a ou non existé.

sous-marins :

> M. Hadamard demande si le Ministre est informé que la visibilité des sous-marins en plongée est augmentée dans une forte proportion, en employant pour leur recherche et leur observation, soit des analyseurs permettant d'éliminer la lumière polarisée réfléchie, soit le filage de l'huile qui semble rendre la mer moins translucide.

Hadamard ne reçoit pas de réponse et le contenu du procès-verbal témoigne des difficultés de coordination entre les savants et les militaires :

> La commission décide qu'elle interrogera à ce sujet les officiers délégués auprès de l'Académie par le Ministère de la Guerre, et elle émet le vœu que le Ministre de la Marine veuille bien, lui aussi, se faire représenter par un officier de marine auprès de l'Académie et de ses commissions de la Défense, officier dont la compétence serait précieuse pour répondre aux questions précédentes.

Dans ces conditions, Hadamard ne se contente pas de proposer lui-même des améliorations, mais il plaide à plusieurs reprises pour que les commissions académiques disposent de la meilleure expertise scientifique en entendant des personnes extérieures particulièrement compétentes, comme Jean Perrin. Hadamard insiste aussi pour que la commission puisse disposer des résultats des expériences de terrain sur le repérage par le son ; le 19 juillet, une motion dans ce sens, à transmettre au ministre de la Guerre, est adoptée par la commission. Le procès-verbal de la séance du 26 juillet indique qu'une délégation de la commission s'est rendue au ministère pour prendre connaissance des documents sur le repérage par le son ; Hadamard fait part de l'incomplétude des dossiers qu'ils y ont trouvés. Sans quitter la sous-commission « Artillerie et tir - Repérage par le son », Hadamard est aussi nommé dans une sous-commission chargée d'étudier le problème de la détermination de l'azimuth dans les tranchées. Dans la séance du 2 août, il demande que Paul Langevin soit aussi consulté à propos de la détection des sous-marins, ce que la commission accepte.

Dans la même période, Hadamard fréquentait un autre lieu où il pouvait développer ses compétences : le laboratoire de physique de l'École normale supérieure. Dans une lettre à Vito Volterra du 1er juillet 1915, écrite d'ailleurs sur papier à en-tête de ce laboratoire, il indique : « je me rends utile comme je peux — ce n'est pas grand chose — en aidant à un certain nombre de recherches techniques » (MAZLIAK et TAZZIOLI 2009, p. 57). Il y a travaillé en particulier, dès novembre 1914, avec Aimé Cotton, physicien inventeur avec Pierre Weiss d'un système de repérage par le son des

batteries d'artillerie [20].

Les procès-verbaux de la commission de physique témoignent du mouvement d'automobilisation des savants pour la défense nationale, mouvement auquel Hadamard participe pleinement ; avec ses collègues académiciens, il prend des initiatives et pose systématiquement le problème de la coordination des efforts de l'Académie avec les militaires, le ministère de la Guerre et la Commission des inventions. Ils témoignent aussi des difficultés rencontrées par les savants pour concrétiser leurs projets, compte tenu de lenteurs administratives diverses [21].

La Direction des Inventions

L'arrivée de Painlevé au ministère de l'Instruction publique, des Beaux-arts et des Inventions intéressant la défense nationale, en octobre 1915, et sa mise en place d'une Direction des Inventions le 13 novembre 1915, change la donne, en systématisant la mobilisation scientifique pour l'effort de guerre dans le cadre de la coordination des moyens publics. Huit sections techniques sont ainsi créées dans le périmètre de la Direction des Inventions, dont une section de Balistique et armement où est nommé Hadamard [22]. Un des points essentiels alors à l'ordre du jour en balistique était l'établissement de nouvelles tables de tir et la Direction des Inventions mit en place un véritable « Bureau de calculs [...] avec la collaboration bénévole d'une trentaine de professeurs de faculté, d'astronomes, d'actuaires » [23]. On peut trouver un écho de cette mobilisation, et de l'implication d'Hadamard, dans un pneumatique envoyé par Ernest Vessiot à Painlevé, daté du 3 décembre 1915 :

> Mon cher ami,
>
> Hadamard m'a dit que tu te proposais de convoquer les mathématiciens s'occupant de questions de balistique. Je désirerais être convoqué. J'ai fait avec Cotton, des calculs au sujet des corrections à apporter aux tables de tir pour les variations des conditions atmosphériques (altitude, température). [...] Je fais en ce moment des calculs que m'a

20. Sur ces activités de Cotton et Weiss, voir (SCHIAVON 2003, p. 410–417).

21. Une lettre d'Hadamard à A. Cotton, non datée mais sans doute de l'été 1915, est relative à ces difficultés (Archives ENS, Fonds Cotton, carton 9).

22. Les cinq autres membres sont deux militaires et trois ingénieurs civils (Archives Nationales 313AP61).

23. Voir AN, Painlevé 1916

> demandés le colonel Emery, de la section technique de l'Artillerie, en vue de l'établissement de nouvelles tables de tir. Je viens de demander à Carrus, mon collègue des examens d'admission à l'X, qui commande une batterie d'auto-canons de 75, au G.Q.G. [Grand Quartier général] [...] de me préciser les questions qui se posent au sujet des tirs sur les avions. [24] (AN, Directions des inventions)

Nous ne connaissons pas cependant de source permettant de suivre l'activité précise d'Hadamard dans ce cadre, mais dans la Notice de Pierre Weiss sur ses travaux scientifiques, rédigée après la guerre pour sa candidature à l'Académie, celui-ci indique : « Lorsqu'en 1915 M. Painlevé créa la Direction des Inventions, je fus attaché à la section de Physique et, à ce titre, chargé avec M. Hadamard de la liaison avec le Centre d'Instruction de Tir contre Avions d'Arnouville lès Gonesse [25] » (WEISS 1926, p. 17). Hadamard semblait d'ailleurs avoir particulièrement le souci du secret militaire. Lors de la réunion de la commission de physique de l'Académie des sciences du 7 juillet 1915, il avait demandé que soit fixée une procédure avant la publication dans les *Comptes rendus* d'une communication pouvant intéresser la défense nationale. Lors du Comité Secret du 8 avril 1918, il s'élève vigoureusement contre certaines indiscrétions sur des informations scientifiques concernant la défense nationale et propose des sanctions pour leurs auteurs (Appell et Painlevé ne le suivront pas sur cette dernière demande) ; il revient sur le sujet le 15 avril 1918 en citant un autre cas d'indiscrétion.

Quoi qu'il en soit de son travail exact pour la défense nationale, la forte implication d'Hadamard ne fait pas de doute. Invité en 1916 par Volterra à venir faire des conférences mathématiques à Rome [26], Hadamard accueille

24. Le polytechnicien Eugène Emery avait présidé la Commission d'expérience de Calais avant guerre ; après plusieurs mois au front, il fut rappelé à Paris en 1915 à l'Inspection des études et expériences techniques de l'artillerie. Il publia plusieurs articles sur la balistique intérieure. Salomon Sauveur Carrus, lui aussi polytechnicien et lieutenant d'artillerie, avait soutenu une thèse de mathématiques en 1906. Professeur à l'université de Besançon, puis d'Alger, il sera mutilé de guerre. La lettre illustre bien la multiplicité des initiatives institutionnelles ou individuelles et la nécessité d'une coordination, qu'apporte la Direction des inventions.

25. Le Centre d'Instruction de Tir contre Avions, créé le 28 juin 1915, est dirigé à partir de 1916 par le chef d'escadron, puis commandant Eugène Pagezy, l'auteur d'un mémoire important sur les principes du tir contre aéronef, rédigé pendant l'hiver 1914–1915 à partir de son expérience au front.

26. Comme le montre sa correspondance, Volterra avait lancé cette invitation d'un ma-

cette perspective avec beaucoup de réticences :

> Je suis attaché à la nouvelle direction des inventions, à la tête de laquelle, vous le savez, sont placés Painlevé et Borel. Je ne puis vous dire que j'envisage sans arrière-pensée l'idée d'interrompre le travail que j'y poursuis. Une interruption aussi radicale que l'impliqueraient à la fois les distances et la nécessité d'orienter mon esprit — si éloigné, pour le moment, de la Science pure — vers un enseignement tel que je voudrais le donner à l'Université de Rome, ne me ferait-elle pas perdre contact avec les problèmes dont j'ai commencé à m'occuper, en même temps qu'ignorer ceux qui continueront à se poser ? (MAZLIAK et TAZZIOLI 2009, p. 70)

Volterra acceptant ses deux conditions — que le voyage soit plus court et plus tardif (MAZLIAK et TAZZIOLI 2009, p. 69) —, Hadamard, comprenant « toute l'importance qu'aurait, pour nos deux pays, une affirmation sur le terrain scientifique de leur solidarité » (MAZLIAK et TAZZIOLI 2009, p. 71), donne une réponse positive. Finalement, il manifeste sa satisfaction en écrivant, fin avril, quelques jours avant son départ pour l'Italie : « Si quelqu'un m'avait dit, au commencement de l'année, que je quitterais, sans trop de regret, ma besogne présente pour voyager, je ne l'aurais pas cru » (MAZLIAK et TAZZIOLI 2009, p. 83).

