Biographies de mathématiciens célèbres

Compilation de textes tirés de
www.bibmath.net
fr.wikipedia.org
www-history.mcs.st-andrews.ac.uk
et sites Internet divers

Compilé, modifié et rectifié par Johan Mathieu

Version du 25 février 2008

Niels Abel

5 août 1802 [Frindoë, Norvège]
5 avril 1829 [Christiana, Norvège]

La vie de Niels Abel, mathématicien norvégien né le 5 août 1802, est marquée par la pauvreté. Cadet d'une famille de sept enfants, il passa ses années d'enfance dans un pays frappé par la famine du fait du blocus continental, Napoléon ayant contraint les couronnes de Norvège et de Danemark à rejoindre sa coalition contre l'Angleterre. Son père, éminent homme politique norvégien, éduqua lui-même ses deux fils aînés jusqu'en 1815, puis les envoya au collège paroissial d'Oslo. Dans ce lycée, le latin, le grec et la religion étaient enseignées à l'ancienne, avec punitions et châtiments corporels. La situation évolua en 1817 à la suite du renvoi d'un professeur consécutif au décès d'un élève : le lycée recruta un jeune enseignant ouvert aux idées nouvelles et instruit de mathématiques, Bernt Holmboë.

Holmboë enseignait la mécanique céleste d'après Newton et Lalande. Découvrant l'intérêt de Niels Abel pour les mathématiques, il lui obtint une bourse pour étudier à l'université (1820). Abel fréquenta cet établissement jusqu'en 1823. À la fin de cette année-là, à tout juste 19 ans, il démontra l'impossibilité, dans le cas général, de résoudre par radicaux une équation algébrique de degré 5. Son contemporain Galois généralisera ce résultat aux degrés supérieurs. Ces travaux suffirent à convaincre les responsables de l'université de financer un séjour d'Abel à Paris, où il pourrait rencontrer, et peut-être même travailler avec Cauchy. Au cours de 1824, Abel étudia donc l'allemand et le français.

Au cours de l'été 1825, il partit pour Copenhague et de là arriva à Altona, où il rencontra Gauss et l'astronome Heinrich Christian Schumacher. L'hiver suivant, il est à Berlin où il fait la connaissance de Crelle, qui sollicite sa collaboration pour un nouveau journal de mathématiques : le Journal de Crelle. En l'espace de quatre mois (novembre 1825-février 1826), Abel rédige six articles, dont un où se trouve énoncé et démontré le critère de sommabilité d'Abel sur les séries semi-convergentes.

En juillet 1826, Abel rejoint le but de son voyage : Paris. Encore inconnu, Abel ne parvient pas à entrer en contact avec les mathématiciens dont il a lu les livres, Legendre, Poisson et Cauchy. Au sujet de ce dernier, il écrit à Holmboë : « Cauchy cultive l'extravagance, il est impossible de s'entendre avec lui, et pourtant il est celui qui sait le mieux comment il faut faire des mathématiques ».

Pour se faire reconnaître, Abel dépose à la fin du mois d'octobre auprès de l'Académie des sciences un mémoire intitulé « Recherches sur une propriété générale d'une classe très large de fonctions transcendantes ». Ce travail aboutit à une formule générale pour additionner deux intégrales elliptiques. Le rapporteur désigné, Cauchy, impressionné par la longueur du mémoire et la technicité du contenu, en remet la lecture à plus tard.

Dans l'attente d'une invitation qui ne viendra pas, Abel peut lire une nouvelle édition augmentée du « Traité des fonctions elliptiques » de Legendre. Il rédige deux articles pour le Journal de Crelle intitulés « Recherche sur les fonctions elliptiques » publiés en 1827 et 1828. Lassé et à court d'argent, il quitte finalement Paris en décembre 1826.

De retour à Christiana (aujourd'hui Oslo), Abel ne parvient pas à trouver un poste stable à l'université, ses conditions de vie sont de plus en plus précaires et sa santé se fait fragile : il contracte la tuberculose. C'est à ce moment que Jacobi publie ses premiers résultats sur les intégrales elliptiques : d'abord un théorème sur les transformations rationnelles dans ces intégrales, puis une formule d'inversion. En mai 1828, Abel généralise le résultat de Jacobi sur les transformations rationnelles. Ce dernier est enthousiaste et fait à Legendre l'éloge d'Abel. Dans ses dernières semaines, il n'a plus assez de force pour quitter son lit. Il décède le 5 avril 1829, à même pas 27 ans, alors qu'un ami venait juste de lui trouver un poste à Berlin.

A titre posthume, Abel recevra en 1830 le grand prix de Mathématiques de l'Institut de France.

Son nom est associé à :

Lemme d'Abel (Série entière)
Sommabilité au sens d'Abel
Théorème d'Abel
Abélien (Commutativité d'une opération)
Groupe abélien de type fini
Exposant d'un groupe abélien
Tranformation d'Abel

Voici une biographie d'Abel, trouvée sur le site du lycée Claude Fauriel :
http://mathematiques.fauriel.org

Un mathématicien romantique : Niels Henrik Abel (1802-1829)

« Seuls l'art et la science élèvent l'homme jusqu'à la divinité. »

Ludwig van Beethoven (17 juillet 1812)

1772.

Naissance de Søren Georg Abel, fils du pasteur Hans Mathias Abel (1738-1803), et futur père de Niels Abel. La famille paternelle d'Abel a vécu dans différentes régions de Norvège, au gré des circonstances économiques. L'ancêtre Mathias Abel, originaire d'Abild dans le Schleswig, avait quitté le Danemark en proie à la guerre de Trente ans, vers 1640, pour Trondheim et la région du Trøndelag au centre de la Norvège. Les générations suivantes avaient vécu sur la côte ouest du pays.

1781.

Naissance d'Anne Marie Simonsen, fille aînée d'un riche armateur de Risør, Niels Henrik Saxild Simonsen (1748-1820).

1784.

Naissance de Christoffer Hansteen, mathématicien et astronome norvégien. Il sera professeur de mathématiques à Hillerod (île de Seeland), Friedericksbourg, avant d'être nommé à l'université de Christiania (actuelle Oslo) en 1814.

1785.

Hans Mathias Abel est nommé vicaire de la paroisse de Gjerstad.

1786-1792.

Søren Georg Abel est élève à l'École latine d'Helsingør, au Danemark, avant de devenir un étudiant distingué en 1788. Il passe ses examens de théologie du service public à l'Université de Copenhague. L'idéologie des Lumières, et les idéaux de la Révolution française vont inspirer sa pensée. De retour en Norvège en 1792, Søren travaille jusqu'en 1800 comme chapelain à Gjerstad sous la direction de son père.

1794.

Le Danemark, auquel la Norvège est rattachée, signe un traité de neutralité avec la République française. Ce traité est considéré par l'Angleterre comme un acte d'agression.

1795.

Naissance de Bernt Michael Holmboe.

1800.

En mars, mariage de Søren Abel et Anne-Marie Simonsen. Peu après, le jeune ménage s'installe à Finnøy, paroisse composée de plusieurs îles, située sur la côte sud-ouest de la Norvège, au nord de Stavanger, dans le diocèse de Christiansand.

Naissance de Hans Mathias Abel (1800-1842), frère aîné de Niels.

1801.

Le 2 avril, la flotte anglaise détruit la majeure partie de la flotte danoise dans le port de Copenhague. Danemark et Norvège organisent la défense de leurs côtes. Mais ce coup de semonce reste isolé, et la situation économique du royaume restera florissante jusqu'en 1807.

1802. Ce siècle avait deux ans...

Le 5 août, naissance de Niels Henrik Abel à Nedstrand, dans la paroisse de Finnøy. Peut-être est-ce un enfant prématuré.

1804.

Le pasteur Abel est nommé à Gjerstad, où il succède à son père, mort l'année précédente. Pasteur moderniste, féru d'expérimentations agricoles et culinaires, Søren Abel popularise la vaccination antivariolique découverte par Jenner en 1796.

De 1804 à 1815, Niels passe toute son enfance à Gjerstad. Il est élévé par son père et sa tante Elisabeth Simonsen (1786-1867).

Naissance de Christine Kemp.

Naissance de Carl Gustav Jacobi, qui sera le grand rival d'Abel.

1806.

Le pasteur Abel publie un nouveau catéchisme, *Les questions de la religion, avec des réponses, adaptées à la compréhension des jeunes*. De 1806 à 1816, ce manuel d'inspiration rationaliste, comportant 337 questions et réponses, eut 6 éditions successives, de 1000 tirages chacune, les deux premières à Copenhague, les 4 dernières à Christiania.

Naissance de Thomas Hammond Abel (1806-ca 1845).

Après la victoire d'Iéna, Napoléon entre à Berlin.

Phénoménologie de l'esprit de Hegel.

Mémoire d'Argand sur la représentation géométrique des nombres complexes.

1807.

Craignant que la flotte danoise ne se range au côté de Napoléon, les Anglais investissent Copenhague le 2 septembre et capturent la flotte danoise en octobre. Les communications entre Danemark et Norvège sont interrompues, une Commission gouvernementale est installée à Christiania. Le double blocus, maritime imposé par l'Angleterre et continental imposé par la France, appauvrit la Norvège.

Naissance de Peder Mandrup Tuxen Abel (1807-1858), qui reçoit le prénom du lieutenant de marine Peder Mandrup Tuxen, soupirant d'Élisabeth Simonsen.

1808.

En mars, mort du roi Christian VII, malade mental. Son successeur Frédéric VI abroge le pacte de neutralité avec l'Angleterre, et déclare la guerre à la Suède.

1809.

La Norvège a faim. En août, P.-M. Tuxen se couvre de gloire en conduisant le prince de Hessen-Kassel de Danemark en Norvège à travers les lignes anglaises.

Le roi Gustave IV de Suède est renversé et remplacé par son frère, Charles XIII.

1810.

Le vieux Simonsen consent au mariage de sa fille Élisabeth avec P.-M. Tuxen.

Naissance d'Élisabeth Abel (1810-1873) ; Niels Abel aura beaucoup d'affection pour sa petite sœur.

Le maréchal de France Charles-Jean Bernadotte (1763-1844), prince de Ponte-Corvo, est élu successeur de Charles XIII de Suède. Arrivé en Suède en octobre, il se rangera par la suite aux côtés des adversaires de Napoléon, et souhaitera rattacher la Norvège à la Suède.

Fondation de la Société pour le bien-être de la Norvège. Elle regroupe 1500 membres.

1811.

Fondation de la première Université norvégienne, à Christiania. L'excellent professeur Sören Rasmussen (1768-1850) quitte l'École cathédrale pour être nommé sur la chaire de mathématiques.

Naissance d'Évariste Galois à Bourg-la-Reine.

1812.

Le blocus continental fait sentir ses effets en Norvège. Famine et pauvreté.

Début de la parution de la *Science de la logique*, de Hegel.

Théorie analytique des probabilités, de Laplace.

1813.

La Suède se range aux côtés des Alliés, contre Napoléon, et attaque le Danemark.

1814.

En janvier, traité de Kiel : Bernadotte, régent de Suède, contraint le Danemark à lui céder la Norvège. Mais les Norvégiens n'acceptent pas que l'on dispose d'eux sans les consulter, et convoquent une Assemblée constituante (le Storting) qui proclame l'indépendance du pays et vote, le 17 mai, la très libérale constitution d'Eidsvoll. La Suède esquisse une opération militaire qui tourne court, et reconnaît la souveraineté de la Norvège.

Le père d'Abel est élu député au Storting, et participe aux débats. Il confie l'éducation de ses enfants à Lars Thorsen Vævestad, excellent enseignant âgé de 24 ans.

Naissance de Thor Henrik Abel (1814-1870).

B. M. Holmboe entre à l'université, où il suit les cours de mathématiques de Rasmussen. Il fait partie du corps des étudiants volontaires pour défendre la Norvège contre les forces suédoises. Hansteen est nommé professeur d'astronomie à l'Université de Christiania.

1815. Lycéen à Christiania.

Le 31 octobre, Niels Abel s'embarque à Risør pour Christiania, où il arrive cinq jours plus tard. Il entre à l'École cathédrale de Christiania, institution fondée en 1250, où les hauts fonctionnaires envoyaient leurs enfants faire leurs études classiques. Son frère aîné, malade, le rejoindra plus tard. Niels découvre le théâtre. Ses résultats scolaires sont bons mais inégaux.

De 1815 à 1817, il a pour professeur de mathématiques le compétent mais brutal Hans Peder Bader, successeur de Rasmussen. Ses résultats dans cette discipline sont très bons.

B. M. Holmboe est nommé assistant de Hansteen à l'Université.

Acte d'union de la Norvège et de la Suède, après la reconnaissance, par Bernadotte, de la constitution d'Eidsvoll. Waterloo.

Naissance de Karl Weierstrass.

1816.

Søren Abel n'est pas réélu au Storting.

1817.

Un professeur de la faculté de théologie, Stenersen, attaque violemment le catéchisme rationaliste de Søren Abel. Celui-ci vient à Christiania pour se défendre et mobiliser ses amis. La polémique fait rage dans la presse. C'est, pour le père d'Abel, le début d'une longue série d'échecs.

Célébration en grande pompe du troisième centenaire des thèses de Luther.

Les deux aînés passent leurs vacances d'été (15 jours) à Gjerstad. Mort de leur grand-mère Élisabeth Abel.

En novembre, un élève de l'École cathédrale meurt huit jours après avoir été battu par le professeur de mathématiques H. P. Bader. Les élèves se mettent en grève. Bader est suspendu, et remplacé en fin d'année par Bernt Michael Holmboe : rencontre décisive pour le jeune Abel.

1818. L'année fatidique.

À la mort de Karl XIII en février, Charles-Jean Bernadotte devient roi de Suède sous le nom de Karl XIV Johann. Réélu au Storting, le père d'Abel participe aux batailles politiques, et se fait beaucoup d'ennemis. Un pamphlet animalier dénonçant l'union avec la Suède lui est attribué, et suscite un tollé. Une de ses interventions sur une affaire judiciaire est désavouée par le Parlement. Dans le débat sur le système éducatif, il adopte des positions modernes, et prend parti pour un enseignement spécialisé. En septembre, il rentre chez lui brisé, et se réfugie dans la boisson.

Dans l'été, Holmboe consacre deux heures par semaine à exercer ses élèves à résoudre par eux-mêmes de petits problèmes d'algèbre et de géométrie. Les aptitudes de Niels Abel se révèlent aussitôt, et le maître doit choisir pour lui des questions spéciales. Sous son impulsion, Abel emprunte et lit les traités d'Euler, Lacroix, Francœur, Poisson, Gauss, Garnier et Lagrange.

1819. Amitiés de jeunesse.

Hansteen publie ses *Recherches sur le magnétisme terrestre*.

Le lycéen Niels Abel se lie d'amitié avec des étudiants plus âgés, avec lesquels il discute et joue aux cartes : Baltazar Mathias Keilhau, minéralogiste et géologue, Christian Boeck, Jens Hjort, Bernt Schenck et Christian Heiberg, étudiants en médecine. Ces étudiants se rendent célèbres en faisant des recherches géologiques et des expéditions en montagne qui contribuent à la triangulation de la Norvège.

1820. Sans foyer.

Le 10 mars, mort de Niels Henrik Simonsen, grand-père maternel de Niels ; il avait fait faillite quelques années plus tôt.

Hans Mathias, qui montre des signes de faiblesse d'esprit, abandonne ses études et rentre à Gjerstad à l'appel de son père. Le 4 mai, celui-ci meurt à 48 ans, après une maladie de plusieurs mois, aggravée par l'alcool. Ses appels au secours à l'évêque et au doyen étaient restés sans réponse. Conduite scandaleuse de sa femme lors des obsèques. Le ménage battait de l'aile depuis longtemps, et sa femme est incapable d'élever les enfants. Il laisse une famille nombreuse dans une situation précaire : cinq garçons et une fille. L'aîné resta près de sa mère. Jusqu'à sa mort, Niels déploya de constants efforts pour aider ses frères et sa sœur.

Holmboe reconnaît l'exceptionnel talent de son élève, qui lui inspire en juin cette appréciation prémonitoire : *« À son génie remarquable, il associe un appétit insatiable de faire des mathématiques. il deviendra, s'il vit, le meilleur mathématicien du monde.»*

1821. « Jeg har det ! »

Après avoir étudié les Œuvres de Lagrange, Niels Abel s'attaque à un problème célèbre : la démonstration de l'impossibilité de la résolution par radicaux l'équation du cinquième degré. Début 1821, il pense être arrivé à une preuve satisfaisante. Holmboe communique cette démonstration à Hansteen et Rasmussen, qui la transmettent au danois Ferdinand Degen (1766-1825). Celui-ci demande des éclaircissements et des exemples, et adresse une lettre d'encouragements prémonitoire à Abel : *« Je ne puis m'empêcher, à cette occasion, d'émettre le vœu que le temps et les forces intellectuelles, consacrés par un esprit comme M. Abel à une question que je regarde comme stérile, soient dirigés vers un sujet dont le perfectionnement aura les plus importants conséquences pour l'Analyse entière et son application à la dynamique; je veux dire les* transcendantes elliptiques. *Avec des dispositions convenables pour ce genre de recherches, le travailleur ne s'arrêtera pas aux nombresues et belles propriétés de ces fonctions, quelque remarquables qu'elles soient par elles-mêmes, mais il découvrira des détroits de Magellan, conduisant à de vastes régions d'un seul et immense océan analytique. »*

Lors d'un cours de grec de G. Sverdrup, Niels Abel se lève brusquement, et se précipite vers la sortie en s'exclamant : *« Jeg har det ! »* (J'y suis !).

En juin, il passe avec mention bien l'*examen artium*, en compagnie des candidats des Écoles cathédrales de Trondheim, Bergen, Christiansand, et de candidats formés par des précepteurs privés. En août, il se rend à Gjerstad, où le pasteur Aas a succcédé à son père. Sa mère s'est installée à la ferme Lunde.

En juin-juillet, Hansteen conduit une expédition de Christiania à Bergen, via Kongsberg, à travers le plateau du Hardangervidda.

En septembre, Abel entre à l'Université de Christiania, et s'intalle à la résidence universitaire Regentsen, où il demeurera jusqu'en 1825. Il y donne des cours particuliers pour compléter sa bourse. Il a pour condisciples deux anciens camarades de l'École cathédrale, Jacob Skelderup, fils d'un professeur, et Carl G. Maschmann, fils d'un riche pharmacien. En mathématiques pures, l'étudiant Abel dépasse déjà ses maîtres, Rasmussen, professeur de mathématiques pures et Hansteen, professeur de mathématiques appliquées et d'astronomie. Cela lui vaut une aura particulière. Il adresse une requête pour que son jeune frère Peder puisse venir étudier à Christiania, et partager sa chambre. Il passe les fêtes de Noël au presbytère d'Eidsberg, chez les parents de B. M. Holmboe. Celui-ci a huit frères et sœurs ; l'un avait été assistant au laboratoire de chimie de l'Université, un autre était camarade de Niels. Celui-ci se rend ensuite à Gjerstad, avant de rentrer à Christiania avec son frère Peder.

1822. L'année heureuse.

Une Société savante est créée à l'initiative de Christian Peter Boeck (1798-1877), étudiant en médecine et en zoologie, et de Balthazaar Mathias Keilhau (1797-1858), géologue passionné, tous deux grands amis d'Abel.

En juin, Abel passe l'*examen philosophicum*. Dans l'été, il nage, fort bien, sur la plage située au pied de la forteresse d'Akershus. À Gjerstad, il est reçu avec déférence par le pasteur Aas.

Il lit l'*Exposition du système du monde*, et la *Théorie analytique des probabilités*, de Laplace, puis la *Correspondance sur l'École polytechnique*, de Hachette, élève et assistant de Monge, ainsi que le premier roman historique norvégien, *Othar de Bretagne*, de M. Hansen.

Parution du *Traité analytique de la chaleur*, de Fourier, et du *Traité de géométrie projective*, de Poncelet.

1823. Le grand tournant.

Début février, parution du premier numéro de la *Revue de sciences physiques et naturelles*[1], éditée par Hansteen, Lundh et Maschmann père. Dans le second numéro, Abel publie son premier article, sur les équations fonctionnelles[2]. Son second article porte sur l'équation intégrale qui porte son nom, issue d'un problème de mécanique.

Il rédige en français un mémoire (perdu depuis) donnant une méthode générale pour établir l'intégrabilité de n'importe quelle relation différentielle. Hansteen présente ce mémoire au Collège académique, et émet le souhait qu'Abel puise aller au Danemark présenter ses travaux, et compléter sa formation. Rasmussen finance ce voyage, Hansteen et sa femme l'habillent, et lui donnent des lettres de recommandation.

Séjour à Copenhague du 13 juin à la fin août. Abel est reçu chez les sœurs de Mme Hansteen, notamment Charité Borch, dont il tombe amoureux, et chez son oncle Tuxen. Il va au théâtre, et rencontre Christine Kemp, chez son oncle ou lors d'un bal. Il noue des liens avec le milieu mathématique danois : Degen, Thune, Krejdal, Ursin, von Schmidten. Il montre à Degen ses trouvailles en arithmétique et surtout ses premiers résultats relatifs à l'inversion des fonctions elliptiques.

De retour en Norvège, Abel étudie les 3 tomes d'*Exercices du calcul intégral* de Legendre, publiés entre 1811 et 1819, et les *Disquisitiones arithmeticae* de Gauss. Il fait des travaux en théorie des nombres, en analyse (ses idées se précisent concernant l'inversion des fonctions elliptiques), et en algèbre. Vers la Noël, il achève la démonstration de l'impossibilité de résoudre par radicaux l'équation générale du 5ème degré, problème déjà abordé en 1799 par l'italien Paolo Ruffini (1765-1822).

Les autorités se préoccupent de sa situation matérielle et de sa formation : sa bourse est renouvelée, et un grand voyage européen est envisagé. Abel cherche à faire éditer son Traité sur l'*Intégration des équations différentielles.*

1824. Les fiançailles.

Abel publie en français, à compte d'auteur, à Christiania, son *Mémoire sur les équations algébriques*. Ce mémoire, trop concis, ne trouva pas l'accueil escompté : occupé par d'autres sujets, Gauss reçut un exemplaire qu'il n'ouvrit pas. Abel rerédigea ce mémoire de manière plus détaillée dans le *Journal de Crelle* en 1826.

Au printemps, Christine Kemp est nommée gouvernante dans la famille Thorne de Son, au sud-est du fjord de Christiania.

Hansteen publie un article d'Abel sur l'Influence de la lune sur le mouvement du pendule, et l'envoie à l'astronome d'Altona, Schumacher. En août, celui-ci répond qu'Abel a oublié l'attraction exercée sur la terre par la lune.

Keilhau accompagne le professeur Steffens, de retour en Norvège après 30 années d'absence, dans des expéditions géologiques et topographiques. Keilhau reçoit une bourse pour voyager en Allemagne. Maschmann part étudier la pharmacologie à Berlin.

À l'automne, Abel étudie les *Mémoires de l'Institut de France* et les *Annales de Gergonne*.

Abel passe les fêtes de Noël à Son, avec Christine. Au retour, il surprend ses amis en leur annonçant ses fiançailles avec la jeune fille. Réservé sur sa vie privée, Niels Abel semble avoir été

---

[1] *Magazin for Naturvidenskaberne.*

[2] *Méthode générale pour trouver des fonctions d'une seule variable, lorsqu'une propriété de ces fonctions est exprimée par une équation entre deux variables.*

un moment partagé entre ses sentiments pour Charité Borch, sœur de Mme Hansteen, et pour Christine Kemp, mais il avait une grande confidente en la personne de Mme Hansteen, qu'il appelait sa «*deuxième mère*».

1825. Le grand départ.

La jeune université de Christiania envoie à l'étranger sa première génération d'étudiants de toutes disciplines : Boeck, Møller, Tank, et Abel. Celui-ci obtient une bourse pour rendre visite aux mathé-maticiens de Paris et Göttingen, et part le 7 septembre pour un grand voyage de 20 mois.

Il rend visite à Christine à Son, et s'embarque pour Copenhague en compagnie de Boeck et Møller. Il visite ses parents et amis danois, les Tuxen et les Borch, au physicien Ørsted et au mathématicien von Schmidten, qui lui donne une lettre de recommandation pour le Geheimrath Crelle, de Berlin.

Il gagne Lübeck en bateau, puis rejoint ses compagnons à Hambourg. Il rend visite à l'astronome Schumacher, ami de Gauss, à Altona. Il décide alors de suivre ses amis à Berlin, où il arrive le 11 octobre, et restera jusqu'en mars 1826. Ce détour imprévu sera de grande conséquence pour son avenir, car il rencontre le conseiller privé August Leopold Crelle, passionné de mathématiques. Celui-ci envisage justement d'éditer un Journal scientifique. Abel participe à la vie mondaine : le lundi, il assiste aux soirées musicales organisées par Crelle ; le samedi, il est invité au salon de Mme Lévy ; le vendredi, il se promène avec Crelle en compagnie de Jakob Steiner, géomètre autodidacte d'origine suisse. En décembre, Abel fête la Noël en compagnie de ses amis norvégiens... et leur voisin du dessus, qui n'est autre que Hegel, envoie sa servante se plaindre du tapage nocturne, avant de grommeler : *« Nicht Dänen, sie sind russische Bären. »*

Pendant ce temps, S. Rasmussen démissionne en novembre de son poste de professeur de mathématiques à l'université, pour prendre une direction à la Banque de Norvège. Les deux personnes les plus compétentes pour le remplacer sont Holmboe et Abel. Mais celui-ci est en voyage, et jugé trop fort pour assurer l'enseignement élémentaire, aussi le conseil de l'université choisit Holmboe, plus ancien Cette décision n'entama pas l'amitié entre Abel et son maître, mais laissait sa situation matérielle en suspens.

Mémoire de Cauchy sur les intégrales d'une fonction de variable complexe.

1826. De Berlin à Paris.

Au début de l'année, Abel publie d'importants articles dans les premiers numéros du *Journal de Crelle*. Dans ses *Recherches sur la série du binôme*, il fonde la théorie des séries entières sur des bases rigoureuses : lemme d'Abel, transformation d'Abel et théorème de la limite radiale. Keilhau rejoint ses amis berlinois. Abel renonce à rencontrer l'inabordable Gauss à Göttingen, et quitte Berlin en leur compagnie, en mars, pour Leipzig, Freiberg, Dresde, Prague, Vienne (où il entrevoit l'Aiglon, croise peut-être Schubert et Beethoven, et rend visite à l'astronome von Littrow), Graz, Trieste, Venise, Vérone, Bolzano, Innsbruck, Lucerne et Bâle.

De là, Abel gagne directement Paris, où il arrive le 10 juillet, muni de lettres de recommandation. Il loge 41, rue Sainte Marguerite, à Saint Germain des Prés, et fait la connaissance du peintre norvégien Gørbitz, qui fera le seul portrait que nous ayons de lui. Abel rencontre, entre autres, Legendre et Cauchy, et achète des livres pour l'université de Christiania. Il dépose à l'Institut son grand *Mémoire sur une propriété générale d'une classe très étendue de fonctions transcendantes*, que Cauchy occupé laissera dormir dans un tiroir avant de le retrouver et le présenter en 1829, quelque temps après la mort d'Abel. Celui-ci vit dans un réel dénuement, et dans une solitude relative après le départ de Keilhau, nommé professeur à Christiania. Au cours de l'automne, Abel, déprimé par la perte de son mémoire, prend froid, et consulte un médecin, qui diagnostique la tuberculose.

Les années 1825-1830 sont en France une période de transition scientifique, marquée par le vieillissement des savants de l'époque révolutionnaire : Laplace, Legendre, Fourier, et par un désin-térêt pour les mathématiques pures. Néanmoins, Abel fait la connaissance du jeune étudiant prussien P. G. Lejeune-Dirichlet, et noue des liens avec les collaborateurs du *Bulletin de Férussac*, notam-ment J. F. Saigey et F. V. Raspail.

Le 29 décembre, Abel quitte Paris pour Berlin : *« Mon voyage de Paris a été terriblement vide »*, écrit-il à Boeck. [3]

Pendant ce temps, Holmboe a accepté un poste de chargé de cours à l'Université de Christiania. Cette nomination a été critiquée a posteriori, car ce poste aurait dû être attribué à Abel. Mais Abel était en voyage, et l'ancienneté a primé. Après une légère gêne, les relations entre les deux hommes redeviennent excellentes.

Naissance de Riemann. Premiers travaux de Lobatchevski.

1827. Retour au pays.

À Berlin, Abel retrouve ses connaissances, et ses habitudes. Crelle insiste pour qu'il reste sur place, mais Abel préfère rentrer au pays. Fin avril, il quitte Berlin pour Copenhague, où il retrouve ses amis et sa fiancée. De retour à Christiania le 20 mai, il vivote de maigres bourses et de quelques leçons particulières, l'Université lui ayant refusé la création d'un poste. Il est élu à la Société royale norvégienne pour les sciences.

Un long mémoire intitulé *Recherches sur les fonctions elliptiques*, paraît en deux livraisons dans le *Journal de Crelle*. Ce mémoire inaugure la grande rivalité avec Jacobi.

Crelly est nommée gouvernante chez les Smith, fondeurs à Froland (dans l'arrière-pays d'Arendal) et amis de la famille Abel.

Mort de Laplace. Travaux de Gauss sur les surfaces.

1828. Le chant du cygne.

Comme celles de Wolfgang Amadeus Mozart et de Franz Schubert, la dernière année de Niels Henrik Abel fut marquée par une production ininterrompue. C'est l'année de la maturité, et la grande période de la rivalité avec Jacobi. Leurs travaux vont révolutionner la théorie des fonctions elliptiques, telle qu'elle était exposée par Legendre.

Pressenti pour un poste de docent à l'Université de Berlin, Abel décline cette offre, préférant rester dans sa patrie, où il espère encore trouver un poste. Néanmoins, dans les mois à venir, Crelle multipliera les contacts, avec Von Humboldt, Legendre, etc. pour trouver un poste au jeune mathématicien.

Le 29 mars, Abel achève la rédaction d'un *Mémoire sur une classe particulière d'équations résolubles algébriquement*, qui paraîtra après sa mort dans le *Journal de Crelle*. Il cherche à caractériser les équations résolubles par radicaux, problème qui sera complètement résolu par Évariste Galois.

Le 19 mai, Hansteen part diriger une expédition scientifique à travers la Sibérie (Irkoutsk et Kiachta), à la recherche (vaine) d'un second pôle magnétique ; il rentrera en 1830. En l'absence d'Hansteen, Abel est nommé professeur associé à titre temporaire à l'Université.

Le 27 mai, Abel achève une longue note intitulée *Solution d'un problème général concernant la transformation des fonctions elliptiques*, qui paraît dans les *Astronomische Nachrichten* de Schumacher.

Le 1 juillet, Abel s'embarque avec Crelly pour passer ses vacances d'été à Froland. Il reste un mois et demi auprès de sa fiancée.

Le 27 août, il rédige une note intitulée *Théorèmes sur les fonctions elliptiques*, dans laquelle il établit et généralise une formule donnée sans démonstration par Jacobi. Dans une lettre du 25 octobre, le vieux Legendre félicite Abel pour ses beaux travaux. Abel rédige un *Précis d'une théorie des fonctions elliptiques*, qu'il cherche à éditer, et n'achèvera pas complètement. Ce précis d'une centaine de pages paraîtra dans le *Journal de Crelle* après sa mort.

Le 15 septembre, à Paris, les académiciens Legendre, Poisson, Lacroix et Maurice donnent au comte Löwenhielm, ambassadeur de Suède, une pétition adressée au roi Karl Johann demandant la publication des œuvres d'Abel. Cette initiative resta ignorée d'Abel.

---

[3] ajoutant : *« J'ai pris la diligence de Paris à Bruxelles via Valenciennes. Pendant tout le voyage je suis resté seul avec une danseuse, non pas du grand opéra, mais de théâtres de second rang. Voisinage dangereux dans la nuit. Elle a dormi dans mes bras, bien sûr, mais ce fut tout. En tout cas, j'ai eu des discussions extrêmement édifiantes avec elle, sur les choses éphémères de ce monde. »*

Au cours de l'automne, celui-ci tombe malade et s'alite pendant plusieurs semaines. Néanmoins, il part en traîneau pour Froland, où il arrive le 19 décembre pour passer les fêtes auprès de Crelly, gouvernante des enfants du fondeur Sivert Smith, à l'invitation de celui-ci.

1829. Le jeune homme et la mort.

Le 6 janvier, Abel termine une note de deux pages commencée à Noël, dans laquelle il reprend le théorème de son mémoire égaré de Paris, et il l'envoie aussitôt à Crelle. C'est son dernier travail.

Le 9 janvier, son état de santé ne lui permet pas de retourner à Christiania reprendre son service. Il crache le sang. Il est très bien soigné par sa famille d'accueil et par l'excellent docteur Møller, d'Arendal, qui croit d'abord à un rétablissement possible, puis lui cache la gravité de son mal.

« Niels Abel, mathématicien, célibataire, est décédé aux usines de Froland âgé de 26 ans le 6 avril 1829. L'enterrement a eu lieu le 13 avril. » registre de l'église de Froland.

Le 25 janvier, Legendre lui envoie une lettre d'hommage. Les bruits d'une nomination à Berlin se précisent. *« Tu ne seras pas appelée "madame" ou ma "femme", mais on dira "der Hr. Professor mit seiner Gemahlin" »,* plaisante Niels Abel.

Début février, il s'alite pour ne plus se relever. *« Ce qu'ils m'ont dit à Paris n'est pas vrai ¾ je n'ai certainement pas la consomption »*, s'exclame le jeune homme. En mars, sentant ses forces décliner, il fait transmettre par la famille Smith, à son ami B. M. Keilhau son souhait de le voir demander la main de sa fiancée.

6 avril. Mort de Niels Abel, à 4 heures de l'après-midi.

8 avril. Lettre de Crelle : *« Mon cher, mon précieux ami, je puis maintenant vous apporter de bonnes nouvelles. Le Ministère de l'Éducation a décidé de vous appeler à Berlin, et de vous offrir un poste. (...) Vous pouvez maintenant envisager tranquillement l'avenir. (...). Vous allez venir dans un bon pays, avec un meilleur climat, et serez plus proche de la science et des authentiques amis qui vous estiment et vous aiment. »*

On se prend à rêver à ce que seraient devenues les mathématiques, si le destin avait accordé à Niels Abel le temps de rejoindre Dirichlet, Jacobi et Steiner à Berlin, et de lire les travaux d'un jeune lycéen révolté du nom d'Évariste Galois...

13 avril. Enterrement de Niels Abel à Froland.

12 mai. Schumacher annonce à Gauss la mort d'Abel. Celui-ci répond : *« La mort d'Abel, que je n'ai vue annoncée dans aucun journal, est une bien grande perte pour la science. »* Crelle, Legendre, Jacobi rendent hommage à Abel. Les académiciens français présentent leurs condoléances à l'ambassadeur de Suède et renouvellent leur souhait de voir publiées les Œuvres mathématiques d'Abel. Le Mémoire de Paris (90 pages) égaré est retrouvé ; l'Académie décide de le publier, mais diverses circonstances vont retarder cette publication, qui n'aura lieu qu'en 1841.

En juin, Crelly confie à Holmboe les papiers posthumes de son fiancé. Holmboe publie en novembre une nécrologie dans la *Revue de sciences physiques et naturelles*.

Les 25 mai et 1 juin, Évariste Galois présente à l'Académie des sciences ses *Recherches sur les équations algébriques de degré premier*.

En juillet, Évariste Galois échoue à l'École polytechnique, peu après le suicide de son père.

Parution des *Fundamenta Nova* de Jacobi.

Parution du *Précis d'une théorie des fonctions elliptiques* d'Abel, dans le *Journal de Crelle*.

1830 : Consécration posthume.

En janvier 1830, le professeur de géologie B. M. Keilhau rend visite à Crelly Kemp à Froland, et lui demande sa main par fidélité au souvenir de son ami. Ils se marieront un an plus tard.

En février, Galois rédige et présente à l'Académie un *Mémoire sur les conditions de résolution des équations par radicaux*. Ce mémoire, destiné à concourir pour le Grand prix de l'Académie, résout un problème auquel Abel s'était attaqué. Il sera égaré à cause de la mort de Fourier, et du départ de Cauchy en exil.

Le 28 juin (ou 24 juillet ?) l'Académie des sciences de Paris décerne conjointement son Grand prix à Abel et Jacobi en récompense de leurs travaux sur les fonctions elliptiques. La famille Abel reçoit 1500 francs.

1832.

30 mai. Évariste Galois se bat en duel dans des conditions mal élucidées, près de l'étang de la Glacière. On le trouve quelques heures plus tard, gravement blessé à l'abdomen. Transporté à l'hôpital Cochin, il meurt le 32 dans les bras de son frère. *« Ne pleure pas. J'ai besoin de tout mon courage pour mourir à vingt ans.* »

Naissance de Ludvig Sylow (1832-1918), à Christiania, futur spécialiste de théorie des groupes, et professeur de Sophus Lie (1842-1899). Tous deux éditeront les Œuvres d'Abel.

