

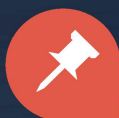
Le bulletin de l'APMEP - N° 534

AU FIL DES MATHS

de la maternelle à l'université...

Édition Octobre, Novembre, Décembre 2019

Le travail en équipe (côté enseignants)



APMEP

Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public

ASSOCIATION DES PROFESSEURS DE MATHÉMATIQUES DE L'ENSEIGNEMENT PUBLIC

26 rue Duménil, 75013 Paris


Tél. : 01 43 31 34 05 - Fax : 01 42 17 08 77

Courriel : secretariat-apmep@orange.fr - Site : <https://www.apmep.fr>

Présidente d'honneur : Christiane ZEHREN



Au fil des maths, c'est aussi une revue numérique augmentée :
<https://afdm.apmep.fr>

version réservée aux adhérents. Pour y accéder connectez-vous à votre compte via l'onglet *Au fil des maths* (page d'accueil du site) ou via le QRcode, ou suivez les logos .

Si vous désirez rejoindre l'équipe d'*Au fil des maths* ou bien proposer un article, écrivez à aufildesmaths@apmep.fr

Annonces : pour toute demande de publicité, contactez Mireille GÉNIN mcgenin@wanadoo.fr

**Prochainement,
dans le fil d'actualité de la revue numérique :
des activités de classe pour les cours de SNT.**

ÉQUIPE DE RÉDACTION

Directeur de publication : Sébastien PLANCHENAUT..

Responsable coordinateur de l'équipe : Lise MALRIEU..

Rédacteurs : Vincent BECK, François BOUCHER, Richard CABASSUT, Séverine CHASSAGNE-LAMBERT, Frédéric DE LIGT, Mireille GÉNIN, Cécile KERBOUL, Valérie LAROSE, Lise MALRIEU, Daniel VAGOST, Thomas VILLEMONTÉIX, Christine ZELTY..

« **Fils rouges** » **numériques** : Gwenaëlle CLÉMENT, Nada DRAGOVIC, Laure ÉTÉVEZ, Marianne FABRE, Robert FERRÉOL, Adrien GUINEMER, Christophe ROMERO, Jacques VALLOIS..

Illustrateurs : Pol LE GALL, Olivier LONGUET, Jean-Sébastien MASSET..

Équipe TeXnique : François COUTURIER, Isabelle FLAVIER, Anne HÉAM, François PÉTIARD, Olivier REBOUX, Guillaume SEGUIN, Sébastien SOUCAZE, Michel SUQUET..

Maquette : Olivier REBOUX.

Votre adhésion à l'APMEP vous abonne automatiquement à *Au fil des maths*.

Pour les établissements, le prix de l'abonnement est de 60 € par an.

La revue peut être achetée au numéro au prix de 15 € sur la boutique en ligne de l'APMEP.

Mise en page : François PÉTIARD

Dépôt légal : Décembre 2019

Impression : Imprimerie Corlet

ZI, rue Maximilien Vox BP 86, 14110 Condé-sur-Noireau ISSN : 2608-9297

1932 : tête chercheuse ¹

À l'occasion des 80 ans du CNRS, Pierre Pansu nous présente l'itinéraire de Marie Charpentier, une mathématicienne méconnue.



Depuis 80 ans, nos connaissances
bâissent de nouveaux mondes

Pierre Pansu

Quand le métier de chercheur est-il apparu ? Est-ce lors de la création du CNRS, le 19 octobre 1939 ? Cette institution a été préfigurée par d'autres, et en particulier la Caisse nationale des sciences (devenue Caisse nationale de la recherche scientifique en 1935), née le 16 avril 1930 sous l'impulsion du physicien Jean Perrin et du biologiste André Mayer, soutenus par Marie Curie.

La Caisse nationale des sciences versait des bourses (et non des salaires accompagnés de cotisations sociales), à taux plein ou en cumul d'une autre activité professionnelle. On peut considérer qu'elle a recruté les premiers chercheurs de métier en France. La majorité des bénéficiaires étaient jeunes, avec une fraction importante de femmes. La première mathématicienne recrutée par la Caisse nationale des sciences fut Marie Charpentier qui, de l'automne 1932 à décembre 1934, a bénéficié d'une bourse à taux partiel, en cumulant avec un emploi de maîtresse d'internat, à La Roche-sur-Yon puis à Tours.

