



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Comptes Rendus Mécanique

www.sciencedirect.com



Nécrologie / Obituary

Paul Germain (1920–2009)

Paul Germain, Secrétaire perpétuel honoraire de l'Académie des sciences, nous a quittés le 26 février 2009 dans sa quatre-vingt neuvième année. Mathématicien de formation, il a consacré son œuvre scientifique à la Mécanique, science du mouvement. Chercheur très doué, pédagogue hors pair, personnalité exceptionnellement dynamique, Paul Germain a fait bénéficier toutes les entreprises auxquelles il a participé, l'Académie en particulier, de sa vision lumineuse de la science comme une composante essentielle de la culture au service de l'homme et de la société.

Paul Germain naît à Saint-Malo le 28 août 1920, au lendemain de la Grande Guerre. Son père, revenu gazé du front, disparaît lorsque le jeune Paul, aîné de trois enfants, n'a que neuf ans. Cette disparition prématurée du père développe chez Paul Germain le sens des responsabilités et de l'engagement qui le caractérisera toute sa vie. Il mène des études brillantes à Rennes puis à Paris, autant pour son propre plaisir intellectuel que pour la fierté de sa mère qui élève seule ses enfants dans des conditions matérielles parfois difficiles, mais toujours dans une atmosphère de grande solidarité familiale.

Paul Germain entre à l'Ecole Normale Supérieure (ENS) en 1939. Sa vocation pour l'enseignement lui est venue tôt. Est-ce parce que son père était un excellent professeur de chimie ou, comme il le dit lui-même [1], parce que dès son plus jeune âge, il prenait plaisir à *jouer à la conférence* avec son frère et sa sœur du haut de son tabouret, toujours est-il que le jeune Germain a décidé de devenir professeur de Mathématiques. En novembre 1940, la Sorbonne ferme pour quelques semaines et les élèves de l'ENS sont invités à travailler sur des petits problèmes de recherche sous la direction d'un Professeur. C'est Georges Bouligand qui guidera les premiers pas de P. Germain. Il fréquente alors assidûment les bibliothèques et là naît son goût pour la recherche. Il pense alors s'orienter vers la géométrie et effectue dans ce domaine quelques travaux qui seront publiés, en particulier sa première Note aux Comptes-Rendus [2] présentée par Elie Cartan.

Mais la révélation vient de sa rencontre en 1944 avec Joseph Pérès que lui présente son camarade de promotion Raymond Siestrunck. Pérès est lui-même mathématicien, élève d'Henri Villat et de Vito Volterra. Il se passionne pour les développements de l'aéronautique dont la guerre qui s'achève a montré l'importance. Nouvellement nommé Professeur de Mécanique à la Sorbonne après avoir fondé l'Institut de Mécanique des Fluides de Marseille, Pérès vient de créer avec Lucien Malavard un laboratoire exploitant l'analogie rhéoelectrique pour calculer le champ de pression sur un profil dans un écoulement de fluide parfait incompressible. Il a besoin d'un habile mathématicien. Paul Germain met rapidement au point un modèle mathématique et une méthode numérique de résolution bien supérieure à celle de la NACA.¹ Début janvier 1945 il séjourne en Angleterre au National Physics Laboratory où sa méthode reçoit un accueil très favorable. Ainsi conforté dans sa vocation naissante, il décide dès son retour à Paris d'orienter ses recherches vers la résolution des équations de la Mécanique des fluides qui ont motivé les travaux de mathématiciens illustres, Euler, Riemann, Cauchy, dont les noms sont attachés à certains des résultats les plus marquants de cette discipline. Nous sommes immédiatement après guerre et l'aérodynamique est l'objet d'une intense activité. Sur le plan théorique les cours à la Sorbonne d'Henri Villat, titulaire de la chaire d'Aérodynamique supérieure créée pour Paul Painlevé, cours renouvelés chaque année dans l'esprit de ceux du Collège de France, sont une source d'inspiration profonde pour P. Germain; et bien évidemment aussi ceux de Jean Leray, puissant mathématicien et découvreur des premiers résultats mathématiques profonds de la Mécanique des fluides. Leray, de retour de 5 années de captivité au cours desquelles il n'a cessé de travailler, dirigeant l'Université de captivité de l'Oflag XVII A, est nommé Maître de Conférences (actuel Professeur de 2^{ème} classe) de Mécanique des fluides à la Sorbonne. Les applications de l'aérodynamique connaissent à la même époque un développement tout aussi spectaculaire. La République renaissante en France vient de créer dans ce domaine un grand organisme de recherche, l'ONERA.² Paul Germain, entré au CNRS en 1944, sera détaché à l'ONERA de 1946 à 1949 et y dirigera un groupe de recherche en aérodynamique théorique, qu'il continuera d'animer comme conseiller scientifique jusqu'au début des années 1960.