1833.

Le mathématicien Libri, à qui Legendre a parlé d'Abel, publie la première biographie d'Abel. Cette biographie, de qualité sur le plan mathématique, mais imprécise sur celui des faits, restera longtemps la seule.

Mort de Legendre, auquel Libri succède à l'Académie des sciences.

1837.

Hansteen dirige les travaux de triangulation de la Norvège.

1839.

Holmboe, à qui Crelly a confié les manuscrits d'Abel, édite les Œuvres d'Abel, en deux tomes. Dans la préface, il écrit : *«Le temps et les soins que j'ai dû mettre à la rédaction de ce travail, je les tiendrai toujours pour le loisir le mieux employé de ma vie, s'il peut contribuer à répandre cet ouvrage, la plus importante production de nos jours en son genre. (...) C'est pourquoi les œuvres de cet auteur appartiennent au premier rang de celles que nul mathématicien, pour peu qu'il désire se mettre au fait de sa science, ne pourra se dispenser de lire.»*

1841.

Publication du Mémoire de Paris sur les fonctions elliptiques. Le manuscrit disparaît peu après, subtilisé par Libri, devenu bibliophile indélicat.

1844.

Alfred Galois confie à Liouville les papiers laissés par Évariste. Liouville en reconnaît la valeur.

1846.

Mort d'Anne Marie Abel, mère de Niels Abel.

1850.

Mort de B. M. Holmboe.

Condamnation de Libri par contumace pour avoir dérobé de nombreux livres rares dans les bibliothèques de France ; Libri s'était enfui à Londres.

1851.

Mort de Carl Gustav Jacobi.

1859.

Au cours d'une vente à Londres, figurent deux manuscrits d'Abel envoyés par Crelle à Libri, *Précis d'une théorie des fonctions elliptiques*, et son dernier texte, *Démonstration d'une propriété générale d'une certaine classe de fonctions transcendantes*.

1862.

Mort de Christine Kemp, sans enfants.

1873.

Mort de Christoffer Hansteen, à près de 90 ans.

1881.

Nouvelle édition complétée, des *Œuvres complètes* d'Abel, par Ludvig Sylow et Sophus Lie. C.-A. Bjerknes publie une biographie d'Abel, *Niels Henrik Abel, sa vie et son action scientifique*. Ces deux ouvrages sont traduits en français et en allemand. Ils sont actuellement édités en France par Jacques Gabay.

1902. Le centenaire.

Célébration du centenaire de la naissance d'Abel, à Froland, Gjerstad et Christiania. L'Université d'Oslo publie un mémorial rassemblant les documents et la correspondance d'Abel. Le grand poète Bjørnsterne Bjørnson (futur prix Nobel) écrit une cantate de onze strophes à la mémoire d'Abel, orchestrée par Christian Sinding. Le grand sculpteur Gustav Vigeland fond un monument à la mémoire d'Abel, qui est installé en 1908 dans le parc du palais royal.

1952.

Le mathématicien norvégien Viggo Brun se rend à la bibliothèque Moreniana de Florence, pour examiner des manuscrits attribués à Abel. Il reconnaît le grand mémoire de Paris, subtilisé par Libri.

2003. Le bicentenaire.

A l'occasion du bicentenaire de la naissance de Niels Abel, un prix Abel est créé en Norvège. Il est décerné au mathématicien français Jean-Pierre Serre (né en 1926).

Bibliographie

C.-A. Bjerknes : Niels Henrik Abel, sa vie et son action scientifique (Gabay)
O. Ore : Niels Henrik Abel, un mathématicien romantique (Belin)
A. Stubhaug : Niels Henrik Abel and his time (Springer)

Jean Le Rond d'Alembert

16 novembre 1717 [Paris, France]
29 octobre 1783 [Paris, France]

Jean le Rond d'Alembert, né le 16 novembre 1717 à Paris, est l'enfant illégitime d'un commissaire d'artillerie et d'une marquise. Abandonné à sa naissance sur les marches de l'église parisienne de Saint Jean le Rond (qui lui a donné son prénom), il est recueilli par la femme d'un artisan-vitrier qui l'élèvera comme son fils. En retour, d'Alembert vivra avec elle jusqu'à la mort de celle-ci (soit pendant 48 ans!). Secrètement, son père lui versera une pension qui subviendra à l'éducation du jeune homme. D'Alembert se révèle particulièrement doué pour les mathématiques, et il étudie avec succès le droit et la médecine.

Après des premiers mémoires sur la mécanique des fluides et sur le calcul intégral, il est admis à 24 ans à l'Académie des Sciences comme associé astronome adjoint. En 1743, il publie son important Traité de la Dynamique, où il améliore la définition d'une force, et donne ce qu'on appelle désormais le principe de d'Alembert (conservation de la quantité de mouvement). En 1747, il écrit un article sur les cordes vibrantes, où, pour la première fois, il donne et résout l'équation aux dérivées partielles qui régit la propagation des ondes sonores. On doit aussi à d'Alembert des Réflexions sur la cause générale des vents (reprises et généralisées par Euler), et un traité sur la précession des équinoxes, où il donne une solution partielle au problème des 3 corps. Ces travaux de d'Alembert apparaissent comme très solides mathématiquement, mais font parfois appel à des simplifications de problèmes physiques très discutables, voire opposées à la réalité. Cela lui vaudra de vives querelles avec Euler, Clairaut, et D. Bernoulli.

A compter de 1746, d'Alembert se lance avec Diderot dans une aventure monumentale, la rédaction de l'Encyclopédie, Dictionnaire raisonné des Sciences, dont le 1er volume parait en 1751. Dans le Discours préliminaire qui ouvre l'Encyclopédie, d'Alembert affirme le lien entre le progrès des sciences et le progrès social. Il s'inscrit totalement dans le courant des Lumières, et il lutte contre l'obscurantisme religieux et politique. C'est cette activité philosophique qui remplace peu à peu son travail de mathématicien.

D'Alembert n'a presque jamais quitté Paris. Il refuse notamment à Frederick II la présidence de l'Académie de Berlin; il décline aussi l'invitation de Catherine II de devenir le précepteur de son fils (en Russie), malgré la bourse importante qu'elle propose. Au contraire, il fréquente les salons et aime la vie mondaine, parisienne. En 1754, il devient membre de l'Académie Française, dont il est le secrétaire perpétuel à compter de 1772. Sa domination y est alors presque despotique, et il est peu aimé par ses pairs.

La fin de la vie de d'Alembert est marquée par la maladie, et il décède le 29 octobre 1783 des suites de ces maladies. Laissons la conclusion à sa mère adoptive, peu satisfaite des activités de son fils : "Qu'est-ce qu'un philosophe? C'est un fou qui se tourmente toute sa vie pour qu'on parle de lui lorsqu'il n'y sera plus".

Son nom est associé à :

Règle de d'Alembert
Théorème de d'Alembert-Gauss
D'Alembertien Opérateur différentiel
Règle de d'Alembert

Mohammed Al-Khwarizmi

vers 780 [Bagdad, Irak]
vers 850

Mohammed ibn Musa al-Khwarizmi est le premier des mathématiciens persans, et sans doute le plus connu. Il vit à Bagdad du temps de la splendeur de la dynastie abbasside. Le calife al-Mamum qui règne sur l'empire encourage les sciences et les arts. Il crée le premier observatoire permanent au monde, il fonde une maison de la sagesse où al-Khwarizmi et d'autres traduisent des textes scientifiques et philosophiques grecs, et étudient, à partir de ceux-ci, astronomie, algèbre et géométrie.

Le premier mérite d'al-Khwarizmi est d'avoir été un formidable passeur de connaissance. Il introduit dans son aire culturel les connaissances mathématiques indiennes, notamment le système décimal de numération. La traduction latine de son ouvrage « Algorithmi de numero indorum » permit la transmission de ces connaissances jusque dans l'Occident du douzième siècle. D'ailleurs, le mot Algorithmi, traduction latine d'al-Khwarizmi, a donne notre "algorithme".

Al-Khwarizmi est aussi un des pionniers de l'algèbre. Dans son traité, « Kitab al jabr w'al muqabalah », il traite de façon systématique les équations du second degré. En utilisant l'al jabr, littéralement la remise en place, il transforme une soustraction dans un membre en une addition dans l'autre membre, tandis qu'al muqabalah, littéralement le balancement, revient à supprimer dans les deux membres l'addition d'un même terme. Il ramène ainsi toutes les équations du second degré à six équations qu'il sait résoudre. Dans la plus pure tradition euclidienne, il complète ces méthodes algébriques par des résolutions géométriques. C'est le terme al jabr, qui, traduit en latin par algebra, a donné notre mot algèbre.

Son nom est associé à :

Algèbre
Algorithme

Archimède

287 avant J.C. [Syracuse, Italie]
212 avant J.C. [Syracuse, Italie]

Archimède est né vers 287 av J-C à Syracuse, en Sicile, terre qui est alors objet des convoitises des armées de Rome et de Carthage. On sait assez peu de choses sur sa vie, seuls quelques épisodes sont racontés par Plutarque, écrivain grec très postérieur au scientifique. Tout juste sait-on qu'il est le fils d'un astronome, Phydius, qu'il est ami du roi Hiéron, tyran de Syracuse. On pense aussi qu'il étudia quelques années en Egypte, à Alexandrie, auprès des successeurs d'Euclide.

Avant tout, Archimède excelle en géométrie, où il invente des méthodes d'avant-garde. Il calcule notamment la longueur du cercle en l'approchant par des polygones réguliers inscrits et exinscrits. En utilisant des polygones réguliers à 96 côtés, il montre notamment sa célèbre formule d'approximation de pi :

$$\frac{223}{71} \leq \pi \leq \frac{22}{7}.$$

Ceci préfigure, près de 2000 ans auparavant, le calcul intégral inventé par Newton et Leibniz. Archimède applique cette méthode d'exhaustion à divers calculs de volume, et prouve par exemple que le volume de la sphère vaut les 2/3 du volume du cylindre circonscrit. Il juge cette découverte si importante qu'il demande à ce qu'elle soit gravée sur sa tombe. Il étudie aussi le déplacement uniforme d'un point sur une droite elle-même en rotation uniforme autour d'un point. La courbe résultante, d'équation polaire r=at, s'appelle désormais spirale d'Archimède.

Mais Archimède est surtout connu pour ses travaux en statique et en hydrostatique. Il est l'auteur du célèbre principe : "Tout corps plongé dans un liquide subit, de la part de celui-ci, une poussée exercée du bas vers le haut et égale, en intensité, au poids du liquide déplacé". La légende raconte qu'il aurait fait cette découverte en réponse à une question du roi de Syracuse, qui se demandait si sa couronne était en or massif. Réfléchissant à ce problème dans son bain, Archimède aurait eu l'idée lumineuse de son principe. Très excité, il serait sorti nu dans la rue en criant "Euréka!" (j'ai trouvé).

Une autre phrase célèbre d'Archimède est le fameux "Donnez-moi un point d'appui, et je soulèverai le monde". Elle illustre le principe du levier, et ses travaux sur les moments de force. Par ailleurs, Archimède est l'auteur d'un traité sur les centres de gravité.

Brillant théoricien, Archimède est aussi un ingénieur qui invente la vis sans fin, ou des machines pour la défense de Syracuse comme la catapulte. Grâce aux créations d'Archimède, Syracuse résistera pendant 3 ans aux Romains lors de la Seconde Guerre Punique. Mais la ville finit par être prise, et Archimède décède lors de l'invasion. La fin de sa vie est décrite ainsi par Plutarque :

> Comme le destin le voulait, Archimède était en train de résoudre un problème par un diagramme, et avait les yeux et l'esprit fixés sur l'objet de sa réflexion; il ne remarqua pas l'entrée des Romains, ni le fait que la ville ait été prise. Inopinément, un soldat survint et lui demanda de l'accompagner. Comme il refusait d'obtempérer tant que son problème n'était pas résolu, le soldat fou de rage brandit son sabre et le transperça...

La légende affirme qu'il dit en fait à ce soldat « ne dérange pas mes cercles ! ».

Le général Marcellus qui dirigeait l'armée romaine, et qui avait en haute estime le savant, ne désirait pas la mort d'Archimède et fut navré d'apprendre son décès. Il fit organiser des funérailles grandioses, et sur le tombeau du savant, il fit graver... une sphère et son cylindre circonscrit.

Son nom est associé à :

Méthode d'Archimède pour le calcul de Pi
Spirale d'Archimède

René Baire

21 janvier 1874 [Paris, France]
5 juillet 1932 [Chambéry, France]

Avec Emile Borel et Henri Lebesgue, René Baire est un des mathématiciens français du début du vingtième siècle dont les idées nouvelles ont le plus influencé le développement de l'analyse. Fils d'un tailleur, Baire est donc issu d'une famille modeste, à la condition d'autant plus précaire que son père meurt quand il a 16 ans. Toutefois, l'aide de son frère aîné ainsi qu'une bourse qu'il a obtenu lui permette d'aller au lycée, puis plus tard d'entrer à l'Ecole Normale Supérieure. Il s'y révèle un excellent étudiant, mais malheureusement sa faiblesse à l'oral lui coûte quelques places à l'agrégation. Baire est alors nommé à professeur de mathématiques spéciales à Troyes, puis à Bar-le-Duc. L'avantage pour lui est qu'il obtient une situation sûre, l'inconvénient étant qu'à Bar-le-Duc, il est éloigné de tous les grands centres scientifiques! Ceci ne l'empêche pas de réfléchir à la notion de fonction continue, et notamment à la limite d'une suite de fonctions continues. On sait depuis Weierstrass qu'une telle limite n'est pas nécessairement continue, et Baire caractérise complètement quelles sont les fonctions qui sont limites de fonctions continues. Il rédige alors une thèse, sur les fonctions discontinues, qu'il soutient en 1899. A la suite de cela, il devient maître de conférences à l'Université de Montpellier.

En 1904, il est invité à donner un cours pendant 6 mois au Collège de France. Ce cours, réédité en 1995, contient de nombreux résultats fondamentaux, parmi lesquels le célèbre résultat suivant, connu sous le nom de théorème de Baire : l'intersection d'une famille dénombrable de parties ouvertes et denses de R est encore dense.

En 1907, Baire est promu professeur à l'Université de Dijon, où il enseignera jusque 1914, avant de demander un congé pour raison de santé, qui devait durer jusqu'à la fin de ses jours. Baire avait toujours eu la santé fragile. Dès 14 ans, il avait souffert des premiers symptômes d'une sorte de resserrement de l'œsophage, sans doute en partie psychosomatique. Il semble en outre que Baire est très mal vécu de ne pas obtenir un poste dans une université parisienne, ce qui ne fit qu'accentuer sa dépression. Même s'il reçut les honneurs de la nation, décoré de la légion d'honneur en 1922 ou membre de l'Académie des Sciences en 1925, Baire a souffert sa vie durant de ce qu'il estimait comme un manque de reconnaissance.

A compter de 1914, alors, Baire passe la plupart de son temps à Lausanne, ou bien au bord du lac Leman. Même s'il perçoit une pension, l'inflation galopante fait qu'à la fin de ses jours il retrouve les difficultés financières de son enfance. Il se donne la mort en 1932.

Son nom est associé à : Propriété et espace de Baire

Stefan Banach

30 mars 1892 [Cracovie, Pologne]
31 août 1945 [Lvov, Ukraine]

Banach est un mathématicien polonais qui a posé les bases de l'analyse fonctionnelle. Il est né à Cracovie le 30 mars 1892, en Autriche-Hongrie (actuellement il 'agit d'une ville polonaise). Il porte le nom de sa mère, décédée d'ailleurs quelques jours après sa naissance, car ses parents n'étaient pas mariés. Banach fait ses études secondaires à Cracovie; il se révèle particulièrement brillant en mathématiques et en sciences naturelles, mais son désintérêt pour les autres matières l'empêche d'obtenir les meilleures mentions.

A la sortie du lycée, son père lui signifie que désormais il ne subviendra plus à ses besoins. Banach, dans l'ignorance qu'il restait des choses à découvrir en mathématiques, choisit de faire des études d'ingénieurs à la faculté des techniques de Lvov, vivant grâce au tutorat. Pendant la première guerre mondiale, Banach, à la vue trop faible de l'oeil gauche, est dégagé des obligations militaires, et il retourne à Cracovie où il gagne sa vie en donnant des cours. Il en profite également pour assister aux lectures mathématiques de l'université de Cracovie (on soupçonne qu'il ait pu assister à des lectures de Zaremba).

La vie (au moins mathématique) de Banach va basculer au printemps 1916, quand il rencontre Steinhaus à Cracovie. Avec Otto Nikodym, ils décident de fonder une société mathématique. La recherche mathématique de Banach commence là. Son premier article est cosigné avec Steinhaus : Steinhaus lui avait parlé d'une propriété qu'il ne parvenait pas à démontrer, et après quelques jours de réflexion, Banach exhiba un contre-exemple. C'est également grâce à Steinhaus que Banach rencontra sa future épouse, Lucja Braus, qu'il épousa en 1920. Il est difficile de dire ce qu'il serait advenu de l'activité mathématique de Banach sans la rencontre avec Steinhaus, mais toujours est-il qu'il entama à compter de celle-ci une recherche intense et fructueuse.

Banach retourne à Lvov en 1920 où un poste d'assistant lui est proposé. Il soutient sa thèse en 1922, et c'est dans cette thèse qu'apparaissent pour la première fois la notion d'espace de Banach, qu'y sont démontrés les théorèmes fondamentaux sur ces objets, qu'on y évoque la topologie faible.... Bref, cette thèse marque la naissance de l'analyse fonctionnelle.

En 1929, il fonde avec Steinhaus la revue mathématique Studia Math, consacrée au développement de l'analyse fonctionnelle, et en 1939 il est élu président de la société mathématique de Pologne. En 1945, peu avant la fin de la Seconde Guerre Mondiale, il décède d'un long cancer, à Lvov, ville de l'actuelle Pologne.

Outre Steinhaus, Banach fit de nombreuses rencontres mathématiques fructueuses. Citons, entre autres, Sobolev et Kuratowski. De nombreux théorèmes sont associés au nom de Banach, qu'il les ait démontrés lui-même, ou qu'ils fassent référence à ces idées. Citons entre autres : le théorème de Hahn-Banach de prolongement des formes linéaires continues, le théorème de Banach-Steinhaus, de Banach-Alaoglu, le théorème du point fixe de Banach, ainsi que le paradoxe de Banach-Tarski.

Son nom est associé à :

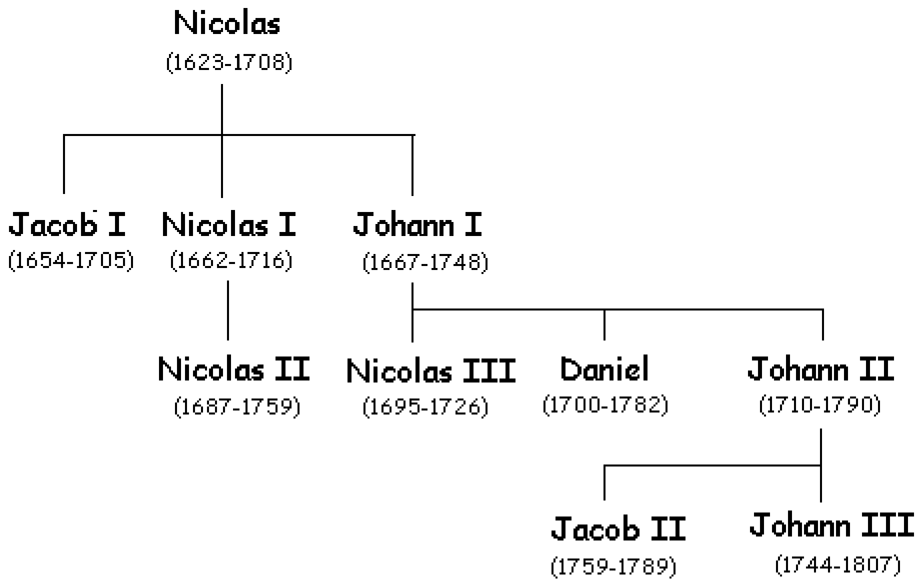
Banach (espace de) Espace complet/de Banach
Théorème de Hahn-Banach
Paradoxe de Banach-Tarsky
Théorème de Banach-Steinhaus
Théorème de Banach-Alaoglu
Théorème du point fixe de Banach
Paradoxe de Banach-Tarski

La famille Bernoulli
(17ème et 18ème siècle)

Les Bernoulli sont une famille de mathématiciens qui brilla au firmament des sciences toute la seconde moitié du XVIIème siècle, et tout le long du XVIIIème siècle. Huit mathématiciens de renommée internationale en furent issus, au point qu'il est souvent difficile de savoir exactement quel Bernoulli a découvert tel "...." de Bernoulli.

Elle est, par son grand-père, Nicolas Bernoulli, une famille de riches commerçants spécialisée dans l'importation des épices originaire d'Anvers, en Belgique. Mais, alors que le duc d'Albe fait régner de 1567 à 1573 la terreur dans les Flandres (au nom de Philippe II, roi d'Espagne), elle s'exile à Bâle, en Suisse.

Voici l'arbre généalogique de la famille.



Johann I

Nicolas III

Jacob I

Daniel

Johann Bernoulli

27 juillet 1667 [Bâle, Suisse]
1 janvier 1748 [Bâle, Suisse]

Johann (Jean) Bernoulli est le troisième mathématicien de la prestigieuse famille Bernoulli. Son père souhaite qu'il reprenne le commerce familial d'épices, mais cela n'intéresse pas Jean qui semble s'orienter vers des études de médecine. Alors qu'il rentre à l'université de Bâle, son frère aîné Jacques vient d'y obtenir une chaire, et, ensemble, ils vont décortiquer les travaux de Leibniz qui vient d'inventer le calcul infinitésimal. Cette émulation entre les deux frères va leur être très profitable, mais elle va bientôt tourner en rivalité. Jamais ils ne publieront ensemble, ils se lanceront des défis par revues interposées, et revendiqueront la paternité des mêmes résultats.

Cette rivalité est sans doute exacerbée par le fait que Jacques occupe la chaire de mathématiques à Bâle, poste que Jean ne peut donc obtenir. Alors, Jean part à Paris en 1690, où il enseigne le calcul infinitésimal au marquis de l'Hospital. Ce dernier le rétribue généreusement pour ses leçons. En échange, il publie sous son nom le premier livre de calcul différentiel, qui contient la fameuse "règle de l'Hospital", alors qu'il suit pour l'essentiel les idées de Jean Bernoulli.

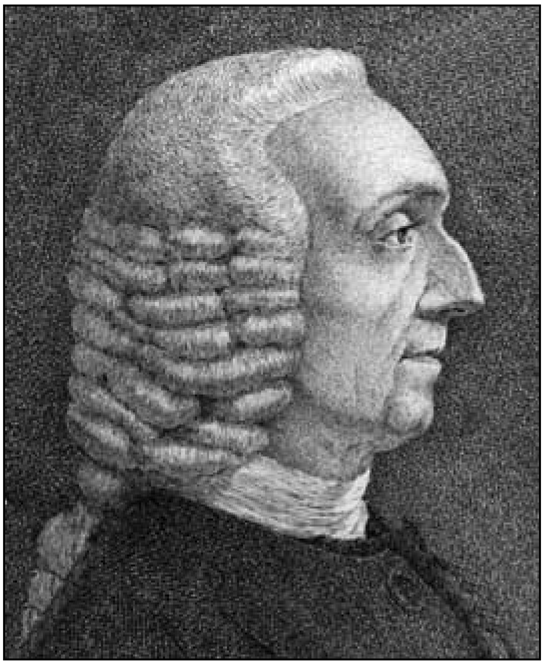
En 1695, Bernoulli obtient un poste à Groningue, en Hollande. S'en suivent dix années un peu difficiles sur le plan personnel. D'une part, sa femme ne s'habitue jamais vraiment à cette vie loin de sa famille. D'autre part, il tombe malade au point qu'il est même un temps donné pour mort. Enfin, son protestantisme l'implique dans de nombreuses querelles religieuses. Mais, en 1705, à la mort de son frère, il retourne à Bâle pour lui succéder.

Jean Bernoulli fut l'un des meilleurs propagandistes du calcul infinitésimal. Impliqué dans la querelle Newton/Leibniz, il prend partie pour ce dernier. Il utilise ses connaissances pour jeter les premières bases du calcul des variations, et résout par exemple le problème de la caténaire et de la brachistochrone. Père de 3 mathématiciens et grand-père de 2 autres, il se fâche avec son fils Daniel avec qui il dut partager un prix de l'Académie des Sciences au point de le chasser de la maison familiale.

Son nom est associé à :

Equation différentielle de Bernoulli, Inégalité de Bernoulli, Loi de Bernoulli, Nombres et polynômes de Bernoulli, Schéma de Bernoulli, Loi de Bernoulli.

Quelques portraits de Johann Jean Bernoulli, appelé Johann I Bernoulli :



Pierre Bézier

1 septembre 1910 [Paris, France]
25 novembre 1999

Pierre Bézier est un ingénieur en mécanique et en électricité. Il est surtout connu pour son invention des courbes et surfaces de Bézier couramment utilisées en informatique.

Diplômé de l'École nationale supérieure d'arts et métiers en 1930 et de l'École supérieure d'électricité (Supélec) en 1931, il reçoit le titre de docteur en mathématiques de l'Université de Paris en 1977.

Entré chez Renault en 1933, il y fera toute sa carrière jusqu'en 1975 au poste de directeur des méthodes mécaniques. Il y conçoit en 1945 des machines transferts pour la ligne de fabrication des Renault 4CV et en 1958 l'une des premières machines à commande numérique d'Europe.

Sa préoccupation était de créer un moyen simple et puissant pour modéliser des formes et faciliter la programmation des machines à commande numérique. Ses recherches aboutirent à un logiciel, Unisurf, qui est à la base de tous les logiciels créés par la suite. Les concepts de CAO et de CFAO venaient de prendre forme.

À la suite de mésententes avec sa hiérarchie, il fut mis à l'écart, ce qui lui donna du temps pour s'intéresser à la modélisation des surfaces.

Il enseigna la productique au Conservatoire national des arts et métiers de 1968 à 1979. Il a conçu le Pyrex bleu pour Newell.

A lire : les documents passionnants « Pierre Bézier - ses motivations (courbes de Bézier)» et « Histoire d'une idée bizarre - les courbes et les surfaces de Bézier » par Christophe Rabut, disponibles sur le site de l'auteur ou à l'adresse Internet :

http://afb31.free.fr/bezier1_histoire.pdf (2.57 Mo)
http://afb31.free.fr/bezier2_motivations.pdf (4 Mo)

Émile Borel

7 janvier 1871 [Saint-Affrique, dans l'Aveyron, France]
3 février 1956 [Paris, France]

Émile Borel est né le 7 janvier 1871 dans le village de Saint-Affrique, dans l'Aveyron. Enfant prodige, passionné par les mathématiques, il reçoit une bourse pour le lycée Louis-le-Grand, et à 18 ans, il est reçu 1er au Concours Général, à l'Ecole Polytechnique, et à l'Ecole Normale Supérieure. En accord avec son père, il opte pour cette dernière, car l'argent et les mondanités l'intéressent moins que la recherche. Plus tard, il épouse la fille du grand mathématicien Appell, qui se fit connaître, sous le pseudonyme de Camille Marbo, pour ses romans.

Avant même d'avoir soutenu sa thèse, il est nommé à 22 ans maître de conférences à Lille, puis à 26 ans à l'Ecole Normale Supérieure : il ne devait alors plus quitter Paris. Emile Borel est un mathématicien constructiviste, et, avec Baire et Lebesgue, il est le fondateur de la théorie de la mesure et de l'étude moderne des fonctions. Il entreprend d'ailleurs une Collection de monographies sur la théorie des fonctions qui comprend 50 volumes, dont 10 rédigés par lui-même. Borel est aussi le premier à entreprendre une étude systématique des séries divergentes.

Après la Première Guerre Mondiale, Borel obtient la chaire de Calcul des Probabilités, et il consacre son énergie à développer ce domaine et ses liens avec la physique mathématique. D'ailleurs, il est pour beaucoup dans la création de l'Institut Henri Poincaré, en 1928, consacré justement à ces deux disciplines. Parallèlement à sa carrière scientifique, Borel reçoit de nombreux honneurs, dont les plus importants sont son élection à l'Académie des Sciences en 1921, et la médaille d'or du CNRS qu'il est le premier à recevoir en 1955.

S'il n'aimait pas les mondanités, Borel, curieux dans tous les domaines, n'en fréquentait pas moins les intellectuels de l'époque, comme le poète Paul Valéry, ou le Président du

Conseil Paul Painlevé. A la guerre 1914-1918, il insiste pour être envoyé au front, et son action courageuse lui vaut la Croix de Guerre. Son amitié avec Painlevé le conduit à s'engager en politique : à compter de 1924, il est pendant 12 ans député de l'Aveyron, et même quelques mois ministre de la marine. En 1941, il est emprisonné un mois par les Allemands, comme 4 autres membres de l'Académie des Sciences. Il ne se remettra jamais totalement de cette épreuve. Il décède le 3 février 1956 à Paris.

Pour en savoir plus : 'La vie et l'œuvre d'Emile Borel', par Maurice Fréchet, collection Enseignement des Mathématiques.

Son nom est associé à :

Théorème de Borel
Lemme de Borel-Cantelli
Borel-Lebesgue (propriété de) Espace compact
Borélien Construction de l'intégrale de Lebesgue

Nicolas Bourbaki
1935 [Paris, France] - ?

Beaucoup de choses ont été racontées à propos de Bourbaki, et il est impensable de pouvoir affirmer dire la vérité sur tout ce qui a entouré et entoure encore ce nom devenu célèbre et tellement mystérieux. Voici une brève compilation de ce que l'on peut en lire sur Internet, ainsi qu'un document passionnant à priori rédigé par le professeur Mainard.

Au milieu des années 1930, sous l'impulsion d'André Weil, un groupe de jeunes mathématiciens français décide d'une entreprise colossale : remettre à plat les mathématiques, réécrire tout ce qui est utile. De cette idée naquit Nicolas Bourbaki, un auteur polycéphale, qui cachera des noms aussi prestigieux que Weil, Schwarz ou Grothendieck.

Le groupe Bourbaki s'est constitué dans un contexte où une génération de mathématiciens potentiels avait été décimée par la Première Guerre mondiale. Les jeunes normaliens qui constituèrent le groupe se trouvaient donc sans prédécesseurs immédiats au sein de l'Université, et avaient pour interlocuteurs des chercheurs du dix-neuvième siècle (Picard, Goursat). La critique de Bourbaki portait sur :
- l'émiettement des mathématiques en spécialités étanches,
- la pré-éminence d'une analyse foisonnante mais manquant de rigueur,
- l'ignorance (explicable en partie par le contexte politique) de branches actives à l'étranger, particulièrement l'algèbre développée en Allemagne.

À l'origine, au début de leurs prises de fonction à l'université, Henri Cartan et André Weil se retrouvent à devoir enseigner l'intégration et le calcul différentiel. Ils sont alors peu satisfaits des traités disponibles, en particulier du Traité d'analyse d'Édouard Goursat qu'ils utilisent pour leur cours.

Vient alors l'idée de réunir des amis, également anciens camarades de l'École Normale Supérieure de la rue d'Ulm (sauf un, Szolem Mandelbrojt), avec la volonté de rédiger un tel traité les satisfaisant. Le groupe d'amis, les membres fondateurs de ce qui deviendra Bourbaki, est à cette époque composé d'Henri Cartan, Claude Chevalley, Jean Coulomb, Jean Delsarte, Jean Dieudonné, Charles Ehresmann, René de Possel, Szolem Mandelbrojt, André Weil (frère de la philosophe Simone Weil).

Parmi les règles qui organisent ce groupe secret de mathématiciens, il est décidé qu'à l'âge de 50 ans, tout membre de Bourbaki devra céder sa place aux jeunes générations. Si ce fonctionnement rend Bourbaki immortel, l'évolution considérable des mathématiques au cours du vingtième siècle rendra peu à peu le projet initial utopique. Pour l'anecdote, André Weil, à l'occasion de la fête d'anniversaire des 50 ans de Dieudonné, fit lire au groupe Bourbaki une lettre où il annonçait son retrait du groupe, car il avait lui-même dépassé l'âge limite. Cet éclat (chose dont on peut s'attendre de la part de Weil) eut son effet mais les cinquantenaires traînèrent un peu les pieds pour partir.

La méthode de travail pour élaborer les ouvrages de Nicolas Bourbaki était sévère : chaque collaborateur devait écrire un chapitre de l'œuvre, et le lire à haute voix. Les critiques pleuvaient. Le texte était alors réécrit de multiples fois.
La plupart du temps, les mathématiciens se disputaient, s'injuriaient, hurlaient leur désapprobation, donnaient leur démission, mais finissaient toujours par se réconcilier.

La première réunion de travail a lieu dans un café du quartier latin en décembre 1934. En juillet de l'année suivante, le groupe se retrouve pour la première fois à Besse-en-Chandesse. Ils pensent alors que trois ans seront suffisants pour mener l'entreprise à son terme. En fait, le premier chapitre nécessitera quatre ans de travail et, très rapidement, c'est un traité sur la mathématique qui devient le projet du groupe : les Éléments de mathématique, œuvre collective publiée sous le pseudonyme de Nicolas Bourbaki.

Aujourd'hui, ce que les mathématiques doivent à Bourbaki est essentiellement :

- un style (pas toujours facile à lire), une façon d'écrire les mathématiques ;
- la vulgarisation en France des symboles que l'on connaît bien (mais peu utilisés à l'époque) : « il existe », « quel que soit »;
- le symbole « implique », noté auparavant par une simple flèche par Hilbert, le symbole « complémentaire d'une partie d'un ensemble » ;
- la vulgarisation des notations N, Z, Q, R et C ;
- la notation « ensemble vide » (André Weil);
- une terminologie décrivant les applications d'un ensemble dans un autre ;
- la notion de structure ;
- les termes partition, surjectif, injectif, boule, noethérien, artinien, factoriel ;
- la notion de « filtre » et d'« ultrafiltre ».

Bourbaki a cessé de publier depuis 1998 (Algèbre commutative, ch. 10). Et avant cette année là, les dernières parutions dataient de 1983 (ch. 8 & 9) et 1982 (Groupes et algèbre de Lie, ch. 9).
Dans l'esprit premier, la continuation de Bourbaki n'est plus à l'ordre du jour : la recherche en mathématique sur tous les sujets d'étude produit 200 000 résultats par an dans le monde. On imagine aisément la difficulté d'en faire une synthèse. Les séminaires Bourbaki persistent cependant à l'Institut Henri Poincaré (Paris) et donc Bourbaki vit toujours, sans que nous sachions qui le fait vivre. La plupart des exposés des séminaires sont publiés sur Internet. Le site Numdam a numérisé l'ensemble des parutions jusqu'en 2002.

L'origine du nom « Bourbaki »

Le nom de famille Bourbaki était le nom emprunté par Raoul Husson en 1923 lors d'un canular, alors qu'il était élève en troisième année de l'École Normale Supérieure. Il s'était donné l'apparence d'un mathématicien barbu du nom du professeur Holmgren pour donner une fausse conférence, volontairement incompréhensible et avec des raisonnements subtilement faux. L'objectif aurait été la démonstration d'un prétendu 'théorème de Bourbaki'. Cette histoire amusa tellement le groupe, que le nom 'Bourbaki' fut choisi.

Le choix de ce nom par Husson connaît deux explications possibles :
1. Bourbaki vient du général Charles Bourbaki sous lequel avaient servi des élèves normaliens durant la guerre de 1870 (voir portrait au début de la biographie). Ce nom aurait été emprunté par Husson, selon Cartan par souvenirs des cours de préparation militaire.
2. Bourbaki est le nom d'un furet curieux et intelligent dans un roman d'Octave Mirbeau, Le Journal d'une femme de chambre (1900). Cette seconde affirmation a été donnée par le mathématicien Sterling K. Berberian en 1980, mais n'a été confirmée par les propos d'aucun membre du groupe.

Le groupe signa d'abord N. Bourbaki. Pourquoi le N ? Tout simplement parce que les jeunes Bourbakis avaient pris cette initiale par analogie avec ce N qui dans toutes les établissements français d'enseignement supérieur, est accolé sur les affiches près de l'intitulé d'un cours, dont le titulaire n'est pas encore connu.
Ultérieurement comme le groupe souhaitait publier une note, intitulée : «Sur un théorème de carathéodory et les mesures dans les espaces topologiques», donnant les résultats de ses premiers travaux, aux Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, il fallut bien fournir un état-civil crédible et complet de l'auteur déclaré. Le prénom de Nicolas fut proposé, prétend Weil, par sa propre épouse Evelyne.