Née en 1903, Marie Charpentier soutient sa thèse à Poitiers en 1931, puis elle bénéficie d'une bourse de la fondation Rockefeller pour un séjour d'un an à Harvard, en 1931-1932, à l'invitation de George Birkhoff². Elle participe au Congrès international des mathématiciens à Zurich en 1932, où elle donne une conférence invitée.

La photo³ ci-contre a été prise lors de ce congrès. Les postes à l'université étant à l'époque pratiquement inaccessibles aux femmes — en mathématiques en tout cas — Marie Charpentier choisit de passer l'agrégation féminine (elle demande la suspension de sa bourse et vit d'une maîtrise d'internat à Angoulême), en 1935 et jusqu'à son succès en 1936.



Marie Charpentier.

À la rentrée 1936, elle est nommée professeure au lycée de jeunes filles de Nancy. Elle obtient un congé et peut se consacrer à la recherche, à Paris, grâce à une bourse de la Caisse nationale de la recherche scientifique à taux plein en 1937-1938 et en 1938-1939. Cette bourse n'étant pas renouvelée, elle rejoint l'enseignement secondaire, qui l'affecte dans des lycées de jeunes filles à Besançon, puis à Bordeaux. Le 12 novembre 1942, elle est chargée de la maîtrise de conférences de mathématiques de la faculté des sciences de Rennes (le titulaire de la maîtrise était Claude Chevalley⁴, parti avant-guerre en mission aux États-Unis), puis elle est promue au rang de professeure en 1947. Cette année-là, elle passe quelques mois à l'Institute for Advanced Study à Princeton, un

1. Ce texte a été écrit pour le site Images des Mathématiques, à l'occasion du 80^e anniversaire du CNRS. Revue de vulgarisation du CNRS, Images des Mathématiques est devenue une revue électronique en 2009 [📄](#).

2. Voir l'article Birkhoff sur Wikipedia [📄](#).

3. Nous n'avons pas trouvé d'autres photos de Marie Charpentier.

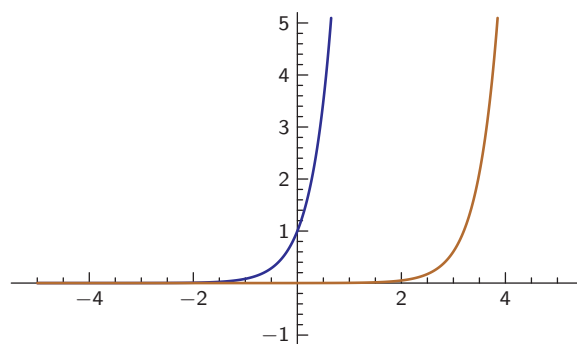
4. Voir l'article Chevalley sur Wikipedia [📄](#).

des hauts lieux de la science à l'époque. On voit combien la carrière de Marie Charpentier a été difficile, et on soupçonne le rôle que la Caisse nationale des sciences a pu jouer pour permettre aux femmes de se faire une place dans le monde universitaire : le nouveau métier de chercheur a aidé à faire évoluer les métiers universitaires traditionnels.

Comme la majorité des chercheuses de la Caisse nationale des sciences dans les années 30, Marie Charpentier était célibataire et elle l'est restée. On lui disait « Mademoiselle ». Jean-Pierre Escotier, l'un de ses collègues recruté comme assistant à l'Université de Rennes en 1964, écrit à son sujet : « Je me souviens de ses parties de tennis avec ses assistants qui étaient priés de lui envoyer la balle là où elle pouvait la renvoyer ; elle était aussi très engagée dans l'aide aux détenus des prisons de Rennes. » Elle n'est sans doute pas étrangère au fait que deux autres mathématiciennes soient devenues professeures à Rennes, en 1954 (Paulette Libermann) et en 1958 (Huguette Delavault). Elle a pris sa retraite en 1973 et est décédée en 1974.