La commission de balistique de l'Académie des sciences

Le 19 février 1917, l'Académie des sciences forme une commission de balistique, comprenant les membres de la section de mécanique ainsi que trois géomètres : Appell, Painlevé et Hadamard. D'après le registre des procès-verbaux de cette commission, les réunions furent peu nombreuses : deux pendant la guerre (26 février et 19 mars 1917) et deux après (20 octobre 1919 et 26 janvier 1920). Painlevé, qui a quitté le gouvernement en décembre 1916, est élu président lors de la première réunion mais dès le mois de mars 1917, il devient ministre de la Guerre et ne participe plus aux réunions. C'est le vice-président, Appell, qui les préside, Hadamard étant secrétaire de la commission. Celle-ci discute des mémoires que recevait l'Académie sur la balistique, mais décide, lors de la séance du 19 mars 1917, « de ne pas publier, en principe, pendant la durée de la guerre, les communications qui lui seront soumises et qui auront forcément trait à des

---

thématicien français à Rome par l'intermédiaire de Painlevé, lequel l'avait d'abord transmise à Émile Borel puis à Émile Picard, qui l'avaient tous deux déclinée (MAZLIAK et TAZZIOLI 2009, p. 68–69).

questions intéressant la défense nationale ». La commission se fixe certes la tâche « de les transmettre, lorsque cela paraît utile, au Sous-secrétariat d'État des Inventions », mais aussi « de les enregistrer de manière à sauvegarder les droits de priorité » : elle enregistre ainsi la priorité de Jules Drach dans les travaux d'intégration par quadratures des équations différentielles de la balistique extérieure, par rapport à ceux d'Arnaud Denjoy (qui d'ailleurs ne la contestait pas). Cette intrusion de préoccupations traditionnelles des académiciens en temps de paix souligne une certaine continuité de la vie académique. Après la guerre, en 1919, Hadamard est chargé du rapport de la commission, publié [27] dans les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences* du 23 février 1920 (HADAMARD 1920). Il y fait l'inventaire des divers types de mémoires reçus et donne la liste de ceux proposés à la publication ; ce sont les mémoires qui, par-delà la résolution de problèmes techniques posés pendant la guerre, apportent des progrès d'ordre scientifique significatifs. La fin du secret qu'il avait longtemps cherché à maintenir met un point final à la guerre scientifique d'Hadamard [28].

3 Son action politique pendant la guerre

Politiquement, Hadamard a été avant tout, au cours de sa vie, un militant de la Ligue des Droits de l'Homme. Présent à l'assemblée constitutive de la Ligue, le 4 juin 1898, en pleine bataille pour la défense de Dreyfus, Hadamard est devenu membre de son Comité central en 1909 et le reste presque jusqu'à sa mort en 1963 [29]. Le *Bulletin officiel de la Ligue des Droits de l'Homme*, périodique publié par la Ligue [30] et ses archives per-

27. Une version dactylographiée du rapport datée du 19 octobre 1919, dont le contenu est très proche de celui du texte imprimé, est conservée aux Archives de l'Académie des sciences (dossier Commission de balistique).

28. Une note figurant aux Archives de l'Académie des sciences indique qu'il a en fait emprunté le dossier de la commission de balistique le 2 octobre 1939 pour le confier à Georges Valiron « chargé d'étudier ces questions ». À cette date de mobilisation scientifique avant la Seconde Guerre mondiale, Valiron dirigeait le laboratoire de balistique de l'Institut Henri-Poincaré (SIEGMUND-SCHULTZE 2001, p. 176). Le dossier de la commission est rendu à l'Académie le 4 septembre 1940, après la défaite ...

29. Il démissionne du Comité central en 1962, laissant la place à sa fille Jacqueline.

30. Après la guerre, il prendra le titre *Les Cahiers des Droits de l'Homme*. Cette publication bimensuelle publie, outre des articles, les comptes rendus des séances du Comité

mettent de suivre l'activité de l'organisation pendant la Première Guerre mondiale. Hadamard est en général assidu aux réunions du Comité central de la Ligue. Ses positions politiques sur la guerre, ses causes et son issue possible sont celles de cette organisation ou, plus précisément, celles de sa majorité lorsque apparaîtra une minorité défendant des positions pacifistes radicales : la Ligue dénonce l'agression des puissances centrales au nom du droit, tout en mettant en avant la nécessité de créer les conditions d'une paix durable et d'écarter les attitudes bellicistes. Cependant, Hadamard ne se contente pas de suivre la position de la Ligue, il prend aussi des initiatives à certains moments importants. Ainsi, lors de la séance du Comité central du 4 décembre 1916, il exprime l'avis « qu'il ne faut pas dissimuler à l'opinion publique le danger couru par les Alliés, si les méthodes de gouvernement et de guerre ne sont pas changées » [31], et prépare à cet effet un texte à destination du Président du conseil ; il y insiste sur la réorganisation du commandement militaire et l'avancement des jeunes officiers, critique les effets pervers de la censure et demande de « donner aux buts de guerre les caractères de justice et de libéralisme conformes à toutes nos traditions » [32].

En plus de son action militante à la Ligue des Droits de l'Homme, Hadamard participe à plusieurs structures collectives spécifiquement créées pendant la guerre. Ainsi, dès l'automne 1914, il fonde avec le sociologue Émile Durkheim [33] le Comité d'études et documents sur la guerre (CEDG), comité d'intellectuels qui est présidé par l'historien Ernest Lavisse. L'objectif essentiel de ce comité, qui s'adresse particulièrement aux pays neutres, est

central de la Ligue.

31. *Bulletin officiel de la Ligue des Droits de l'Homme* **7-8** (1917), p. 309.

32. Archives LDH, carton 1, chemise 1917. Le texte préparé par Hadamard n'est cependant pas celui retenu dans la lettre effectivement envoyée par la Ligue.

33. Les deux hommes s'étaient connus alors qu'ils enseignaient à l'université de Bordeaux dans les années 1890 (MAZ'YA et SHAPOSHNIKOVA 1998, /2005, p. 56). Fin septembre-début octobre 1914, Hadamard prend l'initiative d'aller voir Durkheim alors en séjour au pays basque pour l'entraîner dans un projet de conférences dans les pays neutres, projet qu'il a soumis, par l'intermédiaire de Léon Blum, chef de cabinet du ministre socialiste Marcel Sembat, lequel l'a fait adopté par Théophile Delcassé, ministre des affaires étrangères du gouvernement Viviani replié à Bordeaux (DURKHEIM 1998, p. 419). Durkheim a, semble-t-il, transformé le projet initial en celui de la rédaction de brochures pour répondre aux intellectuels allemands, travail auquel il s'attelle dès l'automne 1914 (DURKHEIM 1998, p. 420 et suiv.). Voir aussi (THIERS 2005, p. 27).

d'agir pour le droit [34]. Jacques Hadamard le présente dans une chronique de la *Revue du mois* d'Émile Borel de janvier-juin 1915. Il s'agit de contrer la guerre idéologique menée par l'Allemagne, parallèlement à la guerre matérielle, mais il n'est pas question d'y répondre de la même manière. Au contraire, le comité « s'est proposé de déterminer de la manière la plus impartiale, la plus objective possible, comment les choses se sont passées : de faire, en un mot, une étude scientifique, dans la mesure où elle peut être réalisée quant à présent » (HADAMARD 1915a, p. 240). Tout en reconnaissant les limites de ce travail d'historien du présent, alors que tous les documents ne sont pas disponibles, Hadamard souligne qu'il s'agit au moins pour le comité d'établir rigoureusement un certain nombre de faits. Il ajoute :

> Même ainsi réduit, ce plan surprendra peut-être bien des gens. Faire de la science en un pareil moment et sur un pareil sujet ! L'étudier sans amour et sans haine ! Voilà des sentiments de froide impartialité qui ne vont guère avec ceux qui nous animent tous pour le moment. (HADAMARD 1915a, p. 240)

Le CEDG a publié en 1915 plusieurs brochures, notamment sur les origines de la guerre, sur les crimes de guerre allemands et sur le pangermanisme. Selon (PROCHASSON et RASMUSSEN 1996, p. 195–199), ces écrits ne sont qu'un des avatars de la propagande de guerre antiallemande. Au contraire, Éric Thiers dans son étude détaillée sur le CEDG insiste sur la spécificité des ces écrits : « Ces universitaires n'entendent pas trahir la science qu'ils ont toujours défendue. Leurs brochures regorgent de références, de sources, de notes critiques. La volonté sous-jacente est bien de convaincre en en appelant à la raison » (THIERS 2005, p. 31). Certaines brochures sont traduites en plusieurs langues et leur diffusion est large, tant en France qu'à l'étranger [35]. Cependant, ces textes n'ont pas toujours évité une démarche essentialiste, interprétant les faits présentés à travers une « mentalité allemande » séculaire [36], ce qui ne correspond pas tout à fait à la méthodologie

34. Sur l'importance de cette idée du droit relativement à la Grande Guerre et la position spécifique du CEDG, voir (THIERS 2005).

35. Volterra, dans une lettre de septembre 1915, indique l'existence en Italie d'un projet analogue, destiné lui aussi aux pays neutres, et demande à Hadamard comment les brochures françaises sont distribuées aux États-Unis. Dans sa réponse, Hadamard souligne à la fois le rôle de Max Leclerc, directeur de la librairie Armand Colin, et celui de l'américain David Eugene Smith, mathématicien et historien des mathématiques (MAZLIAK et TAZZIOLI 2009, p. 63–65).

36. Voir, par exemple, (DURKHEIM 1915).

annoncée par Hadamard.