Membres fondateurs

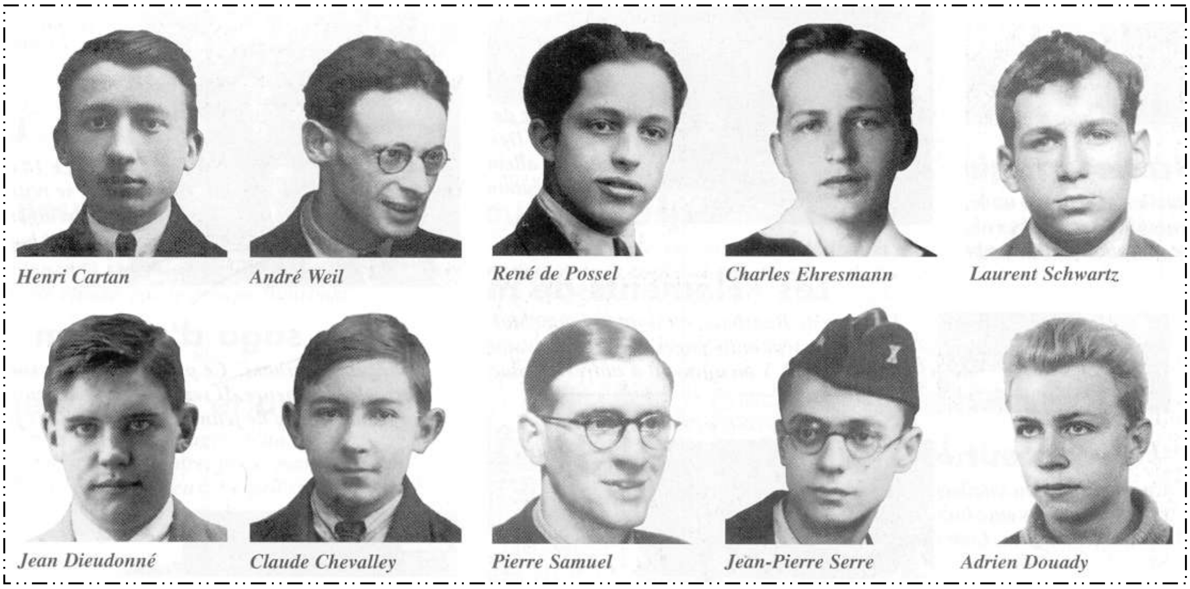
André Weil , Henri Cartan, Claude Chevalley, Jean Coulomb, Jean Delsarte, Jean Dieudonné, Charles Ehresmann, René de Possel, Szolem Mandelbrojt.

Membres non-fondateurs connus

Laurent Schwartz, Roger Godement, Pierre Samuel, Samuel Eilenberg, Jean-Pierre Serre, Armand Borel, Jacques Dixmier, Jean-Louis Koszul, François Bruhat, Pierre Cartier, Adrien Douady, Michel Demazure, Jean-Louis Verdier, Alexandre Grothendieck, John Tate, Serge Lang, Hyman Bass, Michel Raynaud, Bernard Teissier, Alain Connes, Joseph Oesterlé, Jean-Christophe Yoccoz.

Membres actuels

Les noms des membres actuels de Bourbaki sont tenus secrets.



Henri Cartan — *André Weil* — *René de Possel* — *Charles Ehresmann* — *Laurent Schwartz*

Jean Dieudonné — *Claude Chevalley* — *Pierre Samuel* — *Jean-Pierre Serre* — *Adrien Douady*

A consulter : l'excellent document au format Acrobat Reader (extension .pdf)
« Communication de Monsieur le Professeur Robert Mainard »

Communication
de Monsieur le Professeur Robert Mainard

Séance du 21 octobre 2001

LE MOUVEMENT BOURBAKI

Bourbaki à Nancy

Au cours de sa longue existence, **Bourbaki** s'est toujours complu à entretenir un certain mystère, tant en ce qui concerne l'identité de ses membres que les divers aspects de son fonctionnement interne. Il est néanmoins possible, grâce aux travaux des historiens des sciences et par les confidences, plus ou moins provoquées, de quelques uns de ses membres, notamment parmi les plus anciens et les plus prestigieux, de situer ses origines de façon assez précise et de suivre, sans trop de difficultés, le déroulement de sa riche histoire.

Il semble bien que tout ait commencé avec **Henri Cartan**, qui enseignait, en 1934,les mathématiques à l'Université de Strasbourg où il avait la charge pédagogique du certificat d'Etudes Supérieures de Calcul Différentiel et Intégral. Cartan, enseignant particulièrement consciencieux, s'interrogeait, en effet, de façon récurrente, sur la manière de dispenser convenablement son enseignement. Comme tous les normaliens de l'époque, il avait suivi le cours d'analyse de **Goursat**, inchangé depuis 1902, qui ne faisait donc nullement état des acquisitions les plus récentes des mathématiques et sur lequel il ne pouvait s'appuyer. Par ailleurs les ouvrages contemporains n'étaient guère satisfaisants, notamment en ce qui concernait certains chapitres comme les intégrales multiples ou encore le théorème de Stokes. Henri Cartan faisait souvent part de ses soucis à son collègue et ami **André Weil**, enseignant dans la même université et, comme lui, ancien normalien. Celui-ci a rapporté ces entretiens dans ses «**Souvenirs d'apprentissage**» où il raconte comment il avait proposé à Cartan de rédiger un traité qui permettrait de résoudre le problème évoqué, sinon définitivement, au moins pour 25 ans.

«**Un jour d'hiver**, raconte-t-il, **vers la fin de 1934, je crus avoir une idée lumineuse pour mettre fin aux interrogations persistantes de mon camarade. Nous sommes 5 ou 6 amis lui dis-je, à peu près chargés de ce même enseignement dans des universités variées. Réunissons-nous, réglons tout cela une fois pour toutes, après quoi je serai délivré de tes questions. J'ignorais que Bourbaki était né à cet instant».**

Effectivement cette conversation, qui pouvait paraître quelque peu anodine, signait l'acte de naissance de ce qui allait sans doute constituer l'une des plus grandes aventures intellectuelles du vingtième siècle.

Les mathématiques, en France, dans les années trente

Pour bien comprendre l'émergence du groupe Bourbaki, son évolution et le succès de sa démarche il est intéressant de décrire succinctement quelle était la situation des mathématiques en France à cette époque. Nous avons indiqué que la première motivation de Weil et de Cartan avait été de rédiger un traité d'analyse pour remplacer des ouvrages périmés, les étudiants ne disposant pas, à cette époque, de livres modernes et adaptés. Toutefois le mal était plus profond : les mathématiques françaises étaient alors coupées des recherches de pointe qui se faisaient ailleurs, dans d'autres pays, comme en Allemagne, par exemple dans le domaine de l'algèbre. Ceci explique, en grande partie, l'évolution ultérieure du projet Bourbaki, que nous aurons l'occasion d'analyser.

Il faut rappeler que la fin du dix-neuvième siècle et le début du vingtième ont été dominés, au plan des mathématiques, par deux savants exceptionnels : le français Henri Poincaré (1854-1912) et l'allemand David Hilbert (1862-1943). Ils furent sans doute les derniers mathématiciens capables d'embrasser, globalement, l'ensemble des sciences mathématiques.

Pour sa part Poincaré se livra longtemps à des travaux d'analyse classique, avant d'aborder l'étude des systèmes d'équations différentielles. Il fut, par ailleurs, le précurseur des théories modernes sur le «chaos», contribua largement à l'émergence de la topologie et fit encore des travaux de mécanique céleste et de mécanique relativiste.

Les travaux de Hilbert portaient plutôt sur la «théorie des invariants», la théorie des nombres algébriques, l'axiomatisation de la géométrie et les espaces vectoriels. Il avait aussi inventé la métamathématique et fait de nombreux travaux de physique théorique.

La prééminence de Poincaré et de Hilbert symbolisaient, en quelque sorte, celles des écoles mathématiques française et allemande en Europe et sans doute dans le monde. En 1900 les mathématiques françaises étaient particulièrement brillantes avec Emile Picard, Jacques Hadamard, Emile Borel, René Baire et Henri Lebesgue, dont les travaux portaient tre mondial des mathématiques et, dans une ambiance particulièrement propice, naquit et se développa une prestigieuse équipe d'algèbre abstraite et moderne où s'épanouirent les talents d'Emil Artin, d'Emmy Noether et du hollandais Van Der Waerden. L'âge d'or des mathématiques allemandes persista jusqu'en 1933, mais celui des mathématiques françaises s'acheva beaucoup plus tôt, lors de la première guerre mondiale et de la période qui suivit.

La saignée démographique inhérente à la guerre de 1914-1918 est la raison principale de ce déclin comme l'explique, d'ailleurs fort bien, le Bourbaki André Weil dans ses «souvenirs d'apprentissage». Il y rappelle que la moitié des mathématiciens normaliens des promotions de 1910 à 1914 sont morts dans cette guerre et que le quart des promotions de 1900 à 1918 ont subi le même sort. Il est probable d'ailleurs que les autres établissements français d'Enseignement Supérieur furent affectés dans des proportions semblables. Dieudonné, autre Bourbaki, en décrivait les conséquences, dans un de ses premiers articles : «**Ce sont les jeunes mathématiciens tués à la guerre qui auraient dû continuer les travaux de Poincaré ou de Picard**». Dieudonné soulignait encore les inconvénients qu'a constitué pour sa génération le fait d'avoir des professeurs trop âgés pour être au courant de l'évolution moderne des mathématiques. «C'est la fondation du groupe Bourbaki, ajoute-t-il, qui a permis de renouer avec une tradition qui était en train de disparaître».

Toutefois ces pertes humaines, aussi douloureuses fussent-elles, n'expliquent pas tout, car l'Allemagne aussi a subi des pertes, certes relativement moins importantes, mais sans connaître le même déclin scientifique. Après avoir analysé la situation de la science française, à cette époque, l'historien des sciences L. Beaulieu, accuse, dans un de ses ouvrages, la très grande rigidité des institutions scientifiques françaises, par ailleurs trop centralisées, l'absence de moyens financiers substantiels pour la recherche après guerre et l'accaparement des crédits et des emplois de collaborateurs par ceux que Weil appela les «pontifes» qui sont «**étrangers aux grands problèmes, aux idées vivantes de la science de leur époque**».

Les générations normaliennes des années vingt, arrivant à l'école, y découvrirent un enseignement suranné, tournant essentiellement, selon le langage Bourbaki, autour de «la théorie des fonctions de papa». Comme l'a écrit plus tard Weil, ils étaient à peu près sans maîtres, Poincaré étant décédé en 1912 et Elie Cartan, bien qu'étant fort estimé pour ses travaux, demeurant assez isolé. Les jeunes normaliens étaient donc contraints de travailler beaucoup entre eux, chacun faisant profiter les autres de ses propres lectures : «nous apprenions beaucoup plus les uns des autres que des cours auxquels nous assistions - ou n'assistions pas» assurait Weil dans un de ses derniers articles.

Cependant dans ce désert pédagogique un homme réussit, néanmoins, à apporter à ces débutants une certaine fraîcheur mathématique : Hadamard dont l'activité de recherche tournait essentiellement autour de l'analyse, mais qui faisait montre d'une grande ouverture d'esprit et possédait une vaste culture scientifique. «**C'est Hadamard qui a fait de moi un mathématicien. Il était très large d'idées, s'intéressait à tout, y compris à la théorie des nombres, qui n'était pas du tout enseignée à cette époque**» écrivait encore **Weil**.

Devant une telle situation ces jeunes mathématicien s'évertuèrent à aller chercher ailleurs, à l'étranger, ce qu'ils ne trouvaient pas en France. La plupart d'entre eux trouvèrent des équipes d'accueil en Europe, d'abord en Allemagne, où l'école algébrique par sa vitalité constituait un indiscutable pôle d'attraction, mais aussi en Italie ou en Suisse, d'autres, enfin, étant plutôt attirés par les grandes universités américaines. Nous aurons l'occasion d'examiner, d'ailleurs, le parcours personnel des principaux fondateurs du Groupe Bourbaki.

L'influence de l'école allemande d'algèbre fut considérable, en particulier à travers le livre de Van der Waerden, «**Modern algebra**», dont **Dieudonné** vanta les mérites exceptionnels dans un article. Le style de cet auteur contrastait fortement avec celui des ouvrages français disponibles à l'époque, qui étaient confus, manquaient de rigueur et ne faisaient pas état des développements les plus récents de la recherche mathématique.

L'équipe qui entreprit la rédaction d'un traité moderne d'analyse fera, ultérieurement, évoluer son projet de façon notable. Ses membres étaient pour la plupart professeurs dans des universités de province et, bien qu'ils fussent jeunes, étaient néanmoins des mathématiciens déjà confirmés, aux mérites reconnus. Ils n'avaient guère manifesté de considération pour leurs anciens professeurs de l'Ecole Normale, dont ils étaient séparés par toute une génération, et cela d'autant plus, qu'ils avaient rencontré, à l'étranger, d'éminents chercheurs à l'avant-garde de la science vivante dans leur discipline.

Tous ces jeunes mathématiciens possédaient donc le talent et la capacité nécessaires, non seulement pour aborder la rédaction d'un traité d'analyse, tâche somme toute modeste qu'ils s'étaient assignée au départ, mais pour envisager, un peu plus tard, comme cela sera exposé, une oeuvre bien plus considérable : la remise à niveau de toutes les mathématiques françaises.

La naissance de Bourbaki

Les fondateurs

Les cinq principaux membres fondateurs de Bourbaki : **Henri Cartan, Claude Chevalley, Jean Delsarte, Jean Dieudonné** et **André Weil**, sont tous entrés à L'Ecole Normale Supérieure au cours des années vingt. Il est bon de s'attarder quelque peu sur la personnalité de ces cinq éminents mathématiciens dont l'influence fut déterminante, afin de mieux cerner l'idée directrice du groupe au départ, et mieux saisir les raisons de son évolution ultérieure.

Henri Cartan est né en 1904 à Nancy, où enseignait son père Elie Cartan, lequel fût nommé à la Sorbonne en 1909. Henri entra à l'Ecole Normale en 1923, et en sortit en 1926. Il put alors préparer une thèse, grâce à l'octroi d'une bourse, et la termina rapidement en deux ans. Il enseigna ensuite, successivement, à Caen, Strasbourg et Lille avant de se fixer à Strasbourg où il épousa Nicole Weiss, la fille du célèbre physicien Pierre Weiss. Replié à Clermont-Ferrand en 1939, il rejoignit la Sorbonne en 1940, mais effectua son service d'enseignement principal à l'Ecole Normale où il procéda, en douceur, à la rénovation de l'enseignement des mathématiques. Il revint de 1945 à 1947 à Strasbourg, pour satisfaire à des engagements qu'il avait pris antérieurement, puis retourna à Paris où finalement, il sera nommé, en 1959 sur une chaire de la nouvelle Faculté des Sciences d'Orsay, chaire qu'il occupera jusqu'en 1975, date de sa retraite. Ses travaux ont porté essentiellement sur les fonctions de plusieurs variables complexes. Il a notamment introduit la notion de faisceaux, en géométrie des espaces analytiques, et la notion de filtre, en topologie. Il s'est aussi intéressé à la théorie dite du potentiel. Le prix Wolf de Mathématiques lui a été attribué en 1980.

Très actif et très productif malgré ses nombreuses tâches tant administratives que pédagogiques, il fut aussi très novateur et était considéré, par certains de ses proches, comme «**l'illustration la plus frappante, presque l'incarnation de Bourbaki**».

Il a aussi beaucoup œuvré pour la solidarité entre les peuples d 'Europe et milité au sein de l'Association Européenne des Enseignants, dont il présidait de la section française. Il organisa, en 1960, une première réunion de mathématiciens de huit pays européens en vue d'étudier les moyens d'harmoniser l'enseignement des mathématiques et de faciliter les échanges d'étudiants.

Claude Chevalley est né en Afrique de Sud, en 1909, où son père était Consul Général de France. Il entra à l'Ecole Normale en 1926 où il y rencontra deux condisciples qui eurent, sur lui, une profonde influence. Ce fut d'abord Herbrand, jeune homme très doué, fortement intéressé par la logique mathématique, mort prématurément en 1931 et ensuite André Weil, qui à cette époque, revenait d'Italie et d'Allemagne. Ce dernier l'initia aux aspects modernes de la théorie de nombres algébriques, qui devait devenir ultérieurement, l'un de ses principaux centres d'intérêt. En 1929 il obtint une bourse, accomplit son service militaire puis devint, de 1931 à 1936, boursier de la Caisse Nationale des Sciences, ancêtre du CNRS. Brillant esprit il se consacra alors, bien sûr aux mathématiques, mais aussi à la philosophie et à la critique sociale et politique. Il effectua un séjour en Allemagne, d'abord à Hambourg, où il achèva sa thèse sous la tutelle d'Emil Artin, puis enfin à Marburg. Il épousa en 1933 sa cousine germaine Jacqueline.

De 1936 à 1938 Chevalley enseigna successivement à Strasbourg puis à Rennes. En 1938 il partit passer un an à Princeton, à l'invitation de « l'Institute for advanced study ». Pendant la seconde guerre mondiale il accepta un poste à l'Université de Princeton, puis il revint un an à Paris, en 1948, grâce à une bourse Gunggenheim, avant de regagner, de nouveau, l'Amérique à l'Université Columbia de New-York. Entre temps, en 1948, il avait divorcé et s'était remarié. Il revint en France en 1955, où il fut nommé à la Sorbonne malgré de nombreuses oppositions. Il prit sa retraite en 1978 et décéda en 1984.

Les recherches de Chevalley concernèrent, notamment, la théorie des nombres algébriques et plus particulièrement la théorie dite «du corps de classes» , la géométrie algébrique et la théorie des groupes. Sa contribution au développement des mathématique a été d'autant plus importante qu'il a aussi rédigé, personnellement, des ouvrages de grande qualité qui sont devenus des classiques.

La philosophie a constitué un autre centre d'intérêt de Claude Chevalley qui a fortement subi l'influence d'Herbrand, mais l'épistémologie l'attirait également. Il associait «**la rigueur mathématique à une expérience très personnelle de l'angoisse et de la liberté**» dira, de lui, sa fille, née de son second mariage et actuellement professeur de philosophie à l'université de Tours. Elle explique que, pour son père, la création mathématique ne se concevait que dégagée de toute contingence extérieure , elle ne pouvant ni ne devant se soumettre aux exigences du monde réel (par exemple celui du physicien) ou à la tentation de trouver une structure cachée dans le monde. **Autrement dit, il faut s'affranchir du réel et de ne faire que des mathématiques pures**. On voit à quel point ces idées ont pu influencer le mouvement Bourbaki.

Par ailleurs Chevalley, avec ses amis Arnaud Dandieu et Raymond Aron, était membre influent d'«Ordre Nouveau», mouvement à tendance anarchique et européenne, qui prônait tout à la fois la primauté de la personne humaine, la démocratie directe et une économie anti-productiviste. Ce groupe disparut en 1938 et Chevalley pu alors se concentrer davantage sur les mathématiques. Toutefois dans les années soixante il militait encore dans un mouvement écologiste en compagnie de ses collègues Bourbakis : Godement et Grothendieck. Il fut sans doute le plus individualiste et le plus critique des fondateurs de Bourbaki, quant à l'œuvre même de ce dernier.

Jean Delsarte est né en 1903 à Fourmies, dans le Nord, où son père était directeur d'usine dans l'industrie textile. Une phrase d'André Weil le caractérise pleinement : «**Delsarte devait demeurer fidèle à sa foi religieuse, qui s'alliait en lui à une rare ouverture d'esprit, et l'on est en droit de dire qu'elle tint une place importante dans son système de pensée et son comportement**». Il entra à l'Ecole Normale en 1922, fut agrégé en 1925 puis entra à la pension Thiers à Paris où il rédigea sa thèse en un an.

En 1927 il fut nommé Chargé de Cours à Nancy où il fit toute sa carrière. Il s'y maria en 1929 avec une amie d'enfance. Comme nous le verrons en détail, le nom et la carrière de Delsarte sont indissociables de l'histoire nancéienne du Bourbakisme. Delsarte déploya toute son énergie pour faire de Nancy un haut lieu des Mathématiques. Au début des années trente de bonnes relations s'établirent entre Nancy et Strasbourg où enseignaient ses amis Cartan et Weil, relations qui aboutirent à la constitution d'une branche de l'Est de la Société Mathématique de France. En jouant de son influence, Delsarte obtint la nomination à Nancy de mathématiciens prestigieux qui contribuèrent largement à l'œuvre du groupe. Toujours d'après André Weil : «**A partir de 1934 Delsarte joue une rôle de premier plan dans la formation de l'équipe des collaborateurs de Bourbaki**».

Mobilisé pendant la guerre de 39-40, Delsarte y eut une conduite exemplaire. Démobilisé il enseigna un an à Grenoble avant de revenir clandestinement à Nancy où il reprit, de suite, son enseignement et ses travaux de recherche. Ces derniers portèrent, principalement, sur le développement des fonctions en séries, mais aussi sur la théorie des nombres et la physique mathématique. C'était un véritable virtuose du calcul, disaient de lui ses collègues.

Parallèlement, dés 1942, il constitua un groupe de réflexion sur la réforme des études scientifiques puis après la guerre il participa aux travaux de la commission Langevin-Wallon, épisode de sa vie qui le laissa, d'ailleurs, fort déçu.

A partir de 1947, Delsarte fit de nombreux mais brefs séjours dans des universités étrangères telles que Princeton, Sao-Paulo, Mexico, Bombay, sans abandonner Nancy pour autant, dont il continua à faire un centre renommé de mathématiques. Mais cet éclat nancéien sera malheureusement provisoire, l'attraction de la capitale venant, dans ce secteur comme dans bien d'autres, annihiler tous les efforts déployés en province. En 1962 Delsarte partit diriger la maison Franco-Japonaise de Tokyo et revint à Nancy en 1965. De santé fragile il fut terriblement affecté par les évènements de 1968 «**auxquels il ne devait pas résister, Delsarte était un notable, le «Doyen Delsarte», il avait l'habitude de la déférence**» écrivit Weil, Qu'il fallût de toute nécessité instaurer le chaos, afin d'en faire sortir (peut-être) une société et par voie de conséquence une université nouvelles, cela dépassait l'entendement de Delsarte. Très certainement fragilisé, il meurt d'un infarctus en Novembre 1968.

Jean Dieudonné est né à Lille en 1906 d'un père industriel dans le textile et d'une mère institutrice. C'est au cours d'un séjour à l'île de Wight, où son père l'avait envoyé pour apprendre l'anglais, que le jeune Dieudonné se découvrit une vocation pour les mathématiques. Après des études secondaires brillantes il entra à l'Ecole Normale, en 1924, et fut reçu, en 1927, premier au concours d'Agrégation dont il impressionna fortement le Jury. Après son service militaire, il obtint une bourse qui lui permit de séjourner un an à Princeton. Il revint à l'Ecole Normale, pour l'année scolaire 1929-1930, en tant qu'agrégé-préparateur. Grâce à une bourse Rockefeller il put faire, ensuite, deux courts séjours scientifiques, l'un à Berlin chez Ludwig Bieberbach, l'autre à Zurich chez György Polyal. Il passa, en 1931, une thèse intitulée «**Recherche sur quelques problèmes relatifs aux polynômes et aux fonctions bornées d'une variable complexe**».

D'abord chargé de cours à Bordeaux il fut ensuite nommé, en 1933, à la Faculté des Sciences de Rennes où il resta jusqu'en 1937. Il se maria, en 1934, année de la fondation de Bourbaki. En 1937 il fut nommé maître de Conférences puis professeur à la Faculté des Sciences de Nancy. Il alla, ensuite, passer deux ans, de 1946 à 1948, à l'Université de Sao-Paulo, puis séjourna aux USA, jusqu'en 1959. Il revint en France à l'Institut des Hautes Etudes Scientifiques de Gif-sur-Yvette qu'il quitta en 1964. A cette date il partit comme professeur à Nice où il devint, ultérieurement, Doyen de la Faculté des Sciences. Il se retira à Paris en 1970 et s'y consacra à l'histoire des mathématiques. Il mourut en 1992.

Les travaux de Dieudonné ont porté sur l'algèbre, les espaces vectoriels topologiques, la topologie, domaine qu'il a enrichi de la notion «**d'espace paracompact**», et les groupes de Lie. Jusqu'en 1956 il fut un élément déterminant du groupe Bourbaki par la richesse de sa personnalité volcanique, l'étendue de ses connaissances, et son énorme capacité de travail, en particulier en tant que rédacteur définitif des chapitres élaborés au sein du groupe. Auteur de nombreux articles dans lesquels il exprima la vision des mathématiques qui dominait chez Bourbaki, tout au moins à son époque, il rédigea aussi des traités didactiques ainsi que des ouvrages sur l'histoire des mathématiques. Il contribua, également, à la rédaction d'articles mathématiques de qualité pour **l'Encyclopaedia Universalis**. Enfin, il a écrit un livre destiné au grand public : «**Pour l'honneur de l'esprit humain : les mathématiques aujourd'hui**», paru en 1987.

André Weil est né en 1906 en Alsace où son père était médecin. Il fut aussi le frère de la philosophe engagée **Simone Weil**. Sa scolarité primaire et secondaire s'effectua, en grande partie, au moyen de leçons particulières, dispensées à domicile.

Cette pédagogie personnalisée lui permit d'être en première, au Lycée Saint-Louis, à douze ans et d'entrer à l'Ecole Normale à 16 ans, en 1922. Agrégé en 1925, il voyagea ensuite beaucoup, grâce à diverses bourses, allant successivement à Rome, chez Vito Volterra puis à Göttingen, Berlin et Francfort, où il rencontra les mathématiciens éminents que furent **Richard Courant, Emmy Noether et Max Dehn**. Entretemps, il avait séjourné, à Stockolm, chez **Gösta Mittag-Leffler**.

Revenu en France, il prépara une thèse de doctorat intitulée «**L'arithmétique sur les courbes algébriques**», qu'il soutint en 1928 à 22 ans. Après son service militaire, il partit aux Indes, de 1930 à 1932 nommé dans une chaire de mathématique à l'Université musulmane d'Aligarth. A son retour, il obtint un poste de chargé de cours à Marseille puis rejoignit, en 1933, son ami Cartan à Strasbourg où il enseigna jusqu'en 1939. En 1937, il avait épousé Eveline, ex-femme de **René de Possel**, l'un des tout premiers Bourbakis.

André Weil avait décidé de déserter en cas de conflit en 1939, non en raison d'un manque de courage ou d'un certain pacifisme, mais plutôt en application des préceptes d'une philosophie indoue dont il était féru et selon laquelle il appartient à chacun de déterminer du mieux qu'il peut son «**dharma**» (destin) lequel ne peut être qu'individuel. «**Le dharma de Gauguin a été la peinture. Le mien, tel que je le voyais en 1938, me semblait manifeste : c'était de faire des mathématiques tant que je m'en sentirais capable. Le péché eût été de m'en laisser détourner**» affirmait-il. Il est bien évident qu'une telle attitude, qu'il exposait ostensiblement, attira incompréhension et inimitié, en particulier de la part d'un collègue comme **Jean Leray** qui fût prisonnier de guerre et vit ses travaux fortement ralentis pendant toute la durée du conflit. Du coup Weil ne put jamais faire carrière en France et fut toujours écarté et de la Sorbonne et du Collège de France. Il ressentit très douloureusement cet exil, car il dut, par conséquent, rester à Chicago. «Ma génération y perdit un maître» écrivit Cartier, lui-même Bourbaki de 1955 à 1983.

En 1939, Weil fit un voyage en Europe du Nord, voyage à la fois professionnel et touristique qui l'amena, finalement, en Finlande. Là, à la suite d'un épisode rocambolesque, il fut considéré comme un espion russe et n'échappa au peloton d'exécution que grâce à l'intervention, in extremis, du mathématicien finlandais Rolf Nevanlinna. Expulsé, il finit par débarquer au Havre où, entre temps, la guerre étant survenue, il fut emprisonné en tant qu'insoumis. Transféré à la prison militaire de Rouen, il fut jugé en mai 1940, condamné à cinq ans de prison, mais évita de purger sa peine en s'incorporant dans l'armée dont il fut démobilisé en Octobre. En 1941, grâce à la fondation Rockfeller, il put gagner les USA où il vécut jusqu'en 1945, gagnant sa vie en enseignant dans divers établissements. De 1945 à 1947, il occupa une chaire à l'Université de Sao-Paulo, puis de 1947 à 1958, il obtint un poste à l'Université de Chicago qu'il quitta pour «**l'Institute of advanced Study**» de Princeton. Il prit sa retraite en 1976 et mourut à Princeton en 1998.

Ses travaux, qui sont considérables, ont porté surtout sur la théorie des nombres et la géométrie algébrique. Weil obtint le prix Wolf en 1979 et le prix Kyoto en 1994 qui sont deux distinctions prestigieuses.

Il peut très certainement être considéré comme un des plus grands mathématiciens du vingtième siècle. C'est ainsi, par exemple, qu'il démontra «l'hypothèse de Riemann pour les courbes algébriques définies sur un corps fini» et qu'il chercha à généraliser ce résultat aux équations polynomiales à nombre quelconque de variables. Ces travaux le conduisirent à formuler une série de conjectures, amenant nombre de développements en géométrie algébrique, lesquelles furent démontrées ultérieurement. Comme autre travail notable de Weil il faut citer la formulation de la conjecture dite de **Shimura-Tanyama-Weil**, laquelle a permis la démonstration, en 1994, du célèbre théorème de **Fermat** par l'anglais **Andrew Wiles**. Par ailleurs André Weil fut un élément essentiel du groupe Bourbaki.

Esprit universel,d'une immense culture, il s' intéressa aussi à la littérature et aux langues. Il connaissait le grec,le latin, l'allemand,l'anglais et le sanskrit et cela dès l'âge de 15 ans. Il avait, paraît-il, un caractère difficile et détestait tout particulièrement les flatteurs. Il faisait preuve d'un redoutable esprit critique mais possédait un indiscutable sens de l'humour.

Genèse du groupe

La création de Bourbaki a été entourée d'une fantaisie et d'un folklore qui doivent beaucoup à l'origine normalienne de ses membres. La même ambiance subsistera, au moins pendant un certain temps, lors du déroulement des activités du groupe. Ce que l'on peut considérer comme le noyau central de celui-ci était constitué, comme nous l'avons vu, des cinq mathématiciens précédents.

Il semble que la première réunion du groupe de ces cinq créateurs auxquels s'était joint René de Possel ait eu lieu au quartier latin, le 10 Décembre 1934, à l'occasion d'un séminaire de Mathématiques. L'objectif étant désormais fixé, puisqu'il s'agissait de rédiger un traité d'analyse destiné à la licence de mathématiques, il restait à préciser un certain nombre de points. Il fallait, en effet, et en tout premier lieu, définir le mode de fonctionnement du groupe et en particulier la manière dont la rédaction devrait s'effectuer au sein de celui-ci. Il était, aussi, nécessaire de prévoir la forme et la fréquence des réunions de ce groupe, de préciser le mode de recrutement des nouveaux membres, enfin et sans doute le plus important : de rédiger le plan et d'établir le programme de travail.

Il fut décidé que le travail inhérent à la rédaction de l'ouvrage serait effectué au cours de congrès. Le premier de ceux-ci eut lieu, au cours de l'été 1935, à Chançay, en Touraine dans la maison de campagne des Chevalley. Entre la première réunion du 10 décembre 1934 et ce premier congrès, une bonne dizaine de réunions, toutes tenues au quartier latin, comme la première, avaient permis de déblayer le terrain. La tradition des congrès s'est maintenue et perdure, semble-t-il, encore de nos jours, même s'il est permis de penser que l'ambiance initiale du groupe a sensiblement évolué. Ces multiples congrès se sont déroulés, ultérieurement, dans les lieux les plus divers.

Souhaitant laisser leur groupe très ouvert , les membres décidèrent, pour compléter leur effectif, de solliciter des mathématiciens jeunes et de culture aussi généraliste que possible, compte tenu de l'objectif et de la forme de leur projet. Il est clair qu'au tout début la relative modestie de celui-ci ne leur permettait pas de prévoir qu'il y aurait des générations successives de Bourbakis. Au départ, ont donc été prévus trois congrès annuels, deux courts et l'autre d'une quinzaine de jours se déroulant, le plus souvent, à la campagne : «**On avait fait** une ou deux expériences dans des villes. Cela ne marchait pas du tout, sauf peut-être quand **nous nous sommes réunis à Nancy**» avait déclaré Dieudonné. Les membres du groupe voulaient, d'ailleurs, lors de ces réunions de travail, s'affranchir de toute contrainte, fût-elle familiale.

Choix du nom

La fantaisie en même temps que le goût d'une certaine dérision se manifestèrent tout particulièrement dans le choix même du nom de Bourbaki. Pour en trouver l'explication il faut remonter en 1923 et rappeler le «**canular**» infligé, rituellement, aux «conscrits» qui sont les élèves de première année. Au cours de cette année, un élève de troisième année, un «cube» dans le langage normalien, Raoul Husson fit savoir, par voie d'affiche, qu'un certain professeur Holmgren viendrait donner une conférence à l'école et que l'assistance y était obligatoire pour tous les «conscrits». André Weil raconte, avec beaucoup d'humour, cette péripétie dans ses «**Souvenirs d'apprentissage**» : «**Il (Husson) se présenta aux conscrits, muni d'une fausse barbe et d'un accent indéfinissable, et leur fit un exposé qui montait, paraît-il, par degrés insensibles d'un peu de théorie des fonctions classiques , aux hauteurs les plus extravagantes, pour se terminer par un théorème de Bourbaki, dont l'auditoire resta pantois. C'est ainsi du moins que s'en est fixée la légende, qui ajoute que l'un des normaliens présents déclara avoir tout compris d'un bout à l'autre**».

On peut se demander où Husson alla chercher ce nom qui est celui d'un général du second empire, fortement impliqué dans la guerre de 1870 et dans la défaite qui s'ensuivit. D'après Cartan il aurait fait appel à ses souvenirs des cours de préparation militaire.

Quoi qu'il en soit, à partir de cette époque, le fameux théorème de Bourbaki fit d partie du folklore de l'Ecole Normale Supérieure et c'est la raison pour laquelle le nom de Bourbaki fut retenu par le groupe. Celui-ci signa d'abord N. Bourbaki. Pourquoi le N ? Tout simplement parce que les jeunes Bourbakis, que le respect des institutions n'étouffait pas, avaient pris cette initiale par analogie avec ce N qui dans toutes les établissements français d'enseignement supérieur, est accolé sur les affiches près de l'intitulé d'un cours, dont le titulaire n'est pas encore connu. Ultérieurement comme le groupe souhaitait publier une note, intitulée : «**Sur un théorème de carathéodory et les mesures dans les espaces topologiques**», donnant les résultats de ses premiers travaux, aux Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, il fallut bien fournir un état-civil crédible et complet de l'auteur déclaré. Le prénom de Nicolas fut proposé, prétend Weil, par sa propre épouse Evelyne.

Le même Weil rédigea une lettre d'accompagnement à Elie Cartan, sollicité pour présenter la note à ses collègues de l'Académie, lettre dans laquelle il présentait Nicolas Bourbaki comme un ancien professeur de l'université de Besse-en-Poldévie, ruiné et exilé à la suite de troubles survenus dans son pays et qui subsistait en donnant des cours de belotte, dans un café où lui-même Weil l'avait rencontré. «**Il fait profession de ne plus s'occuper de Mathématiques, mais à bien voulu s'entretenir avec moi de quelques questions importantes,et même me laisser jeter un coup d'œil sur une partie de ses papiers : et j'ai réussi à le persuader de publier pour commencer la note ci-jointe, qui contient un résultat fort utile pour la théorie moderne de l'intégration**». Elie Cartan, qui n'était pas dupe, mais fort bienveillant envers les jeunes Bourbakis, réussit à faire passer la note sans trop de problèmes.

Il convient, au sujet du choix de ce nom, de rapporter une anecdote assez savoureuse. Après la guerre, alors que le monde entier connaissait Bourbaki, un beau matin de 1947, Henri Cartan reçut un appel téléphonique d'un certain Nicolas Bourbaki. Cartan a d'abord cru à une plaisanterie, mais, renseignements pris, il s'agissait en fait d'un certain Nicoladès Bourbaki, diplomate grec en détachement auprès de l'armée américaine en Allemagne, membre d'une vielle famille crétoise, dont descendait, sans doute le fameux général du second empire. Il était venu à Paris pour faire connaissance avec son homonyme célèbre. C'était vraiment merveilleux pour des amateurs de «canulars» comme l'étaient les membres du groupe. Aussi le diplomate fut-il invité, avec tous les honneurs dus à son rang, au congrès du groupe qui se tenait quelques jours plus tard à Nancy. «**Il était ravi et a même fini par nous offrir le champagne**» rapporta Henri Cartan.