Cette première période de la vie scientifique de P. Germain est celle de travaux personnels de recherche profonds et techniquement difficiles. *L'aérodynamique linéaire supersonique* est l'objet de sa thèse soutenue en 1948. Il y met au point

¹ NACA, National Advisory Committee for Aeronautics (Etats-Unis), remplacé en 1958 par la NASA, National Aeronautics and Space Administration.

² ONERA, Office national d'études et de recherches **aéronautiques**, devenu en 1963, pendant la mandature de P. Germain, *Office national d'études et de recherches aérospatiales*.

la théorie des écoulements coniques, où le champ de vitesse est invariant par toute homothétie de centre O et de rapport positif. Cette théorie lui permet de calculer les écoulements autour des ailes delta et, par superposition, autour de profils plus généraux. Elle sera mise en oeuvre dans son groupe de recherche dont les travaux seront une base précieuse lors du développement des avions supersoniques, permettant d'optimiser de nombreuses configurations d'ailes, de fuselages et d'empennages. Mais les écoulements supersoniques nécessitent un traitement particulier au voisinage de la vitesse du son, d'où l'intérêt de P. Germain pour les *écoulements transsoniques*. Sur le plan mathématique ces écoulements sont régis par des *équations aux dérivées partielles non homogènes de type mixte*, elliptiques là où l'écoulement est subsonique et hyperboliques là où il est supersonique. Ce domaine est peu exploré par les mathématiciens d'alors, les uns travaillant sur les équations elliptiques, les autres sur les équations hyperboliques. Le prototype en est l'équation de Tricomi et les travaux de Germain sur le sujet éveillent l'intérêt d'Hadamard. Il en trouve la solution élémentaire dans certains cas particuliers, en étudie les singularités et en donne des représentations asymptotiques qui débouchent sur des approximations analytiques extrêmement précieuses. Puis il lance son groupe, et notamment son élève et fidèle collaborateur J.P. Guiraud, dans l'étude de l'autre limite, celle des *régimes hypersoniques* rencontrés lors de la rentrée dans l'atmosphère des véhicules spatiaux. Parallèlement, du milieu des années cinquante au début des années soixante, P. Germain s'intéresse à la théorie locale des ondes de choc qui apparaissent dans des milieux dotés de faibles propriétés dissipatives. Les relations de discontinuité bien connues depuis Rankine et Hugoniot ne sont qu'un développement au premier ordre par rapport à la viscosité. Jean-Pierre Guiraud et Paul Germain apportent une solution complète au développement asymptotique à l'ordre n de la structure d'une onde de choc. Malgré l'importance des résultats acquis durant ses années de recherche à l'ONERA, Paul Germain les évoquait avec une grande modestie. Lorsque, bien plus tard, on lui demandera de décrire sa plus grande découverte, il citera, sans hésitation et avec le sourire familier de ceux qui l'ont connu, le nom d'un de ses collaborateurs, attiré vers la recherche à cette époque et qui avait repris avec succès le groupe de recherche du maître.

A la même période, Paul Germain entame une carrière d'enseignant à Poitiers où il est nommé Maître de Conférences en 1949. Il propose des cours nouveaux, difficiles de son propre aveu, mais a le plaisir de voir que bon nombre de ses élèves se passionnent pour la Mécanique et choisissent d'y faire carrière, certains d'entre eux choisissant même la voie académique, fait inhabituel pour l'époque.