Le souci de l'action envers les pays neutres chez Hadamard est cohérent avec sa position dans une autre affaire : le débat à l'Académie des sciences sur la radiation des associés et correspondants allemands ayant signé le manifeste des 93 intellectuels, « An die Kulturwelt ! ». Dans le procès-verbal du CS du 15 mars 1915, on lit en effet : « MM. Le Chatelier et Hadamard pensent que la radiation produira une mauvaise impression sur les neutres [37]. »

Dans le même sens, une autre organisation à laquelle Hadamard participe, là encore avec Durkheim, est le Comité d'information et d'action auprès des Juifs des pays neutres, créé à l'automne 1915 et présidé par Georges Leygues [38]. Approuvé par le gouvernement français, ce comité vise avant tout à convaincre les Juifs américains de se ranger du côté des Alliés. Hadamard précise la nature et les objectifs de ce comité dans une lettre à Volterra du 3 avril 1916, car il espère le convaincre de prendre l'initiative d'un comité italien analogue :

> On a fini par s'émouvoir, ici, de l'opposition très vive que rencontre le mouvement pro-allié parmi la population juive des États-Unis. Vous n'êtes pas sans savoir comment la presse allemande a su exploiter les difficultés des Juifs en Russie. [...] Une action a donc été décidée. [...] Nous espérons également leur faire sentir [aux juifs américains] que les puissances de l'Entente pensent, dès maintenant, à examiner les problèmes qui concernent cette situation avec un intérêt qui ne sera pas purement théorique [39]. Je n'ai pas besoin, après ce qui précède, de vous dire que le but est national et non confessionnel. (MAZLIAK et TAZZIOLI 2009, p. 80)

Ceci n'est pas la seule activité d'Hadamard en tant que juif, bien qu'il ne soit d'ailleurs ni pratiquant, ni croyant [40]. Il participe aussi à la Com-

37. Cette radiation (qui concerne en mathématiques Felix Klein) est néanmoins décidée par 22 voix pour, 15 contre, 2 blancs et 2 nuls.

38. Voir (LANDAU 1999, /2008, p. 99) et (THIERS 2005, p. 34, n. 37).

39. Hadamard participe par ailleurs, toujours avec Durkheim, à l'Association pour les victimes russes de la guerre, créée en février 1916 (LANDAU 1999, /2008, p. 155).

40. Hadamard n'était pas non plus sioniste. À l'occasion de la venue de délégués de la Fédération sioniste de France lors de la séance du 18 février 1918 du Comité central de la Ligue des Droits de l'Homme, il écrit : « Je ne suis pas sioniste — je ne l'ai pas caché à quelques-uns d'entre-eux —, mais j'ai toujours ressenti aussi profondément que qui que ce soit (pourrais-je faire autrement comme ligueur, même si je le pouvais comme juif ?) les maux atroces dont la pensée les inspire, quoique je sois en désaccord avec eux sur la nature

mission historique de recherche des documents sur les Israélites de France, fondée par le Consistoire central et l'Alliance israélite universelle, et présidée là aussi par Durkheim. Il s'agit cette fois de contrecarrer le développement de l'antisémitisme en France pendant la guerre, en recueillant tous les témoignages relatifs à la participation des Juifs aussi bien au front qu'à l'arrière [41].

L'action d'Hadamard en direction des pays neutres ne se limite pas aux écrits. En 1917, invité par la Société mathématique suisse à faire une conférence à Zurich, il passe une semaine entière dans le pays : du 29 mai au 5 juin à Zurich, où il donne une seconde conférence, dans le cadre du séminaire universitaire ; puis les 6 et 7 juin à Genève (après être passé à Bienne), où le doyen de la Faculté des sciences lui demande une conférence à destination des étudiants. Au cours de ce voyage, il multiplie les contacts et les discussions politiques, et en rend compte dans un rapport, daté du 20 juin, sur l'état de l'opinion en Suisse, destiné au ministère des Affaires étrangères. À Zurich, il rencontre des membres du corps enseignant, y compris de langue allemande, qu'il décrit comme très francophiles :

> L'un d'eux, M. Grossmann, le président de la Société mathématique, est le collaborateur et l'ami du célèbre physicien Einstein, allemand (ou autrichien ?) naturalisé suisse qui, tout en professant encore à Berlin, dit nettement et en toute occasion sa réprobation pour la politique allemande et le militarisme prussien, et a, dès le début de la guerre, emmené ses enfants d'Allemagne pour les y soustraire. (AMAE, rapport, p. 2)

Certes, Pierre Weiss, bon connaisseur de Zurich, lui avait signalé que d'autres universitaires zurichois n'avaient pas cette position profrançaise, mais Hadamard résume : « s'il n'y a pas encore trop d'illusions à se faire sur l'état actuel de l'opinion de cette partie de la Suisse, l'évolution de cette opinion est certaine. » (AMAE, rapport, p. 3)

Avec le souci de faire évoluer davantage cette opinion dans le sens d'un soutien actif à la France, Hadamard n'hésite pas à se faire l'écho de thèses politiques que, visiblement, il partage [42] :

---

du remède. » *Bulletin officiel de la Ligue des Droits de l'Homme* **9-10** (1918), p. 277.

41. Voir (LANDAU 1999, /2008, p. 100). Des exemples d'antisémitisme tant au front qu'à l'arrière (où les Juifs sont parfois présentés comme des « Germains de l'intérieur ») sont mentionnés dans (LANDAU 2002, p. 101).

42. Hadamard rend aussi compte de son voyage lors de la séance du Comité central de

> En parlant de mes interlocuteurs de cette soirée, tous partisans décidés de notre cause, je ne puis me dispenser de mentionner le désir exprimé unanimement par eux de voir la France préciser ses déclarations précédentes relatives à ses buts de guerre : préciser, en particulier, les mots « paix sans conquêtes » (ceci se passait, il ne faut pas l'oublier avant les derniers incidents russes à ce sujet) de manière à exclure formellement certaines interprétations à tendances impérialistes ; en ce qui concerne l'Alsace-Lorraine, déclarer la conformité de ses désirs à la volonté des Alsaciens-Lorrains eux-mêmes et chercher à faire la preuve de la persistance de celle-ci ; en un mot, mettre en évidence, par tous les moyens possibles, pour l'opinion mondiale et non pas seulement pour elle-même, la moralité supérieure de sa cause. (AMAE, rapport, p. 4)

Ces divers engagements [43] témoignent du militantisme d'Hadamard dans le combat contre les puissances centrales, mais aussi du fait qu'il évite de l'appuyer sur des bases nationalistes en attaquant, comme d'autres l'ont fait à cette époque, une Allemagne qui représenterait le Mal absolu par nature ; au contraire, c'est toujours au nom du droit et de la morale qu'il s'exprime, dans la ligne de la Ligue des droits de l'homme.

4 Recherche et enseignement pendant la guerre

Les travaux de recherche en mathématiques

Les publications d'Hadamard pendant cette période sont peu nombreuses : la rédaction de la série de conférences sur les équations aux dérivées partielles qu'il a données en 1911 à New York, à Columbia University [44] (HADAMARD 1915b), une note sur un mémoire de Sundman à propos du problème des trois corps [45] (HADAMARD 1915c), mémoire qui constitue d'ail-

la Ligue des Droits de l'Homme du 25 juin 1917, dont voici l'écho dans le périodique de la Ligue : « M. Hadamard revient de Suisse, où il a fait quelques conférences. Il a remarqué une évolution de l'état d'esprit de la Suisse alémanique en faveur des Alliés. Mais les Suisses les plus francophiles souhaitent que les Alliés, pour faire éclater la moralité de leur cause, précisent leurs buts de guerre et les débarrassent de toute pensée impérialiste. » *Bulletin officiel de la Ligue des Droits de l'Homme* **15-17** (1917), p. 560.

43. Hadamard est aussi présent à la Ligue civique fondée par Hubert Bourgin et Gustave Lanson, et présidée par Ernest Denis (SIRINELLI 1988, /1994, p. 412). Mais il semble y être resté peu de temps, l'ayant quittée avant la fin de la guerre (BOURGIN 1938, p. 412–414).

44. Ces conférences ont été prises en notes, puis rédigées par Alfred N. Goldsmith, et révisées par Hadamard en 1914.

45. Hadamard rectifie simplement une erreur du mémoire de Sundman et propose une autre preuve.

leurs le sujet de son cours au Collège de France pour l'année 1914-1915.

Il est clair qu'il consacre alors toute son énergie à ses activités de guerre. Lorsque, on l'a vu, Volterra le sollicite au début de 1916, pour une série de conférences à Rome sur le calcul des variations, Hadamard exprime ses craintes de ne plus être à la pointe de la recherche sur ce sujet et propose plutôt le thème des équations aux dérivées partielles et du problème de Cauchy, son thème de prédilection avant la guerre. Même pour celui-ci, il regrette de ne pouvoir rien présenter de nouveau par rapport à ce qui figure dans ses anciens mémoires (MAZLIAK et TAZZIOLI 2009, p. 79). Finalement, à Rome pendant la première quinzaine de mai 1916, il y donne six conférences ayant pour titre « Équations aux dérivées partielles et mouvements par ondes » [46]. C'est pendant son voyage de retour qu'il reçoit un télégramme alarmant et, à son arrivée à Paris, il apprend la mort au front de son fils aîné, Pierre (MAZLIAK et TAZZIOLI 2009, p. 89–91). Moins de deux mois plus tard, en juillet, son deuxième fils, Étienne, est tué à Verdun [47].