Il faut ajouter, qu'encouragés, quoique un peu surpris, par la célébrité du mathématicien fictif qu'ils avaient créé ainsi de toutes pièces, les membres du groupe cultivèrent, avec soin et malice, la légende qui prit corps autour de lui, en s'abstenant bien de démentir les rumeurs les plus extravagantes qui pouvaient circuler à son encontre. Nicolas Bourbaki avait même ses cartes de visite et Henri Cartan d'ajouter : «**Nous l'avions paré du titre de membre de l'Académie Royale de Poldévie !**»

Le groupe a d'ailleurs publié une «**notice sur la vie et l'œuvre de Nicolas Bourbaki**», dans laquelle le pseudo-mathématicien est présenté comme un ancien élève de Hilbert et de Poincaré, ayant soutenu sa thèse à l'Université de Kharkov, et qui aurait accepté, par ailleurs, d'encadrer et de diriger les travaux de jeunes mathématiciens français. Néanmoins le groupe profite de cette pseudo-biographie, hautement fantaisiste, pour exposer sa vision des mathématiques, la philosophie de son entreprise et le but de ses travaux.

Elaboration du projet

Principes de Fonctionnement

Le groupe fonctionne, en gros, en observant trois grands principes qui sont :

- **le secret et l'anonymat,**
- **l'unanimité et l'absence de hiérarchie**,
- **la limite d'âge et le mode de recrutement**.

Nous avons vu son goût du secret intervenir lors de la première communication de Bourbaki aux comptes-rendus de l'Académie des Sciences, attitude qui, en l'occurrence, révèle aussi un penchant certain pour le «**canular**». Ce principe du secret et de l'anonymat, poussé très loin par le groupe, est quelque peu déconcertant chez des intellectuels, scientifiques ou non d'ailleurs, car il est assez contraire à leur attitude habituelle de grande ouverture.

Aussi bien dans les premiers temps du groupe que maintenant, lorsqu'un nouveau Bourbaki est recruté, il lui est interdit de faire état de son appartenance, même si très souvent celle-ci relève du secret de polichinelle, ce qui n'a pas manqué de créer parfois des situations quelque peu cocasses. Cette manie du secret constitue parfois un obstacle à la recherche d'informations par les historiens ou journalistes scientifiques, ne serait-ce qu'au secrétariat du groupe, à Paris, où cette attitude est strictement observée. La principale raison qui a conduit les membres fondateurs à édicter cette règle tenait vraisemblablement au **caractère collectif** qu'ils tenaient à conférer à leur œuvre. Le fait que la rédaction se fasse en commun avec l'obligatoire participation de tous, en particulier pour les discussions et les critiques, implique qu'aucun membre ne puisse se mettre en avant tant pour la notoriété scientifique que pour les éventuels avantages matériels. **Laurent Schwartz** et **Jean Dieudonné** ont, d'ailleurs, justifié cette position, en rappelant que l'activité de Bourbaki ne concernait pas les travaux scientifiques personnels de ses membres mais uniquement la rédaction collective d'un traité de mathématiques.

Il faut aussi convenir que cette attitude présentait l'avantage d'apporter au groupe une certaine tranquillité, en protégeant ses différents membres des influences extérieures lesquelles, tout au moins au début de leur aventure commune, pouvaient présenter un caractère d'hostilité plus ou moins affirmé.

Vis-à-vis de la communauté scientifique la discrétion, quant à la composition du groupe, a certainement conféré à son œuvre un surcroît de crédibilité, puisque le texte apparaissait alors comme le résultat d'un consensus, sans référence à d'éventuelles dissensions internes.

Enfin il est probable que l'observation du secret a dû contribuer, aussi, à resserrer les liens, à l'intérieur d'un groupe où évoluaient de fortes personnalités.

Toutefois, il convient de le noter, la règle de l'anonymat n'a pas toujours été appliquée de façon très stricte, notamment au début de la création de Bourbaki, puisqu'en 1937, une demande de subvention fut adressée au physicien Jean Perrin, alors sous-secrétaire d'état à la recherche scientifique, nommément par **Mandelbrojt, Delsarte, Cartan, Weil, Dieudonné et De Possel**. Précisons que la subvention a, d'ailleurs, été accordée.

En ce qui concerne le second principe «Bourbachique», il est, à la fois, intransigeant et incontournable. Ainsi tous les projets de rédaction, examinés au niveau du groupe, doivent être, impérativement, approuvés à **l'unanimité**. On peut imaginer la grande difficulté à réaliser un tel consensus, quand on sait à quel point les séances de travail étaient mouvementées, dans les premiers temps du groupe, comme cela a été maintes fois rapporté. La violence des critiques émises par les uns, les démolitions des textes proposés par les autres, les insultes, fusant de toute part, mais heureusement oubliées aussitôt que proférées, au beau milieu du chahut, des plaisanteries, des moqueries et des rires, tout cela créait une ambiance bien particulière. Il est arrivé que certains textes soient revus jusqu'à dix fois au point que Pierre Samuel, membre très actif du groupe, à une époque, a avoué : «**Nous nous mettions parfois d'accord par lassitude**». Ce que confirma Jean-Pierre Serre : **«Il est arrivé, heureusement rarement, que l'un de nous s'oppose à telle ou telle rédaction. L'une de celles-ci resta bloquée pendant des années. Mais c'était une tradition que tout soit décidé à l'unanimité».**

Aucune décision concernant le groupe ne pouvant être prise en dehors de cette règle de l'unanimité, celle-ci a pesé et pèse encore lourdement sur les relations des membres du groupe avec le monde extérieur.

De même l'égalité entre tous les membres est aussi un principe intangible, il ne doit pas exister de différence, par exemple, entre les anciens et les nouveaux. Tous jouissent des mêmes droits et des mêmes devoirs d'intervention au cours des séminaires. Cependant, comme toujours en pareille circonstance, au moins dans le groupe Bourbaki initial, d'aucuns étaient plus égaux que d'autres. Ainsi André Weil, par exemple, était moins la cible des plaisanteries que certains de ses collègues, son prestige étant considérable parmi les Bourbakis. De même Dieudonné, l 'homme aux démissions successives, avait, apparemment, le statut particulier que lui conférait son rôle de rédacteur ultime des textes soumis à discussion, au cours des travaux du groupe.

Pratiquement dès sa création, Bourbaki a dû songer à s'adjoindre de nouveaux collaborateurs. Dans ce secteur aussi, il a montré de l'originalité, inventant la méthode dite des «**cobayes**» : «**Quand un membre de Bourbaki repère un jeune mathématicien, qui lui semble avoir le profil idoine, il l'invite à un congrès en tant que «cobaye**». Dieudonné a décrit la situation particulièrement difficile du malheureux «cobaye», introduit brutalement dans un milieu particulièrement perturbant, où certes fusent plaisanteries et quolibets, mais où les échanges et les débats sont du niveau mathématique le plus élevé. Il lui faut, impérativement, tout à la fois comprendre et participer, sinon il ne sera plus jamais invité. Cela suppose, de la part du postulant, un certain nombre de qualités mais, avant tout, une bonne culture générale en mathématiques, plutôt qu'une spécialisation trop étroite. Le tout premier «cobaye» fut Laurent Schwartz, futur médaille Fields. On ne peut pas dire que le choix du groupe n'ait pas été judicieux.

Les arrivées de nouveaux membres Bourbakis, doivent être compensées par le départ de membres plus anciens, compte tenu de la limitation de l'effectif, en gros, à douze personnes. Dans le passé quelques défections ont pu se produire à la suite de désaccords avec les orientations ou les méthodes imposées par le groupe comme ce fut le cas pour Dubreil et Leray, soit encore par suite d'une certaine lassitude comme pour Serre ou en raison de considérations plus personnelles comme pour D^e^ Possel, mais, en réalité, ces quelques évènements présentent un caractère anecdotique.

En effet car la cause principale de départ du groupe Bourbaki est l'âge : les membres sont tenus de prendre leur «**retraite**» à cinquante ans. Cette règle fut proposée par Weil et adoptée, d'abord pour éviter un surnombre préjudiciable à un travail fructueux et ensuite pour amener, par «**la disparition progressive des membres fondateurs**», les membres plus jeunes à prendre, à fond, leurs responsabilités. Il faut bien préciser, quand même, que les mathématiciens considèrent que c'est dans sa jeunesse qu'un chercheur est le plus brillant et le plus créatif et, dans l'application de cette nouvelle règle, Bourbaki ne faisait que suivre l'opinion générale des tenants de la discipline. Dieudonné essayait, néanmoins, avec sa verve habituelle, d'atténuer un peu la brutalité du couperet en affirmant, dans un article, qu'un mathématicien de plus de cinquante ans pouvait, certes, encore effectuer des travaux de qualité, mais risquait, tout de même, d'éprouver quelque difficulté à s'adapter aux idées des créateurs nettement plus jeunes, ceux qui sont porteurs d'avenir.

Pour bien comprendre l'attitude des membres du groupe il faut signaler encore, par exemple, que la médaille Fields n'est jamais attribuée à un mathématicien de plus de quarante ans, alors le prix Nobel, distinction équivalente pour les autres disciplines, est attribué sans limite d'âge.

C'est ainsi que tous les fondateurs du groupe disparurent vers 1958, et que, par le fait, Bourbaki se voit bénéficier d'une éternelle jeunesse.

Toutefois les anciens conservent des relations, et pas seulement d'amitié, avec les membres actifs. Ils sont, par exemple, destinataires du bulletin du groupe «La tribu» qui donne, en particulier, un compte-rendu des congrès.

En près de soixante dix ans d'existence Bourbaki a vu défiler une bonne quarantaine de membres, la très grande majorité étant constituée de mathématiciens français, tous normaliens. Néanmoins, quelques étrangers ont pu rejoindre le groupe comme les américains Eilenberg, l'un des créateurs de la «**théorie des catégories**» et Lang ou encore le suisse Borel. Sans vouloir rappeler les noms de tous les Bourbakis, qui sont connus malgré leur relative discrétion, on peut citer les cinq médaillés Fields qui ont participé à leurs travaux : ce sont Laurent Schwartz (1950), Jean-Pierre Serre (1954), Alexandre Grothendieck (1966), Alain Connes (1982) et Jean-Christophe Yoccoz (1994).

Signalons que Schwartz et Serre ont été professeurs à la Faculté des Sciences de Nancy et que Grothendieck y a préparé sa thèse sous la direction du premier.

An nom de la plus parfaite équité il faut bien préciser que d'excellents mathématiciens français n'ont jamais appartenu au groupe Bourbaki comme René Thom (Médaille Fields en 1958) auteur de la «théorie des catastrophes» ou encore Marcel Berger, André Lichnérowicz ou Jean Leray.

Les Bourbakis avaient tous, dans l'ensemble, de fortes personnalités. Certains comme Schwartz se sont fait connaître par leurs activités politiques très engagées, un autre comme Grothendieck pour son militantisme écologique.

Plan de travail et évolution du projet

Le premier congrès de Juillet 1935 fût désigné sous le nom de «**réunion plénière de fondation**». Au strict plan des mathématiques, c'est à cette occasion que le projet collectif du groupe commença à prendre forme. André Weil, qui est apparu en quelque sorte comme un leader, quoiqu'il s'en soit toujours défendu, affirma qu'il fallait «**fixer pour 25 ans les matières du certificat de calcul différentiel et intégral en rédigeant en commun un traité d'Analyse. Il est entendu que ce sera un traité aussi moderne que possible**». Un éditeur fut proposé par le même Weil : la maison Hermann dont le directeur Enrique Freymann était de ses amis. Delsarte soutint le principe d'une rédaction collective et Cartan estima que le projet devait conduire à un ouvrage dont l'ampleur devait se situer entre 1 000 et 1 200 pages. Il apparut nécessaire, aux différents membres du groupe, d'aboutir à une parution rapide, soit dans les six mois à un an, pour créer l' effet de surprise. La discussion porta ensuite sur le mode de travail à adopter, l'organisation de celui-ci, sur la nature et le contenu des diverses parties de l'ouvrage, ainsi que sur la fréquences des réunions de ce qui fût appelé, dans un premier temps, le «**Comité de rédaction du traité d'analyse**». Dès le départ il fut convenu que ce groupe ne comporterait pas plus de neuf membres, résolution qui fut à peu près respectée au cours du temps, puisqu'il semble bien que le groupe n'en comporta jamais plus de douze. En Janvier 1935 étaient venus rejoindre les fondateurs Paul Dubreil, Jean Leray et Szolem Mandelbrojt. Les deux premiers ne feront qu'une courte apparition dans le groupe et seront rapidement remplacés respectivement par Jean Coulomb et Charles Ehresmann.

Au fur et à mesure que les séances de travail se déroulaient, les objectifs pédagogiques, précis et limités du départ, évoluaient sensiblement. Weil, toujours un peu le maître à penser de l'équipe, a rappelé dans ses «**souvenirs d'apprentissage**» comment, au fur et à mesure des rencontres, se précisaient peu à peu les objectifs pendant qu'en même temps s'enflait l'ambition. Les Bourbakis envisagèrent, en effet, assez rapidement d'abandonner leur objectif initial somme toute modeste, afin de rédiger plutôt un ouvrage général, susceptible d'intéresser un public plus large de chercheurs, d' enseignants, de physiciens, des ingénieurs ou de techniciens. Pour cela il fallait alors fournir, à un lectorat potentiel si diversifié, des outils «**aussi robustes et aussi universels que possibles**». Il était donc souhaitable de s'écarter de la philosophie et de la forme des traités classiques, datant d'une bonne génération, de forme compliquée et très en retard sur ce qui se publiait à l'étranger. En particulier et c'était là un défaut majeur, aux yeux des membres du groupe, les théorèmes fondamentaux y étaient introduits avec des hypothèses superfétatoires.

L'élaboration du plan du traité constituait, de ce fait, une tâche préalable essentielle beaucoup plus difficile peut-être que prévu, mais qui donna lieu à une telle somme de réflexions et de discussions, qu'il s'en dégagea une nouvelle vision des mathématiques aussi bien dans leur exposé que dans leur pratique. Cette vision particulière amena Bourbaki à leur reconnaître une profonde unité, reposant sur **la théorie des ensembles** et cette conception moderne allait considérablement influencer le monde mathématique français et même international.

Comme conséquence des réflexions approfondies des membres du groupe, et des conclusions qui en émergèrent, lors de la «**réunion plénière de fondation**», le plan élaboré initialement fut divisé en deux parties. Une première partie reprenait les thèmes classiques de l'analyse conformément au programme de la licence de mathématiques (Fonctions de variables réelles, fonctions de variables complexes, intégrales, équations différentielles, équations aux dérivées partielles etc.) et une seconde partie devait comporter un certain nombre de chapitres plus novateurs, non encore définis de façon précise, mais qui avaient pour but de donner de solides notions **d'algèbre moderne, de théorie des ensembles et de topologie**. Cette dernière partie était considérée, comme indispensable à la cohérence et à la compréhension de l'ensemble du texte par les Bourbakis. Ceux-ci trouvèrent, en grande partie, leur inspiration dans le livre particulièrement novateur de Van der Waerden : «Modern agebra», publié en Allemagne au cours des années 1930-1931 et qu'ils avaient tout particulièrement apprécié, à l'époque, comme bien d'autres mathématiciens d'ailleurs.

Réalisation pratique du projet

Bourbaki se fixa un an pour achever la rédaction du traité et arriver à sa publication. Le volume prévisible de l'ouvrage fut estimé alors à 3 200 pages, ce qui était déjà trois fois plus important que ce que prévoyait initialement Cartan. Le délai ne fut pas et ne pouvait, d'ailleurs, pas être tenu. En effet une œuvre de cette importance et aussi novatrice ne pouvait se faire sans qu'interviennent des discussions et des débats multiples avec les révisions successives en résultant, des modifications plus ou moins importantes, des permutations de thèmes conduisant, en particulier, à l'affinement continuel du plan.

C'est ainsi que la seconde partie, qualifiée de «**paquet abstrait**» par les Bourbakis, n'a cessé de croître en volume au détriment de la partie dite classique dont la rédaction fut retardée car peut-être, au moins implicitement, jugée sans doute moins urgente. Cette partie abstraite devint donc la partie originale et essentielle du traité. De ce fait, le projet dépassait alors de très loin l'objectif initial du traité d'analyse et atteignait une ampleur et une importance imprévues. Il convenait alors, par conséquent, de désigner le futur ouvrage sous un titre plus conforme à l'ambition réelle affichée par Bourbaki. Le titre proposé fut «**Eléments de Mathématique**», avec le mot mathématique au singulier, pour bien montrer combien les membres du groupe ressentait l'unité profonde de la discipline.

Le premier volume à paraître, en 39-40, fut le «**Fascicule de résultats de la théorie des ensembles**». Pendant la seconde guerre mondiale, et malgré les nombreuses difficultés rencontrées par les membres du groupe, quelque peu dispersés, trois autres volumes sortirent, mais la période la plus prolifique s'étendit de la fin du conflit à l'année 1970. A partir de cette date les publications virent leur fréquence diminuer, l'avant-dernier volume étant sorti en 1983 et le dernier en 1998. Les «**Eléments de Mathématique de Bourbaki**», qui représentent à ce jour 7000 pages de textes, ont eu un profond retentissement dans le monde international des mathématiques, certains volumes ou certains chapitres étant particulièrement appréciés, et d'autres beaucoup moins, comme nous aurons l'occasion de le préciser.

En 1941 le plan global du traité comportait quatre grandes parties, chacune comportant un certain nombre de livres :
- Structures fondamentales de l'analyse (huit livres).
- Analyse fonctionnelle (sept livres).
- Topologie différentielle (deux livres).
- Analyse algébrique (huit livres).

Chaque livre était lui-même, bien évidemment, divisés en chapitres.

On mesure l'ampleur de l'entreprise globale, quand on examine le contenu de la seule première partie, déjà considérable.

Ce projet de 1941 n'aboutira que partiellement. De nos jours, c'est-à-dire 67 ans après la première réunion du quartier latin, les Eléments de Mathématique comportent dix livres, chaque livre étant composé, en général, de plusieurs volumes. Ils sont répertoriés comme suit :

- Théorie des ensembles (un fascicule de résultats non démontrés avec quatre chapitres en plus de celui-ci)
- Algèbre (dix chapitres)
- Topologie Générale (dix chapitres)
- Fonction d'une variable réelle (sept chapitres)
- Espaces vectoriels topologiques (cinq chapitres)
- Intégration (neuf chapitres)
- Algèbre commutative (dix chapitres)
- Variétés différentielles et analytiques (un fascicule de résultats sans démonstrations)
- Groupes et algèbre de Lie (neuf chapitres)
- Théories spectrales (deux chapitres)

Bourbaki a rédigé un texte de quelques pages, intitulé «**mode d'emploi de ce traité**», placé en avant-propos de chaque volume publié des «**Eléments de Mathématique**» et qui fournit quelques indications et certains conseils quant à l'utilisation de l'ouvrage. «**Ce traité prend les mathématiques à leur début, et donne les démonstrations complètes. Sa lecture ne suppose donc, en principe, aucune connaissance mathématique particulière, mais, seulement, une certaine habitude du raisonnement mathématique et un certain pouvoir d'abstraction**».

Toutefois le lecteur débutant, qui prendrait ce discours préliminaire à la lettre, risquerait d'éprouver une rude déception et cela dés les premières lignes du traité. En réalité des connaissances du niveau du second cycle universitaire, en mathématique, sont pratiquement indispensables à la bonne compréhension de l'ouvrage.

Il apparaît donc que le traité est plutôt destiné, en priorité, aux étudiants de second et troisième cycle universitaires et aux mathématiciens confirmés.

Ce n'est certainement pas un ouvrage grand public.

S'il peut être très certainement utile aux chercheurs, ce n'est pas à proprement parler un ouvrage de recherche car il n'y figure pas, en principe, de résultats nouveaux. Même si les différents membres de Bourbaki ont tous été de brillants chercheurs dont la production scientifique a largement participé à l'avancement de la discipline et leur a valu les récompenses les plus prestigieuses, le groupe, en tant que tel, n'est pas censé avoir apporté de véritables découvertes ou inventions mathématiques.

Toutefois certaines démonstrations particulièrement astucieuses, l'introduction d'un langage neuf avec des termes originaux voire des notions nouvelles comme par exemple celle de «**filtres**» font des «**Eléments de Mathématique**» un ouvrage frontière.

Cependant on peut considérer que le traité constitue essentiellement un synthèse a peu prés exhaustive d'un corpus de connaissances préexistantes, réorganisées et reformulées en un langage moderne et logique, mettant en évidence l'unité profonde de la discipline.

En ce qui concerne les six premiers livres (Théorie des ensembles, Algèbre, Topologie générale, Fonctions d'une variable réelle, Espaces vectoriels, Intégration), «**chaque énoncé ne fait appel qu'aux définitions et résultats exposés précédemment dans ce livre ou dans les livres antérieurs**» est-il précisé dans l'avant-propos de chaque livre. Autrement dit, dans cette première partie, le traité suit un certain ordre, ce qui n'est plus le cas pour les livres suivants (Algèbre commutative, Variétés différentielles et analytiques, Groupes et algèbre de Lie, Théories spectrales).

Aspects particuliers de l'œuvre de Bourbaki

Emergence de la Théorie des ensembles

Même si on a pu, peut-être, observer l'utilisation de raisonnements inhérents à la théorie des ensembles chez des mathématiciens très anciens, il a fallu attendre Cantor pour que soit proposée une définition désormais devenue célèbre :

«**Par ensemble on entend un groupement en un tout d'objets bien distincts de notre intuition ou de notre pensée**».

Certes, avant lui, des mathématiciens comme Bolzano avaient fait des travaux importants, en définissant par exemple la relation **d'équipotence** de deux ensembles. On dit que deux ensembles A et B sont équipotents s'il existe une bijection entre eux, c'est-à-dire une application qui fait correspondre à tout élément de A un élément de B et réciproquement. Toutefois c'est bien Cantor qui a construit une théorie des ensembles encore valable aujourd'hui. En partant de l'analyse, il a traité de nombreux problèmes tels que ceux relatifs à la classification des ensembles, aux ensembles dérivés, à la dénombrabilité de certains ensembles, à l'équipotence en général, aux ensembles totalement ordonnés, aux propriétés topologiques de certains ensembles et enfin à la mesure. Pendant que Cantor s'intéressait aux ensembles infinis un autre chercheur Dedekind montrait comment, par une construction axiomatique rigoureuse, on pouvait dériver la notion d'entier naturel des notions fondamentales de la théorie des ensembles et obtenir ainsi tous les théorèmes élémentaires d'arithmétique. Les travaux de Cantor sur les ensembles dénombrables ont eu des applications nombreuses jusqu'en analyse

Mais alors que ses idées s'imposaient au monde mathématique, que théorie des ensembles et méthodes axiomatiques étaient quasi- universellement admises éclata la «crise des fondements». Des ensembles paradoxaux furent mis en évidence dès 1897. Ainsi on ne peut parler «**d'ensemble des ensembles**» ou «**d'ensemble des ensembles qui ne sont pas éléments d'eux-mêmes**» sans aboutir à une contradiction, constatations faites par Cantor en 1897 et par Russel en 1905.

Ainsi soit E «**l'ensemble des ensembles qui n'appartiennent pas à eux-mêmes**», ou soit plus formellement :

E = l'ensemble des X tels que $X \notin X$. Que dire de E lui-même ?

Si $E \in E$ alors par définition de E, il s'ensuit que $E \notin E$. Et si l'on suppose $E \notin E$, d'après la définition même de E, on devrait en conclure que $E \in E$. Quel que soit le cas de Figure, on obtient une contradiction.

Mais ces contradictions, ces antinomies qui venaient perturber considérablement la théorie des ensembles ne se limitaient pas à celle-ci et arrivaient à ébranler, aussi, bien d'autres parties des mathématiques. C'est pourquoi les mathématiciens et surtout les logiciens du début du siècle déployèrent beaucoup d'efforts pour élaborer une théorie des ensembles plus rigoureuse, fondée sur la logique formelle et dans laquelle les contradictions étaient éliminées.

L'une des tentatives visant cet objectif fut celle de **l'intuitionnisme**, mouvement auquel appartenait le français Poincaré et le hollandais Brouwer, qui allait jusqu'à rejeter la théorie des ensembles et toute une partie de l'algèbre moderne. Toutefois ce mouvement fut par la suite plus ou moins abandonné.

La seconde tentative fut celle du **formalisme**, fondée sur l'axiomatique. Beaucoup de mathématiciens, tels que Zermelo, Fraenkel, Von Neumann, Skolem, Bernays, Gödel et Hilbert s'attachèrent, dans ce cadre d'idées, à résoudre le problème posé par les paradoxes. Dans ce cadre ils réussirent à éliminer, par des axiomes supplémentaires, les ensembles paradoxaux de la théorie des ensembles. Ce point de vue attira d'ailleurs un certain nombre de critiques, plus ou moins virulentes, notamment celles du mathématicien français Roger Apéry.

Mais, dans ce domaine, c'est Hilbert qui effectua, sans aucun doute, le travail le plus important. Après avoir fait l'axiomatisation complète de la géométrie il ambitionnait de réaliser l'axiomatisation de toutes les branches des mathématiques. Pour ce faire il développa avec ses élèves ce qu'on a appelé une **métamathématique** c'est-à-dire une méthode pour démontrer la **consistance** d'un système formel. Un tel système est consistant ou cohérent si l'application des règles d'inférence aux axiomes ne peut jamais conduire à deux conséquences telles que l'une soit la négation de l'autre. Toutefois, même si elle a obtenu quelques succès limités l'équipe de Hilbert a échoué en ce qui concerne la théorie des ensembles et l'arithmétique. Gödel montra, en 1931, par un théorème célèbre, qu'on ne pouvait établir la consistance de l'arithmétique par un raisonnement métamathématique.

Par ailleurs Hilbert pensait que la déduction formelle ne fait toujours qu'accompagner la pensée et identifiait, comme Poincaré la vérité à la non-contradiction laquelle était pour lui «**le critère de vérité et d'existence**». C'est dans ce cadre de pensée qu' il tenta de montrer la non contradiction de l'arithmétique. Mais pour Hilbert la philosophie mathématique résidait, avant tout, dans l'application de l'axiomatique à tous les domaines de la science : penser axiomatiquement signifie pour lui «**ne pas penser autrement qu'avec conscience**» et que «**tout ce qui peut être, en général, objet de la pensée scientifique aboutit, dés maturité, dans la création d'une théorie, à la méthode axiomatique**». Ces idées, extraites de son ouvrage de 1918 : **Axiomatisches Denken** (La pensée axiomatique) ont eu un profond retentissement dans tous les domaines des mathématiques.

On peut affirmer que Hilbert fut vraiment le père spirituel de Bourbaki.

La présentation de Bourbaki

La méthode d'exposition choisie par Bourbaki est donc axiomatique. Elle part le plus souvent du général pour aboutir au particulier. La présentation est totalement épurée et les quelques exemples auxquels on a recours n'interviennent qu'après le développement abstrait. Si la présentation pédagogique peut apparaître discutable, Bourbaki, dans son «**Mode d'emploi**», précise que «**l'utilité de certaines considérations n'apparaîtra donc au lecteur qu'à la lecture de chapitres ultérieurs, à moins qu'il ne possède déjà des connaissances étendue**».

Afin de compenser cette sécheresse quelque peu rebutante, qui a suscité critiques et reproches, Bourbaki a utilisé deux arguments. Le premier a consisté à inclure des notes historiques en fin de chapitre, ces notes ayant été ultérieurement rassemblées en un volume unique intitulé «**Eléments d'histoire des mathématiques**», le second a été de doter chaque chapitre d'exercices, dus essentiellement à Dieudonné et dont la qualité a été unanimement reconnue. L'intérêt de ces exercices a été double d'abord de permettre au lecteur de vérifier si le texte est compris et assimilé et ensuite «**de lui faire connaître des résultats qui n'avaient pas leur place dans le texte**». Autrement dit, le lecteur se doit de retrouver, lui-même, beaucoup de résultats importants, par le biais des exercices. Ceci est un défaut reconnu du traité, un autre se situant au niveau des références bibliographiques, peu fournies, rejetées en fin de chapitres après les notes historiques et qui, toujours d'après le mode d'emploi, ne contiennent que des références concernant «**le plus souvent que des livres et mémoires originaux qui ont eu le plus d'importance dans l'évolution de la théorie considérée**».

Tout est donc mis en œuvre, «**le texte étant consacré à l'exposé dogmatique d'une théorie**» pour que le lecteur puisse focaliser toute son attention sur ce qui est essentiel dans l'esprit des auteurs, sans en être distrait par des considérations considérées comme accessoires.

Bourbaki a déployé beaucoup d'efforts et fait montre de beaucoup d'imagination en matière de terminologie. La nécessité d'utiliser un langage tout à la fois rigoureux et simple a conduit les Bourbakis à créer de nombreux nouveaux termes tels, par exemple que **bijection**, **ensemble vide** (**Ø**), et à introduire l'espèce de grand Z arrondi que les auteurs insèrent en marge du texte afin de solliciter l'attention du lecteur lorsqu'il y a risque d'erreur ou d'incompréhension. La plupart des termes et des notations proposés par Bourbaki ont été adoptés ultérieurement, aussi bien en France qu'à l'étranger.

Philosophie de Bourbaki

En même qu'il publiait les «**Eléments de mathématique**», Bourbaki propageait une nouvelle vision, voire une nouvelle idéologie des mathématiques laquelle fut acceptée en, définitive, par l'ensemble de la communauté mondiale des mathématiciens et qui s'imposa longtemps, au moins en France, sous une forme presque dictatoriale.

Toutefois il convient de préciser un certain nombre de points. En premier lieu cette vision globale de la discipline ne s'est, vraisemblablement, imposée que progressivement, parmi les Bourbakis, eux-mêmes, tout au long de leurs travaux. En second lieu les appréciations de chaque membre du groupe, à titre individuel, quelle que l'adhésion de celui-ci aux idées générales «bourbachiques», ont pu différer de celles du groupe lui-même en tant que tel. Enfin le contexte, aussi bien que les hommes, ayant évolué au cours du temps, il est évident que la regard, que le groupe peut jeter sur sa discipline, est sans doute différent à notre époque en 2001, de ce qu'il était dans les années cinquante.

Cette conception des mathématiques qui était celle de Weil, de Dieudonné et de leurs collègues a été véhiculée par des interventions multiples et surtout par la publication de textes dont l'un des plus importants est l'article intitulé «**L'architecture des mathématiques**», publié en 1947, signé Nicolas Bourbaki, mais vraisemblablement rédigé par Dieudonné. La philosophie de Bourbaki se définit en trois notions clés :

L'unicité des mathématiques.
La méthode axiomatique.
Les structures.

L'unicité des mathématiques apparaît à chaque fois que les mathématiciens jettent un regard global sur leur discipline. Il faut souligner que la séparation entre Algèbre, Géométrie, Analyse et Arithmétique est devenue anachronique et que les chercheurs en mathématiques vont chercher leurs outils dans tous les secteurs de la discipline, avec une totale transversalité. Toutefois cette unité n'était pas aussi évidente, il y a un demi-siècle, lors de la création de Bourbaki. Celui-ci se demandait, dans l'«**Architecture des mathématiques**», si la multiplication, quelque peu anarchique des travaux et des résultats publiés, était l'indice du développement harmonieux de la discipline, dans la cohésion et l'unité ou, au contraire, le signe de son éclatement en une multitude de disciplines autonomes, étrangères les unes aux autres : «**En un mot y a-t-il, aujourd'hui , une mathématique ou des mathématiques** ?»

Evidemment Bourbaki répond, déjà, par le titre même de son traité. La conviction de ses membres se manifeste fortement en quelques phrases : «**Nous croyons que l'évolution interne de la science mathématique a, malgré les apparences, resserré plus que jamais l'unité de ses différentes parties, et y a créé une sorte de noyau central plus cohérent qu'il n'a jamais été. L'essentiel de cette évolution a consisté en une systématisation des relations existant entre les diverses théories mathématiques, et se résume en une tendance qui est généralement connus sous le nom de méthode axiomatique**». Il n'est, d'ailleurs, pas évident que l'opinion des mathématiciens soit aujourd'hui si tranchée.

Un axiome est, au départ, une propriété évidente ou une règle purement inventée dont on admet la véracité sans démonstration. Dans une théorie axiomatique on commence par se donner, éventuellement par définir, un certain nombre d'objets sur lesquels la théorie va porter. On énonce ensuite les axiomes (ou postulats) auxquels devront obéir les objets en question. On déduit ensuite en partant de ces axiomes, par des raisonnement purement logiques, dont la validité peut être vérifiée sans faire appel à l'intuition ou à l'expérience, d'autres propriétés, moins évidentes celles-ci et qu'on appelle théorèmes.

Un exemple d'axiomatique est donnée par la géométrie d'Euclide. Celui-ci dans ses «**Eléments de Géométrie**» commence par définir les objets fondamentaux que sont un point, «**quelque chose n'ayant pas de partie**», une courbe, une droite, un plan etc. Il énonce ensuite cinq axiomes, qui sont bien connus, le premier disant «étant donné deux points il existe un segment de droite qui les joint» le cinquième étant équivalent au fameux postulat des parallèles : «par un point extérieur à une droite on ne peut mener qu'une parallèle à cette droit». Euclide se fonde ensuite sur ces axiomes pour démontrer des propriétés ou pour effectuer des constructions géométriques. Mais Euclide ne procède pas avec une rigueur parfaite et utilise, sans s'en rendre compte, des propriétés ni posées en axiomes, ni démontrées, mais qui peuvent faire appel, dans certains cas, à l'intuition visuelle, comme, par exemple, sa construction célèbre du triangle équilatéral à partir d'un segment de droite. Néanmoins on peut considérer Euclide comme le précurseur de la méthode axiomatique en rappelant la grande difficulté qu'il a rencontrée pour dégager un système cohérent d'axiomes sur lesquels puisse reposer sa géométrie.

Pour obtenir un tel système cohérent d'axiomes, il a fallu attendre Hilbert, avec ses «Fondements de la Géométrie», publiés en 1899, lequel comme nous l'avons déjà exprimé, peut être considéré comme le père de l'axiomatique moderne et, par là même, du mouvement Bourbaki.

Par rapport à l'axiomatique euclidienne, **l'axiomatique moderne** se distingue d'abord par son caractère formel. On ne définit pas les notions premières (point, droite, etc.) mais on les considère comme des entités abstraites dont la signification importe peu, l'essentiel ce sont les axiomes, c'est-à-dire les relations qui existent entre ces entités premières. Ce qui est important, par ailleurs, c'est que les propriétés qui se déduisent à partir d'une théorie formelle aient un caractère général : elles sont, en principe, valables pour des ensembles d'objets très différents, à la condition expresse que le système d'axiomes soit le même.

En pratique, il convient de le préciser, on ne bâtit pas un système d'axiomes ex nihilo. Le mathématicien va étudier préalablement un certain nombre d'objets avant de dégager son axiomatique. La méthode a été parfaitement exposée par Henri Cartan dans une conférence qu'il fit, en Allemagne, en 1958. Au cours de son intervention, Cartan montra comment le mathématicien qui veut construire une démonstration, à partir d'objets mathématiques bien définis, est amené à sélectionner, après examen, les seules propriétés spécifiques des objets qu'il a utilisées. Il peut alors mettre en oeuvre la même démonstration avec des objets différents mais qui possèdent ces mêmes propriétés. La méthode axiomatique est donc fondée sur l'idée simple suivante : au lieu de s'intéresser aux objets, on établit la liste des propriétés qui sont nécessaires à la démonstration. Ces propriétés sont ensuite mises en évidence et exprimées par des axiomes.

On comprend que, dés lors, la nature des objets est indifférente. Au lieu de s'y intéresser on construit la démonstration de façon telle qu'elle soit valable pour tout objet satisfaisant aux axiomes.

«**Il est assez remarquable que l'application systématique d'une idée aussi simple ait si complètement ébranlé les mathématiques**», conclut Cartan.

Le troisième mot clé est celui de structure indissociable, pour Bourbaki de la méthode axiomatique. Pour savoir ce que Bourbaki entend par structure mathématique, il faut encore se référer à l'«**Architecture des mathématiques**». On y explique que : «**l'on part d'un ensemble d'éléments dont la nature n'est pas spécifiée et pour définir une structure on se donne des relations où interviennent ces éléments ; on postule ensuite que ces relations satisfont à certaines conditions qui sont les axiomes de la structure envisagée. Faire la théorie axiomatique d'une structure c'est déduire les conséquences logiques des axiomes de la structure**». On s'interdit toute hypothèse complémentaire sur les éléments considérés, en particulier sur leur nature.