L'année 1953–1954, au cours de laquelle il séjourne à Brown à l'invitation de William Prager, est riche de révélations. C'est tout d'abord la découverte du fonctionnement d'un département où recherche et enseignement sont intimement liés, ce qui n'est pas encore le cas en France à cette époque, avec notamment la tenue régulière de séminaires de haut niveau ; celle de la proximité entre Mathématiques Appliquées et Ingénierie qu'il encouragera par la suite continuellement en France ; et surtout la découverte d'une vision synthétique de la Mécanique, rompant avec la traditionnelle distinction entre Fluides et Solides regroupés dans la Mécanique des Milieux Continus. Très influencé par les cours de R. Rivlin et les travaux de C. Truesdell, il n'aura de cesse par la suite de développer dans son enseignement, dans ses recherches et même dans ses actions de structuration de la Mécanique, cette vision unitaire des concepts fondamentaux, allant bien au delà des outils techniques.

A son retour en France, fort de cette vision élargie de sa discipline et éveillé à de nouveaux modes de fonctionnement, il se sent armé pour prendre une chaire de Mécanique rationnelle à Lille (1954) puis à Paris où il est nommé en 1958. Tirant le meilleur parti de ses expériences en France et à l'étranger, il crée à l'Institut Henri Poincaré un enseignement de troisième cycle en Mécanique des Milieux Continus et met sur pied un « groupe de Mécanique » qui tient des séminaires réguliers qu'il anime. Son enseignement de Mécanique des Milieux Continus fait l'objet d'un premier livre paru en 1962 [3] (dit « Germain rouge », comme sa couverture) qui sera un succès de librairie.

En 1962, le groupe a suffisamment grossi pour envisager la création d'un Laboratoire de Mécanique Théorique, un rêve que Paul Germain nourrit depuis son séjour à Brown. Au même moment, il lui est demandé de prendre la direction de l'ONERA, ce qui l'obligerait à mettre entre parenthèses sa carrière de chercheur et d'enseignant ; décision difficile. Paul Germain confiera bien des années plus tard à ce sujet que les scientifiques lui paraissent parfois agir comme les Grecs de l'antiquité, n'hésitant pas à sacrifier quelques jeunes filles pour être en paix avec leurs dieux, les Ministères en l'occurrence. Après quelques hésitations, Paul Germain accepte ce changement provisoire de carrière. Sa vision est que l'Office, rattaché au Ministère de la Défense, doit être un véritable organisme de recherche, ses membres sont incités à publier et à nouer des collaborations internationales. Le programme Concorde bat alors son plein, et le directeur du *Royal Aeronautical Establishment* britannique est son ami James Lighthill ce qui facilite grandement les échanges. Son mandat de directeur vient à échéance en 1968, il n'en demande pas le renouvellement, désireux de retourner à son laboratoire et à ses étudiants. Concorde vole en 1969, Paul Germain y aura contribué par ses travaux personnels sur les écoulements transsoniques et supersoniques et par son action à la tête de l'ONERA.

De retour à la vie scientifique, Paul Germain s'investit à nouveau dans l'enseignement de sa discipline et de ses concepts fondamentaux qu'il renouvelle profondément pour les enseigner. Ses travaux sur les puissances virtuelles puis sur la Thermodynamique des Milieux Continus sont de véritables travaux de recherche, mais dont la motivation initiale est de présenter à ses étudiants une vision moderne de la discipline. Son livre sur la Mécanique des Milieux Continus est épuisé en 1969 et, à la ré-édition souhaitée par son éditeur, P. Germain préfère un nouvel ouvrage qu'il écrit en grande partie à Stanford en 1970 et qui intègre les recherches les plus récentes en matière de représentation des efforts et de formulation des lois de comportement. Ce livre [4] (dit « Germain vert ») paru en 1973, fera date, comme son prédécesseur et aura une profonde influence sur l'enseignement de la discipline en France et sur la naissance d'une *Mécanique analytique des matériaux*, selon sa propre expression, basée sur la *Thermodynamique des Milieux Continus* [5].