Le cours d'Hadamard au Collège de France

Depuis 1909, nous l'avons vu, Hadamard était professeur titulaire de la chaire de Mécanique analytique et mécanique céleste au Collège de France. Les résumés de cours publiés dans l'Annuaire du Collège de France révèlent, à partir de l'année 1912, les prémices de ce qui sera le fameux « Séminaire Hadamard » d'après-guerre : « Quatre leçons finales ont été consacrées à l'exposé, par un auditeur, M. Janet, de l'état actuel de l'intégration des systèmes aux dérivées partielles par la méthode des fonctions majorantes, et à la discussion de cet exposé » (*Annuaire du Collège de France*, XII, p. 24).

C'est la première mention de la participation d'un orateur extérieur (Maurice Janet) et de l'instauration d'une discussion. L'année suivante, les choses sont formalisées puisque, pour le cours de 1912-1913, après l'évocation

46. Voir (MAZLIAK et TAZZIOLI 2009, p. 80).

47. En 1936, à l'occasion de son Jubilé scientifique, Hadamard dira : « j'ai connu la beauté de la vie, jusqu'en 1916, à partir de laquelle nulle joie n'a été pour moi vraiment pure » (HADAMARD 1937, p. 51). Selon Paul Lévy, Hadamard qui espérait un brillant avenir pour Etienne aurait dit : « ce que j'ai fait en mathématiques n'est rien à côté de ce qu'il aurait pu faire, s'il avait vécu. » (LÉVY 1967, p. 3)

d'un enseignement classique consacré à « certaines questions de calcul des variations », il est précisé : « D'autre part, une série de conférences a été instituée, en vue de l'étude de mémoires mathématiques importants. Elle a été consacrée aux deux premiers mémoires de Poincaré sur les groupes et les fonctions fuchsiennes » (*Annuaire du Collège de France*, XIII, p. 22). Il en est de même pour le cours de 1913-1914 : « une série de séances, indépendantes du cours proprement dit, ont été instituées en vue de l'analyse de Mémoires récents, avec la collaboration de nombreux auditeurs. Les analyses ont porté sur les *Rendiconti del Circolo Mat. di Palermo*, à partir de l'année 1911. » (*Annuaire du Collège de France*, XIV, p. 62)

La guerre interrompt le cours des choses, et du séminaire notamment, l'auditoire étant clairsemé [48]. Le résumé de l'année le confirme :

> 1914-1915. En raison des circonstances, et particulièrement du départ de la plus grande partie de son auditoire, M. Hadamard n'a ouvert son cours que le 15 mai. Il a fait depuis cette date jusqu'à la cessation des cours, 20 leçons sur les *solutions récentes du problème des trois corps*. Il s'est consacré à l'exposition du mémoire fondamental de M. Sundman sur cette question.

L'année suivante, Hadamard revient à ses premiers travaux, même s'ils ne semblent guère appropriés à l'intitulé de la chaire, et donne un cours sur la théorie analytique des nombres premiers, mais il retourne vite aux équations aux dérivées partielles, sujet de ses cours de 1916–1917 et 1917–1918.

Le cours d'Hadamard à l'École polytechnique

On a vu qu'en 1912 Hadamard avait été nommé professeur d'analyse à l'École polytechnique. Ce choix n'était d'ailleurs probablement pas indépendant de l'orientation de ses travaux en direction des équations aux dérivées partielles [49]. En effet, s'il s'agissait de travaux d'analyse de haut niveau

48. Pendant l'été 1915, Hadamard écrit à Volterra : « je fais au Collège de France [...] de rares cours pour de très rares élèves » (MAZLIAK et TAZZIOLI 2009, p. 59).

49. La candidature d'Hadamard était d'ailleurs vraiment souhaitée puisque le général commandant de l'École écrit le 6 octobre 1911 au ministre de la Guerre pour reporter les délibérations relatives à la succession de Camille Jordan, car Hadamard est « retenu jusqu'à la fin du mois d'octobre en Amérique par une série de conférences scientifiques qu'il a accepté de faire à Columbia (New York) ». (AEP, cote VI 1b2)

scientifique, ils étaient en même temps riches de potentialités d'applications, justement ce que recherchait la direction de l'École polytechnique à ce moment-là (CHABERT et GILAIN 2014, p. 285). Dès l'année 1912–1913, Hadamard enseigne donc les 35 leçons du cours d'analyse aux élèves de première année et, en 1913–1914, aux élèves de la même promotion en seconde année. Selon la tradition, le cours est lithographié [50] : conformément à l'esprit du nouveau programme d'enseignement de 1909, une grande place est accordée à tout ce qui touche aux équations aux dérivées partielles.

La guerre interrompt totalement cet enseignement. En effet, dès le début, l'École polytechnique est vidée de ses élèves et les bâtiments sont utilisés comme hôpital militaire [51]. Le concours d'entrée de 1915 est supprimé et il n'y a aucun enseignement à l'École pendant deux années (CHABERT et GILAIN 2014). Quand, en 1916, le concours est rétabli, seuls 70 candidats sont admis [52] et la moitié d'entre eux est envoyée directement au front. C'est donc avec un très petit effectif qu'a lieu la réouverture de l'École en novembre 1916. L'enseignement effectué est pour l'essentiel conforme au programme officiel, comme le montrent les sommaires des leçons [53]. C'est le cas, en particulier, pour le cours d'analyse d'Hadamard de première année en 1916–1917 (34 leçons, de novembre 1916 à janvier 1917, devant 35 élèves environ), puis de seconde année, en 1917–1918, pour la même promotion (33 leçons d'octobre 1917 à janvier 1918). Par ailleurs, les procès-verbaux du Conseil d'instruction de l'Ecole polytechnique, où Hadamard siège, comme tous les professeurs, témoignent de son rôle important dans cette institution. Outre ce qui concerne sa discipline, l'analyse, il intervient sur les questions les plus diverses [54], montrant l'étendue de ses compétences et de ses centres d'intérêt.

50. 456 pages pour le cours de première année et 524 pages pour celui de la seconde.

51. « je ne parle plus, bien entendu, de l'École polytechnique dont tous les élèves se battent et qui est convertie en hôpital », écrit Hadamard à Volterra en août 1915 (MAZLIAK et TAZZIOLI 2009, p. 59).

52. Il y en avait plus de 250 en 1913.

53. Archives de l'École polytechnique, cote X2C7.

54. Notamment à propos des langues.

5 L'après-guerre : transmission scientifique et engagement politique

Le 24 juillet 1919, Hadamard écrit à Gösta Mittag-Leffler : « C'est à peine pour ma part, si je renais à la vie scientifique et à la vie tout court » (MAZ'YA et SHAPOSHNIKOVA 1998, /2005, p. 113). Pour survivre psychologiquement à la mort de ses deux fils, Hadamard se plonge intensément dans le travail [55]. Déjà professeur au Collège de France et à l'École polytechnique, il succède aussi en 1920 à Appell comme professeur de mathématiques à l'École centrale [56]. Il publie à nouveau régulièrement et il effectue de nombreuses conférences à l'étranger sur ses recherches mathématiques, mais aussi sur l'enseignement, la philosophie des sciences ou la politique. Dans l'immédiat après-guerre, Hadamard s'engage intensément dans des activités de transmission comme la rédaction de livres de synthèse ou l'organisation collective de la recherche, autour de son fameux séminaire du Collège de France. Il joue aussi un rôle important dans la mise en valeur et la transmission de l'héritage scientifique de jeunes mathématiciens morts sur le front, comme René Gateaux, voir (MAZLIAK 2015).

Les recherches mathématiques

En 1920, Hadamard effectue une série de conférences aux États-Unis : au Rice Institute à Houston sur les travaux de Poincaré, ainsi qu'une conférence pour le grand public sur les efforts de la France pendant la guerre, notamment l'utilisation des mathématiques dans la défense anti-aérienne ; et surtout à l'université Yale (qui lui avait décerné en 1901 le grade de docteur *honoris causa*) sur les équations aux dérivées partielles linéaires dans le cas hyperbolique. Ces dernières conférences reprennent et prolongent celles de 1911 à New York, de 1916 à Rome et de 1917 à Zurich. Elles sont publiées en 1923 sous le titre *Lectures on Cauchy's Problem in Linear Partial Differential Equations* (HADAMARD 1923). Ce livre, au contenu très riche,

55. Arnaud Denjoy suggère que « les mathématiques furent d'un grand secours au malheureux père en le contraignant à s'abstraire des réalités » (DENJOY 1965).

56. Il est ainsi professeur dans les deux écoles dont ses fils disparus étaient élèves : Pierre était polytechnicien, de la promotion 1914, Étienne avait été admis à Centrale en 1916, un mois avant son départ pour le front.

a exercé une grande influence [57]. Au-delà du développement de la théorie, Hadamard apporte des clarifications sur les principes fondamentaux avec notamment le rôle central donné à la notion de « problème bien posé » pour les équations aux dérivées partielles, problème pour lequel les « conditions aux limites » [58] déterminent une solution et une seule de l'équation considérée. Cette notion avait déjà été avancée dans une courte note de 1902 (HADAMARD 1902). En 1923, commence à apparaître le rôle de la continuité des solutions par rapport aux conditions aux limites. Cette condition supplémentaire est clairement formalisée par la suite :

> Mais, de plus, nous exigerons *que la solution soit continue par rapport aux données*, c'est-à-dire qu'une altération très petite de celles-ci ne puisse changer que très peu les valeurs de la fonction inconnue.
>
> Cette condition doit être nécessairement remplie si le problème est relatif à un phénomène physique quelconque. S'il en est ainsi, en effet, les données aux limites correspondent aux valeurs de certaines grandeurs que l'on peut supposer mesurées physiquement. Or « physiquement » veut toujours dire approximativement. (HADAMARD 1964, p. 20-21)

Cette dernière condition est importante pour la pertinence de la modélisation mathématique des phénomènes physiques, mais elle aura aussi des retombées en mathématiques car

> [...] the analysts were then obliged to examine, as he says, the « different types of neighborhoods and continuity », which led unavoidably to functional spaces, general topology and functional analysis [...] (MANDELBROJT et SCHWARTZ 1965, p. 114).