Une des plus importantes est **la structure de Groupe** qui se définit comme suit :

«Un ensemble non vide G est un groupe s'il est muni d'une loi interne, notée *, qui à tout couple (x,y) d'éléments de G associe un élément noté x*y, appartenant aussi à G, et si les trois axiomes suivants sont vérifiés :

1) **Associativité** : pour tous éléments x,y,z de G on a : x*(y*z) = (x*y)*z
2) **Existence d'un élément neutre** : Il existe un élément de G que nous écrirons e et tel que : x*e =e*x = x , quel que soit l'élément x de G.
3) **Existence d'un inverse** pour tout élément : quel que soit l'élément x de G, il existe dans G un élément noté xÉ^1 tel que x*xÉ^1= xÉ^1 * x = e.

Lorsque la loi * est **commutative**, c'est-à-dire quand x*y = y*x pour tous x et y, on dit que G est un groupe **abélien**».

Prenons, par exemple, comme groupe l'ensemble des nombres entiers, muni de l'addition ordinaire. Il est facile de voir que les axiomes de la structure de groupe sont vérifiés dans ce cas.
En effet quels que soient les nombres réels x, y, z on a bien : x+(y+z) = (x+y)+z.
L'élément neutre est 0 car x+0 = 0+x = x
L'élément inverse de x pour l'addition est -x car x +(-x) = 0.

Bourbaki distingue trois grands types de structures.

Celles où intervient une loi qui , comme dans un groupe associe à tout couple d'éléments un troisième sont **les structures algébriques**. Parmi celles-ci, en dehors des groupes, on trouve les anneaux, les idéaux, les corps, les espaces vectoriels qui sont des ensembles avec d'autres relations de départ entre les éléments et d'autres axiomes.

Un autre type de structures est constitué par celles où intervient **une relation d'ordre**, c'est-à-dire des outils de comparaison tels que «supérieur ou égal» ou encore «inférieur ou égal» qui permettent d'ordonner, de comparer entre eux tout ou partie des éléments d'un ensemble.

Le troisième type de structures, que considère Bourbaki, est constitué par les structures **topologiques** qui fournissent une formulation mathématique abstraite des notions intuitives de voisinage, de limite, et de continuité.

A partir de ses trois grands types de structures qu'il appelle structures mères, et qu'il place au centre de son dispositif, Bourbaki, en s'appuyant toujours sur la conception axiomatique, construit son univers mathématique. Les structures deviennent plus complexes, en évoluant du général au particulier, et se combinent organiquement alors à l'aide d'axiomes, pour donner ce qui est désigné par structures multiples, lesquelles se disposent autour des structures mères. Tout à la périphérie apparaissent alors les théories particulières où les éléments des ensembles, qui sont indéterminés dans les structures générales, reçoivent, enfin, une individualité plus spécifique. On y retrouve les théories mathématiques classiques telles que la théorie des fonctions ou encore les géométries, mais ces domaines, plus particuliers, ont perdu, dans le schéma de Bourbaki, leur autonomie antérieure car, d'après «**l'architecture des mathématiques», elles sont désormais** :

«**des carrefours où viennent se croiser et agir les unes sur les autres des structures mathématiques plus générales**».

Toutefois Bourbaki affirmait, dans le même article, avec une prudence assez inhabituelle chez lui, que sa conception des mathématiques pouvait être considérée comme une approximation grossière de l'état des mathématiques de l'époque.

Il convient maintenant de situer de façon, si possible plus précise, l'œuvre de Bourbaki.

Unicité des mathématiques, méthode axiomatique et structures ne sont pas des inventions originales du groupe Bourbaki. L'unité de la discipline a toujours été une question qui revient périodiquement dans les préoccupations des mathématiciens. Par ailleurs la méthode axiomatique moderne est née avec les travaux sur l'arithmétique, à la fin du dix-neuvième siècle, de Dudekind et Peano et surtout avec ceux, effectués plus tard, de Hilbert. Quant aux structures c'est dans l'ouvrage «Modern algebra» de Van der Waerden, que Bourbaki a trouvé son inspiration.

Le rôle de Bourbaki a plutôt consister en une tentative d'étendre ces notions à l'ensemble des mathématiques, en particulier à promouvoir un concept de structure généralisant les travaux des allemands en algèbre et ainsi à faire une tentative d'unification des mathématiques.

Les réactions à l'œuvre de Bourbaki

En général le traité de Bourbaki a été, à l'origine, très favorablement accueilli par la communauté scientifique encore que certains volumes aient été plus appréciés que d'autres tels que le livre de Topologie générale et celui des Groupes et algèbres de Lie considérés comme les plus réussis. Traduits dans de nombreuses langues, les Eléments de mathématique figurent à une place de choix dans toutes les bibliothèques de mathématiques. Ils ont d'ailleurs fait l'objet de nombreuses rééditions donnant souvent lieu à des remaniements parfois profonds. Il convient de signaler que la publication de l'ouvrage a rapporté des droits d'auteur substantiels au groupe.

Le moins que l'on puisse dire c'est que les Eléments de mathématique n'ont laissé personne indifférent dans le monde des professionnels des mathématiques, faisant l'objet de rappels d'études et de commentaires dans la plupart des revues spécialisées. Nombre de comptes rendus ont présenté favorablement les premiers livres de l'ouvrage du groupe. Parmi les commentaires les plus flatteurs il convient de rapporter ceux d'Emil Artin, le célèbre algébriste allemand, qui insista, en 1953, dans un article, sur les qualités du Livre d'Algèbre, ayant apprécié la généralité et l'abstraction des concepts, la terminologie et les notations, désormais adoptées par de plus en plus de mathématiciens. Artin écrivait encore que «**le lien commun entre les différentes branches des mathématiques devient clairement visible**». Il rappelait que le volume de Topologie générale «**étit déjà en train d'être utilisé avec enthousiasme particulièrement par la génération la plus jeune**» et concluait en constatant le succès complet de l'œuvre malgré sa «**présentation abstraite, impitoyablement abstraite**». Alex Rosemberg, compatriote d'Artin, émit une opinion similaire ajoutant, par ailleurs, ne pas être spécialement rebuté par la présentation, bien qu'elle fut, effectivement très abstraite.

Toutefois des opinions nettement moins laudatives se firent jour. Ainsi, Edwin Hewitt, en 1958, critiqua la présentation austère et monolithique du traité, le trop grand nombre de définitions non motivées, les exercices pénibles et l'obligation de se référer constamment aux volumes antérieurs de l'auteur. D'une manière générale beaucoup de commentateurs émirent un doute quant à l'utilité des différents volumes pour les étudiants. Ainsi en commentant un volume de Topologie Générale, E. Michael se demanda combien d'étudiants étaient capables d'assimiler les chapitres de l'ouvrage Bourbaki, sans avoir, simultanément, recours à d'autres traités. Un mathématicien américain célèbre, Paul Almos, dans un compte rendu sur le volume d'Intégration, reconnaît que le sujet traité est important, le livre bien rédigé, son contenu bien organisé, mais que le point de vue adopté n'aidera pas l'étudiant à comprendre ni à étendre son champ d'intérêt. Un mathématicien français, A. Denjoy a, lui aussi, vertement critiqué la manière dont le groupe avait traité l'intégration. D'une manière générale ce sont les livres sur l'Intégration et la Théorie des ensembles qui ont essuyé les critiques les plus acerbes.

On a reproché aussi à Bourbaki d'avoir délaissé, voire négligé, tout ce qui touche de près ou de loin aux applications des mathématiques comme par exemple l'analyse numérique, la théorie des probabilités ou encore l'informatique. On ne peut certes pas reprocher à Bourbaki de ne s'être préoccupé que de mathématiques pures. Mais à une certaine époque son influence, directe ou indirecte, était telle, que son attitude a considérablement freiné le développement, en France, de toutes les mathématiques appliquées.

Reproche plus grave, enfin, la vision «bourbachique» des mathématiques, ne conduit pas vraiment, selon nombre de critiques, à une théorie bien construite et parfaitement cohérente. En particulier l'attitude de Bourbaki vis-à-vis de l'axiomatisation de la théorie des ensembles et, de façon plus globale, vis-à-vis des fondements mêmes des mathématiques, fit l'objet de nombreux commentaires assez sévères. Nous avons rappelé, précédemment, que les logiciens et certains mathématiciens souhaitaient, en effet, depuis le début du vingtième siècle, obtenir un système d'axiomes satisfaisant, pour établir la théorie des ensembles, sur laquelle ils voulaient faire reposer toutes les mathématiques et comment leurs travaux s'étaient heurté à ce qu'on a appelé la «**crise des fondements**».

Bourbaki a choisi d'ignorer ces problèmes ce qui peut sembler étonnant pour un groupe semblant attacher tant d'importance aussi bien à la démarche axiomatique qu'aux structures et il est encore plus étonnant que Weil l'ait affirmé délibérément. Cette attitude du groupe s'est traduite dans la rédaction du livre sur la Théorie des ensembles des «**Eléments de Mathématiques**», lequel livre fut sévèrement critiqué, aussi bien pour son optique trop restrictive que pour avoir négligé cette question des fondements, primordiale pour les logiciens. Dans un article de 1992, publié dans le «The Mathematical Intelligencer» et intitulé «The ignorance of Bourbaki», un mathématicien anglais, A. Mathias, a vivement reproché à Bourbaki, entre autres choses, d'avoir négligé les travaux les plus récemment publiés, en théorie des ensembles, lors de la rédaction du volume correspondant de son traité.

Dans les «**Eléments de mathématiques**» même si les exemples de structures sont nombreux, la notion, quant à elle, reste vague. Un historien israélien des sciences, Leo Corry, a fait remarquer qu'une théorisation des structures existe bien dans le livre sur la théorie des ensembles, mais sans que ces développements soient utilisés dans le reste de ce même livre et qu'on pouvait lire et comprendre chaque tome du traité, sans connaître la théorie des structures. Corry ajoute, d'ailleurs que, dans l'ouvrage du groupe, «le concept de structure paraît forcé et non naturel». On rencontre une opinion identique chez Cartier, ancien membre de Bourbaki, qui affirme : «**Bourbaki n'a pas produit une théorie mathématique des structures et n'y tenait peut-être pas**».

Il est difficile de traiter des structures mathématiques sans évoquer les travaux, réalisés vers 1942, par les américains Eilenberg (futur membre de Bourbaki) et Saunders Mac Lane sur «**la théorie des catégories**». On peut affirmer que cette théorie constitue un cadre abstrait, plus général que celui des structures de Bourbaki, qui permet de décrire de nombreuses situations mathématiques ainsi que les correspondances qu'il peut y avoir entre elles. Sans entrer dans les détails, on peut simplement préciser qu'une catégorie est définie par la donnée d'une classe d'objets A,B,C, etc. et, pour tout couple (A,B) de ces objets, d'un ensemble de correspondances, appelées morphismes de A à B. On peut, par exemple, parler de catégorie des ensembles ou de catégorie des groupes. De plus, il peut exister dans cette théorie, des correspondances entre deux catégories qu'on appelle foncteurs.

Malgré l'intérêt manifesté pour le langage des catégories et les foncteurs, par certains membres de Bourbaki comme Eilenberg évidemment, mais aussi Ehresman ou encore Grothendieck, le groupe n'a pas révisé son «Architecture des mathématiques» ni réussi à intégrer les catégories dans son texte et cela malgré de nombreuses discussions entre les différents membres du groupe à l'époque. La raison essentielle en est sans doute que l'introduction des catégories aurait demandé une révision profonde des volumes du traité déjà parus. Cartier a reconnu ultérieurement que si les Bourbakis avaient été amenés à refaire leur traité ils auraient très certainement commencé par l'introduction des catégories. A cet égard, Judith Friemann a rapporté les observations de Chevalley, lui-même : «**De ce point de vue, la théorie des catégories était plus fidèle à l'esprit de Bourbaki que celle des structures : elle était plus structuraliste».**

Il faut aussi rappeler que dans les années soixante, Chevalley avait écrit un livre sur les catégories qui ne fut jamais publié pour des raisons obscures. Il fut, sans doute, le plus préoccupé des membres groupe par les problèmes afférents à la logique, insistant pour que de la logique formelle fut insérée dans le traité. Il avait, aussi, écrit une longue introduction destinée au livre sur la théorie des ensembles, laquelle fut purement et simplement rejetée par ses collègues.

Par ailleurs Chevalley considérait que l'abandon des catégories par Bourbaki était révélateur de la transformation de son état d'esprit et de l'abandon, au moins partiel, de sa philosophie initiale.

Le structuralisme, tellement prôné par le groupe, fut très à la mode au cours des années 50 et 60. La vision bourbachique avec l'axiomatique et les structures fit des émules non seulement en mathématiques mais aussi en littérature, en anthropologie ou en psychologie.

Les séminaires Bourbaki

Depuis 1948, trois fois par an se tient le séminaire Bourbaki qui, depuis que la publication des Eléments de mathématique s'est quelque peu tarie, constitue la seule activité officielle du groupe. Ce séminaire se tient actuellement à l'Institut Henri Poincaré à Paris. Il est suivi par environ deux cents mathématiciens qui viennent, aussi bien de France que de l'étranger, écouter des conférences de haut niveau scientifique. Au cours de chaque séminaire de cinq à six exposés sont proposés à l'auditoire. Les sujets de ceux-ci ont été choisis et les intervenants sélectionnés, par le groupe Bourbaki.

Pendant très longtemps, les thèmes retenus étaient très théoriques et très abstraits tournant autour de l'intérêt immédiat des Bourbakis pour des secteurs disciplinaires comme la géométrie algébrique, la topologie ou la théorie des groupes de Lie. Les membres du groupe assuraient, alors, une grande partie des conférences, ce qui n'est plus le cas aujourd'hui, en 2001. C'est ainsi que de Décembre 1948 à Mai 1951, sur les 49 exposés, 20 ont été le fait de Bourbakis, que de Novembre 1972 à Juin 1975 il y eût 50 exposés dont 24 pris en charge par des membres du groupe, mais que de Juin 1995 à Juin 1998 six ou sept Bourbakis, seulement, intervinrent.

Depuis une vingtaine d'années les sujets des séminaires sont devenus moins abstraits et moins théoriques, tenant compte des imbrications de plus en plus étroites entre les mathématiques, la physique théorique, l'informatique et les hautes technologies. Les membres du groupe, s'ils interviennent assez peu en tant que conférenciers, continuent, par contre, à assurer l'organisation de la manifestation sous la houlette du mathématicien Joseph Oesterlé, membre actuel bien connu de Bourbaki et Directeur de l' Institut Henri Poincaré. Il faut bien préciser que les conférences sont préalablement imprimées et que des exemplaires en sont distribués à l'assistance avant chaque séance du séminaire.

Les sujets abordés font donc un peu plus de place aux thèmes à caractère appliqué. C'est ainsi qu'on a pu entendre, ces dernières années, un mathématicien russe en poste à l'Institut Max Planck de Bonn y parler du «calcul quantique» et de la conception d'ordinateurs d'un type nouveau, susceptibles d'utiliser des processeurs mettant en œuvre les principes de la physique quantique. On peut observer que l'on s'éloigne donc, de la sorte, sensiblement de la philosophie prônée par Chevalley.

Mais, d'une manière générale, les choix de Bourbaki se sont montrés suffisamment pertinents pour assurer la renommée et le succès permanent du séminaire.

«**Quand un sujet est traité au Séminaire bourbaki, c'est signe qu'il est vraiment important et intéressant**, assure **J.-P. Bourguignon**, mathématicien français non Bourbaki, **c'est un haut lieu des mathématiques dans le monde**».

Les mathématiciens ont longtemps considéré que le séminaire Bourbaki était le seul séminaire, en France, où les résultats les plus récents de la recherche étaient exposés de façon accessible à des mathématiciens non spécialistes. A cet égard le choix des orateurs s'avère particulièrement important. Bourbaki choisit volontairement des non spécialistes, jeunes de préférence, lesquels, avec un regard quelque peu extérieur au problème directement traité, se rendent mieux compte des difficultés que doit surmonter un novice. Pierre Samuel, membre de Bourbaki de 1947 à 1971 affirme :

«**C'est plus simple de trouver un orateur, nous pensions au côté formateur : il est utile de charger un jeune de parler d'un sujet qu'il ne connaît pas spécialement, c'est un exercice très fécond**».

Pour un jeune orateur, ainsi sollicité, l'honneur est grand mais périlleux. Les discussions sont vives, même si elles ont perdu quelque peu de la sévérité qui était de mise quand, au premier rang étaient présents les fondateurs : André Weil, Claude Chevalley, Henri Cartan, Alexandre Grothendieck ou Jean Dieudonné.

Il convient de préciser que le séminaire Bourbaki n'est, désormais, plus le seul du genre : la Société mathématique de France, en particulier, en organise un, relevant à peu près de la même vocation. Ceci et bien d'autres raisons ont fait dire à certains que l'intérêt du séminaire Bourbaki est quelque peu émoussé et qu'il a perdu de son lustre d'antan. Mais, quoi qu'il en soit, le séminaire est toujours l'occasion pour les mathématiciens de tous bords de se retrouver. C'est ainsi qu'on peut y rencontrer des anciens Bourbakis comme Pierre Cartier, Adrien Doualy, Pierre Samuel ou Arnaud Beauville, des mathématiciens non Bourbakis comme Marcel Berger ou Jean-Pierre Bourguignon voire un titulaire récent de la médaille Fields, comme Maxime Kontsevitch.

A ce jour, depuis 1948 on a assisté, au cours de quelque cent cinquante séminaires, à près de 900 exposés, tous publiés et qui correspondent à plus de 10 000 pages imprimées et publiées, ce qui constitue, d'après Bourguignon, «un trésor à peu près sans équivalent».

Il semble bien que, malgré les critiques et les réserves, les séminaires Bourbaki aient encore de beaux jours devant eux.

Bourbaki et l'enseignement

Au cours des années 70 s'étendit, en France et dans le monde, l'enseignement dit des «mathématiques modernes» issus d'une réforme à laquelle le nom de Bourbaki est parfois associé. Il est intéressant d'essayer d'apprécier quelle a été son influence réelle.

❧ ◆ ❧

Enseignement Supérieur

Si dans l'enseignement Supérieur Bourbaki joua un rôle très actif en ce qui concerne la rénovation de l'enseignement des mathématiques, il convient de nuancer un peu cette affirmation. Il est vrai, et il faut, en effet, le rappeler, que le projet initial du groupe était la rédaction d'un ouvrage d'analyse destiné aux étudiants de la licence de mathématiques. Ainsi dés la formation du groupe, chaque membre commença à moderniser son enseignement dans sa propre faculté, comme ce fut le cas, par exemple, de Cartan à Clermont-Ferrand puis à l'Ecole Normale, de Delsarte à Nancy, etc... Ainsi les établissements de province bénéficièrent-t-ils , les premiers, d'un enseignement moderne en mathématiques, alors Paris dut attendre, pour cela, la nomination de Gustave Choquet, lequel d'ailleurs n'était pas Bourbaki. Ce dernier raconte comment en modifiant résolument l'orientation et le contenu des programmes de deuxième cycle puis, par contagion, du premier cycle, il rencontra de nombreuses et violentes oppositions : «**Comment voulez-vous que les étudiants comprennent alors que je ne comprends pas moi-même** ?» lui objecta l'un de ses collègues.

Il faut bien reconnaître que la plupart des étudiants furent parfaitement désemparés quand ils assistèrent aux premiers cours et Jacques Roubaud dans son livre «Mathématique» écrit : «**Ainsi face à la brusque métamorphose de l'objet mathématique qui s'opérait devant leurs yeux, les étudiants... avaient senti vaciller leurs certitudes les mieux établies**». Beaucoup d'entre eux, notamment les redoublants, à la rentrée, eurent l'impression qu'on avait remplacé leur science par une autre.

Néanmoins Choquet reçut vite des renforts par les nominations, à la Faculté des Sciences de Paris, des Chevalley, Ehresmann, Pisot, Zamansky, Godement et Dixmier qui furent presque tous bourbakis, à un moment ou à un autre de leur existence, et la rentrée 1955 vit la victoire des «rénovateurs» dans, à peu près, toutes les Facultés.

De même à l'Ecole Polytechnique où l'enseignement était reconnu comme assez traditionnel jusqu'en 1950, la nomination de Laurent

Schwartz, en 1959, apporta un nouveau souffle à l'établissement. Son cours d'analyse, dans laquelle il introduisit la théorie des distributions, son œuvre majeure de chercheur, fut un tel succès qu'il amena un changement profond de l'esprit et de l'enseignement de l'Ecole, notamment après 1968. Depuis cette période, l'Ecole est redevenue un centre florissant et forme, de nouveau, avec succès, de brillants mathématiciens de niveau international.

Donc si Bourbaki a contribué à la réforme des mathématiques dans l'Enseignement Supérieur c'est tout à fait indirectement car, en tant que groupe, il n'a jamais envisagé de développer une stratégie collective visant à moderniser l'enseignement des mathématiques dans l'Enseignement Supérieur et n'a jamais, d'ailleurs, manifesté beaucoup de préoccupations pédagogiques. C'est donc à titre individuel, que les Bourbakis sont intervenus, en même temps que bien d'autres mathématiciens n'appartenant pas au groupe comme Leray, Choquet ou Lichnerowicz.

Enseignement Secondaire

La réforme de l'enseignement des mathématiques dans le second degré entre 1950 et 1960 a constitué un phénomène général qui toucha à peu près tous les pays. On s'était, en effet, rendu compte que les mathématiques enseignées à l'école n'étaient plus adaptées au monde moderne et que tous les domaines qu'ils soient économiques, scientifiques, technologiques ou même culturels attendaient beaucoup des mathématiques. De plus, au cours des années cinquante, en pleine croissance économique, le besoin en ingénieurs et en techniciens convenablement formés se faisait particulièrement sentir, sans oublier l'impact du paramètre politique avec, à l'époque, la rivalité Est-Ouest. Par ailleurs la réforme de l'enseignement universitaire qui se développait, induisait fatalement celle de l'enseignement secondaire. En effet, l'image dominante d'une mathématique reposant sur la théorie des ensembles, dont Bourbaki était largement responsable, s'était imposée avec son unité reposant sur des structures générales telles que groupes, anneaux, corps etc. Les mathématiques étaient, alors, supposées constituer un langage universel, langage censé pouvoir servir dans tous les domaines de l'activité humaine, aussi bien par exemple dans les sciences dures que dans les sciences humaines ou sociales. C'était aussi l'époque de la vague structuraliste qui touchait nombre de disciplines, comme la littérature ou encore l'ethnologie. Ce mouvement influença aussi considérablement des pédagogues comme Jean Piaget et les mathématiques à la Bourbaki connaissaient une telle vogue que l'on pensait qu'elles pouvaient avantageusement remplacer le latin et le grec dont l'école se servait pour sélectionner ses élites.

En France, l'application de la réforme connut quatre étapes.

La première fut une période de réflexion, marquée par le colloque de Royaumont, organisé en Novembre 1959 par l'OCDE, et au cours duquel Dieudonné lança son fameux «A bas Euclide», à propos de l'enseignement de la géométrie.

Au cours de la seconde, c'est-à-dire pendant les années 1964-65, un certain nombre de groupes de travail furent créés et installés.

La troisième fut celle de la réalisation d'expériences pédagogiques et de la promulgation des programmes.

Enfin la dernière phase vit la généralisation progressive des nouveaux enseignements, la réforme étant pilotée par la commission Lichnerowicz, qui comportait dix-sept membres, dont deux Bourbakis, Samuel et Pisot, y participaient, mais à titre individuel.

Les nouveaux programmes, élaborés par les groupes de travail et revus par la commission, comportaient des rudiments de logique formelle et de théorie des ensembles, l'étude élémentaire des structures, groupes, anneaux, corps présentés de façon axiomatique, la géométrie traditionnelle disparaissant, au profit de l'algèbre linéaire. On mettait davantage l'accent sur la rigueur et moins sur les calculs.

Sur le terrain, la réforme alla trop loin, aussi bien dans les classes que dans les manuels. De grands mathématiciens comme Leray et Thom montèrent au créneau pour stigmatiser l'introduction des «**mathématiques modernes**» dans l'enseignement, signalant, entre autres critiques, que les programmes faisaient plus appel à la mémoire qu'à l'intelligence. Même Dieudonné qui pourtant avait participé, de loin il est vrai, aux travaux préparatoires s'emporta contre « **une nouvelle scholastique, forme plus agressive et stupide placée sous la bannière du modernisme** ».

On tenta bien de rectifier le tir, en édulcorant les programmes, mais la réforme fut partout, d'ailleurs, un échec complet, qui laissa désemparés aussi bien les élèves que les enseignants. Les effets dévastateurs affectèrent plusieurs générations. De nos jours les raisons précises de cet échec n'ont pas encore fait l'objet d'une analyse sérieuse. Toutefois il est peut-être intéressant de connaître l'avis de deux grands mathématiciens, connus pour leur talent pédagogique. Ainsi Gustave Choquet affirmait, en conclusion d'une déclaration faite en 1990 : «**L'idée directrice de la réforme était que, les fondements étant indispensables à toute construc-**

tion logique, il importait de les enseigner d'abord : logique, ensembles, algèbre, algèbre linéaire. Le résultat ne pouvait qu'être catastrophique, puisque l'on faisait passer au second plan tout souci pédagogique : motivation et acquis antérieurs des élèves, formation des enseignants, rédaction de manuels raisonnables, sans compter un certain désaccord avec les physiciens et les techniciens». Laurent Schwartz émet une opinion semblable : **«On a peu à peu remplacé la richesse des anciennes mathématiques des lycées : théorèmes, figures géométriques, relations entre les mathématiques et les autres sciences, par une pléthore d'axiomes et de définitions, incompréhensible pour une bonne partie des élèves et très pauvre en résultats»**.

Quelle fut la part de Bourbaki dans la Réforme ? Dieudonné a exprimé son opinion personnelle, et a, sans doute, eu quelque influence sur les Programmes, Samuel et Pisot participèrent aux travaux de la Commission Lichnerowicz, mais furent parmi les membres les plus modérés, Cartan et Schwartz donnèrent des conférences, sur les mathématiques contemporaines, à l'Association des Professeurs de Mathématiques. Là se limitent les contributions individuelles de Bourbaki.

En tant que groupe Bourbaki ne prit aucunement part à la réforme ni aux débats inhérents à celle-ci. D'après Samuel, Bourbaki n'avait aucune opinion sur l'enseignement au lycée ni même celui des premiers cycles universitaires, il a toujours considéré la réforme avec méfiance et certains de ses membres y était franchement hostiles. D'après Michel Demazure, la pédagogie ne le préoccupait, d'ailleurs, aucunement , l'important, pour lui, étant le contenu des enseignements.

Mais, en réalité, l'influence directe ou indirecte de Bourbaki était, à cette époque considérable, si bien que sa philosophie sous-tendait le choix des contenus mathématiques, et l'organisation mise en oeuvre dans les nouveaux programmes. La vision particulière que Bourbaki avait des mathématiques, s'était imposée au monde des mathématiciens, avait gagné d'abord l'université puis, de là, le milieu des professeurs de l'enseignement secondaire qui avaient, tout naturellement, imaginé se fonder sur elle pour rénover l'enseignement des mathématiques, et souvent en se recommandant explicitement de Bourbaki.

Or le groupe n'avait jamais prétendu que son traité pouvait être transposé dans le second degré et déclinait toute responsabilité en ce qui concernait les conséquences éventuelles. Michel Demazure a reconnu, néanmoins, que l'attitude de Bourbaki n'allait pas sans une certaine dose d'hypocrisie.

Quoiqu'il en soit à la fin des années soixante-dix les diverses réformes des mathématiques modernes furent abandonnées et on revint à des programmes moins ambitieux avec, en particulier, la réapparition de la géométrie. Mais le retour en arrière n'a pas, pour autant, été très satisfaisant car comme le remarquait Dieudonné, en 1987, dans son livre «Pour l'honneur de l'esprit humain», en exagérant peut-être un peu :

«**Rien de ce qui est enseigné au lycée en mathématiques n'a été découvert après 1800**».

Le bourbakisme à Nancy

Comme nous l'avons déjà exprimé le Bourbakisme, à Nancy, est indissociable du nom du **Doyen Delsarte**. Arrivé à Nancy en 1927, où il fera toute sa carrière, Jean Delsarte s'attachera à faire de Nancy un centre actif et reconnu de recherches en mathématiques. Ainsi il s'emploiera à faire nommer à la Faculté les mathématiciens les plus talentueux : Jean Dieudonné (1937-1947), Paul Dubreil (1933-1941), Jean Leray (1936-1941), Laurent Schwartz (1944-1952), Roger Godement (1949-1953), Jean-Pierre Serre (1953-1955) et Jacques-Louis Lyons (1954-1960), qui furent presque tous, à un moment ou à un autre, membres de Bourbaki. Laurent Schwartz écrira, dans son livre, «**Un mathématicien aux prises avec le siècle**» : «**La Faculté des Sciences de Nancy étant devenue, en mathématiques, une des meilleures du monde, il était naturel d'y inviter des mathématiciens de tous les pays. Delsarte organisa donc, en 1946, un symposium d'analyse harmonique à Nancy**».

Une «**association des collaborateurs de Nicolas Bourbaki**» fut créée en 1952. Cette association n'était, en fait, qu'une interface administrative dont le siège a été domicilié, à sa naissance, 4 rue de l'oratoire à Nancy, c'est-à-dire au domicile de Jean Delsarte. En 1964 le siège a été transféré à Paris au domicile de Jean-Pierre Serre, puis, en 1972, à l'Ecole Normale Supérieure, rue d'Ulm. Ces dates ne situent qu'imparfaitement les relations entre Nancy et le Bourbakisme, car s'il est apparu qu'à partir de 1964 les liens se sont fortement distendus, Delsarte étant décédé, rappelons-le en 1968, il est évident que la période nancéienne de Bourbaki a démarré bien avant. Delsarte a été nommé à Nancy en 1927 et Bourbaki a vu le jour en 1935. Curieusement les documents nancéiens, sur cette époque, sont assez rares. Néanmoins grâce à la diligence et à l'amabilité de Monsieur Eguether, maître de conférences à la Faculté des Sciences de Nancy, j'ai pu accéder à la pièce de l'Institut Elie Cartan, où sont conservées les reliques du mouvement Bourbaki, qui demeurent encore à Nancy, mais ce sont essentiellement des comptes rendus de séminaires comportant essentiellement des notes mathématiques.

J'ai pu néanmoins disposer de deux pièces importantes.

La première est une lettre de 1959, signée de H. Weiss, conseiller scientifique auprès de Monsieur Bayen, directeur de l'Office National des Universités et Ecoles Françaises et adressée à Messieurs les Professeurs (Groupe Bourbaki), Institut Elie Cartan, Nancy. Cette lettre est une demande de renseignements concernant l'activité du service en vue de la publication du «Répertoire des Laboratoires Scientifiques». Elle montre, de façon indiscutable, que la présence de Bourbaki à Nancy était officiellement connue des autorités de tutelle.

Le second document est lié à un événement d'importance. Le 23 Février 1967 le prix Cognac-Jay , qui avait été attribué à Bourbaki, lui fut remis à Nancy, au cours d'une cérémonie d'un certain faste. Maurice Letort, ancien Directeur de l' ENSIC, présidait la cérémonie, y représentait, par ailleurs, l'Académie des Sciences et un certain nombre de membres ou d'anciens membres du groupe Bourbaki, dont à coup sûr Dieudonné, assistaient à la cérémonie. A cette occasion le Doyen Delsarte fit un discours qui constitue une mine de renseignements sur la période nancéienne de Bourbaki, laquelle fut très certainement la plus féconde.

Tout d'abord le doyen Delsarte révèla qu'à l'origine, Nancy et Strasbourg furent les «berceaux parallèles» de Bourbaki. Il rappela ensuite les noms des cinq créateurs que nous déjà maintes fois cités et insiste sur le fait que les positions géographiques des intéressés étaient telles que «Nancy parût un lieu de rencontre commode», bien que lui, Delsarte, fut le seul membre nancéien du groupe, en 1934. Mais il s'est trouvé que le Doyen Léopold Beau avait doté le département de Mathématiques de la Faculté des Sciences de Nancy d'un secrétariat et ce fut là une raison supplémentaire pour que le secrétariat de Bourbaki s'installât, lui-même, à Nancy. Le doyen Delsarte ajouta encore que les frais de fonctionnement furent couverts, au départ, d'abord par les contributions personnelles des membres, mais aussi par une participation du département de Mathématiques, dispositif qui fonctionna jusqu'en 1936, grâce à la compréhension du Doyen de l'époque. Puis le C.N.R.S., qui fut fondé en 1937, créa un emploi de secrétaire au bénéfice du groupe Bourbaki qui, de ce fait, disposa sans doute au plan historique, de la première secrétaire d'un service de Faculté, appointée par le Centre National. Au nombre des «bienfaiteurs» de Bourbaki, Jean Delsarte citera d'abord le Doyen Husson puis les responsables successifs du C.N.R.S. : Picard, Montel, Joliot-Curie et Perès.

Cependant, assez rapidement, les droits d'auteur, inhérents à la publication des premiers volumes du traité, purent couvrir tous les frais de fonctionnement et même davantage, ce qui permit au groupe d'aider des étudiants français ou étrangers.

Dieudonné fut nommé à Nancy en 1937. C'est à partir de cette date, expliqua Jean Delsarte, que Bourbaki commença à fonctionner à plein rendement, les congrès se succédant régulièrement, à raison de trois par an et d'innombrables rédactions virent le jour, qui furent toutes frappées et polycopiées à l'Institut de Mathématiques, rue de la Craffe, à Nancy. Il précise encore : «**Ce long travail, qui dura jusqu'en 1964, date du transfert de notre secrétariat à Paris, représente encore aujourd'hui (c'est-à-dire en 1967) l'essentiel de l'effort rédactionnel de Bourbaki. Il s'est traduit, comme vous le savez, par la publication d'une trentaine de fascicules, soit au total environ cinq mille pages imprimées. Il est impossible de préciser maintenant la valeur exacte du nombre de rédactions réelles dont les chiffres précédents donnent, en quelque sorte, le résultat. On peut dire raisonnablement que les diverses parties de Bourbaki ont été rédigées plus d'une fois, jamais moins de trois, et souvent sept ou huit fois, sans parler bien sûr des nombreuses modifications de plans qui sont intervenues au cours des âges. Dieudonné a pu vous expliquer cette technique très particulière du travail « en congrès » qui nous a permis de mettre au point, lentement, ces procédés de rédaction. Il est bien certain en tous cas, que vingt cinq à trente mille pages de rédactions de Bourbaki ont été dactylographiées à Nancy**».

Une bonne part de ces rédactions existent sans doute encore, parmi les archives de Bourbaki, dans les salles de l'Institut Elie Cartan, ce que nous n'avons pas pu vérifier. Tout cet extraordinaire travail matériel fut exécuté par cinq jeunes filles seulement. Ce furent les secrétaires de Bourbaki qui se succédèrent de 1934 à 1964. Elles ne quittèrent Bourbaki que pour se marier. L'une d'entre elles, Mademoiselle Bastien resta vingt ans au service de Bourbaki.

Il est particulièrement intéressant de connaître comment un authentique Bourbaki, comme l'était Delsarte, membre fondateur, qui d'ailleurs était déjà «retraité» du groupe à l'époque, relata son expérience vécue. Il rappela combien cette méthode purement Bourbaki, où les rédactions ans cesse remaniées étaient discutées en commun, sévèrement critiquées, puis reprises à chaque fois par des collaborateurs différents, impliquait l'acceptation d'une sérieuse discipline morale, Delsarte parla même «d'ascèse», de même que le renoncement à toute idée de profit personnel, sur quelque plan que ce fut.

Dans ce même discours le Doyen expliqua, avec beaucoup de verve, comment, en effet, un membre actif du groupe Bourbaki devait «faire litière de son amour-propre», non seulement au plan extérieur, au sens de la «réputation scientifique» car il ne pouvait faire état de sa contribution personnelle à l'avancement des travaux, mais aussi au plan de la discipline intérieure de Bourbaki. Si Delsarte considèra le premier comme de peu d'importance, le second en revanche lui apparut, toujours, comme une redoutable épreuve. Dans les congrès Bourbaki, de son époque, en effet, l'atmosphère était particulièrement agitée, la critique la plus virulente étant de règle, ainsi que le persiflage plus ou moins méchant, toutefois entrecoupés par des tentatives de conciliation sans oublier les interventions tonitruantes de Dieudonné, «**emporté par le courroux, par l'indignation scientifique, fulminant des interdits définitifs, quitte à revenir sur ses propres opinions vingt quatre heures plus tard**».

Il semble bien que cette ambiance des réunions bourbakis ait survécu au départ des membres fondateurs, tout au moins à l'époque où Delsarte s'exprime. «**Il y a eu sans doute dans la persistance de Bourbaki une sorte de miracle**» constata-t-il encore .