Toute sa vie Paul Germain aura pratiqué ce qu'il appelait « *la recherche d'entretien* », comme d'autres pratiquent la gymnastique d'entretien, toujours à l'affût des nouveautés dans son domaine, toujours au premier rang lors des séminaires, comprenant le sens des exposés, même les plus confus. Il revendiquait ce plaisir d'apprendre, comme le montre une anecdote survenue lors de son séjour à Brown. Au pompiste qui lui demandait, tout en remplissant son réservoir, quelle était sa profession, Paul Germain avait répondu, avec une certaine fierté, qu'il était professeur d'université. L'homme lui avait alors confié que, selon lui, les professeurs d'université étaient ceux qui, entrés à l'école à 5 ans, n'en avaient pas trouvé la sortie ! Paul Germain, un instant décontenancé, avait accepté cette remarque dévastatrice, reconnaissant qu'il avait soif d'apprendre autant que d'enseigner et qu'en lui l'élève et l'enseignant ne faisaient qu'un. Cette fraîcheur et cette curiosité ne l'ont jamais quitté et c'est tout naturellement que l'Association Française de Mécanique a donné en 2009 le nom de Paul Germain à son prix de thèse.

En 1975, toujours aussi passionné par l'enseignement de sa discipline, Paul Germain, sur la suggestion de Jean Mandel, accepte un poste de Professeur de Mécanique à l'École polytechnique. Il demande à y enseigner la totalité du programme et délivre un cours, dont sera tiré un livre en deux tomes intitulé sobrement *Mécanique*, donnant une vision unifiée, et unique, de tous les aspects de la discipline. Il avait une très noble idée de son métier d'enseignant et une très haute considération pour son public, universitaire ou polytechnicien sans distinction. Il s'estimait responsable de la formation de la génération d'étudiants qui lui était confiée, ne mettait jamais en cause la capacité de compréhension de son auditoire et s'interrogeait constamment sur la clarté de son cours et sur la pertinence de ses choix. Il tirait de l'enseignement un très grand plaisir : « *Eveiller les étudiants à une discipline scientifique, leur en faire découvrir l'intérêt et la beauté, aider de jeunes chercheurs à participer à la grande œuvre de la recherche et être témoin de leur émerveillement dans la fraîcheur des commencements, cela fut et reste pour moi l'une des joies les plus sûres qui m'aient été données* » [6].

L'Académie des Sciences aura occupé une place particulièrement importante dans la vie et dans le cœur de Paul Germain. Elu Correspondant en 1965, puis Membre en 1970, secrétaire perpétuel de 1975 à 1995, il a été associé de très près à la vie de l'Académie et notamment à la réforme des statuts lancée au milieu des années 1970. Le besoin de cette réforme se faisait sentir à plusieurs titres. Tout d'abord les sièges de membres étaient figés dans leur nombre et dans leur intitulé, de sorte qu'un nouveau membre ne pouvait être élu qu'à la suite de la disparition d'un membre en exercice dans la même spécialité. Cette rigidité retardait considérablement, et dans certains cas empêchait, l'élection de scientifiques de tout premier plan, parfois des prix Nobel, faute de sièges vacants dans les domaines appropriés. En second lieu, et probablement en conséquence du premier point, le rôle de conseil que jouait l'Académie auprès de la Nation s'était amenuisé. Le dernier rapport demandé par les pouvoirs publics à l'Académie datait de 1916 et portait sur les mesures à prendre face à l'emploi des gaz de combat. Prisonnière de ses statuts qui remontaient à 1816, l'Académie n'avait pas pu s'adapter au formidable développement de la science et à la naissance de nouvelles disciplines qu'ont connus le 19^{ème} siècle et la première moitié du 20^{ème}. De ce fait elle n'avait pris aucune part à la réorganisation des structures scientifiques du pays dans les années 1960, ni à l'élaboration des programmes des quatrième et cinquième Plans.