Hadamard s'intéressera à la théorie des équations aux dérivées partielles et à sa diffusion jusqu'à la fin de sa vie. A propos de son dernier livre sur le sujet, (HADAMARD 1964), voir (MAZ'YA et SHAPOSHNIKOVA 1998, /2005, p. 445–447).

Enfin, dans trois courtes notes de 1927–1928 et une quatrième en collaboration avec Maurice Fréchet en 1933, Hadamard fait aussi une incursion en théorie des probabilités à propos du battage des cartes et de sa relation avec la mécanique statistique [59]. Comme on va le voir, ces notes suivent de peu l'introduction du calcul des probabilités dans le cours d'Hadamard à

57. L'ouvrage, traduit en français par Jacqueline Hadamard, paraît en 1932 dans une édition revue et notablement augmentée de plusieurs appendices.

58. Chez Hadamard, l'expression « conditions aux limites » est synonyme de conditions définies et inclus en particulier les conditions initiales.

59. Voir (LÉVY 1967, p.16–17), ainsi que (MAZLIAK 2015).

l'École polytechnique.

Le cours à l'École polytechnique

Dans l'immédiat après-guerre, avec le retour des élèves envoyés au front en plus des promotions régulières, l'École polytechnique est conduite à doubler les cours et à prendre en compte la variété des expériences des élèves. Hadamard est mis à contribution de façon intensive, tout comme Georges Humbert, son collègue d'analyse. Ainsi, après avoir enseigné le cours d'analyse de première année à la promotion de 1918, du 23 octobre 1918 au 22 janvier 1919, Hadamard recommence pendant l'été, du 22 juillet au 25 septembre 1919, pour les autres promotions.

Il n'existe presque aucune différence entre les cours lithographiés de 1912–1913 ou 1913–1914 et ceux des deux premières années après guerre. Toutefois, alors qu'avant la guerre il n'y avait que deux leçons de théorie des erreurs dans le cours d'astronomie et géodésie, sous l'influence décisive de Carvallo, directeur des études, la théorie des probabilités est ajoutée au programme à cause notamment de ses applications au tir du canon [60]. Ainsi, en 1920, avec la contribution essentielle de Paul Lévy, futur professeur, la théorie des probabilités est introduite dans le cours d'analyse. Il ne semble pas qu'Hadamard ait joué un rôle dans cette introduction, mais, à partir de 1922, son cours lithographié de première année comporte une partie supplémentaire de 135 pages consacrée à ce sujet [61].

Le programme officiel d'enseignement rédigé en 1925, après le processus de révision engagé par le Conseil de perfectionnement de l'École polytechnique du 24 janvier 1920, reprend en fait avec une grande concordance, en ce qui concerne l'analyse, les titres des parties, de leurs chapitres, voire le cas échéant de certains sous-chapitres, des cours d'Hadamard dans sa version de 1918–1920 (et donc aussi quasiment, dans la version d'avant-guerre), avec une partie supplémentaire concernant les probabilités. Le rôle institutionnel d'Hadamard à l'École polytechnique s'accroît encore après la guerre, comme le montre sa nomination, en 1919, au Conseil de per-

60. Voir (CHABERT et GILAIN 2014, p. 298-299)

61. Son cours d'analyse est publié en 1927 pour le premier tome et 1930 pour le second (HADAMARD 1927–1930).

fectionnement qui est l'organe central de décision. Les procès-verbaux de ce Conseil témoignent de son implication dans une grande variété de domaines : il intervient, par exemple, sur les langues (25 octobre 1919), sur le cas des élèves alsaciens et lorrains (12 février 1921) ou encore sur les manipulations en physique (14 janvier 1922) [62].

Il est aussi intéressant de signaler la vigoureuse réaction d'Hadamard, en compagnie de Paul Lévy, lorsque la commission interministérielle qui met au point en 1925 le nouveau programme des classes préparatoires ne prend pas en compte les avis et desiderata formulés par l'École polytechnique [63].

Le cours-séminaire d'Hadamard au Collège de France

Le cours d'Hadamard au Collège de France, on l'a vu, s'est poursuivi pendant la guerre. Toutefois, la forme du cours change considérablement après la guerre. L'esprit du séminaire Hadamard, entraperçu juste avant la guerre, réapparaît en 1919-20 puisque le sujet choisi par Hadamard est l'œuvre de Poincaré en théorie des fonctions, et notamment les fonctions fuchsiennes. A partir de 1920, il est clairement et officiellement institué. Selon l'Annuaire du Collège :

> Le cours de 1920–21 a été consacré à des Analyses de mémoires scientifiques. Celles-ci, dues à la collaboration de plusieurs auditeurs, ont porté pour une partie sur le contenu de 3 volumes des *Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo*. D'autre part, il a déjà été possible d'analyser un assez grand nombre des principales découvertes mathématiques opérées depuis l'année 1914 (*Annuaire du Collège de France*, XXI, p. 50).

À partir de cette date et jusqu'à la fin du séminaire en 1937, lorsqu'Hadamard prend sa retraite, le cours au Collège de France est donc consacré, en totalité ou en partie [64], à l'exposition de travaux scientifiques récents, présentés par les auditeurs. Selon Hadamard lui-même :

62. Cependant, dès 1923, Hadamard n'est plus membre du Conseil de perfectionnement.

63. « à toutes les occasions se manifeste ainsi, dans le texte qui a triomphé, l'encouragement à [...] l'abus des règles mécaniques aux dépens du bon sens et de la réflexion » (HADAMARD 1926, p. 274).

64. En partie seulement pour la période 1922–1927 : l'une des deux leçons hebdomadaires est consacrée à cette analyse de mémoires alors que l'autre correspond à un cours plus traditionnel. Ce dernier poursuit, entre 1922 et 1925, l'étude des travaux de Poincaré, puis prend à nouveau pour thème, entre 1925 et 1927, la théorie analytique des nombres premiers.

> Ce fut [...] le premier Séminaire mathématique de France. Ce ne fut pas le premier Séminaire scientifique : car l'exemple avait été donné [...] par Marcel Brillouin [65]. Je ne saurais dire avec quel intérêt, en 1899, je suivais ces séances qui nous mettaient au courant des progrès de la Physique (HADAMARD 1937, p. 55-56).

C'est Hadamard qui, au début de chaque année, choisit lui-même les mémoires à analyser et les chercheurs capables d'en rendre compte. Les exposés furent parfois à l'origine de notes aux *Comptes rendus* de l'Académie des Sciences rédigées par les participants au séminaire. Il ne s'agit pas d'un séminaire spécialisé, mais d'un « séminaire des mathématiques » selon l'expression de Szolem Mandelbrojt, l'un de ses piliers, à partir de 1924 (MANDELBROJT 1985, p. 17). La variété des sujets favorise les liens entre différentes branches des mathématiques, voire au-delà : des travaux de cristallographie et de mécanique ondulatoire sont exposés en 1926–1927. Le rôle d'Hadamard est souligné par plusieurs témoins : « toujours attentif, il intervenait souvent pour préciser un point mal expliqué par l'orateur, et si, par hasard, quelque chose lui échappait, aucune fausse honte ne l'empêchait de demander des explications complémentaires » (LÉVY 1967, p. 4) ; ou encore : « Hadamard se comportait comme si le but principal de l'exposé avait été de l'instruire, lui Hadamard ; c'est à lui qu'on s'adressait et avant tout pour lui qu'on parlait. Il comprenait tout, à condition que ce fût bien expliqué » (WEIL 1991, p. 39). Il semble toutefois que, même si les remarquables avancées, à l'étranger notamment, en théorie des nombres, en algèbre et en géométrie algébrique, n'étaient pas totalement ignorées [66], c'est l'analyse et les domaines connexes qui se taillaient la part du lion [67]. « Le succès ap-

65. On peut noter que Marcel Brillouin, professeur au Collège de France, fut l'un des premiers physiciens qui « renouera, au tournant du siècle, l'alliance entre physique mathématique et physique expérimentale », (BLONDEL 1999), tout comme Hadamard développera l'alliance entre physique mathématique et mathématiques.

66. Par exemple, au début des années 1920, Albert Châtelet expose les travaux algébriques d'Emmy Noether, voir (DUBREIL 1982), alors qu'au cours de la dernière année du séminaire, Charles Pisot et Carl Siegel présentent des contributions en théorie des nombres, Charles Ehresmann et Samuel Eilenberg en topologie algébrique (*Annuaire du Collège de France*, XXXVII, p. 37–40).