Marie Charpentier a publié abondamment de 1930 à 1939, puis à nouveau en 1946. J'ai dénombré vingt articles dans des revues de mathématiques, dont neuf notes aux *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*. La thèse de Marie Charpentier, intitulée *Sur les points de Peano d'une équation différentielle du premier ordre*, porte sur la question de la détermination de la solution d'une équation différentielle par sa condition initiale. Un exemple d'équation différentielle, c'est $y' = -\tau y$, qui gouverne la décroissance de la masse d'un matériau radioactif : dans l'espace d'une année (durée qu'on peut considérer comme infiniment petite en comparaison de la demi-vie de l'atome ^{238}U , par exemple), une fraction constante τ de la masse y est transformée en un autre élément (pour ^{238}U , cette fraction vaut $\tau = 6,736 \cdot 10^{-11}$). Si le phénomène de décroissance est influencé par des grandeurs qui varient dans le temps, τ devient lui-même

une fonction du temps, l'équation prend la forme $y' = \tau(t)y$. La quantité de masse qui disparaît n'est pas toujours proportionnelle à la masse disponible, la dépendance est donnée par une fonction f , $y' = f(y)$ si le phénomène est indépendant du temps, $y' = f(t, y)$ sous la forme la plus générale. Les solutions de l'équation différentielle sont des fonctions du temps, $t \mapsto y(t)$. Par exemple, pour la décroissance radioactive, la solution qui au temps t_0 vaut y_0 est donnée par la formule $y(t) = y_0 \exp(-\tau(t - t_0))$.



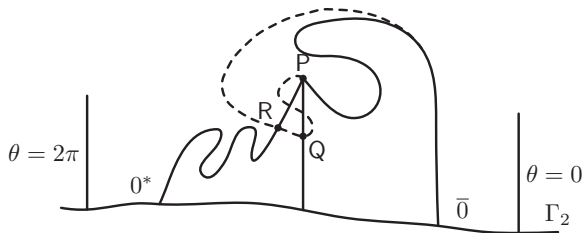
Deux solutions d'une équation différentielle du premier ordre.

Depuis Cauchy, on sait que si la fonction f est dérivable par rapport à y , la condition initiale y_0 détermine de façon unique la solution. Ce n'est plus vrai pour une dépendance moins régulière. Par exemple, lorsque $f(y) = 3|y|^{2/3}$, avec comme condition initiale $y_0 = 0$ en $t_0 = 0$, la fonction nulle et la fonction qui est nulle pour $t \leq 0$ et qui vaut t^3 pour $t > 0$ sont toutes deux solutions de l'équation différentielle. On peut construire encore davantage de solutions : pour chaque $t_1 > 0$, la fonction nulle pour $t \leq t_1$ et qui vaut $(t - t_1)^3$ pour $t > t_1$ en est une. Les points de Peano de l'équation différentielle (du nom du mathématicien italien Giuseppe Peano⁵ qui le premier a étudié ce phénomène), sont les points (t_0, y_0) du plan où passent une infinité de solutions. Sont-ils fréquents ?

Marie Charpentier montre que sur chaque droite verticale, ils sont en nombre au plus dénombrable. Son argument consiste à démontrer que l'application qui à un point P d'une droite verticale associe le faisceau $\mathcal{H}(P)$ des solutions qui passent par

5. Voir l'article Peano sur Wikipedia [▶](#).

ce point possède des limites à droite et à gauche de chaque point. Autrement dit, elle raisonne sur une fonction à valeurs dans un ensemble d'ensembles, point de vue abstrait qui est encore peu répandu en 1930 (elle en attribue la paternité à Jacques Hadamard⁶ et à ses continuateurs Maurice Fréchet et Paul Montel).



Une « courbe fermée remarquable » de Birkhoff.

Ce travail qui mêle topologie et équations différentielles a dû attirer l'attention du mathématicien américain George D. Birkhoff, l'un des fondateurs de la théorie des systèmes dynamiques. Un système dynamique, c'est un système qui évolue au cours du temps, souvent selon une loi qui, elle, ne varie pas dans le temps (comme le principe fondamental de la dynamique, par exemple). La loi peut exprimer la variation infinitésimale de l'état, et donc conduire à une équation différentielle. On peut aussi se contenter d'examiner le système à intervalles réguliers, toutes les heures par exemple. En l'espace d'une heure, le système passe d'un état p à un autre état $T(p)$, la loi est vue comme une transformation T d'un espace d'états. Birkhoff a étudié un modèle simple, où l'espace d'états est le plan. Il suppose le plan divisé en deux régions invariantes, séparées par une frontière commune F . Il construit un exemple où T a grossièrement l'allure d'une rotation sur chacune des régions, mais avec des angles différents. Il montre que l'ensemble F , bien que d'un seul tenant, ne peut pas être une courbe. Qu'est-ce, alors ? Marie Charpentier, lors de son stage postdoctoral⁷ à Harvard, démontre que F ne peut pas être décomposé en deux sous-ensembles fermés et d'un seul tenant. C'est la première fois qu'un objet topologique aussi étrange apparaît

naturellement. Bien plus tard, on comprendra que les continus indécomposables sont omniprésents en systèmes dynamiques : ils font partie du zoo des attracteurs étranges.