Evoquant le petit nombre d'ouvrages d'auteurs inconnus qui peuvent maintenant être considérés comme des œuvres collectives, telles qu'il en a existé, il y a fort longtemps, au Moyen-Orient, aux Indes, en Iran et en Chine puis plus près de nous dans la Grèce antique et au moyen âge, Delsarte établit un parallèle avec le travail réalisé avec ses collègues mathématiciens Bourbakis : «**Il n'est pas exclu que l'Almageste de Ptolémée, les traités d'Albert le Grand et les «Sommes» de Saint-Thomas aient été des sortes de Bourbakis... Albert le Grand, aussi bien que Saint-Thomas, réunirent autour d'eux des équipes de travail. Mais cela se passait au sein de l'église, et en milieu monastique. La discipline jouait, sans parler de la puissance intellectuelle de ces deux Grands Hommes. Bourbaki ne veut pas se comparer à Saint-Thomas, «le Docteur Angélique» car il n'a jamais eu aucune de ses héroïques vertus. Peut-être l'appellera-t-on un jour, comme Saint-Thomas, «Doctor Communis» : le Docteur Commun. Mais cette espérance est déjà fort ambitieuse**».

Jean Delsarte, en conclusion de son intervention, crut pouvoir affirmer que selon son sentiment, dans l'avenir, l'avenir de 1967 qui est un peu notre présent, le travail d'équipe devrait se développer parmi les scientifiques et la rédaction d'ouvrages en commun, comme les «Eléments de mathématique», devenir une activité non exceptionnelle.

D'après lui, Bourbaki a donc, en quelque sorte, défriché le terrain et montré la voie.

Conclusion

Le crépuscule

Bourbaki c'est fini ? On pourrait le craindre à la lecture des titres de certains journaux de ces dernières années : «**Quarante ans de Bourbaki. Le célèbre mathématicien est toujours immortel, mais il a bien vieilli**», affirmait Le Monde du 9 Avril 1980, «Bourbaki est mort. CQFD» titrait avec provocation **Libération** le 28 Avril 1998.

Quelles sont les raisons qui incitent à penser que l'aventure se termine et est même, peut-être, terminée ?

D'abord Bourbaki ne publie presque plus : l'avant-dernier volume datant de 1983, le dernier de 1998. Quant à d'éventuelles publications ultérieures, l'éditeur actuel, Masson, ne fait pas particulièrement preuve d'optimisme.

Par ailleurs, le contenu de certains volumes, déjà publiés, a quelque peu vieilli. Il faut aussi convenir de ce que le paysage mathématique a considérablement évolué en un peu plus d'un demi-siècle, en partie, d'ailleurs, à travers l'œuvre de Bourbaki, et qu'un certain nombre de principes sur lesquels s'appuyait le groupe ne peuvent plus, de nos jours, être respectés.

Par son succès même, Bourbaki a suscité des vocations et d'excellents ouvrages paraissent tous les ans qui sont autant de concurrents.

Le principe visant à impliquer tous les membres du groupe dans la rédaction est plus difficile à respecter dans les chapitres où la spécialisation devient plus étroite. Ce fait est apparu, d'ailleurs, dés que les six premiers livres aient été publiés, en 1950, mais il présente aujourd'hui encore plus d'évidence.

De plus Bourbaki a décidé, à partir de 1958, de mettre à jour les «Eléments de mathématique» déjà parus, ce qui a demandé des efforts et surtout du temps. Or de nos jours, enseignants, chercheurs et enseignants-chercheurs sont très sollicités et le temps est justement ce qui manque le plus aux mathématiciens comme aux autres scientifiques d'ailleurs. Le temps consacré à la révision du traité n'a donc pu l'être à de nouvelles rédactions.

D'après Beauville et Cartier des erreurs de recrutement ont été faites, des membres cooptés n'étant jamais venus aux congrès, et certains de ces congrès, d'ailleurs, qui se sont tenus avec seulement 3 ou 4 membres n'ont duré que deux ou trois jours.

Une autre cause du déclin de Bourbaki peut être trouvée dans un certain «embourgeoisement» de ses membres lesquels, au cours du temps, ont, de plus en plus, occupé des postes de pouvoir, ils sont devenus des gens puissants, craints, recherchés comme l'a fait remarquer Grothendieck dans son ouvrage «**Récoltes et semailles**» où il estime que Bourbaki a peut-être «**gardé l'étincelle mais perdu l'innocence**».

Un membre du groupe, Cartier, en 1983, atteignant ses 50 ans, avait même proposé de dissoudre le groupe. Et dans son livre : «**Un mathématicien aux prises avec le siècle**», Laurent Schwartz n'hésite pas à dire : «**Je crois qu'aujourd'hui le travail de Bourbaki n'est plus aussi utile**».

Tous les mathématiciens s'accordent à reconnaître qu'en 2001 une entreprise à la Bourbaki ne se justifie plus par suite du développement foisonnant des mathématiques dans toutes les directions, de l'accroissement du nombre des chercheurs et aussi des articles publiés : 3 000 par an en 1950, 100 000 de nos jours. De 100 000 à 200 000 théorèmes sont proposés chaque année. Aucun groupe ne pourrait tout embrasser et tenter de traiter les mathématiques de manière unifiée, suivant la démarche première de Bourbaki.

Il faut aussi ajouter que les démarches intellectuelles des chercheurs se sont diversifiées. Le modèle bourbachique s'adapte mal ou pas du tout à des disciplines comme, par exemple, l'analyse numérique ou l'informatique théorique et de plus il ne permet pas de décrire les processus qui interviennent dans nombres de hautes technologies.

D'après Demazure, Bourbaki a, aussi, été victime d'une illusion fondamentale : celle de croire qu'il n'existe qu'un seul point de vue pour traiter une question mathématique, alors que plusieurs angles d'attaque sont toujours possibles. De même l'idéologie bourbachique qui fondait l'unicité des mathématiques sur une racine unique : la théorie des ensembles, a perdu de sa pertinence comme le pense Jean-Pierre Kahane, brillant mathématicien contemporain.

Si pendant la période active du groupe, la suprématie des méthodes algébriques abstraites était évidente, de nos jours le style des chercheurs a changé avec un retour vers le concret et vers plus de géométrie, ceci résultant essentiellement des interactions entre les diverses disciplines. Le pragmatisme tend à l'emporter sur la rigueur. C'est ainsi que certains chercheurs, surtout américains, voudraient que l'on puisse accepter un théorème vérifié avec une probabilité de 90 %, cette probabilité étant évaluée selon des critères bien définis.

A toutes ces éléments qui militent pour une fin programmée de Bourbaki nous opposerons cette déclaration d'Arnaud Beauville qui fut Bourbaki jusqu'en 1997 :

«**Je peux vous assurer que Bourbaki a en chantier des textes vraiment très intéressants qui apporteraient quelque chose**».

Néanmoins beaucoup de spécialistes pensent que l'âge d'or de Bourbaki correspondait au règne sans partage des mathématiques pures. Il apparaît aujourd'hui que d'autre secteurs de la discipline ont puissamment émergé, relevant, par exemple, des mathématiques appliquées.

Le Bilan

Quoi qu'il en soit, le rôle particulièrement important de Bourbaki quant à l'évolution des mathématiques (ou de la mathématique) est apparu, nous semble-t-il, tout au long de notre exposé. Aussi ne feronsnous qu'un rappel succinct des apports de ce groupe de mathématiciens à la communauté intellectuelle française et internationale, en mettant l'accent sur les principaux éléments de son bilan.

Sur le plan matériel Bourbaki laisse un traité de plus de sept mille pages qui a fait et qui fera toujours référence quel que soit l'avenir des mathématiques. A ce traité il convient d'ajouter une sorte d'encyclopédie de plus de dix mille pages issues du séminaire Bourbaki, qui s'enrichit, d'ailleurs tous les ans, et qui constitue une source d'informations sans équivalent.

Sur le plan plus abstrait des idées, Bourbaki se trouve à l'origine de ce qui est peut-être la plus profonde mutation de l'histoire des mathématiques, en renouvelant leur présentation et en rendant concepts et langage plus clairs et plus précis. Laurent Schwartz compare la classification mathématique de Bourbaki à celle, révolutionnaire, introduite par Linné, en 1758, dans la classification des êtres vivants.

Bourbaki, par son action et ses choix, a dynamisé certains secteurs de la discipline et orienté les mathématiques françaises de telle sorte qu'elles ont dominé, par exemple, la géométrie algébrique mondiale pendant longtemps. Par son action, Bourbaki a donc largement contribué à leur faire regagner la place qui était la leur, dans le monde, au début du vingtième siècle, c'est-à-dire parmi les toutes premières.

En dernier lieu il serait injuste de ne pas souligner l'influence très positive de Bourbaki sur les travaux personnels et l'évolution scientifique de ses propres membres. Aux dires de Cartan ou de Dieudonné il y eût, dans le groupe de départ, une sorte de fertilisation intellectuelle mutuelle par suite de la qualité des échanges entre personnalités d'une haute tenue intellectuelle et d'une vaste culture et, cela, pas seulement au plan mathématique.

Nous ne ferons qu'effleurer, ici,ce qu'on appelé les effets pervers de Bourbaki : dogmatisme rigide dans la présentation de la discipline, oubli systématique des secteurs mathématiques n'intéressant pas les membres du groupe, dédain affiché pour les problèmes liés à la crise des fondements, etc...

L'avis général est que, d'ores et déjà, la mission que s'était assignée le groupe Bourbaki est remplie. Elle a exigé, par le caractère collectif de son projet, abnégation et fidélité, et par la nature et l'ampleur mêmes de son oeuvre, talent, enthousiasme et courage de la part de ses membres.

L'entreprise des Bourbakis mérite largement l'admiration qu'elle a toujours suscitée. Nul doute qu'elle ne demeure un moment privilégié de la science française.

Discussion

Avec ses remerciements, le président Sadoul salue un moment privilégié de l'histoire de la science française, surtout dans notre ville. Il pose une question et propose une réflexion en ces termes: «Vous avez dit que le groupe Bourbaki a été durent plusieurs décennies la plus grande école de mathématique du monde. Quel a été le rôle des prédécesseurs, des grands du début du XX$^{\text{ème}}$ siècle, qui enseignaient à Nancy ? A côté de cette question, un commentaire : la remise en question, au cours des réunions de l'équipe, du projet longuement formulé dont on a vérifié l'exactitude. Les participants remettaient sept à huit fois la rédaction en chantier, réduisant à quelques pages un mémoire d'une centaine de pages. Quelle leçon, pour les chercheurs d'aujourd'hui!».

Le conférencier rappelle la suprématie mathématique française en 1900 ; 1914 marque une rupture qui laisse les jeunes normaliens sans maîtres. Aussi cherchent-ils, en Allemagne, dans toute l'Europe, des idées nouvelles, tout en poursuivant leurs recherches. Certes il existe une filiation, mais le bourbakisme rompt avec le passé.

«On peut tout de même penser, remarque M. Rivail, que le groupe reconnaissait en Elie Cartan une figure tutélaire, ne serait-ce que par le fait que le séminaire de Nancy, qui a joué un rôle important dans l'animation du mouvement bourbakiste, a été appelé *séminaire Elie Cartan*».

Particulièrement intéressé par cette passionnante communication, M. Larcan note que l'histoire du groupe comporte une période obscure. Avant et pendant la guerre, il a usé de la loi sur les associations de 1901. Quant au canular de normaliens, il n'est apprécié que par la «maison».

Un élève se serait même présenté comme le général Bourbaki, et cela en compagnie du directeur de l'École ! La rupture avec les anciens -avec Poincaré?- se manifeste par la hargne contre la géométrie dans l'espace au sein du groupe : il faut «tuer le père». Notre confrère stigmatise ensuite le nominalisme, qui mène à une impasse et la réécriture qui n'a pas d'application vraie à la physique, à la chimie, à l'astronomie, à la différence des travaux de Poincaré. Philosophiquement, tout cela est réductionniste, totalitaire : toute vérité n'existe que démontrée. C'est une attitude anti-humaniste. M. Mainard ajoute en réponse que pour Chevalley, en aucun cas les mathématiques ne doivent avoir une influence sur le réel.

M. Demarolle place la discussion sur le plan pédagogique : «Quelles sont selon vous les causes de ce qui me paraît constituer un échec dans l'enseignement des mathématiques modernes à l'école élémentaire et au collège? Personnellement, j'ai été frappé de la lourdeur des formulations dans les manuels».

M. Fléchon note dans le même sens que les mathématiques modernes sont une méthodologie, mais que leur introduction dans l'enseignement secondaire fut une catastrophe, car on avait négligé la question de la maturité de l'esprit des élèves.

En plein accord avec ces deux intervenants, M. Mainard donne deux raisons à cet échec: des programmes mal pensés par des gens qui n'avaient pas assimilé le bourbakisme, des professeurs mal formés. Alors que M. Fléchon précise encore: «celui qui apprend a besoin de toucher», le conférencier déplore lui aussi l'abandon catastrophique de la géométrie à cette époque.

M. Bonnefont dit qu'il a été témoin de l'influence du groupe Bourbaki lors de son séjour à l'école normale supérieure (1954-1959), sous l'impulsion du caïman Benzécri. Il a constaté alors deux choses : en premier lieu, le caractère volontairement ésotérique du groupe ; dans le recrutement du séminaire Cartan, il y avait une sorte de cooptation, les physiciens, les astronomes restaient à l'écart ; en deuxième lieu, le désir, très nouveau, à l'époque, de présenter les mathématiques à un vaste public: des conférences étaient organisées pour intéresser les philosophes et en général tous les spécialistes de sciences humaines; deux aspects surtout étaient mis en avant : la théorie des ensembles et la topologie.

Après que M. Mainard ait évoqué la situation du structuralisme, dans la même mouvance que le bourbakisme, le président lève la séance.

Bibliographie

- Beaulieu L. «Bourbaki. Une histoire du groupe de mathématiciens français et de ses travaux» (1934-1944). Thèse de Doctorat. Université de Montréal (1989)
- Bergamini D. «Les mathématiques», Le monde des sciences, collection Life, édition Time.
- Borel A. «Twenty-five years with Nicolas Bourbaki, 1949-1973», Notices of the AMS, 45 (3), pp 373-380, mars 1998.
- Bourbaki N. «l'architecture des mathématiques», dans F. Le Lionnais, Les grands courants de la pensée mathématique, éditions des Cahiers du Sud, 1948 (réimpression Rivages, 1986).
- Bourbaki N. «Eléments d'histoire des mathématiques», collection Histoire de la pensée. Edition Herman, 1974.
- Cartan H. «Nicolas Bourbaki and comtemporary mathematics», The Mathematical Intelligencer, 2, pp. 175-180, 1980.
- Cartier P. «Notes sur l'histoire et la philosophie des mathématiques. I. Vie et mort de Bourbaki. II. La création des noms mathématiques : l'exemple de Bourbaki. III. Le structuralisme en mathématiques : mythe ou réalité ?», prépublications de l'I.H.E.S.,Août 1997/ Mars 1998/ Avril 1998.
- Chouchan M. «Nicolas Bourbaki : Faits et Légendes». Editions du Choix 1995.
- Colette J.-P. «Histoire des Mathématiques», tome 2, édition du renouveau Pédagogique, 1978.
- Corry L. «Modern algebra an d the rise of mathematical structures», Birkhaüser, 1996.
- Delsarte J. Discours de réception du prix «Cognac-Jay», 23 Février 1967. Archives Elie Cartan. Faculté des Sciences, Nancy.
- Dieudonné J. «Mathématiques vides et mathématiques significatives», dans Penser les mathématiques, Seuil, 1982.
- Dieudonné J. «Regards sur Bourbaki» Analele Universitatii Bucuresti, Mathematica-Mecanica, 18 (2), pp 13-25, 1969. Traduction anglaise : « The work of Nicolas Bourbaki», American Mathematical Monthly, 77, pp 134-145, 1976.
- Dieudonné J. «La genèse de la théorie des groupes», La Recherche n° 103, septembre 1979

- FRIEDMAN J. «L'origine et le développement de Bourbaki», Mémoire de diplôme de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes en Sciences Sociales, Paris, 1977.
- GUEDJ D. «Nicolas Bourbaki, mathématicien collectif , interview avec Claude Chevalley», Dédales, novembre 1981.
- LECLERCQ A et Creps M.B. «Le mouvement bourbachique», rapport d'études, ENSMIM, Nancy, 1995.
- SCHMIDT M. «Hommes de science : 28 portraits», Hermann, 1986.
- SCHWARTZ L. «Un mathématicien aux prises avec le siècle», Odile Jacob, 1997.
- SÉNÉCHAL M. «Interview avec Pierre Cartier», The Mathematical Intelligencer, 20 (1), pp 22-28, 1998.
- SÉNÉCHAL M.«André Weil (1906-1998)», Gazette des Mathématiciens, supplément au n° 80, avril 1999.
- WARUSFEL A. «Les mathématiques modernes», collection Le rayon de la science, éditions du Seuil, 1969.
- WEIL A. «Souvenirs d'apprentissage», Birkhaüser, 1991.
- Numéro spécial de Pour la Science «Les génies de la science : Bourbaki, une société secrète de mathématiciens».
- Encyclopédie illustrée de la Lorraine, Histoire des Sciences et des Techniques : les Sciences exactes.
- Encyclopédie des Sciences, volume mathématique, édition Grange Batelière.
- Encyclopédie des sciences et des techniques, édition Presses de la Cité, 1972.

Georg Cantor

3 mars 1845 [St Petersbourg, Russie]
6 janvier 1918 [Halle, Allemagne]

Il fallait probablement être un peu fou pour pouvoir imaginer que tous les ensembles infinis n'ont pas le même nombre d'éléments, pour définir des entiers infinis, les ordonner, et même les additionner. Georg Cantor était ce fou-là, et ses idées révolutionnaires n'ont pas manqué de détracteurs.

Georg Cantor est né le 3 mars 1845 à St Petersbourg, en Russie. Son père est commerçant prospère, sa mère est issue d'une famille de musiciens; tous les deux sont très cultivés, et donnent à leur fils une éducation sérieuse, religieuse, et bercée par les arts. En 1866, la famille s'installe en Allemagne, où elle espère trouver un climat plus favorable à la santé du père.

Cantor se révèle être un étudiant brillant, notamment dans les matières manuelles. Malgré les injonctions de son père, qui rêve d'en faire un ingénieur, il part en 1862 à Berlin étudier les mathématiques, où ses maîtres sont Weierstrass et Kronecker. Il soutient son doctorat en 1867 (sur la théorie des nombres), mais n'obtient pas immédiatement un poste complet. En 1874, il se marie (il aura 6 enfants).

Les premières recherches post-doctorales de Cantor sont consacrées à la décomposition des fonctions en sommes de séries trigonométriques (les célèbres séries de Fourier) et particulièrement à l'unicité de cette décomposition. Afin de résoudre complètement ce difficile problème, il est amené à introduire et à étudier des ensembles dits exceptionnels. Cela le conduit à définir en 1872 très précisément ce qu'est un nombre réel, comme limite d'une suite de nombres rationnels; parallèlement, son ami Dedekind donne la même année une autre définition de la droite des réels, à partir des coupures. Cantor et Dedekind constatent à cette occasion qu'il y a beaucoup plus de réels que de rationnels, mais il n'y a pas jusque-là de définition mathématique à ce "beaucoup plus".

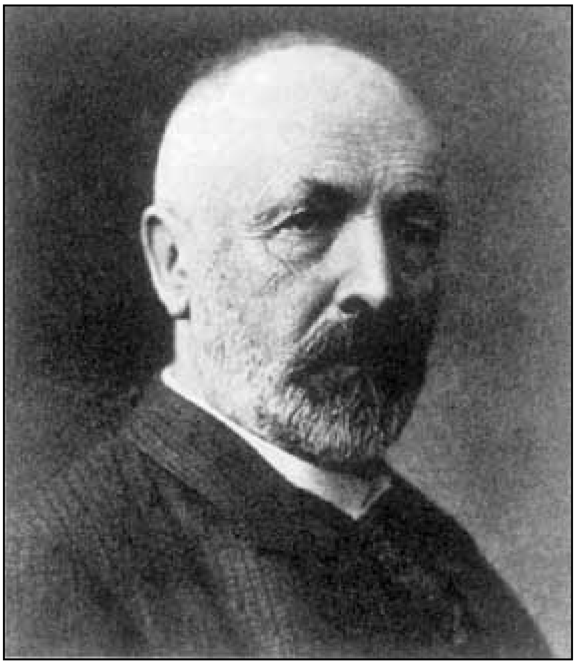
En 1874, dans le prestigieux Journal de Crelle, Cantor donne une définition du nombre d'éléments d'un ensemble infini qui prolonge naturellement celle du cardinal d'un ensemble infini, qui prolonge celle du cardinal d'un ensemble fini. Il en découle, jusqu'en 1897, une succession de découvertes étranges : il y autant d'entiers pairs que d'entiers tout court, autant de points sur un segment que dans un carré, beaucoup plus de nombres transcendants que de nombres rationnels. Cette hiérarchie dans les ensembles infinis conduit progressivement Cantor à définir des nouveaux nombres, les ordinaux transfinis, et à définir une arithmétique sur ces nombres.

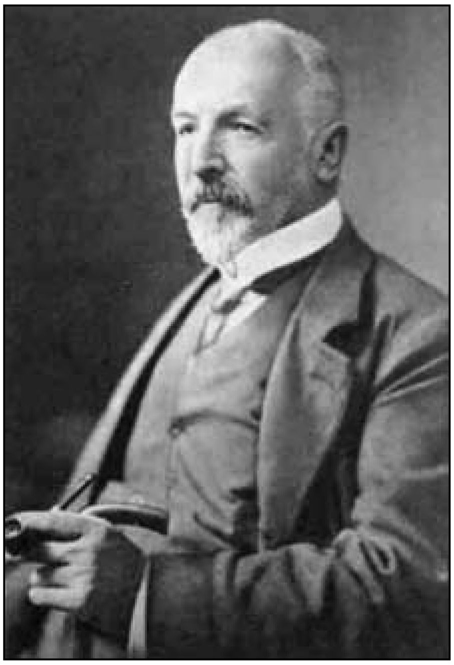
Les découvertes de Cantor soulèvent la contestation des mathématiciens constructivistes de l'époque, au premier rang desquels on trouve Poincaré et surtout Kronecker, lequel n'hésitera pas à attaquer personnellement Cantor, bloquant ses publications dans le Journal de Crelle, et allant même jusqu'à tenter de bloquer sa carrière. Malgré cela, Cantor obtient un poste de professeur à temps plein à l'université de Halle en 1879.

Vient l'année 1884, et la première crise de dépression de Cantor. Celui-ci perd alors la force d'affronter ses opposants, et n'a plus la confiance d'entreprendre de nouvelles recherches. Il s'intéresse alors à l'histoire, à la littérature anglaise, intervenant notamment dans une crise contemporaine autour des pièces de Shakespeare. En 1899, il obtient un poste administratif consacré à des tâches routinières qui lui permet de renoncer à son enseignement. Peu à peu, ses crises se font de plus en plus fréquentes et longues, et il passe une large partie de son temps à soigner sa schizophrénie dans des maisons de repos. Il décède le 6 juin 1918 à Halle, en Allemagne.

Les travaux de Cantor ont eu beaucoup d'influence au vingtième siècle. On citera d'abord, en 1903, un paradoxe soulevé par Russell dans la théorie naïve des ensembles : si A est l'ensemble de tous les ensembles qui ne sont pas éléments d'eux-mêmes, A est-il contenu dans A? Les logiciens surmonteront cette difficulté conceptuelle, sans rien changer des conclusions de Cantor. Citons aussi le problème de l'hypothèse du continu. Un des derniers axes de recherche de Cantor était d'estimer le nombre d'éléments de la droite réelle. Plus précisément, Cantor souhaitait prouver l'absence de tout ensemble dont le cardinal soit strictement compris entre le cardinal des entiers et celui des réels. C'est ce qu'on appelle l'hypothèse du continu. Tous les travaux de Cantor et de ses successeurs pour confirmer ou infirmer l'hypothèse du continu furent vains, et pour cause : en 1963, le logicien américain Cohen prouva que, dans une théorie standard des ensembles, l'hypothèse du continu est indécidable. On peut très bien supposer qu'elle est vraie ou qu'elle est fausse sans obtenir de contradiction dans la théorie.

Quelques portraits de Cantor :





Son nom est associé à :

Ensemble triadique de Cantor
Fonction de Cantor
Théorème d'unicité de Cantor
Théorème de Cantor-Bernstein
Théorème d'unicité de Cantor

Constantin Carathéodory

13 septembre 1873 [Berlin, Allemagne]
2 février 1950 [Munich, Allemagne]

Constantin Carathéodory est un mathématicien allemand d'origine grec. Né à Berlin en 1873, il est issu d'une famille de l'élite de Constantinople. Après des études à l'académie militaire de Bruxelles, il exerce comme ingénieur sur le barrage d'Assiout en Egypte.

Ce n'est qu'en 1900 qu'il se tourne vers les mathématiques, reprenant ses études d'abord à Berlin, puis à Göttingen en 1904 où il passe son doctorat sous la direction de Minkowski. Ses recherches portent alors sur le calcul des variations, et ses relations avec les équations aux dérivées partielles.

De 1909 à 1920, Carathéodory enseigne successivement à Hanovre, Breslau, Göttingen et Berlin. En 1920, à la demande du gouvernement grec, il part enseigner à Smyrne (maintenant Izmir, port turc sur les bords de la mer Egée), ville que les Grecs viennent de conquérir. Quand les turcs reprennent la ville en 1922, il arrive à emmener avec lui à Athènes la bibliothèque de l'université. Après deux années à Athènes, Carathéodory retourne en Allemagne et s'installe définitivement à Munich, où il succède à Lindemann.

Outre les travaux déjà cités, Carathéodory s'est aussi intéressé à la théorie de la mesure, aux fonctions d'une variable réelle, aux fondements mathématiques de la physique (notamment relativité et thermodynamique). Il était un auteur très brillant, à qui l'on doit la simplification de la preuve de nombreux théorèmes.

Son nom est associé à :

Théorème de Carathéodory

Dans un espace affine de dimension n, l'enveloppe convexe d'un sous-ensemble A est l'ensemble des barycentres à coefficients positifs ou nuls des familles de n + 1 points de A.

Augustin Louis Cauchy

21 août 1789 [Paris, France]
23 mai 1857 [Sceaux, près de Paris, France]

Augustin Louis Cauchy est le mathématicien français le plus prolifique (avec presque 800 articles publiés). Ses idées politiques et religieuses ont pourtant à plusieurs reprises contrarié sa carrière. Il est né le 21 août 1789, au lendemain des événements de juillet. Son père, premier commis du lieutenant de police de Paris, voyait sa vie menacée par la colère du peuple. Il s'était, pour quelques temps, réfugié avec sa famille à Arcueil. Dès le plus jeune âge, il prend en main l'éducation de son fils, et Augustin est admis à l'Ecole Polytechnique. Celle-ci a à peine dix ans d'âge, mais déjà les savants les plus prestigieux y enseignent.

A la sortie de l'école, Cauchy est admis dans le corps le plus prestigieux (celui des Ponts et Chaussées), et en 1810, nommé aspirant ingénieur, il participe à la construction du port de Cherbourg. C'est à Cherbourg que Cauchy commence ses recherches mathématiques sur les polyèdres, et ses premiers résultats sont prometteurs. Mais, fatigué par le cumul de la charge d'ingénieur et des longues veillées de recherche, Cauchy connaît un état dépressif qui s'éternise et le pousse à retourner vivre chez ses parents.

A Paris, il cherche une situation en adéquation avec sa volonté de faire de la recherche mathématique pure. Malgré l'appui de son père, il se voit devancé par d'autres pour plusieurs postes, avant d'être élu, en 1814, à la société philomathique, antichambre de l'Académie (alors nommé Institut). A la chute de l'empire, Cauchy, royaliste et dévot, voit de nombreux protecteurs accéder au pouvoir. Leur influence permet sa nomination comme professeur d'analyse à l'Ecole Polytechnique en 1815. Entre-temps, il vient d'achever un brillant mémoire où il démontre un célèbre théorème de Fermat sur les nombres polygonaux. Ceci fera beaucoup pour sa notoriété, et en 1816, il accède à L'Académie des Sciences, en remplacement de Carnot et Monge touchés par l'épuration.

Il est alors temps pour Cauchy de se marier, et semble-t-il sous l'influence de son père, il épouse Aloïse de Bure, née d'une famille de célèbres libraires parisiens. Ils auront deux filles.

Le cours d'analyse que Cauchy professe à l'Ecole Polytechnique est décrié tant par ses élèves que par ses collègues des autres matières. Pourtant c'est ce cours, publié en 1821 et 1823, qui devait devenir la référence de l'analyse au dix-neuvième siècle, en mettant en avant la rigueur, et plus seulement l'intuition. C'est la première fois que de vraies définitions de limites, de continuité, de convergence de suites, de séries, sont énoncées. Cette rigueur reste toutefois encore relative, puisque que Cauchy "prouve" que la limite d'une série de fonctions continues est continue, ce qui est faux. Il est vrai que Cauchy ne dispose pas encore d'une définition claire et précise des nombres réels.

C'est l'époque aussi où Cauchy réalise des travaux profonds sur les fonctions d'une variable complexe (établissant par exemple la formule des résidus), ainsi que des avancées dans la théorie des groupes finis. Cauchy ne fut jamais le chef d'une école de mathématiciens, et il se comporta parfois maladroitement avec de jeunes chercheurs comme Abel ou Galois, dont il sous-estime, ou même perd, des mémoires de première importance. Ses relations avec ses collègues ne sont en général pas très faciles. On lui a beaucoup reproché les conditions de son accession à l'Académie, et sa bigoterie intransigeante ne permet pas toujours un contact aisé.

En 1830 éclate la révolution de Juillet, qui va brutalement changer le cours de sa vie. En effet, Cauchy, antilibéral très marqué, s'exile en Suisse, et Italie, en laissant femme et enfants à Paris. Parallèlement, son activité mathématique décroît. Il enseigne à Turin, avant de devenir le précepteur de l'héritier au trône, le petit fils de Charles X, en exil à Prague! En 1834, sa famille peut enfin le rejoindre.

En 1838, il retourne en France sous les injonctions de sa mère mourante. Il lui faut retrouver une situation, et il est élu au Bureau des longitudes. Elu, mais pas nommé, car il refuse de prêter serment d'allégeance au roi des français (Louis-Philippe), et ne perçoit donc pas son salaire. Son soutien aux Jésuites lui barre également la route du Collège de France.

En 1848 a lieu une nouvelle révolution, et le problème du serment n'est plus un obstacle pour Cauchy qui peut reprendre ses cours à la Sorbonne. Cauchy décède dans la nuit du 22 au 23 mai 1857, des suites d'un état de fatigue généralisé, à Sceaux, près de Paris. Son nom a été donné à un cratère de la lune.

Quelques portraits de Cauchy

Son nom est associé à :

Déterminant de Cauchy
Formule de Cauchy
Inégalités de Cauchy
Lemme de Cauchy
Loi de Cauchy
Règle de Cauchy
Suite de Cauchy
Théorème de Cauchy-Peano

Théorème de Cauchy-Lipschitz
Théorème de Cauchy-Peano
Equations de Cauchy-Riemann
Inégalité de Cauchy-Schwarz
Loi de Cauchy
Problème de Cauchy Equations différentielles
Produit de Cauchy de deux séries

Michel Chasles

15 novembre 1793 [Epernon, France]
18 décembre 1880 [Paris, France]

Michel Chasles est né le 15 novembre 1793 à Épernon, près de Paris, petite bourgade située non loin de Chartres. Son père était un habile marchand de bois, et devint même président de la chambre de commerce. Chose étrange, Chasles fut baptisé **Floréal** par ses parents, avant qu'il ne change de prénom vers 16 ans.

Après des études secondaires brillantes, Chasles entre à l'École polytechnique en 1812. C'est l'époque où les campagnes napoléoniennes tournent à la déroute, et où nul jeune homme n'échappe à la conscription. Chasles fut ainsi appelé pour la défense de Paris, jusqu'à l'abdication de Napoléon en 1814. Chasles put alors finir ses études à Polytechnique.
A la sortie de cette école, il refuse une place dans un grand corps de l'état, et retourne étudier chez lui l'histoire et les mathématiques.

Chasles publie son premier travail d'importance Aperçu historique sur l'origine et le développement des méthodes en géométrie en 1827. Il acquiert immédiatement une réputation de grand mathématicien, et de grand historien des mathématiques, à la suite de ce travail très pointu, qui étudie en détail la dualité en géométrie projective, et notamment la transformation par polaires réciproques.

En 1841, il devient professeur à l'École Polytechnique, puis, à compter de 1846, à la Sorbonne. Il publie encore deux livres très importants. En 1852, son Traité de géométrie traite des méthodes synthétiques (non analytiques) et introduit la notion de birapport (en fait, le mathématicien Möbius en avait déjà fait l'usage, mais Chasles ne lisait pas l'allemand et ne pouvait être au courant de ces travaux). Puis, en 1865, son Traité des sections coniques applique ces idées aux coniques.

On sait assez peu de choses de la vie extra-mathématique de Chasles. Tout juste sait-on qu'il ne s'est jamais marié, et que les seules activités qu'il semblait avoir en dehors de l'enseignement et de la recherche étaient auprès d'associations caritatives. Surtout, il reste une anecdote célèbre qui prouve sa crédulité. Un charlatan réussit en effet à lui céder, contre 20 000 livres, des correspondances censées être des originaux entre des savants célèbres. Un grand accroc fut porté à sa crédibilité quand on s'aperçut qu'un historien des sciences de son niveau avait pu se laisser berner par des soi-disant lettres de Galilée écrites en français !

Son nom est associé à : Relation de Chasles

André-Louis Cholesky

15 octobre 1875 [Montguyon, en Charente- Maritime, France]

31 août 1918 [Bagneux, France]

André-Louis Cholesky est un militaire français connu pour un travail important en mathématiques appliquées. Fils de restaurateurs charentais, il entre à l'Ecole Polytechnique en 1895, où il s'oriente vers une carrière militaire. Après des missions en Afrique du nord, il est affecté en 1905 au service géographique de l'Etat-Major de l'armée. A cette époque, les officiers de ce service sont préoccupés par la révision de toute la triangulation française qui fait suite à la révision de la Méridienne de Paris. Les calculs à effectuer sont gigantesques. Cholesky, qui s'est déjà fait remarquer pour "une intelligence hors ligne, une grande facilité pour les travaux mathématiques, des idées originales", élabore à cette occasion son procédé de factorisation de matrice qui permet de résoudre rapidement un grand nombre de systèmes linéaires. Ce procédé sera publié de manière posthume en 1924.

La carrière de Cholesky l'emmène successivement en Crête (où dans des conditions épiques, il entreprend la triangulation de la partie française de l'île), en Afrique du nord de nouveau (ses travaux visent à la construction de réseaux, notamment de voies ferrées), puis en Roumanie au cours de la Première Guerre Mondiale (il y est directeur technique du service géographique). De retour en France, il décide le 31 août 1918 dans une carrière de Bagneux, dans l'Aisne, des blessures subies sur le champ de bataille. On était à quelques mois de l'armistice...

Son nom est associé à :

Décomposition de Cholesky

Gaston Darboux

14 août 1842 [Nîmes, France]
23 février 1917 [Paris, France]

Gaston Darboux est un mathématicien français né le 14 août 1842 à Nîmes. Après des études dans les lycées de sa ville natale et de Montpellier, il entre en 1861 à l'Ecole Normale Supérieure. Son désir alors est de devenir enseignant. Très vite, il se révèle brillant et il soutient en 1866 sa thèse de doctorat sur les surfaces orthogonales. Il enseigne ensuite aux lycées Saint-Louis et Louis-le-Grand avant en 1872 de devenir maître de conférences à l'Ecole Normale Supérieure. En 1880, il succède à Chasles à la chaire de Géométrie supérieure de la Sorbonne.

Les travaux de Darboux portent essentiellement sur l'analyse et la géométrie différentielle. Il poursuit ainsi les travaux de Riemann sur l'intégration, introduisant les sommes de Darboux inférieures et supérieures qui lui permettent de donner un critère d'intégrabilité. Il s'intéresse aussi à la théorie des fonctions et aux équations aux dérivées partielles. Son domaine de prédilection reste toutefois l'étude des courbes et des surfaces, notamment les cyclides.

Darboux était aussi un administrateur très efficace. Il est doyen de la faculté des Sciences de 1889 à 1903; en 1900, il succède à Joseph Bertrand comme Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, dont il était devenu membre seize ans plus tôt. Membre des académies de nombreux pays, il reçut notamment en 1916 la médaille Sylvester de la Royal Society de Londres.