67. « En topologie algébrique, en théorie des groupes (créations françaises toutes deux), en géométrie algébrique, en théorie des nombres et en logique mathématique, toutes en plein essor à l'étranger, rien de ce qui se faisait n'était diffusé en France, à part quelques bribes au Séminaire Hadamard », selon les propos de Jean Dieudonné qui le fréquentait régulièrement (DUGAC 1995, p. 97–98).

pelle le succès », résume Fréchet ; « À mesure que son séminaire est connu, ce ne sont plus des étudiants qui y assistent, mais des chercheurs, et même des savants venus de tous les coins du monde » (FRÉCHET 1963, p. 4085). Le séminaire profite ainsi de la présence de mathématiciens connus comme Lars Ahlfors, George Birkhoff, Nikolaï Lusin, Rolf Nevanlinna, Georges Pólya, qui parfois viennent spécialement à Paris [68]. Beaucoup de mathématiciens français y participent aussi : Borel, Denjoy, Fréchet, Lebesgue, Lévy et Élie Cartan. S'y forment de jeunes mathématiciens qui commencent leur carrière après la guerre, comme Claude Chevalley, André Weil [69], puis Henri Cartan. « Mathematical life in Paris in the twenties and early thirties was for the large part described by two words : "Séminaire Hadamard". » (MANDELBROJT et SCHWARTZ 1965, p. 118) [70]

Les Congrès internationaux des mathématiciens

Hadamard avait participé à tous les congrès internationaux des mathématiciens avant la guerre, depuis leur création en 1897 à Zurich ; il y avait présenté à chaque fois, au moins une communication. En 1912, il est l'un des 13 vice-présidents du dernier congrès avant la guerre, à Cambridge, où se retrouvent 574 participants représentant 28 pays. Le congrès prévu à Stockholm en 1916 n'aura, bien sûr, pas lieu.

Le premier congrès de l'après-guerre, en 1920 à Strasbourg, est présidé par Picard et les puissances de l'axe ne sont pas invitées. Certains mathématiciens, considérant que cette décision est en contradiction avec le caractère international du congrès [71], n'y viennent pas, comme Godfrey Hardy ou

68. « George Birkhoff était un des piliers du séminaire ; il venait souvent à Paris, rien que pour ça. Les gens venaient de loin. Pólya venait souvent de Zurich » (MANDELBROJT 1985, p. 17).

69. « Je n'ai rencontré nulle part ailleurs l'équivalent de cette institution qui a joué un si grand rôle dans mon éducation mathématique et, je pense, dans celle de mes contemporains », écrit ainsi ce dernier (WEIL 1979, p. 518).

70. On peut ainsi considérer Hadamard comme « un patron central du milieu mathématique français de l'entre-deux-guerres » (GISPERT et LELOUP 2009, p. 74). Pour une analyse des travaux du séminaire Hadamard sur les équations différentielles non linéaires et leurs applications, voir (GINOUX 2011, chap. 13).

71. « In many ways this was an unfortunate decision. It was one which later led me to regret my little share in sanctioning the meeting by my presence. The Germans were excluded as a sort of punitive measure. In my mature, considered opinion, punitive measures

Gösta Mittag-Leffler ; il n'y a que 200 congressistes dont 80 Français. Hadamard, quant à lui, se rend à Strasbourg et participe pleinement [72] : le 23 septembre, il préside la séance de la section I, le 24 il présente une communication dans la section III, le 25 une autre communication dans la section I, et le 27 il discute la communication de Norbert Wiener (VILLAT 1921).

Il fait aussi partie de la délégation française au Congrès de Bologne, en 1928, lorsque les Allemands et leurs anciens alliés sont à nouveau invités. Il y figure à de multiples titres, représentant l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures, l'Institut de France et la Société Mathématique de France. Dès l'ouverture, à la suite de David Hilbert, il présente une conférence plénière, « Sur le développement et le rôle scientifique du calcul fonctionnel ». De 1900 à 1950, Hadamard participe à tous les Congrès, à l'exception de celui de Toronto en 1924 et d'Oslo en 1936.

La Commission internationale de l'enseignement mathématique

Hadamard s'intéressait depuis longtemps aux questions de l'enseignement scientifique, auxquelles il était confronté notamment comme professeur à l'École polytechnique. En 1913, il était entré au Comité central de la Commission internationale de l'enseignement mathématique (C.I.E.M.), structure créée lors du Congrès international des mathématiciens de Rome en 1908, afin de permettre une comparaison « des méthodes et des plans d'études de l'enseignement mathématique dans les écoles secondaires des différentes nations » [73]. Cette commission avait organisé la Conférence internationale de l'enseignement mathématique qui s'est tenue juste avant la guerre à Paris, du 1er au 4 avril 1914 [74]. Les projets communs furent arrêtés par la guerre, même si certaines sous-commissions nationales ont poursuivi leurs travaux [75]. À l'automne 1918, la Conférence interalliée des Académies scientifiques, réunie à Londres puis à Paris, décide la dissolution des anciennes associations scientifiques internationales et la création de nou-

are out of place international scientific relations ». (WIENER 1956, p. 49)

72. « Professor Jacques Hadamard, of Paris, played a great part at the congress » (WIENER 1956, p. 67).

73. Voir *L'Enseignement mathématique* (I) 10 (1908), p. 235.

74. Voir *L'Enseignement mathématique* (I) 15 (1913), p. 487–490.

75. Voir *L'Enseignement mathématique* (I) 17 (1915), p. 53.

velles associations « par les nations en guerre avec les empires centraux, avec le concours éventuel des neutres »[76]. La C.I.E.M. dissoute est en fait reconstruite en 1928, au Congrès international des mathématiciens de Bologne, celui de la réconciliation : ce Congrès décide de proroger les pouvoirs du Comité central dont Hadamard devient alors vice-président. Lorsque la C.I.E.M. se réunit à nouveau, à l'occasion du Congrès international des mathématiciens de Zurich, en 1932, Hadamard y est alors nommé président.

Ainsi, dans l'entre-deux-guerres, Hadamard acquiert une place centrale dans le milieu mathématique international aussi bien à travers les institutions de recherche que celles d'enseignement.

La poursuite de son engagement politique dans les années 1920

Après la guerre, Hadamard poursuit ses activités politiques, en particulier à la Ligue des Droits de l'Homme, dont il est membre du Comité central. Dès son congrès de novembre 1916, la Ligue avait déclaré qu'une des conditions essentielles d'une paix durable, après la guerre, était l'établissement d'une Société des Nations. Hadamard s'est passionné pour cette recherche d'un nouvel ordre international qui serait fondé sur le droit et non sur la force. Bien que la Société des Nations ait finalement été créée en 1919, il marque, dans un article de 1922, sa déception quant à l'ampleur des questions urgentes restant alors sans solution.

L'une de ces questions, pourtant, dit Hadamard,

> peut et doit être posée et résolue dès maintenant. [...] C'est celle qui consiste, lors de tout conflit éventuel se produisant dans l'avenir, et au moment même de ce conflit, à définir qui doit être considéré comme l'agresseur. (HADAMARD 1922, p. 184)

Il propose alors trois règles précises pour déterminer un agresseur, dans le cadre d'une juridiction internationale[77]. Hadamard fait observer que pour établir ses règles il a écarté « ce que l'on appelle les "responsabilités lointaines", malgré l'importance que peuvent avoir ces responsabilités », car, faisant l'analogie avec les conflits d'ordre privé, il souligne que cette exclusion est « manifestement nécessaire, si l'on veut aboutir à une solution du

76. Voir *L'Enseignement mathématique* (I) 20 (1918–1919), p. 297.

77. Ces règles seront en partie reprises par Édouard Herriot, au nom du gouvernement français, lors de la conférence de Genève de 1924.

problème dans les conditions où nous le posons ». Cette démarche méthodologique d'Hadamard dans le domaine juridique et politique, visant à déterminer les conditions pour que le problème ait une solution unique, n'est pas sans faire penser à sa notion de problème « bien posé » qu'il a développée en mathématiques [78].

La question des responsabilités se pose bien sûr à propos du déclenchement de la Première Guerre mondiale, et suscite en particulier un débat très vif à la Ligue des Droits de l'Homme dans les années 1920, lorsque se manifeste une forte minorité pacifiste, emmenée par Félicien Challaye. Dans un article de 1928 sur « Les responsabilités de la Guerre », Hadamard réaffirme sa conviction de la responsabilité des empires centraux dans le déclenchement de la guerre ; il critique Challaye, qu'il considère comme un promoteur du système des « responsabilités éparses », système dont il espère « avoir démontré en commençant toute la malfaisance et au danger duquel [il voudrait] que ceux qui se disent pacifistes fussent un instant attentifs » (HADAMARD 1928, p. 732). Mais cet article ne convainc pas la minorité de la Ligue. Le 28 février 1929, lors d'une réunion publique organisée par la Ligue universitaire républicaine et socialiste, Hadamard est invité à donner une conférence sur les responsabilités de la guerre, sujet dont il doit parler « avec son esprit mathématicien et en toute impartialité », promet le président de séance [79]. Hadamard y défend les thèses de son article de 1928. Au moment de la discussion, plusieurs personnes de l'assistance lui reprochent d'avoir laissé dans l'ombre les causes lointaines de la guerre, peut-être les plus importantes, et d'avoir négligé de parler des responsabilités de la France dans le conflit, en particulier celles de Raymond Poincaré. La même opposition aux thèses de la majorité de la Ligue, venait d'ailleurs de se manifester spectaculairement quelques jours auparavant au sein de la section du 14e arrondissement de Paris de la Ligue des Droits de l'Homme, celle présidée par Hadamard, où le courant pacifiste radical avait fait adop-

78. Quelques années plus tard, dans un article sur « La peine de mort et le code pénal », on retrouve cette même démarche : « Car, tel est le principe essentiel, en dehors duquel, à mon sens, le problème est parfaitement insoluble, insoluble parce que mal posé. » (HADAMARD 1929, p. 715)

79. C'est ce qui ressort du rapport sur cette réunion effectué par la préfecture de police, rapport communiqué au ministère de l'Intérieur et transmis, par celui-ci, au ministère de l'Instruction publique le 7 mars (AN F/17/24600, dossier Hadamard).

ter une motion qui devait recueillir le tiers des voix lors du congrès national de la Ligue, tenu à Rennes à partir du 31 mars suivant [80].