En 1975, des voix se font entendre au sein de l'Académie pour engager une réforme. A la même période, le poste de Secrétaire perpétuel de la 1^{ère} division devient vacant et Paul Germain y est élu avec pour mission principale de mener à bien cette modernisation. Le bureau de l'époque obtient tout d'abord l'assouplissement des conditions de nouvelles élections qui fait l'objet d'un décret paru en novembre 1976. Des scientifiques de premier plan rejoignent l'Académie dès 1977 et des domaines nouveaux de la science peuvent être enfin couverts. Restent les questions essentielles. Pourquoi une Académie des sciences dans les nouvelles structures scientifiques du pays ? Quelles modalités d'action ? Quel rôle dans les grands problèmes et dans les grands programmes du troisième millénaire ? L'Académie doit dépasser son image de club de savants, favoriser activement dans le pays le développement des sciences et de leurs applications, contribuer au rayonnement de la science française et incarner, dans la diversité d'opinion de ses membres, la conscience scientifique nationale.

Les réformes envisagées sont ambitieuses et Paul Germain y consacra une grande partie de son temps et de son énergie pendant les vingt années qu'il a passées au poste de secrétaire perpétuel de la première division (1975–1995). Elles ont trois objectifs principaux : souplesse dans la définition et la répartition des postes entre les sections, rajeunissement de l'effectif par la mise en place d'une condition d'âge pour certains postes et par la notion d'effectif de référence, mise en place des organes permettant un bon fonctionnement. Il faudra la clairvoyance des différents Présidents de l'Académie qui se sont succédés, mais aussi les qualités d'écoute et de synthèse de Paul Germain, pour faire avancer ces réformes, ainsi que ses talents exceptionnels d'orateur pour les faire adopter.

Les modifications du règlement intérieur sont approuvées en 1979 par le Président de la République puis une première modification des statuts l'est par la même voie, en juillet 1987.³ A côté de ces réformes structurelles, d'autres mesures importantes sont prises pour doter l'Académie des organes et des outils indispensables à son bon fonctionnement dans sa nouvelle configuration avec notamment la création du CODER (Comité des Etudes et Rapports) et du CADAS (Comité des Applications de l'Académie des Sciences). Pour augmenter la visibilité internationale de l'Académie le nombre d'associés étrangers est significativement augmenté et une profonde rénovation des Comptes-Rendus est engagée.

La mission de conseil de l'Académie est au cœur de la réforme. Durant la période de 20 ans où P. Germain a été Secrétaire perpétuel de l'Académie, ce sont pas moins de 30 rapports et 40 notes ou vœux qui ont été adoptés par la

³ Le mouvement de réforme reprendra en 1999–2001 et aboutira à une refonte majeure des statuts de l'Académie approuvée par les décrets présidentiels de mai 2002 et janvier 2003.

Compagnie, alors qu'aucun n'avait été demandé, ni rédigé, depuis 1916. Le premier de ces nouveaux rapports portant sur « *les difficultés actuelles de la recherche scientifique française* », est remis en 1977 à Mme Saunier-Seïté, Ministre des Universités. Le second, en 1979, porte sur la sécurité nucléaire à la suite de l'accident de Three-Mile Island. Ces rapports, écrits en toute indépendance, portent sur des sujets qui sont parfois choisis par l'Académie, parfois définis par les pouvoirs publics. C'est ainsi qu'en septembre 1979, prenant bonne note du rôle de conseil que l'Académie souhaite retrouver, le Président de la République lui demande son avis sur *les sciences mécaniques et l'avenir industriel de la France*. Un groupe de travail emmené par P. Germain, R. Dautray et L. Malavard analyse en profondeur l'ensemble de la discipline mécanique comme science, technique et industrie. Le rapport [7] issu de ces travaux est approuvé par l'ensemble de l'Académie puis remis au Président de la République en décembre 1980. Il contient de nombreuses recommandations, certaines à destination des pouvoirs publics, d'autres à destination des fédérations d'industriels du secteur, d'autres enfin en direction des acteurs de la recherche. A ce dernier titre, la question de la prise en compte des technologies au sein de l'Académie est posée. Elle évoluera vers la création du CADAS dont le premier Président sera H. Curien et dont est issue l'actuelle Académie des technologies. Le rapport préconise également un rapprochement des différentes sociétés savantes, une vingtaine, qui se réclament de la Mécanique. Cette fusion, pour laquelle P. Germain s'engagera personnellement, aura effectivement lieu en 1997 et donnera naissance à l'Association Française de Mécanique.