Son nom est associé à :

Sommes de Darboux, Théorème de Darboux

René Descartes

31 mars 1596 [La Haye, France]
11 février 1650 [Stockholm, Suède]

Mais qui est donc René Descartes, l'homme au *Cogito ergo sum*, dont le nom est devenu synonyme de rigueur mathématique. Etre cartésien, nous dit le Petit Larousse, c'est être méthodique et rationnel. René Descartes est né le 31 mars 1596 dans un petit village de Touraine, La Haye, maintenant Descartes, d'une famille de moyenne bourgeoisie (son père est conseiller au Parlement de Bretagne). Il ne connaîtra jamais sa mère, décédée des suites de son accouchement. Lui-même sera handicapée toute sa vie par une santé fragile qui le conduira notamment à ne jamais se lever avant 11 heures du matin!

A l'age de 8 ans, il entre au collège des jésuites de la Flèche, nouvellement fondé par Henri IV, où il reçoit une éducation stricte et solide. Son goût et son talent pour les choses mathématiques y sont déjà affirmés. Plus tard, il poursuit des études de droit à la faculté de Poitiers, études couronnées par l'obtention d'une licence. Il ne commence pour autant jamais de carrière juridique, mais s'engage plutôt, comme nombre de ses jeunes contemporains, dans une armée européenne, pour lui l'armée bavaroise. Descartes n'aura jamais à combattre, et profitera essentiellement de cet engagement pour voyager à travers l'Europe.

Ce n'est qu'en 1628 que Descartes pose ses valises en Hollande, à l'écart des mondanités parisiennes. En 1633, il est prêt à publier le Monde, ouvrage qui décrit les structures physiques qui nous régissent. Il y défend notamment le fait que la terre tourne sur elle-même et autour du soleil, suivant en cela Copernic et Galilée. Mais ce dernier vient d'être condamné par l'Inquisition, et Descartes préfère être prudent.

Son oeuvre la plus célèbre est Discours de la méthode pour conduire correctement la Raison et chercher la vérité dans les Sciences, qu'il publie en 1637 en français (alors que l'essentiel des ouvrages scientifiques ou philosophiques était alors encore rédigé en latin). Il s'y appuie sur les mathématiques, qui sont pour lui la seule chose certaine. Le Discours est accompagné de 3 essais, comme autant d'illustrations de la méthode : Dioptrique (optique géométrique et lois de la réfraction) - Météores (météorologie) - Géométrie. Ce dernier est de très loin le plus important des 3 essais : il y explique comment relier la géométrie et le calcul, et crée la géométrie analytique.

A intervalles plus ou moins réguliers, il publiera d'autres ouvrages, dont les Principes de la philosophie en 1644. Comme la plupart des savants de son époque, il sera l'objet de contestations et de querelles de priorité, mais pourra toujours compter sur l'appui de son ami Mersenne à Paris.

En septembre 1649, il répond à l'invitation de la reine Christine de Suède, qui souhaite apprendre la philosophie. Dans le froid de l'hiver scandinave, Descartes contracte une pneumonie. Il tombe malade, et décède le 11 février 1650.

Son nom est associé à :

Produit cartésien de 2 ensembles
Repère cartésien et coordonnées cartésiennes
Forme cartésienne d'un complexe
La ville Descartes (anciennement La Haye)

Quelques portraits de Descartes

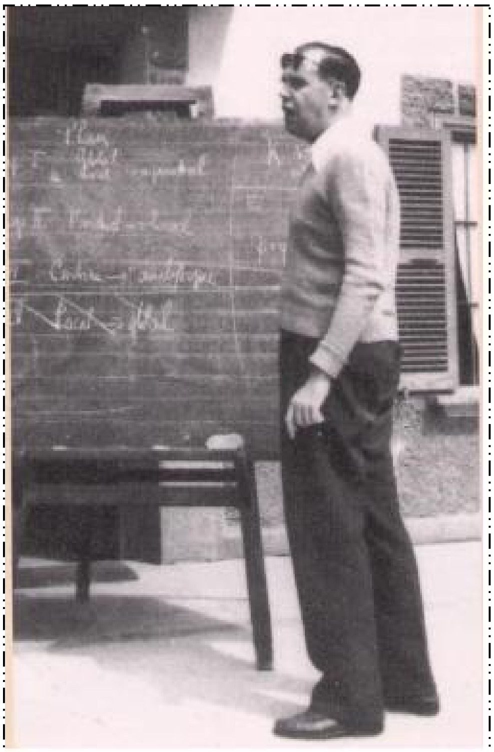




Jean Dieudonné

1 juillet 1906 [Lille]
29 novembre 1992 [Paris]

Dieudonné - Une figure emblématique des mathématiques


Dieudonné à un séminaire Bourbaki

Jean Dieudonné est un mathématicien français né le 1 juillet 1906 à Lille. Son père Ernest est soutien de famille à 12 ans. Intelligent et tenace, il s'éleva de petit employé à Directeur Général d'un important groupe d'industries textiles. Sa mère, Léontine Lebrun, est institutrice jusqu'à la naissance de son fils.

Jean Dieudonné sait déjà lire avant son entrée à l'école primaire, premier signe d'une scolarité brillante. Evacué à Paris par les allemands qui occupent Lille, il entre au lycée Condorcet, obtenant dès la classe de 6ème le premier prix en calcul. En 1919-1920, son père l'envoie sur l'île de Wight apprendre l'anglais. C'est là que Dieudonné étudie pour la première fois l'algèbre, et, selon ses dires, trouve sa vocation de mathématicien.

Il retourne alors à Lille étudier au lycée Faidherbe, gagne le premier prix du concours 1922 de la société de géographie de Lille, puis le 1er prix du Concours Général de Mathématiques en 1923. En 1924, il est reçu à Polytechnique et à l'école Normale Supérieure, et opte pour cette dernière. Il y côtoiera J.Delsarte, A.Weil, H.Cartan, J.P Sartre et Raymond Aron. En 1927, c'est à l'Agrégation de mathématiques que Dieudonné s'attaque. Une fois encore, il est reçu 1er. De 1927 à 1928, il effectue son service militaire. Puis vient le temps des premières recherches, à Princeton, à l'ENS, à Berlin. Il soutient sa thèse, intitulée Recherche sur quelques problèmes relatifs aux polynômes et aux fonctions bornées en 1931.

C'est à l'automne 1934 que se produisent les 2 événements peut-être les plus marquants de sa vie. C'est d'abord la rencontre de sa femme, Odette Clavel, qu'il épousera le 22 juillet 1935. Ce fut un amour sans faille, "56 ans de bonheur" dira-t-il à la fin de sa vie, qui donna naissance à un fils et à une fille. L'automne 1934, ce fut aussi la création du groupe Bourbaki, avec notamment H.Cartan, A.Weil,... Selon Dieudonné : " Notre dessein était d'écrire collectivement un grand traité moderne d'analyse, dans lequel chaque chapitre aurait constitué un volume à part entière". Dieudonné fut le plus actif des bourbakistes, le dernier à relire les manuscrits, l'auteur de presque toutes les notes historiques.

En 1937, il est nommé Maître de conférence à Nancy, puis pendant la guerre (il est mobilisé en Septembre 1939), il enseigne à Clermont-Ferrand. En 1944, il reçoit le grand prix de l'Académie des Sciences de Paris. De 1952 à 1959, il est professeur aux Etats-Unis, de 1959 à 1964, à l'IHES de Bures-sur-Yvette. Puis à partir de 1964, il réalise un rêve de jeunesse en devenant professeur, puis doyen de la faculté des sciences de Nice. En 1968, il est élu membre de l'Académie des Sciences.

Vers la fin de sa vie, sa santé s'affaiblit, la communauté mathématique s'émeut de ne plus le voir à l'Académie. En revanche, il lit beaucoup, plusieurs livres par jour. C'est l'après-midi du dimanche 29 novembre 1992 que Dieudonné a senti une extrême fatigue, et a dit adieu à sa femme et à ses enfants avec qui il déjeunait.

Dieudonné - Un sacré tempérament

Ses amis disent volontiers que Dieudonné était chaleureux et enthousiaste, mais aussi explosif, et capable des colères les plus tonitruantes. Témoin : cette anecdote de Laurent Schwarz, narrée lors d'une conférence à l'Ecole Normale Supérieure : "Dieudonné était également connu pour ses démissions : quand un sujet lui déplaisait, il démissionnait de Bourbaki. Certains sujets provoquaient plus particulièrement sa démission, notamment celui de savoir s'il fallait mettre l'intégration avant les espaces vectoriels topologiques ou après. Il faut la mettre après, mais certains prenaient plaisir à le taquiner. Chaque fois que quelqu'un soutenait qu'il fallait la mettre avant, Dieudonné démissionnait. C'était pourtant le meilleur caractère du monde. Il était toujours tellement souriant et enthousiaste que cela ne portait pas à conséquence. Un jour, Sonia Godement, la femme de Godement, a souhaité assister à une démission. On prit rendez-vous pour le lendemain à 10h du matin : à 10h moins trois, Godement a dit qu'il fallait mettre l'intégration avant les espaces vectoriels. Sonia est entré et a vu Dieudonné, en fureur, donner sa démission".

Dieudonné avait une force de caractère et une puissance de travail phénoménales. Outre ses activités d'enseignement, de recherche, ses travaux pour Bourbaki, il jouait chaque jour 2h au piano, était bon joueur de bridge et excellent cuisinier.

Dieudonné - Un mathématicien complet

Dieudonné est peut-être le dernier mathématicien à avoir pu explorer autant de domaines mathématiques. Ses recherches portent notamment sur :

1. En topologie :
   - partition de l'unité (découverte commune mais indépendante, avec Bochner, 1937)
   - Espace paracompact (1944) ainsi que le fait que tout espace métrisable séparable est paracompact.
   - Topologie faible dans la dualité des espaces vectoriels localement convexes.
   - Théorie des distributions, et leur cadre naturel dans les espaces de Fréchet
2. En algèbre :
   - Travaux sur la théorie de Galois des anneaux artiniens
   - Théorie des groupes classiques sur un corps quelconque
   - Groupes de Lie. Il est aussi le maître d'Alexandre Grothendieck, l'inventeur de la K-théorie.

Mais bien sûr, Dieudonné est associé à l'œuvre de Nicolas Bourbaki, et ses idées et la façon d'exposer la mathématique (au singulier, pour souligner son unité), ont marqué durablement le vingtième siècle. Enfin Dieudonné a donné ses lettres de noblesse à l'histoire des Mathématiques. On lui doit les remarquables : Histoire de l'Analyse Fonctionnelle, Histoire de la topologie algébrique et différentielle.

Quelques portraits de Dieudonné

Diophante

vers 200
vers 284

Diophante d'Alexandrie, que l'on appelle volontiers le père de l'Algèbre, est un mathématicien grec dont on ignore tout, ou presque, de la vie. On pense qu'il vivait vers le III$^{\text{ème}}$ siècle après J.-C., mais on ne sait donner de dates beaucoup plus précises. Son oeuvre la plus célèbre est un traité de 13 livres, « les Arithmétiques », dont on ne connaissait que 6 volumes jusque récemment. Quatre autres auraient été retrouvés en Iran en 1968.

Les Arithmétiques consistent en une collection de 130 problèmes, en général des équations dont Diophante cherche les solutions positives fractionnaires. La grande avancée de Diophante est son utilisation d'un symbolisme dans l'écriture mathématique. Il est l'inventeur du Plethos, qui désigne l'inconnue du problème. Malgré cela, Diophante travaille toujours sur des exemples numériques, si bien qu'il ne donne souvent qu'une seule solution possible à un problème, et sans mettre forcément en exergue une méthode générale de résolution. Tous ces progrès ont longtemps été oubliés dans le monde occidental, mais heureusement il furent préservés par les Arabes. Ce n'est qu'à la Renaissance que l'on travaille à réaliser une traduction latine, la plus fameuse étant celle achevée en 1621 par Bachet de Méziriac.

Diophante s'intéresse notamment aux problèmes suivants :

- résolution d'équations quadratiques (du type $ax^2=bx+c$).
- détermination de valeurs faisant de 2 expressions linéaires des carrés (ex: trouver x tel que $10x+9$ et $5x+4$ sont tous deux des carrés).
- décomposition d'un nombre en somme de 2 carrés. Il semble que Diophante sache d'expérience que les entiers de la forme $4n+1$ s'écrivent comme la somme de 2 carrés.
- partage d'un carré en 2 carrés : il explique notamment comment partager $16=4x4$ en somme de 2 carrés : $(16/5)^2+(12/5)^2$. C'est en marge de ce problème que Fermat inscrit sur son exemplaire des Arithmétiques sa fameuse note : "il est impossible de partager un cube en 2 cubes, un bicarré en 2 bicarrés, et plus généralement une puissance quelconque sauf le carré, en 2 puissance de même exposant. Il faudra attendre 1995 pour avoir une démonstration de ce résultat.

Signalons pour terminer une légende au sujet de Diophante : une anthologie grecque (datant de 500 après J-C) rapporte qu'il était écrit sur sa tombe l'épitaphe suivante (la traduction en alexandrins est d'Emile Fourrey dans ses Récréations mathématiques) :

Passant sous ce tombeau repose Diophante.
Ces quelques vers tracés par une main savante
Vont te faire connaître à quel âge il est mort.
Des jours assez nombreux que lui compta le sort,
Le sixième marqua le temps de son enfance;
Le douzième fut pris par son adolescence.
Des sept parts de sa vie, une encore s'écoula,
Puis s'étant marié, sa femme lui donna
Cinq ans après un fils, qui, du destin sévère,
Reçut de jours hélas! deux fois moins que son père.
De quatre ans, dans les pleurs, celui-ci survécut.
Dis, si tu sais compter, à quel âge il mourut.

Son nom est associé à :

Equation diophantienne

Johann Peter Gustav Lejeune Dirichlet

13 février 1805 [Düren, Allemagne]
5 mai 1859 [Göttingen, Allemagne]

Johann Peter Gustav Lejeune-Dirichlet est né le 13 février 1805 à Düren, une ville d'Allemagne située à mi-chemin entre Aachen et Cologne. Son père y était receveur des postes. Dirichlet est un élève brillant, qui achève ses études secondaires à 16 ans. Devant la faible qualité des formations universitaires allemandes à cette époque, Dirichlet décide de partir étudier à Paris, emportant avec lui les « Disquisitiones Arithmeticae » de Gauss comme une bible.

Dans la capitale française, sa situation personnelle est facilitée par le général Foy, un ancien grand général des campagnes napoléoniennes, dont il devient le précepteur des enfants, et qui se montrera bienveillant avec lui. Dirichlet rencontre alors quelques-uns des plus grands mathématiciens, dont Legendre, Poisson, Laplace et Fourier. Ce dernier surtout impressionnera beaucoup Dirichlet, et sera à l'origine de l'intérêt qu'il portera aux séries trigonométriques et à la physique mathématique. C'est à Paris que Dirichlet rédige sa première contribution d'importance aux mathématiques, étant à l'initiative en 1825 de la preuve du cas $n=5$ dans le grand théorème de Fermat, preuve achevée par Legendre dans la foulée.

Fin 1825, le général Foy décède, et Dirichlet décide de retourner en Allemagne. Il enseigne d'abord à l'université de Breslau, au lycée militaire de Berlin, puis à l'université de Berlin à partir de 1829, où il restera 27 ans durant. Parmi ses élèves, on retiendra les noms de Kronecker et Riemann. En 1831, il épouse Rebeca Mendelssohn, une des sœurs du célèbre compositeur.

Dirichlet est décrit comme un bon professeur, mais non exempt de défauts. Il donne l'apparence de quelqu'un de sale, toujours affublé d'un cigare et d'un café, visiblement peu préoccupé de l'image qu'il donne. On dit aussi de lui qu'il était très souvent en retard.

En 1848, son maître et ami Karl Jacobi est diagnostiqué comme étant malade du diabète. Dirichlet l'accompagne dans un voyage de 18 mois en Italie, où le climat plus doux est censé préserver la santé de Jacobi.

De retour en Allemagne, Dirichlet commence à être lassé des lourdes charges d'enseignement qu'il doit assumer. A la mort de Gauss, il prend sa succession à Göttingen. C'est malheureusement pour peu de temps, car lui-même s'éteint en 1859 des suites d'un malaise cardiaque.

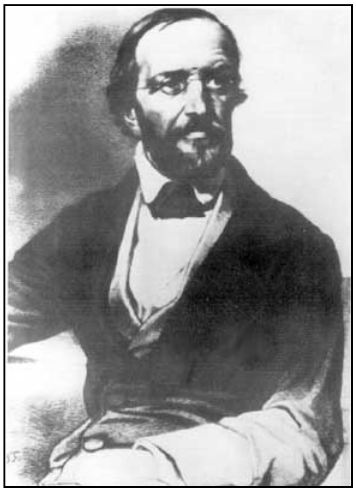
L'éventail des travaux de Dirichlet illustre la profondeur de la culture mathématique allemande au début de son âge d'or. On lui doit notamment :

- le principe des tiroirs : si on range n+1 chaussettes dans n tiroirs, il y a un tiroir où il y au moins deux chaussettes!
- le premier énoncé d'une condition suffisante de convergence d'une série de Fourier (dans le cas des fonctions C1 par morceaux).
- le théorème de la progression arithmétique : dans une suite d'entiers an+b, où a et b sont premiers entre eux, il existe une infinité de premiers distincts!
- le prolongement des fonctions harmoniques définie sur la frontière d'un ouvert. Toute une classe d'équations aux dérivées partielles porte le nom de problème de Dirichlet.
- de très nombreuses contributions en arithmétique, où il existe le théorème des unités de Dirichlet, les séries de Dirichlet, etc.

Son nom est associé à :

Intégrale de Dirichlet
Noyaux de Dirichlet Noyaux trigonométriques
Problème de Dirichlet
Théorème de Dirichlet Séries de Fourier
Théorème de la progression arithmétique de Dirichlet
Série de Dirichlet





Wolfgang Vincent Doeblin

17 mars 1915 [Berlin, Allemagne]

21 juin 1940 [Housseras, France]

Voici une biographie de Doeblin, trouvée sur le site du lycée Claude Fauriel :
http://mathematiques.fauriel.org

Wolfgang, Vincent DOEBLIN
(Berlin, 17 mars 1915 – Housseras, 21 juin 1940)

« J'ai le droit de donner mon avis, car je suis de ceux qui savent mourir pour leurs idées. »

Wolfgang Döblin

Wolfgang Doeblin était le second des trois fils d'Erna et Alfred Doeblin. Son père Alfred (1878-1957), médecin psychiatre de profession, fut l'un des grands romanciers expressionnistes allemands de l'entre-deux-guerres ; il est notamment l'auteur de *Berlin Alexanderplatz* (1931). Juif et homme de gauche, Alfred Doeblin vit ses œuvres interdites dès l'arrivée des nazis au pouvoir, et, poursuivi par la police, fut obligé de quitter l'Allemagne le 28 février 1933, après l'incendie du Reichstag. Il émigra à Zurich, puis en France, où il obtint la nationalité française pour lui-même et sa famille. En mai-juin 1940, il traversa la France et réussit à se réfugier avec sa femme aux Etats-Unis. Après-guerre, il retourna en Europe et mourut en Suisse, à Fribourg.

Wolfgang, en 1928

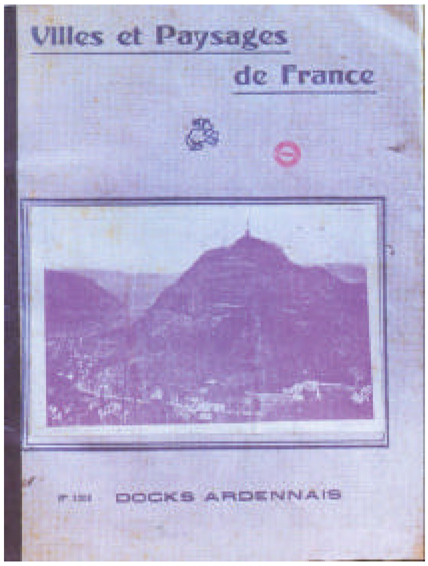
Wolfgang fait ses études secondaires à Berlin. Ses opinions politiques, inspirées par le marxisme, sont plus radicales que celles de son père. Il reste à Berlin pour passer son bac en juin 1933, puis il rejoint son père à Zurich. Naturalisé français en 1936, il francise son prénom en Vincent. Il projette d'étudier les statistiques en relation avec l'économie politique ; dans ce but, il passe en Sorbonne ses trois certificats (mathématiques générales, mécanique rationnelle et probabilités), sous la direction de Arnaud Denjoy (1884-1974) et de Maurice Fréchet (1878-1973), tout en suivant, en option, les cours de statistiques donnés par Georges Darmois (1888-1960) à l'Institut Henri Poincaré. Mais par la suite, il se tourne vers la théorie « pure » des probabilités, qui connait un nouvel essor depuis que le mathématicien soviétique Andrei Kolmogoroff (1903-1987) l'a rattachée, en 1933, à la théorie de la mesure. Travaillant sous la direction de Fréchet et du grand probabiliste Paul Lévy (1886-1971), il se distingue très vite par la profondeur de ses résultats.

Il est avec Jean Ville l'un des initiateurs du séminaire Borel, et participe à la réflexion sur les processus stochastiques à temps continu, en même temps qu'une pléiade de jeunes mathématiciens avec lesquels il collabore : Alexandre Khintchine (1894-1959), William Feller (1906-1970), Michel Loève, Robert Fortet (1912-1998), Joseph L. Doob (1910). Il soutient sa thèse de doctorat en 1938, en théorie des probabilités, et est alors le plus jeune docteur en mathématiques de l'époque. Il s'intéresse à la convergence des processus stochastiques. Lévy, Feller et Khintchine avaient déterminé en 1935 le domaine d'attraction de la loi normale, c'est-à-dire les lois donnant lieu à cette limite. Doeblin détermine les domaines d'attraction des autres lois stables.

De nature solitaire, Wolfgang Doeblin aimait les randonnées en montagne ; de 1935 à 1938, il en fit plusieurs dans les Vosges et les Alpes, tantôt seul, tantôt avec des camarades, dormant dans des auberges de jeunesse. En 1936, sur les bancs de l'université, il fit la connaissance d'une jeune physicienne, la seule étudiante, Marie-Antoinette Baudot, dite Monette. Il semble qu'il se soit épris d'elle, mais Monette était déjà liée à Jacques Tonnelat, qu'elle épousa par la suite. Il n'est pas sûr cependant que cet amour ait été sans retour, comme on verra bientôt.

Wolfgang-Vincent est incorporé dans l'armée française en octobre 1938, et refuse à quatre reprises de devenir élève-officier, comme ses titres universitaires le lui permettaient. Mobilisé en septembre 1939 dans l'armée française comme télégraphiste au 291ème régiment d'infanterie, dans les Ardennes, il se présente comme alsacien devant ses camarades de régiment. Pendant la période d'inaction de la drôle de guerre, il poursuit ses recherches sur l'équation de Chapman et le problème de Kolmogoroff. Il se bat héroïquement au cours des six semaines de combat : cité à l'ordre de son régiment le 19 mai 40, il recevra à titre posthume la croix de guerre avec palmes et la médaille militaire. A l'issue de durs combats, son bataillon finit par être encerclé au nord des Vosges. Sachant la reddition imminente, Wolfgang fausse compagnie à son unité dans la nuit du 20 au 21 juin et se dirige seul vers le sud, à travers la forêt… Espère-t-il passer à travers les lignes allemandes ? On ne le saura jamais. Arrivé au village de Housseras[1], il se retrouve au milieu d'un millier de soldats en déroute. A l'arrivée des premiers soldats allemands, il brûle ses papiers d'identité et ses travaux en cours dans le fourneau d'une ferme, et se tire une balle dans la tête dans la grange, le 21 juin au matin. Dans l'après-midi, son corps est enterré dans une fosse creusée près de l'église, au milieu de soldats français et allemands tombés lors des récents combats.

Vincent Doeblin, soldat téléphoniste, automne 1939



Cahier sur lequel a été transcrit le manuscrit du mémoire Sur l'équation de Kolmogoroff

En 1941, Marie-Antoinette Tonnelat, qui venait de passer sa thèse de physique sous la direction de Francis Perrin et Louis de Broglie (auquel elle succèdera), entreprit de nombreuses démarches pour retrouver les traces de Wolfgang Doeblin. Ses recherches, longtemps restées vaines, n'aboutirent qu'en 1945. Entre-temps, le « soldat inconnu » de Housseras avait été identifié le 19 avril 1944, grâce à un bracelet. Le 20 mars 1945, elle informait Alfred et Erna de la mort au combat de leur fils, le 21 juin 1940. Erna se rendit en novembre sur les lieux du drame, et apprit que la réalité était plus tragique encore qu'elle n'imaginait. Jamais les parents de Wolfgang ne se sont remis de la mort de leur fils. Pour surmonter cette épreuve, Alfred se tourna vers la religion. Erna se donna la mort en 1956, son mari mourut moins d'un an plus tard. Ils ont demandé à être enterrés à Housseras, aux côtés de leur fils Wolfgang. Alfred repose à sa droite, Erna à sa gauche.

La communauté mathématique rendit hommage à la mémoire de Wolfgang Doeblin, par la voix de Maurice Fréchet en octobre 1945. Paul Lévy lui consacra un article en 1955, dans lequel il écrivait : *« On est (…) toujours frappé par la sûreté et la précision de ses raisonnements, et par son extraordinaire aptitude à résoudre les difficultés des plus variées, soit en les attaquant de front, soit en découvrant un chemin détourné. Je crois pourvoir dire, pour donner une idée du niveau où il convient de le situer, qu'on peut compter sur les doigts d'une seule main les mathématiciens qui, depuis Abel et Galois, sont morts si jeunes en laissant une œuvre aussi importante. »* En novembre 1991, Kai Lai Chung et Joseph L. Doob consacrèrent à l'œuvre de W. Doeblin un colloque à l'Institut scientifique de Blaubeuren, près d'Ulm. Bernard Bru, professeur de statistique et historien des sciences, fit sensation en présentant la correspondance inédite entre

[1] Prononcer Housra. Ce village se trouve au nord-est d'Epinal, à une vingtaine de km.

Fréchet et Wolfgang, et c'est alors que l'on découvrit l'existence du pli cacheté dont il va maintenant être question…

Le pli cacheté sur l'équation de Kolmogorov

Or, quelques mois avant sa mort, en février 1940, Wolfgang Doeblin avait adressé un pli cacheté à l'Académie des sciences de Paris, qui fut enregistré le 26 février sous le numéro 11-668, et rangé dans les greniers de l'Académie. Ce pli est resté fermé jusqu'au 18 mai 2000, date à laquelle son jeune frère Claude Doblin (dont le nom a été francisé) a autorisé les chercheurs à l'ouvrir et l'étudier. Il contenait une centaine de pages manuscrites griffonées à la hâte et portant sur l'équation de Kolmogorov. *« Ce manuscrit a été écrit au cantonnement de novembre 1939 à février 1940. Il n'est pas absolument complet et son extérieur se ressent des conditions matérielles dans lesquelles il a été écrit. »* s'excuse le soldat Doeblin en préambule. C'est un petit cahier d'écolier de la série « Villes et paysages de France », dont la couverture représente le rocher de Bonnevie qui domine Murat, dans le Cantal. Au verso, le prix : 1F30. Il fut probablement réglé dans l'épicerie d'un village traversé au cours des manœuvres. *« Je suis convaincu qu'il savait qu'il allait mourir*, explique Marc Yor, le mathématicien qui a examiné ces pages. *Avant de partir à la guerre, plein d'idées avaient germé dans sa tête, il voulait les développer. Il sait que son œuvre mathématique est l'une des plus prometteuses de sa génération. Mais Doeblin sait aussi qu'il n'a pas beaucoup de temps. Alors il note le minimum. Juste assez pour pouvoir continuer son raisonnement. Il a tenu à poursuivre jusqu'au bout son travail mathématique, alors que tout concourt à l'en empêcher. Son moral engourdi, les conditions matérielles peu propices. Quitter la vie ne lui coûtait pas puisque c'était la seule victoire possible sur la barbarie nazie, mais c'était en même temps renoncer à la création mathématique. Et, d'une certaine façon, mourir deux fois. »* En arrivant au 15ème chapitre du cahier consacré à l'équation de Kolmogorov, Marc Yor s'est aperçu que Doeblin était sur la voie des découvertes du mathématicien japonais Ito en 1944 : *« Ito a eu une idée de génie, qui a mis vingt-cinq ans à être acceptée. Je pensais que personne ne l'avait eue avant. En fait, il suffisait de bien lire le cahier de Doeblin. »*

Pourquoi Doeblin a-t-il choisi d'envoyer un pli cacheté à l'Académie des sciences, plutôt que de faire parvenir directement ses travaux, même incomplets, à Paul Lévy ou Maurice Fréchet ? Sans doute souhaitait-il conserver la paternité de ses travaux, et pouvoir les récupérer et les remanier le moment venu. *« Mon frère avait la possibilité d'envoyer ses travaux à ma mère qui les conservait précieusement. Mais, pour celui-là, il avait choisi la voie du silence. Je ne connaissais pas son existence, ma mère non plus. »* a déclaré Claude Doblin. Cette découverte tardive doit sa part au hasard : Doeblin avait averti Fréchet de l'envoi du pli cacheté dans un billet du 12 mars 1940. Perturbé par la mort de sa femme, Fréchet n'y a plus pensé, jusqu'à ce que l'historien des probabilités Bernard Bru se penche sur les papiers de Doeblin.

Le germaniste et romancier Marc Petit a récemment consacré au destin de W. Doeblin un remarquable et émouvant récit intitulé *L'équation de Kolmogoroff* (Ramsay, 2003) ; ce récit est la source principale de la présente note.

Eratosthène

276 avant J.C. [Cyrène, Libye]
196 avant J.C. [A lexandrie, Egypte]

Eratosthène est né aux environs de 276 avant J.-C. à Cyrène, ville située maintenant en Libye et nommée Shahhat. Il séjourne ensuite à Athènes, jusque 40 ans, où il acquiert une solide réputation.

Au cours du troisième siècle avant Jésus-Christ, Alexandrie est devenue la plus grande cité du monde. L'époque des conquêtes d'Alexandre est révolue, et c'est désormais par la culture que les souverains alexandrins tentent de se distinguer. Ainsi, Ptolémée fonde à Alexandrie une bibliothèque qui deviendra la plus importante de l'antiquité. A la mort du poète Callimaque, originaire comme lui de Cyrène, et qui fut un de ses maîtres, Eratosthène est appelé par Ptolémée III pour devenir le troisième bibliothécaire d'Alexandrie. Ceci fit d'Eratosthène l'un des plus multidisciplinaires des savants.

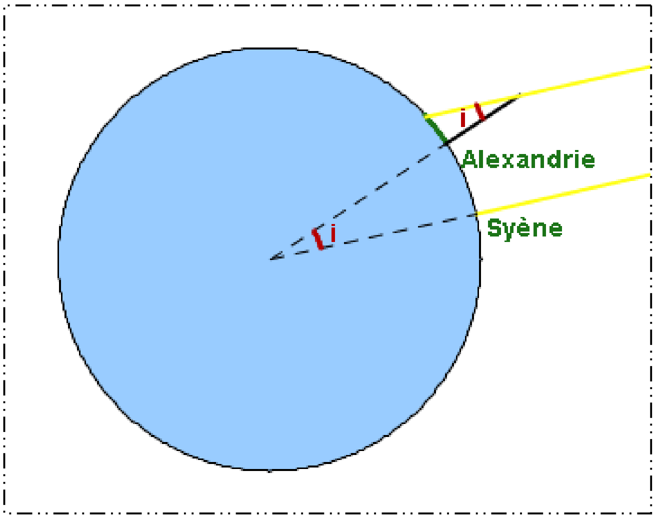
D'abord, en mathématiques, on lui doit son célèbre crible, qui, sous une forme un peu modifiée, est encore utilisé de nos jours pour fabriquer des nombres premiers. On lui doit aussi un procédé mécanique, le mésolabe, pour réussir la duplication du cube. Mais c'est en astronomie peut-être qu'Eratosthène a réussi son exploit le plus retentissant : il réussit en effet, à l'aide de quelques mesures sur l'angle des rayons du soleil un jour d'été, à estimer la longueur du méridien terrestre. Il aurait aussi calculé l'inclinaison de l'axe de la terre (phénomène responsable des saisons).

En histoire, il travaille à l'élaboration d'un système chronologique afin de dater les événements importants survenus depuis la guerre de Troie. En géographie, il fabrique une carte du monde connu (i.e. le bassin méditerranéen). Il aurait encore dressé un catalogue de 675 étoiles, et se serait aussi intéressé à l'astronomie.

Certains rapportent qu'Eratosthène était surnommé "Beta" par ses disciples, en référence au fait que, bien que brillant dans de nombreuses disciplines, il n'était dans chacune que le second. Un autre de ses surnoms était "Pentathlos", sans que l'on sache si ceci faisait référence à des qualités sportives, ou bien encore une fois à cette profusion d'activités.

A la fin de sa vie, Eratosthène est devenu aveugle. Il choisit alors de mettre fin à ses jours.

Terminons cette biographie en relatant la méthode suivie par Eratosthène pour mesurer la circonférence de la terre. Eratosthène a appris qu'à Syène (maintenant Assaouan), le jour du solstice d'été, à midi, le soleil est à la verticale : les rayons pénètrent jusqu'au fond des puits. Ce n'est plus vrai à Alexandrie. Il observe l'ombre d'un obélisque, et note que les rayons du soleil font alors de l'ordre de 1/50 de circonférence. D'autre part, il sait, en interrogeant les caravanes de chameaux, que la distance entre Syène et Alexandrie est d'environ 5000 stades.



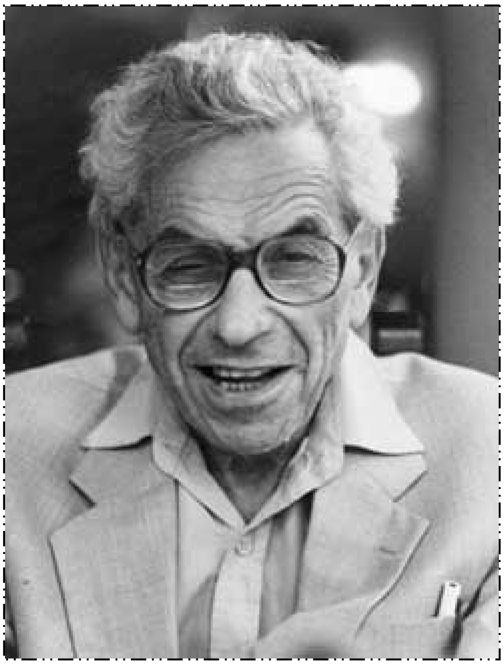
Il en déduit que la longueur du méridien terrestre vaut 50x5000, soit 250000 stades. Suivant la longueur du stade utilisé par Eratosthène, il trouve un résultat valant entre 40000 et 45000 de nos kilomètres. C'est un résultat remarquable (la valeur réelle est 40074 km) qui vaut surtout par la simplicité de la méthode employée!

Son nom est associé à :

Crible d'Eratosthène , Mesolabe d'Eratosthène

Paul Erdös

26 mars 1913 [Budapest, Hongrie]
20 septembre 1996 [Varsovie, Pologne]



Paul Erdös est le plus prolifique des mathématiciens du vingtième siècle, avec environ 1500 articles publiés (il faut remonter à Euler pour obtenir un tel volume). Plus que quelqu'un qui bâtissait des théories, il résolvait des problèmes, le plus souvent avec élégance et simplicité. Surtout il fut un formidable poseur de questions.

Erdös est né le 26 mars 1913 à Budapest. Ses deux parents étaient professeurs de mathématiques dans le secondaire. Ils avaient déjà eu deux filles, malheureusement décédées de la scarlatine quelques jours avant la naissance de Paul. Alors que ce dernier était âgé d'à peine un an, son père fut fait prisonnier par les Russes et déporté en Sibérie. Ces événements ont contribué au développement d'une relation très forte mère/fils, qui influera beaucoup sur le cours de la vie de Erdös.

C'est à l'âge de 19 ans, alors qu'il vient de commencer ses études à l'université, que Erdös se fait connaître des milieux mathématiques. Il publie en effet une nouvelle démonstration du postulat de Bertrand, qui affirme qu'il existe un nombre premier entre n et 2n, quelque soit l'entier n. Tchebychev avait déjà donné au dix-neuvième siècle une preuve de ce résultat, mais celle d'Erdös est plus simple, plus habile, à l'exacte image de ce que sera son oeuvre mathématique.

Deux ans plus tard, il obtient son doctorat, puis s'en va faire un post-doctorat à Manchester. Comme Erdös est d'origine juive, il ne peut retourner en Hongrie à la fin des années 30, et il émigre aux Etats-Unis. Après quelques visites en Europe aux rescapés de sa famille après l'Holocauste, il a des problèmes aux Etats-Unis avec le MacCarthysme, et il se voit interdit de séjour sur le territoire américain. Erdös est donc contraint de poser ses valises en Israël.