De ce dernier événement, Hadamard gardera, semble-t-il, une grande amertume. Vingt ans après, à l'occasion du cinquantenaire de la Ligue, il l'évoque dans ses souvenirs. Après avoir rappelé les positions d'un « groupe de nos collègues qui disaient : "Plutôt la servitude que la mort", en fermant les yeux sur ce que pouvait être la servitude nazie », tendance opposée aux positions du Comité central de la Ligue, il ajoute :

> je ne les ai que trop vues à l'œuvre autour de moi [ces tendances], où des motions — comme celles émanant, je le regrette de ma propre section, la quatorzième — ont triomphé. Il est vrai que plusieurs de ceux qui en ont été les promoteurs ou les partisans ont été aujourd'hui écartés de la Ligue, une fois démontré par les faits qu'ils poussaient trop loin leur complaisance pour la servitude. (HADAMARD 1948, p. 377) [81]

Les engagements politiques d'Hadamard se poursuivront dans les années 1930 et au-delà, voir (MAZ'YA et SHAPOSHNIKOVA 1998, chap. 6).

6 Conclusion

A la veille de la Première Guerre mondiale, l'activité de Jacques Hadamard se caractérisait par sa diversité : publications dans des domaines très variés en mathématiques pures, mathématiques appliquées ou physique mathématique ; enseignements à l'École polytechnique et au collège de France où, en plus de ses leçons, il a commencé à introduire la forme du séminaire de recherche ; militantisme politique à la Ligue des droits de l'homme.

Certaines de ces activités, comme la recherche mathématique, sont relativement mises en sommeil pendant la guerre, alors que d'autres sont fortement développées : extension des domaines d'intervention scientifique dans le cadre de la mobilisation pour la défense nationale au sein de l'Académie des sciences et de diverses commissions ; initiatives politiques nombreuses, notamment avec la création de comités destinés à peser spécifiquement sur

80. Voir notamment (SIRINELLI 1988, /1994, p. 439–440) et Archives de la LDH, carton 53.

81. Sur les courants pacifistes dans les années 1930 et, en particulier, les positions de F. Challaye, voir (CRÉMIEUX-BRILHAC 1990, partie I, chap. 4) et (ORY et SIRINELLI 1987, chap. VI)

le conflit. Ces multiples initiatives politiques ont pour dénominateur commun la défense du droit international et la recherche de l'élargissement du soutien aux Alliés par l'action envers les pays neutres. Quant à la démarche d'Hadamard, elle se distingue d'autres interventions politiques et idéologiques de l'époque en se proposant de ne combattre ni au nom de l'amour de la France ni au nom de la haine de l'Allemagne, mais en se réclamant d'une méthode scientifique rigoureuse qui utilise des arguments rationnels et qui respecte les faits. Hadamard a essayé de maintenir tout au long de la guerre cette position politique équilibrée, alors qu'il était lui-même durement éprouvé par la mort de ses deux fils aînés à Verdun.

Après la guerre, Hadamard développe cette connexion établie entre ses compétences scientifiques et ses engagements sociétaux. Sur le plan mathématique, il poursuit ses travaux personnels en donnant une ampleur particulière à son action de transmission. Cela se manifeste notamment par la rédaction, à partir de conférences, d'un ouvrage de référence sur la théorie des équations aux dérivées partielles et par l'institutionnalisation de son séminaire général de mathématiques dans le cadre de sa chaire du collège de France. Par ce véritable travail de direction de recherches, Hadamard joue un rôle central dans la reprise de la vie mathématique après la guerre et, face à la quantité et à la qualité des jeunes victimes, pour faire émerger une nouvelle génération de mathématiciens, aussi bien en France qu'au plan international.

Cette volonté de transmission se manifeste aussi par la décision d'Hadamard de cumuler son poste de professeur à l'École polytechnique avec un poste de professeur à l'École centrale, intervenant ainsi dans les deux écoles dont ses fils étaient issus. Il publie par ailleurs son cours d'analyse de l'École polytechnique. Son engagement pour la promotion de l'enseignement des mathématiques, amorcé à la veille du conflit, se traduit, comme souvent chez Hadamard, par des prises de responsabilités croissantes au plan international dans l'entre-deux-guerres

Sur le plan politique, Hadamard poursuit son engagement en menant un combat pour le droit international en relation avec la question de la responsabilité des guerres, dans une démarche qui apparaît toujours inspirée par un esprit de rigueur mathématique et le souci de définir des problèmes

« bien posés ». Alors qu'il s'est toujours démarqué des positions bellicistes, il est conduit à s'opposer vivement aux courants pacifistes de l'entre-deux-guerres.

Ces divers engagements scientifiques et politiques dessinent une unité originale, dont les prémices apparaissaient avant la guerre, mais qui s'est réellement cristallisée pendant le conflit et développée ensuite sur tous les plans. Ainsi, à partir de la Première Guerre mondiale, Hadamard a acquis une véritable stature d'intellectuel si l'on se réfère à la notion telle que définie par exemple dans le *Dictionnaire des intellectuels français* :

> Mais qu'est-ce qu'un intellectuel ? Un homme ou une femme [...] qui applique à l'ordre politique une notoriété acquise ailleurs. [...] La notion d'engagement [...] a fini par être le critère permettant d'attribuer au savant, à l'écrivain, à l'artiste la qualification d'intellectuel. (JULLIARD et WINOCK 1996, /2009, p. 12)

On doit cependant constater que cette qualité d'intellectuel n'a pas encore été reconnue à Hadamard par les historiens du sujet [82].

7 Bibliographie : Sources manuscrites

- Archives de l'Académie des sciences (AAS) :
  - Comité secret (1er juillet 1912 – 23 décembre1918) : procès-verbaux manuscrits ;
  - Dossier Commissions de la Défense nationale (1914–1918) - II Physique ;
  - Dossier Balistique (1917-1919), avec les procès-verbaux de la commission de balistique (1917-1920).
- Archives de l'École normale supérieure (AENS) : bibliothèque de physique, Fonds Aimé Cotton.
- Archives de l'École polytechnique (AEP) :
  - Procès-verbaux du Conseil d'instruction, tome 11 (1911-1924) ;
  - Procès-verbaux du Conseil de perfectionnement, tome 11 (1913-1924).
- Archives du Ministère des Affaires Etrangères (AMAE) : série « Correspondance politique et commerciale », Guerre 1914–18, Suisse, vol.

82. En particulier, aucune entrée ne lui est consacrée dans (JULLIARD et WINOCK 1996, p. /2009) et le nom d'Hadamard n'apparaît pas dans l'ouvrage de référence (ORY et SIRINELLI 1987, p. /2002).

803 : lettre du Cabinet du Ministre du 3 juillet 1917 et rapport d'Hadamard du 20 juin 1917, 7 pages.

– Archives Nationales (AN) :
  · Rapport de la Préfecture de police concernant une conférence d'Hadamard sur « Les responsabilités de la guerre », le 25 février 1929 (cote F17 / 24600).
  · Direction des Inventions, dont Rapport de Painlevé 1916 (carton 313 AP 61).
– Archives de la Ligue des Droits de l'Homme (ALDH) : université Paris X à Nanterre, bibliothèque de documentation internationale contemporaine, cote : F delta rés. 798.

8 Bibliographie : Sources imprimées

.

BLONDEL, Christine (1999). « Les physiciens français et l'électricité industrielle à la fin du XIXe siècle ». *Physis* 35, 245–271.

BOURBAKI, Nicolas (1960). *Éléments d'histoire des mathématiques*. Paris : Hermann.

BOURGIN, Hubert (1938). *De Jaurès à Léon Blum. L'École normale et la politique*. Paris : Fayard. Nouvelle éd., Gordon & Breach, 1970.

CHABERT, Jean-Luc (1992). « Hadamard et les géodésiques des surfaces à courbure négative ». Dans : *Chaos et déterminisme*. Sous la dir. d'Amy DAHAN DALMEDICO, Jean-Luc CHABERT et Karine CHEMLA. Paris : Seuil, p. 306–330.

CHABERT, Jean-Luc et Christian GILAIN (2014). « Debating the Place of Mathematics at the École polytechnique around World War I ». Dans : *The War of Guns and Mathematics*. Sous la dir. de David AUBIN et Catherine GOLDSTEIN. Providence (Rhode Island) : AMS, p. 275–306.

CRÉMIEUX-BRILHAC, Jean-Louis (1990). *Les Français de l'an 40*, tome I, « La guerre, oui ou non ? ». Paris : Gallimard.

DENJOY, Arnaud (1965). « Jacques Hadamard ». *Association amicale des anciens élèves de l'École normale supérieure*, 167–169.

DUBREIL, Paul (1982). « L'algèbre en France, de 1900 à 1925 ». *Cahiers du Séminaire d'histoire des mathématiques* 3, 69–81.

DUGAC, Pierre (1995). *Jean Dieudonné, mathématicien complet*. Paris : Jacques Gabay.