Fondateur du Journal de Mécanique (reprenant avec L. Malavard et R. Sierstrunck une initiative de J. Pérès au décès de celui-ci), premier Président de l'Association Universitaire de Mécanique fondée en 1973 par la fusion, qu'il prônait, des associations universitaires de Mécanique des Fluides et des Solides, premier Président du Haut Comité de la Mécanique fondé en 1990 pour conseiller les pouvoirs publics sur les initiatives à prendre dans le domaine, initiateur de la création de l'Association Française de Mécanique, Paul Germain a joué un rôle essentiel dans la structuration de la Mécanique au plan national. Sa notoriété internationale n'était pas en reste. Très actif dès sa création au sein de l'Union Internationale de Mécanique Théorique et Appliquée qu'il a présidée de 1984 à 1988, il était membre de 6 Académies étrangères (Etats-Unis, URSS, Pologne, Belgique, Italie, Pontificale) et docteur *Honoris Causa* de 4 grandes universités européennes.

Cet exposé consacré à l'œuvre scientifique de Paul Germain, serait incomplet s'il n'y était pas fait une brève mention de sa vie familiale et de sa vie spirituelle. Paul Germain avait épousé en 1942 Marie-Antoinette Gardent, rencontrée à l'automne 1939 sur les bancs de la Sorbonne. Ils eurent deux enfants et huit petits-enfants. La vie familiale était placée très haut dans les priorités de Paul Germain. Un jour, devant recevoir les insignes de Grand Officier de l'Ordre National du Mérite de la main du Président de la République, il reçut de l'Élysée une date dans l'emploi du temps très contraint du Président. Il demanda en toute simplicité que la cérémonie fût reportée, pour cause de vacances à la montagne avec ses petits-enfants ! Quant à sa vie spirituelle, Paul Germain, tout en respectant scrupuleusement le principe de laïcité républicain dans toutes ses activités, était un chrétien engagé. Il concevait la science comme l'une des composantes de l'aventure humaine, l'activité spirituelle en étant une autre, le tout concourant à ce qu'il appelait *l'unité de l'esprit*.

Paul Germain restait très attaché à la Bretagne et à Saint-Malo, la ville de ses ancêtres dont il avait fait sienne la devise « *Semper fidelis* » (toujours fidèle). Mais au moment de choisir sa dernière demeure, son choix du cœur se portera sur Saint-Etienne-de-Crossey, petit village de Chartreuse dont est originaire la famille de son épouse et qui fut le lieu de tant de joyeuses réunions familiales. Paul et Marie-Antoinette Germain y sont maintenant⁴ tous deux inhumés.

Références

- [1] P. Germain, Mémoire d'un scientifique chrétien, L'Harmattan, Paris, 2006.
- [2] P. Germain, Sur le contingent dans certains espaces métriques, C. R. Acad. Sci. Paris 219 (1944) 381–383.
- [3] P. Germain, Mécanique des Milieux Continus, Masson, Paris, 1962.
- [4] P. Germain, Cours de Mécanique des Milieux Continus, Tome 1 : Théorie générale, Masson, Paris, 1973.
- [5] P. Germain, Q.S. Nguyen, P. Suquet, Continuum thermodynamics, J. Appl. Mechanics 50 (1983) 1010–1020.
- [6] P. Germain, Notice de titres et travaux, Gauthier-Villars, Paris, 1969 (Archives de l'Académie des sciences).
- [7] Les Sciences mécaniques et l'avenir industriel de la France, La Documentation Française, Paris, 1980.

Pierre Suquet
Membre de l'Académie des sciences

Disponible sur Internet le 1^{er} mars 2010

⁴ Marie-Antoinette Germain est décédée le 19 décembre 2009.