C'est ce résultat que Marie Charpentier présente au congrès international des mathématiciens, à Zurich, en 1932. Depuis, il a été redémontré puis amélioré et complété par de nombreux auteurs (on trouve des références de façon continue jusqu'en 2018 inclus), car les exemples de Birkhoff jouent un rôle central en systèmes dynamiques.

Références

- [1] Jean-Pierre Escofier. *Petite histoire des mathématiques*. Dunod, 2016, p. 194. ISBN : 9782100747702.
- [2] Yvette Kosmann-Schwarzbach. « Women mathematicians in France in the mid-twentieth century ». In : *Journal of the British Society for the History of Mathematics* 30 (3 2015). Lire la prépublication [📄](#), pp. 227-242.
- [3] Martine Sonnet. « Genre et partage du travail scientifique aux origines du CNRS (France, années 1930) ». In : *Documents de travail du MAGE* n°9 (2006). Lire l'article ici [📄](#), pp. 225-235.
- [4] Martine Sonnet. « Les chercheuses de la Caisse nationale des sciences en France dans les années 1930 : l'insertion immédiate des femmes dans un métier neuf ». In : *Femmes, savoir, sciences et universités, actes du colloque de Varsovie* (21-23 octobre 2016). À paraître à l'automne 2019.

La bibliographie complète de Marie Charpentier est disponible sur le site Images des Mathématiques [📄](#).

Post-scriptum

Pierre Pansu remercie Isabelle Dujonc, Sylvain Duquesne, Jean-Pierre Escofier, Denis Guthleben, Yvette Kosmann-Schwarzbach et Martine Sonnet.

.....◆.....
Pierre Pansu est professeur à l'Université Paris-Sud. Il est plutôt géomètre. De 2012 à 2015, il a été vice-président de la SMF chargé des actions en direction du grand public.

pierre.pansu@math.u-psud.fr

© APMEP Décembre 2019

6. Voir l'article Hadamard sur Wikipedia [📄](#).

7. C'est un anachronisme !

Sommaire du n° 534

Le travail en équipe (côté enseignants)

Éditorial

Opinions

L'histoire des mathématiques dans les nouveaux programmes de lycée général — Nathalie Chevalarias

✦ Pour le meilleur et pour le pire — Daniel Djament

✦ Labos de maths : un projet d'équipe — Mathieu Vaidie

✦ Collaborer pour produire une ressource : les apprentissages numériques en laboratoire de mathématiques — Maha Abboud

✦ La liberté pédagogique est-elle compatible avec le travail en équipe? — Gérard Sensevy

Avec les élèves

Cogni'classe au collège — Julie Benoit

Math & Manips pour le secondaire supérieur : problèmes d'optimisation — Marie-France Guissard, Valérie Henry, Pauline Lambrecht, Patricia Van Geet, Sylvie Vansimpson et Isabelle Wettendorff

✦ Meurtres à Numbertown — Élodie Henriët et Rhydwen Volsik

La course aux nombres — Anne-France Acciari

1 **Ouvertures** 48

✦ 4 Ingénieries de formation en mathématiques : des réalisations inspirées des *Lesson Studies* — Frédéric Hartmann & Blandine Masselin 48

4 Découpages — Pierre Legrand 56

Récréations 63

La preuve par 9 — Michel Soufflet 63

Au fil des problèmes — Frédéric de Ligt 66

Au fil des jeux — Valérie Larose 68

Les maths s'affichent — Valérie Larose 70

Le coin des problèmes — Claudie Asselain-Missenard 73

Au fil du temps 75

Jeux de boules — Henry Plane 75

1932 : tête chercheuse — Pierre Pansu 79

Matériaux pour une documentation 82

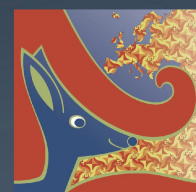
✦ La Commission internationale sur l'enseignement des mathématiques (CIEM) — Richard Cabassut 87

Anniversaires — Dominique Cambrésy 89

Courrier des lecteurs 91



CultureMATH



APMEP

www.apmep.fr