DURKHEIM, Emile (1915). *"L'Allemagne au-dessus de tout". La mentalité allemande et la guerre*. Paris : Armand Colin.

— (1998). *Lettres à Marcel Mauss*, présentées par P. Besnard et M. Fournier. Paris : P.U.F.

FRÉCHET, Maurice (1963). « Notice nécrologique sur Jacques Hadamard, membre de la section de géométrie ». *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences* 257.26.

GINOUX, Jean-Marc (2011). « Analyse mathématique des phénomènes oscillatoires non linéaires : le carrefour français (1880–1940) ». Thèse de doctorat. Université Pierre et Marie Curie (Paris).

GISPERT, Hélène et Juliette LELOUP (2009). « Des patrons des mathématiques en France dans l'entre-deux-guerres ». *Revue d'histoire des sciences* 62.1, 39–117.

HADAMARD, Jacques (1892). « Essai sur l'étude des fonctions données par leur développement de Taylor ». *Journal de mathématiques pures et appliquées*. 4e sér. 8, 101–186. Reproduit dans HADAMARD 1968, vol. 1, p. 7–92.

— (1893). « Étude sur les propriétés des fonctions entières et en particulier d'une fonction considérée par Riemann ». *Journal de mathématiques pures et appliquées*. 4e sér. 9, 171–215. Reproduit dans HADAMARD 1968, vol. 1, p. 103–147.

— (1894). « Sur les mouvements de roulement ». *Mémoires de la Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux*. 4e sér. 5, 319–417. Reproduit dans HADAMARD 1968, vol. 4, p. 1725–1745.

— (1896). « Sur la distribution des zéros de la fonction $\zeta(s)$ et ses conséquences arithmétiques ». *Bulletin de la Société mathématique de France* 24, 199–220. Reproduit dans HADAMARD 1968, vol. 1, p. 189–210.

— (1897). « Sur certaines propriétés des trajectoires en dynamique ». *Journal de mathématiques pures et appliquées*. 5e sér. 3, 331–387. Reproduit dans HADAMARD 1968, vol. 4, p. 1749–1805.

— (1898). « Les surfaces à courbures opposées et leurs lignes géodésiques ». *Journal de mathématiques pures et appliquées*. 5e sér. 4, 27–73. Reproduit dans HADAMARD 1968, vol. 2, p. 729–775.

HADAMARD, Jacques (1901). *La série de Taylor et son prolongement analytique*. Paris : Gauthier-Villars. Nouvelle édition par J. Hadamard et S. Mandelbrojt, 1926.

— (1902). « Sur les problèmes aux dérivées partielles et leur signification physique ». *Princeton University Bulletin* 13, 49–52. Reproduit dans HADAMARD 1968, vol. 3, p. 1099–1105.

— (1903a). *Leçons sur la propagation des ondes et les équations de l'hydrodynamique*. Paris : Hermann.

— (1903b). « Sur les opérations fonctionnelles ». *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences* 136.6, 351–354. Reproduit dans HADAMARD 1968, vol. 1, p. 405–408.

— (1908). « Sur le problème d'analyse relatif à l'équilibre des plaques élastiques encastrées ». *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences*. 2e sér. 33.4, 1–128. Reproduit dans HADAMARD 1968, vol. 2, p. 515–629.

— (1910). *Leçons sur le calcul des variations*. Paris : Hermann.

— (1915a). « Études sur la guerre ». *Revue du mois* 19 (janvier-juin), 238–242.

— (1915b). *Four Lectures on Mathematics delivered at Columbia University in 1911*. New York : Columbia University Press.

— (1915c). « Sur un mémoire de M. Sundman ». *Bulletin des sciences mathématiques*. 2e sér. 39, 249–264. Reproduit dans HADAMARD 1968, vol. 4, p. 1897–1912.

— (1920). « Rapport sur les travaux examinés et retenus par la Commission de Balistique pendant la durée de la guerre ». *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences* 170, 436–445.

— (1922). « Les responsabilités des guerres: comment déterminer l'agresseur ? » *Les Cahiers des Droits de l'Homme* 8, 184.

— (1923). *Lectures on Cauchy's Problem in Linear Partial Differential Equations*. New Haven : Yale University Press. Réédition, New York : Dover, 1954.

— (1926). « À propos du nouveau programme de mathématiques spéciales ». *Nouvelles annales de mathématiques*. 6e sér. 1, 257–276. Reproduit dans HADAMARD 1968, vol. 4, p. 2207–2226.

— (1927–1930). *Cours d'analyse professé à l'École polytechnique*. Paris : Hermann. 2 volumes.

— (1928). « Les responsabilités de la guerre ». *Les Cahiers des Droits de l'Homme* 31, 729–732.
— (1929). « La peine de mort et le code pénal ». *Les Cahiers des Droits de l'Homme* 30, 715–716.
— (1937). « Allocution de M. Jacques Hadamard ». Dans : *Jubilé scientifique de M. Jacques Hadamard : Allocutions prononcées à la cérémonie du 7 janvier 1936*. Paris : Gauthiers-Villars, p. 50–57.
— (1948). « Souvenirs ». *Les Cahiers des Droits de l'Homme* 49-52, 376–377.
— (1964). *La théorie des équations aux dérivées partielles*. Pékin : Editions Scientifiques.
— (1968). *Œuvres*. Paris : CNRS. 4 volumes.
JULLIARD, Jacques et Michel WINOCK, éds. (1996). *Dictionnaire des intellectuels français*. Paris : Seuil. Nouvelle édition : 2009.
LANDAU, Philippe-E. (1999). *Les Juifs de France et la Grande Guerre. Un patriotisme républicain*. Paris : CNRS Editions. Réédition : 2008.
— (2002). « La communauté juive de France et la Grande Guerre ». *Annales de démographie historique* 103.1, 91–106.
LELOUP, Juliette (2009). « L'entre-deux-guerres mathématique à travers les thèses soutenues en France ». Thèse de doctorat. Université Pierre et Marie Curie (Paris).
LÉVY, Paul (1967). « Jacques Hadamard, sa vie et son œuvre : calcul fonctionnel et questions diverses ». Dans : *La vie et l'œuvre de Jacques Hadamard (1865-1963).* P. Lévy, S. Mandelbrojt, B. Malgrange et P. Malliavin. Monographies de l'Enseignement mathématique, t. 16. Genève : Kundig, p. 1–24.
MANDELBROJT, Szolem (1985). « Souvenirs à bâtons rompus de Szolem Mandelbrojt, recueillis en 1970 et préparés par Benoît Mandelbrot ». *Cahiers du séminaire d'histoire des mathématiques* 6, 1–46.
MANDELBROJT, Szolem et Laurent SCHWARTZ (1965). « Jacques Hadamard (1865–1963) ». *Bulletin of the American Mathematical Society* 71, 107–129.
MAZLIAK, Laurent (2015). « The Ghosts of the École normale ». *Statistical Science* 30-3, 391–412.

MAZLIAK, Laurent et Rossana TAZZIOLI, éds. (2009). *Mathematicians at war. Volterra and his french colleagues in World War I*. New York : Springer.

MAZ'YA, Vladimir et Tatyana SHAPOSHNIKOVA (1998). *Jacques Hadamard. A Universal Mathematician*. Providence (Rhode Island) : AMS. Trad. fr. par Gérard Tronel, Les Ulis : EDP Sciences, 2005.

ORY, Pascal et Jean-François SIRINELLI, éds. (1987). *Les Intellectuels en France. De l'affaire Dreyfus à nos jours*. Paris : Armand Colin. 3e édition, 2002.

PROCHASSON, Christophe et Anne RASMUSSEN (1996). *Au nom de la patrie : les intellectuels et la première guerre mondiale (1910-1919)*. Paris : La Découverte.

SCHIAVON, Martina (2003). « Itinéraires de la précision. Géodésiens, artilleurs, savants et fabricants d'instruments en France, 1870–1930 ». Thèse de doctorat. EHESS (Paris). 3 volumes.

SIEGMUND-SCHULTZE, Reinhard (2001). *Rockefeller and the Internationalization of Mathematics Between the Two World Wars*. Bâle, Boston, Berlin : Birkhäuser.

SIRINELLI, Jean-François (1988). *Génération intellectuelle. Khâgneux et Normaliens dans l'entre-deux-guerres*. Paris : Fayard. 2e édition, PUF, 1994.

THIERS, Éric (2005). « Droit et culture de guerre 1914–1918. Le Comité d'études et documents sur la guerre ». *Mil neuf cent* 23-1, 23–48.

VILLAT, Henri, éd. (1921). *Comptes rendus du Congrès international des mathématiciens (Strasbourg, 22–30 septembre 1920)*. Toulouse : Privat.

WEIL, André (1979). *Œuvres scientifiques*, vol. I. New York : Springer.

— (1991). *Souvenirs d'apprentissage*. Bâle, Boston, Berlin : Birkhäuser.

WEISS, Pierre (1926). *Notice sur les travaux scientifiques*. Strasbourg : Imprimerie alsacienne.

WIENER, Norbert (1956). *I am a mathematician*. New York : Doubleday. Réimpression, Cambridge (MA) : The M.I.T. Press, 1964.

Jean-Luc Chabert
LAMFA
Université de Picardie-Jules Verne
jean-luc.chabert@u-picardie.fr

Christian Gilain
Institut de Mathématiques de Jussieu - Paris Rive Gauche
Sorbonne Université
christian.gilain@imj-prg.fr