Avec ses 1500 articles, les contributions de Erdös aux mathématiques sont nombreuses : en théorie des nombres, en combinatoire, en mathématiques discrètes, il fut un maître. Erdös avait une exceptionnelle aptitude à poser des questions, et à s'entourer des mathématiciens les plus compétents pour résoudre ses conjectures. Il en résulte que Erdös a eu beaucoup de collaborateurs : 500 mathématiciens environ ont écrit un article en commun avec lui. Les mathématiciens se sont amusés à définir un nombre de Erdös : tout mathématicien qui a publié un papier en commun avec Erdös a un nombre de Erdös égal à 1. Tout personne qui a publié un article en commun avec une personne qui a un nombre de Erdös égal à 1 a un nombre de Erdös égal à 2. Et ainsi de suite.... On estime à 5000 le nombre de scientifiques qui ont un nombre de Erdös fini. Albert Einstein est l'un d'entre eux : son nombre de Erdös est 2.

Pourtant, parmi toutes ces collaborations, une au moins a mal tourné, et c'est d'autant plus regrettable qu'elle concerne le plus grand succès d'Erdös. A la fin du XIX è s. Hadamard et de La Vallée Poussin avaient démontré le théorème des nombres premiers, à savoir que le nombre de nombres premiers inférieurs ou égaux à n est équivalent, quand n est grand, à n/ln n. Leur démonstration est particulièrement rude! En 1949, Atle Selberg trouve une inégalité qu'il pense pouvoir être une étape importante vers une démonstration élémentaire du théorème des nombres premiers. Elle est présentée à Erdös, qui trouve la clef manquante pour boucler la preuve. Un article coécrit de plus aurait sans doute été la solution la plus appropriée pour mesurer les apports de chacun. Mais, à la suite d'un malentendu lié à l'envoi de cartes postales triomphales d'Erdös, Selberg craint qu'Erdös ne tire la couverture à lui. Il publie seul une preuve complète. Il recevra la médaille Fields en 1950, alors qu'Erdös devra "se contenter" du prix Wolf en 1984.

La vie d'Erdös fut vraiment étrange. Il n'avait pas de maison, pas d'épouse, les contingences matérielles étaient pénibles pour lui. Il voyageait en solitaire, accompagné de deux valises qui portaient toutes ses affaires, allant d'université en université, habitant à l'hôtel ou chez un ami mathématicien... Il est par ailleurs l'auteur de nombreux "erdosismes", comme cette phrase célèbre : "un mathématicien est une machine à transformer le café en théorème". Faut-il rappeler qu'il était lui-même dopé à toutes sortes d'amphétamines?

Jusqu'à la fin de sa vie, Erdös ne ralentira pas son activité mathématique. Mourir signifiait pour lui arrêter de faire des mathématiques. Il décède le 20 septembre 1996 à Varsovie, en plein congrès.

Son nom est associé à :

Théorème d'Erdös-Mordell

Euclide d' Alexandrie

vers 325 avant J.C.
vers 265 avant J.C. [Alexandrie, Egypte]

Si l'on devait se contenter de rédiger une notice biographique de la vie d'Euclide, alors elle serait très courte car on ne sait rien, ou presque, de celui que l'on peut considérer comme le plus grand enseignant de mathématiques de l'histoire. Tout juste pense-t-on qu'il étudia à l'école des successeurs de Platon à Athènes, avant de s'établir à Alexandrie, sous l'invitation de Ptolémée I. Mais comme ces suppositions reposent sur des écrits de Proclus qui datent de 9 siècles après Euclide, on conçoit qu'elles sont peu fiables!

Ce que l'on connaît bien d'Euclide, ce sont les ouvrages qui nous sont parvenus signés de son nom, parmi lesquels Données, et surtout les 13 volumes des Éléments. Du reste, on ne sait pas trop quel est le rapport exact entre Euclide et les connaissances qu'il expose. Il semble bien qu'aucun des résultats des Eléments ne soit dû à Euclide, et que son oeuvre consiste en une remise à plat de différentes notions exhibées par des mathématiciens divers. Au juste, personne ne peut affirmer avec certitude si Euclide était un historien des sciences, chef d'une école, et s'il écrivit ses ouvrages pour son enseignement. Ou bien s'il confiait leur rédaction à ses élèves, qui auraient pu continuer à publier sous le nom d'Euclide même après sa mort. On peut aller jusqu'à supposer qu'Euclide, à la manière d'un Nicolas Bourbaki, était le prête-nom d'un mathématicien polycéphale : plusieurs mathématiciens écrivant un même traité sous un pseudonyme.

Attardons-nous alors quelque peu sur les Éléments, qui restent une oeuvre fondamentale de nos jours, car l'essentiel du cours de mathématiques du collège en est directement issu. Les 4 premiers tomes sont consacrés à la géométrie plane. Euclide initie alors la méthode axiomatique en construisant la géométrie dans le plan à l'aide d'axiomes et de postulats. Plus clairement, Euclide démontre les théorèmes de géométrie plane à partir de propositions qu'il pose comme vraies (du type : deux quantités égales à une même troisième sont égale entre elles). Dans un langage mathématique moderne, ces demandes seraient des définitions dans la théorie que l'on cherche à construire.

Grâce à ce point de vue, Euclide fait preuve d'une grande rigueur, très inhabituelle pour son temps. Un des postulats formulé par Euclide, le cinquième postulat, dit aussi postulat des parallèles, a longtemps posé problème. Il affirme que, par un point extérieur à une droite, on peut mener une parallèle à cette droite, et une seule. Jusqu'au dix-neuvième siècle, certains ont cru que ce postulat était en trop, c'est-à-dire que c'était un théorème que l'on pouvait déduire des autres axiomes et postulats. Mais les travaux de Gauss, Riemann et Lobatchevski ont alors montré que l'on pouvait construire d'autres types de géométrie, où ce postulat était remplacé par un autre : dans la géométrie hyperbolique, par un point extérieur à une droite, il passe une infinité de droites parallèles à cette droite.

Terminons par un rapide descriptif des autres livres des Éléments :
- Livre V : consacré à la théorie des rapports d'Eudoxe, aux nombres incommensurables.
- Livre VI : similitudes du plan.
- Livres VII, VII, et IX : arithmétique, autour du PGCD et des nombres premiers.
- Livre X : nombres algébriques quadratiques, découverts par les Pythagoriciens.
- Livres XI,XII et XIII : géométrie dans l'espace, avec volume des solides usuels, et étude des polyèdres réguliers.

Son nom est associé à :

Algorithme d'Euclide
Anneau euclidien
Division euclidienne
Axiomes d'Euclide
Euclidien (espace vectoriel) Produit scalaire
Espace affine euclidien
Infinitude de l'ensemble des nombres premiers (par Euclide)
Stathme euclidien

Leonhard Euler

15 avril 1707 [Bâle, Suisse]
18 septembre 1783 [Saint-Pétersbourg, Russie]

Né à Bâle le 15 avril 1707, Leonhard Euler étudia les mathématiques sur les conseils de Johann Bernoulli, qui était ami avec son père. Il s'installa à Saint-Pétersbourg, auprès de Pierre le Grand, puis à Berlin sous le règne de Frédéric II, où a chaque fois il rencontra un environnement scientifique exceptionnel.

Son oeuvre est considérable. Euler intervint dans les trois domaines fondamentaux de la science de son époque, à savoir l'astronomie (orbites planétaires, trajectoires des comètes), les sciences physiques (champs magnétiques, hydrodynamique, optique, nature ondulatoire de la lumière,...), les mathématiques, où il met au premier plan le concept de fonction. On lui doit aussi la très jolie relation entre les nombres de sommets, d'arêtes et de faces d'un polyèdre convexe (ex : le cube, le tétraèdre,...).

La santé d'Euler était assez fragile. Il perdit son oeil droit en 1735, puis son oeil gauche en 1771 en raison d'une cataracte. Il fut donc pendant 12 ans totalement aveugle. Cela obligeait ce mathématicien très prolixe, qui publia 886 ouvrages, le tout en 80 volumes, à faire appel à des personnes de son entourage à qui il dictait ses mémoires.

Il décède le 18 septembre 1783 à Saint-Pétersbourg d'une hémorragie cérébrale.
Dans un de ses livres, Yushkevich décrit le jour de la mort d'Euler : « Le 18 septembre 1783, Euler passa la première moitié de la journée comme d'ordinaire. Il donna une leçon à un de ses petits fils, fit quelques calculs à la craie sur deux tableaux à propos de mouvements de ballons ; il discuta avec Lexell et Fuss à propos de la récente découverte de la planète Uranus. Vers 17h, l'hémorragie cérébrale commença, il prononça seulement ' je meurs ' avant de perdre conscience. Il décéda aux environs de 23h. ».

Son nom est associé à :

Droite et cercle d'Euler
Constante d'Euler
Diagramme d'Euler   Diagramme de Venn
Euler (formule d')   Fonction Gamma
Euler (identité d')   Fonction homogène
Indicateur d'Euler
Méthode d'Euler
Euler (opérateur d')   Opérateur différentiel
Formule d'Euler Maclaurin
Ponts de Königsberg et cycle eulérien
Relation d'Euler   Polyèdres

Pierre de Fermat

17 août 1601 [Beaumont-de-Lomagne, France]
12 janvier 1665 [Castres, France]

Pierre de Fermat était un génial mathématicien français du dix-septième siècle, qui a contribué avec Descartes à la création de la géométrie analytique (il est le premier à donner une méthode générale pour la détermination des tangentes à une courbe plane), à celle du calcul infinitésimal (avec Leibniz et Newton), et à celle du calcul des probabilités (avec Pascal). C'est surtout le fondateur de la théorie moderne des nombres, la branche des mathématiques qui étudie les nombres entiers.

Né près de Montauban (près de Toulouse, précisément à Beaumont de Lomagne) en 1601, d'un père négociant en cuir, Fermat a toujours vécu bien loin des centres intellectuels européens. Il n'était d'ailleurs pas mathématicien professionnel, mais magistrat (il fut aussi conseiller au parlement de Toulouse à partir de 1631, puis membre de la chambre de l'édit de Castres), et il ne participa à la vie mathématique de son époque que par sa correspondance privée avec d'autres savants. Il est mort à Castres en 1665.

Fermat a été très influencé par la lecture des classiques de l'Antiquité, notamment celle de Diophante, mathématicien grec auteur de l'Arithmetica, que les européens ont redécouverte au milieu du seizième siècle. Fermat annotera abondamment la marge de son exemplaire (son fils rééditera l'Arithmetica avec les notes de Fermat). Il était annoncé, plus rarement prouvé, de nombreux théorèmes. En 1840, tous étaient démontrés ou invalidés. Tous sauf un : la conjecture appelée grand théorème de Fermat, qui a maintenu les mathématiciens en haleine jusqu'en 1994.

En marge du problème qui consiste à trouver des carrés qui sont sommes de deux autres carrés (on appelle cela chercher des triplets pythagoriciens, car il s'agit des côtés d'un triangle rectangle - ex : $5^2=3^2+4^2$), Fermat écrivit : "D'autre part, un cube n'est jamais somme de deux cubes, une puissance quatrième n'est jamais somme de deux puissances quatrièmes, et plus généralement aucune puissance supérieure stricte à 2 n'est somme de deux puissances analogues. J'ai trouvé une merveilleuse démonstration de cette proposition, mais je ne peux l'écrire dans cette marge car elle est trop longue". On ne saura jamais si Fermat avait réellement une preuve de son théorème, c'est peu probable, mais après tout qu'importe! Des générations de mathématiciens s'y sont cassés les dents, tout en y forgeant les outils modernes de l'arithmétique.

On retrouva une démonstration de Fermat pour le cas des puissances 4-ièmes, fondée sur l'ingénieuse méthode de la descente infinie. Il a fallu attendre 100 ans pour que Leonhard Euler fournisse une démonstration du cas $n=3$, avec une erreur certes, mais les idées essentielles y étaient, puis 1820 pour que Dirichlet et Legendre traitent le cas $n=5$. Un grand pas fut franchi par Kümmer au milieu du dix-neuvième siècle avec des travaux très importants sur les entiers cyclotomiques. Il est parvenu à démontrer le théorème pour tous les exposant premiers inférieurs à 100, hormis 37, 59 et 67.

Il faudra attendre le 19 septembre 1994, et le mathématicien anglais Andrew Wiles, pour qu'après nombre de progrès, le théorème de Fermat soit entièrement résolu. La démonstration de Wiles prend environ 1000 pages. Il n'y avait effectivement pas assez de place dans la marge!

Son nom est associé à :

Petit théorème de Fermat
Point de Torricelli/Fermat
Grand théorème de Fermat
Equation de Pell-Fermat

Leonardo Fibonacci

1170 [Pise, Italie]
1245 [Pise, Italie]

Leonard de Pise, plus connu sous le nom de Fibonacci, est le premier grand mathématicien de l'ère chrétienne du monde occidental. D'assez nombreux détails de sa jeunesse nous sont connus par les propos qu'il tient lui-même dans la préface d'un de ses livres, le Liber abaci.

Né à Pise vers 1170, il rejoint très jeune son père à la colonie de Bujania, en Algérie, où ce dernier est responsable du bureau des douanes pour le compte de l'ordre des marchands de Pise. Voulant faire de son fils un marchand, il l'initie à l'art du calcul indo-arabe. Fibonacci apprendra en outre les savoirs et algorithmes orientaux grâce à ses nombreux voyages en Syrie, en Grèce, en Egypte. Vers 1200, il retourne vivre dans sa ville natale (où il verra la construction de la célèbre tour penchée). Il réalise alors pendant 25 ans des travaux pour rassembler, mettre à jour et développer les connaissances qu'il a collectées jusque là.

Fibonacci vivait avant l'invention de l'imprimerie, ce qui signifiait que pour avoir plusieurs exemplaires du même ouvrage, il fallait le travail entièrement manuel d'un copiste. Si bien que peu d'ouvrages de l'époque ont survécu, et que l'on doit considérer presque comme un miracle de pouvoir disposer de copies de 4 documents écrits de la main de Fibonacci, même si l'on sait que deux ouvrages au moins ont été perdus. Le premier ouvrage de Fibonacci, le Liber abaci, daté de 1202, connut un grand succès, et on peut même estimer que c'est lui qui popularisa définitivement en Europe la numérotation indo-arabe. Le Liber abaci contenait aussi de petits problèmes. C'est dans l'un d'entre eux, concernant la reproduction des lapins, qu'est introduite la célèbre suite de Fibonacci.

En ce début de treizième siècle règne sur l'Europe l'empereur Frédéric II, le plus cultivé des empereurs germaniques, avec de nombreux philosophes à sa cour. L'un d'entre eux, Maître Dominicus, encouragea Fibonacci à écrire un nouvel ouvrage, Practica geometricae (1220), où Fibonacci commente par des exemples, et de nouveaux théorèmes, huit des Eléments d'Euclide. Dominicus arrangea par ailleurs une rencontre entre Fibonacci et Frédéric II, alors que ce dernier visitait Pise.

Un autre des plaisirs de l'empereur était les défis mathématiques qu'un membre de sa cour posait à la communauté des scientifiques. Fibonacci en résout trois, dont il donne une réponse dans Flos dédié à Frédéric II, et daté de 1225. C'est aussi de cette année que date le Liber quadratorum, alors que Fibonacci écrit en 1228 une version enrichie de Liber abaci. Le Liber Quadratorum est probablement le livre le plus personnel et le plus abouti de Fibonacci. Il y présente ses recherches en arithmétique, introduit la notion de congruence, trouve des triplets pythagoriciens. Depuis Diophante, et jusque Fermat, personne ne fit autant progresser la théorie des nombres que Fibonacci. Il faut dire qu'après Fibonacci, la recherche mathématique ne connut pas de nouvelles envolées de tout le Moyen-âge.

A compter de 1228, on ne connaît qu'un seul document qui donne trace de la vie de Fibonacci. Il s'agit d'un décret de la République de Pise de 1240, lui attribuant une rente annuelle de 20 lires pour les services rendus à la vie publique.

Son nom est associé à :

Spirale de Fibonacci
Suite de Fibonacci

John Charles Fields

14 mai 1863 [H amilton, Canada]
9 août 1932 [Toronto, Canada]

John Charles Fields, né à Hamilton, fut professeur à l'Université de Toronto, ville où il décède en 1932. On lui doit quelques travaux sur les fonctions de la variable complexe. Son nom est surtout attaché à la Médaille Fields, qui fut créée en 1936, suite à un désir posthume de Fields, et à un legs qu'il laissa.

Il n'existe pas de Prix Nobel pour les Mathématiques. La petite histoire raconte que la cause en est une rivalité amoureuse entre le célèbre chimiste Alfred Nobel et le mathématicien Mittag-Leffler [mais d'autres sources démentent cela vigoureusement : Nobel n'aurait même pas été marié !]. La médaille Fields se veut la plus haute distinction mathématique. Elle est décernée, tous les 4 ans, à des mathématiciens âgés de moins de 40 ans, pour leurs recherches brillantes. Le jury se compose de huit membres, élus par l'Union internationale de mathématiques, mais qui demeurent inconnus des participants jusqu'à l'attribution des prix. Les lauréats reçoivent 15000 $ canadiens ainsi qu'une médaille en or représentant au recto l'effigie d'Archimède et, au verso, une sphère inscrite dans un cylindre, tout comme sur la tombe du mathématicien grec.

La médaille Fields, quoique très réputée dans l'univers des mathématiciens, n'est pas vraiment connue du grand public. En 2003 devrait être décerné le premier Prix Abel, du nom du célèbre mathématicien norvégien. Avec un nom très proche de Nobel, et un lauréat tous les ans, les mathématiciens espèrent que ce prix saura définitivement s'imposer même aux yeux des médias.

Son nom est associé à :

Médaille Fields

Jean-Baptiste Fourier

21 mars 1768 [Auxerre, France]
16 mai 1830 [Paris, France]

Jean-Baptiste Fourier, qu'on connaît aussi sous le nom de Joseph Fourier, est né le 21 mars 1768 à Auxerre. Il est le douzième des quinze enfants de son père. Alors qu'il n'a que 10 ans, il perd ses parents et est placé à l'école militaire d'Auxerre. Il réalise des études prometteuses en Français et en latin, mais son intérêt se porte sur les mathématiques. Il lit notamment les 6 tomes du Cours de mathématiques de Bézout. Il rentre ensuite au séminaire, mais n'a pas vraiment la vocation et il retourne en 1789 enseigner à son ancienne école à Auxerre.

Fourier se montre un révolutionnaire actif, animateur du comité local révolutionnaire d'Auxerre. Un incident l'oppose à une faction rivale à Orléans en 1793. Il est emprisonné, et en ces temps de Terreur, son chemin le menait droit à la guillotine. Mais la chute de Robespierre provoque des changements politiques en France, et Fourier est libéré.

En 1794, il est de la première promotion de l'Ecole Normale Supérieure, où ses professeurs ont pour nom Lagrange, Laplace et Monge. Elève le plus brillant, il profite de cet excellent entourage pour s'investir beaucoup dans la recherche mathématique. En 1797, il remplace Lagrange à la chaire d'analyse et de mécanique de l'Ecole Polytechnique, bien qu'il n'ait pas encore à son actif de découverte majeure.

En 1798, il rejoint les expéditions napoléoniennes en Egypte en 1798, où de nombreux chercheurs français mènent d'ambitieuses recherches - qui se feront, hélas, au détriment des richesses locales pillées. Napoléon rencontre alors de nombreux succès (Malte, Alexandrie). Mais après la destruction de la flotte napoléonienne par celle de Nelson dans la bataille du détroit du Nil en août 1798, Napoléon et son armée se voient confiner dans les pays qu'ils viennent de conquérir. Fourier devient alors secrétaire de l'Institut d'Egypte mis en place par Monge, et il se révèle très compétent à ce poste.

Par la suite, de nombreuses missions diplomatiques lui seront confiées. En même temps, il s'intéresse à l'art et à l'égyptologie.

Quand Fourier regagne la France en 1801, Napoléon n'a pas oublié ses excellents états de service, et le nomme préfet de l'Isère, sans que l'on sache si Fourier lui-même désirait ce poste. Il reste que Fourier fut un excellent préfet, qui mena à bien plusieurs projets d'importance. C'est à Grenoble que Fourier réalise l'essentiel de ces travaux les plus importants. Son obsession est le problème de la chaleur, c'est-à-dire l'étude de l'évolution de la température d'un corps au cours du temps. De 1802 à 1807, il trouve l'équation de la propagation de la chaleur dans les corps solides, puis trouve une méthode pour la résoudre, ce qui est maintenant l'analyse de Fourier. Fourier décompose une fonction mathématique unique, mais difficile à décrire mathématiquement, en une somme infinie de fonctions en sinus et en cosinus. Il est alors plus facile de décrire au cours du temps l'évolution de chacune de ces fonctions, et de retrouver la température au temps t en refaisant la somme.

Cette hypothèse audacieuse est contestée par ses contemporains Laplace, Poisson et Lagrange; ce dernier se lève même en pleine séance de l'Institut des sciences et déclare qu'il tient pour fausse la théorie de Fourier. Il faut dire que, même pour les critères de rigueur de l'époque, les conclusions de Fourier étaient hardies. Par exemple, dans un langage moderne, Fourier ne s'intéresse jamais à la convergence de ses séries. Pour les anciens, ce qui les tracassait était plutôt le phénomène inverse : il leur semblait impossible qu'une superposition, même infinie, de fonctions continues, puisse donner une fonction discontinue. Malgré ces réserves, Fourier est primé par l'Institut pour son mémoire en 1812.

En 1815 Napoléon s'échappe de l'île de l'Elbe, et revient avec toute une armée vers la France. Fourier est toujours préfet de l'Isère, et Grenoble est sur la route de Napoléon. Fourier obéit aux injonctions du roi, et ordonne qu'on s'oppose à Napoléon. Il parvient toutefois à manœuvrer assez habilement pour que Napoléon ne lui en veuille pas, et le nomme préfet du Rhône quand il reprend le pouvoir. Les événements politiques font que Fourier n'occupera jamais ce poste. Au contraire, en 1817, il est élu à l'Académie des sciences réhabilitée. En 1822, il devient secrétaire de la section mathématique. A ce poste, il aidera beaucoup de jeunes mathématiciens prometteurs, dont Dirichlet, Sturm ou Ostrogradsky. Pendant la fin de sa vie, il consacre beaucoup de temps à préciser ses arguments, et à débattre avec ses contemporains, notamment Biot et Poisson, qui lui contestent la priorité des découvertes !

Son nom est associé à :

Série de Fourier
Transformée de Fourier

Evariste Galois

25 octobre 1811 [Bourg-la-Reine, France]
31 mai 1832 [Paris, France]

La plus célèbre, fascinante et commentée des vies de mathématiciens. Elle est même devenue mythique, au point qu'il est parfois difficile de démêler le mythe et la réalité.

Une enfance déjà mouvementée

Evariste Galois est né à Bourg-la-Reine, près de Paris, le 25 octobre 1811, d'un père maire libéral de la commune. Sa mère, Adélaïde Marie Demante, fille de magistrat, s'occupe de son éducation jusqu'à 12 ans, et le nourrit de culture latine. Il entre à 12 ans au lycée Louis-le-Grand, où il suit une scolarité d'abord honorable, avant de marquer assez vite des signes de lassitude. Dès 1827-1828, la fureur des mathématiques domine. Galois lit Legendre (Eléments de géométrie), Lagrange (textes sur la résolution des équations), Euler, Gauss, Jacobi. Il obtient le premier prix au Concours Général de mathématiques, mais échoue à l'entrée à Polytechnique.

Il entre en octobre 1828 en spéciales à Louis-le-Grand. Le professeur, Mr Richard, admire le génie mathématique de son élève et garde les copies qu'il confiera à un autre de ses élèves : Charles Hermite. C'est l'époque où il publie son premier article dans les Annales mathématiques de Joseph Gergonne (il démontre un théorème sur les fractions continues périodiques). Il rédige aussi un premier mémoire sur la théorie des équations, envoyé à l'Académie des Sciences ; il sera "perdu" par Cauchy.

Les premières épreuves

Les épreuves et les drames commencent alors. Le 2 juillet 1829, son père se suicide à la suite d'une cabale montrée contre lui par le curé de Bourg-la-Reine. Quelques jours plus tard, il échoue au concours d'entrée à Polytechnique, à la stupéfaction de Mr Richard. On raconte qu'il a jeté le chiffon à effacer la craie à la tête de son examinateur devant la stupidité des questions posées.

Sur les conseils de son professeur, Galois entre à l'École Préparatoire, future École Normale. Il rédige le résultat de ses recherches dans un mémoire - Conditions pour qu'une équation soit résoluble par radicaux - afin de concourir au grand prix de mathématiques de l'Académie des Sciences. Fourier emporte le manuscrit chez lui et meurt peu après : le manuscrit est perdu, et le grand prix est décerné à Abel (mort l'année précédente), et à Jacobi.

Les événements politiques

A partir de 1830, les vies mathématiques et politiques de Galois vont s'entrecroiser. En 1824, Charles X a succédé à Louis XVIII. Le ministre Villèle accumule les mesures impopulaires, parmi lesquels le projet de loi sur la presse et la dissolution de la garde nationale, créée en 1789, et coupable d'avoir manifestée contre le gouvernement. Sous le ministère de Polignac (1829-1830), Charles X signe 4 ordonnances (suppression de la liberté de la presse, dissolution de la chambre, modification de la loi électorale, fixation de la date de nouvelles élections) qui violent la charte et provoquent immédiatement 3 journées de Révolution (les 3 glorieuses), les 27,28 et 29 juillet. Galois est consigné dans son école, et il ne peut participer à l'action contrairement aux polytechniciens, qui ont fait le mur et resteront dans l'histoire. A la suite de ces événements, le duc d'Orléans, habilement poussé en avant par ses partisans, devient roi sous le nom de Louis-Philippe. Si celui-ci prête serment à la Charte, il reste pour les républicains un usurpateur, dont l'élection est entachée d'illégalités. Devant l'évolution conservatrice de son gouvernement, ils multiplient contre lui les sociétés secrètes.

Le renvoi de l'École Préparatoire

Galois, républicain actif et intrépide, adhère à l'une d'entre elles, la société des amis du peuple présidée par Raspail, le 10 novembre 1830. Une violente polémique naît alors entre Galois et le directeur de L'École Préparatoire. Opportuniste, ce dernier met ses élèves à la disposition du gouvernement de Louis Philippe, et en profite pour durcir la discipline de l'École. Galois est excédé et va faire publier deux longues lettres dans la Gazette des écoles. Dans la première, datée du 5 décembre 1830, il tourne son directeur en dérision. Dans la seconde, datée du 2 janvier 1831, titrée sur l'Enseignement des Sciences, il dénonce la médiocrité de l'enseignement aux étudiants. Par une décision exceptionnelle, Galois est renvoyé début janvier. Sans ressources, Galois ouvre le 13 janvier un cours d'algèbre supérieure chez le libraire Caillot, au 5 rue de la Sorbonne. Sous les conseils de Denis Poisson, il présente le 17 janvier à l'Académie des Sciences une nouvelle version de son mémoire perdu. Ce sont Poisson et Lacroix qui sont chargés de l'étudier, mais quand ils rendent leur rapport, le 4 juillet, c'est un avis négatif qu'ils transmettent, jugeant le mémoire incompréhensible.

La prison et la fin...

Pendant ce temps, les tensions politiques ne se sont pas apaisées. Louis-Philippe parvient à réformer la Garde Nationale, qu'il met désormais à son service. Le 9 mai 1831, lors d'un banquet au restaurant Les Vendanges de Bourgogne, Galois porte un toast "A Louis-Philippe", un couteau à la main, ce qui provoque un tollé général dans la salle (Galois précisera que le texte complet est "A Louis-Philippe, s'il trahit", et que seuls ses voisins ont vu le couteau et entendu la deuxième partie de son propos). Arrêté le lendemain, détenu à Sainte-Pélagie, il est jugé et acquitté le 15 juin. Ce n'est que partie remise, car le 14 juillet, à la tête d'un groupe de manifestants, il est arrêté pour port illégal de l'uniforme de la Garde Nationale, et condamné le 23 octobre à 6 mois de prison, car récidiviste.

En prison, il continuera ses travaux. Libéré en 1832, il s'éprend en mai 1832 d'une femme, Stéphanie D. (Dumotel?), avec qui il rompt le 14 mai. On ne sait trop pourquoi, mais un duel semble en résulter quelques jours plus tard ("Je meurs pour une infâme coquette"). La nuit précédente, le 29 mai, Galois rassemble ses dernières découvertes dans une splendide lettre adressée à son ami Auguste Chevalier :
"Mon cher Ami, j'ai fait en analyse plusieurs choses nouvelles. Les unes concernent la théorie des Équations, les autres les fonctions Intégrales. Dans la théorie des équations, j'ai recherché lesquelles étaient résolubles par radicaux....".
De cette lettre naquit la légende selon laquelle Galois fit ses découvertes majeures en une seule nuit, pris par la fièvre de la mort. La matinée du 30 mai, Galois, abandonné, grièvement blessé, est relevé par un paysan et conduit à l'Hôpital Cochin. Il meurt de péritonite le 31 mai 1832 dans les bras de son jeune frère Alfred. Il est enterré dans la fosse commune du cimetière de Montparnasse. Ses amis républicains préparent un soulèvement à l'occasion de ses obsèques. Reporté au 5 juin, il conduira au massacre du cloître de Saint-Méry.

Les travaux de Galois

Les travaux de Galois sont redécouverts une dizaine d'années plus tard par Liouville, qui le 4 septembre 1843 annonce à l'Académie des Sciences qu'il vient de trouver dans les papiers de Galois une solution aussi exacte que profonde au problème de la résolubilité par radicaux. Ce n'est qu'en octobre 1846 qu'il publie les textes sans y joindre de commentaires. A partir de 1850, les écrits de Galois sont enfin accessibles par les meilleurs mathématiciens, et les travaux de Kronecker, Dedekind, Cayley conduisent à l'Algèbre Moderne.

En langage moderne, Galois a établi une correspondance entre deux objets mathématiques distincts. Si P est un polynôme, le corps de décomposition de ce polynôme est le corps engendré par l'ensemble des racines de ce polynôme (par exemple, si $P=X^2+1$, considéré sur Q, ce corps est Q[i]). La correspondance de Galois est une application entre corps intermédiaires et sous-groupes. Les corps intermédiaires sont ceux compris entre le corps de base et le corps de décomposition du polynôme considéré ; et les sous-groupes, ceux du groupe de Galois du polynôme, qui est lui-même un sous-groupe du groupe des permutations sur n éléments (n étant le nombre de racines). Une condition sur le groupe de Galois du polynôme (être "résoluble") donne une condition sur la résolubilité "par radicaux" de l'équation induite par ce polynôme.

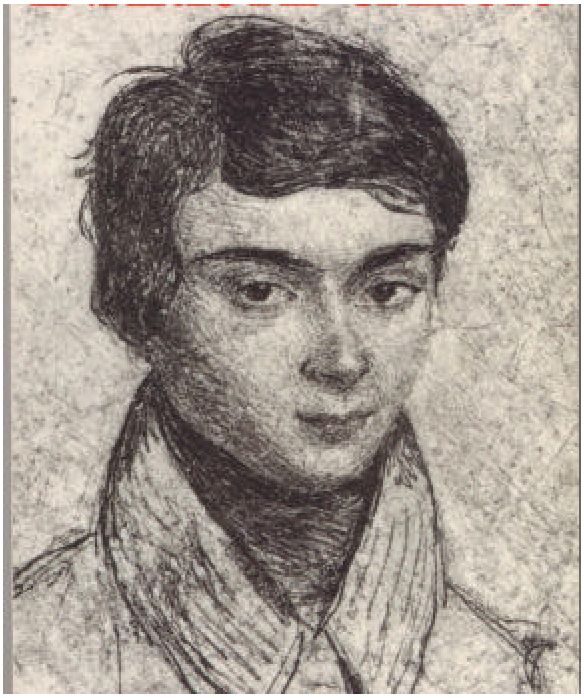
A drawing done in 1848 from memory by Evariste's brother

Voici une biographie de Galois, trouvée sur le site du lycée Claude Fauriel :
http://mathematiques.fauriel.org

« J'ai besoin de tout mon courage pour mourir à vingt ans »
Évariste Galois (1811-1832)

25 octobre 1811.

Évariste Galois naît à Bourg-la-Reine, deuxième enfant[1] de Nicolas Gabriel Galois, maître de pension, et d'Adélaïde-Marie Demante, fille aînée de Thomas Demante, président du Tribunal de Louviers. Le frère aîné de Nicolas Galois, Théodore-Michel est officier de la garde impériale.



1813. Mort de Lagrange.

17 décembre 1814.

Naissance d'Alfred Galois.

1815. Cent Jours : Nicolas Galois est élu maire de Bourg-la-Reine ; 18 juin : Waterloo.

1818. Mort de Monge.

1822. Mort de Ruffini. Naissance d'Hermite.

1818-1823.

Enfance d'Évariste à Bourg-la-Reine. Sa mère lui apprend le latin, le grec, le français et lui fait lire Plutarque et Sénèque.

6 octobre 1823.

Entre en Quatrième au collège royal de Louis-le-Grand, où il obtient une bourse. Il y sera pensionnaire jusqu'en 1829.

En 1824, à la Saint-Charlemagne, au moment de porter un toast en l'honneur du roi, les élèves gardent le silence. Le proviseur Berthot renvoie la centaine d'élèves qui assistaient à la cérémonie.

Fin 1823.

Le norvégien Niels Abel (né en 1802) achève sa démonstration de l'impossibilité de résoudre par radicaux l'équation générale du cinquième degré, problème déjà résolu, mais incomplètement, par l'italien Paolo Ruffini. Début 1824, Abel publie à compte d'auteur, à Christiania, en français son *Mémoire sur les équations algébriques*. Ce mémoire, trop concis, ne trouva pas l'accueil escompté.

16 septembre 1824. Mort de Louis XVIII.

Ocobtre 1824.

Passage en Troisième. Études de latin, grec, français. À la fin de l'année, il reçoit le premier prix de vers latins et trois accessits. Il remporte un accessit de version grecque au Concours général de Troisième.

Octobre 1825.

Passage en Seconde, où les mathématiques sont introduites. Début des difficultés scolaires : il n'obtient que 4 accessits en fin d'année.

Octobre 1826.

EG passe en Rhétorique, mais est rétrogradé en seconde à la fin du premier trimestre. Profitant de ce redoublement, il suit les cours de mathématiques préparatoires de Hippolyte-Jean Vernier. Il lit d'un trait le traité de géométrie de Legendre, avant de passer à Lagrange.

Premier prix de Mathématiques au Concours général et accessit de grec, à la fin de l'année.

1827. Mort de Laplace.

Octobre 1827-1828.

Passage en Rhétorique et deuxième année de Mathématiques préparatoires. EG lit Lagrange.

[1] Y aurait-il une sœur aînée? Je l'ignore.

1828.

Abel cherche à caractériser les équations algébriques résolubles par radicaux, mais ses travaux sur les fonctions elliptiques l'absorbent prioritairement.

Été 1828.

Galois se présente en candidat libre au Concours d'entrée à l'École polytechnique, échec. Accessit au Concours Général.

Octobre 1828-1829.

EG saute la classe de Mathématiques élémentaires et entre en Mathématiques spéciales. Il a pour professeur l'excellent Louis-Paul-Émile Richard (1795-1849). Celui-ci apprécie son talent, comme en témoignent ses appréciations trimestrielles :

1er trimestre : *Cet élève a une supériorité marquée sur tous ses condisciples.*

2ème trimestre : *Cet élève ne travaille qu'aux parties supérieures des mathématiques.*

3ème trimestre : *Conduite bonne, travail satisfaisant.*

EG est cinquième au Concours général (le premier prix est Auguste Bravais).

1er avril 1829.

Première publication d'une *Démonstration d'un théorème sur les fractions continues périodiques* dans les *Annales de Gergonne*.

6 avril 1829. Mort d'Abel à Froland, près d'Arendal (Norvège).

25 mai et 1 juin 1829.

EG présente en deux fois à l'Académie des Sciences son mémoire ses *Recherches sur les équations algébriques de degré premier*. Cauchy accepte d'en être rapporteur.

Juillet 1829 : Le temps des épreuves.

Le 2 juillet, Nicolas Gabriel Galois, père d'Évariste, se suicide à la suite d'une caballe cléricale, après avoir envoyé à son fils une lettre très émouvante se terminant par ces mots :

« Il m'est dur de te dire adieu, mon cher fils. Tu es mon fils aîné et j'ai toujours été fier de toi. Un jour, tu seras un grand homme et un homme célèbre. Je sais que ce jour viendra, mais je sais aussi que la souffrance, la lutte et la désillusion t'attendent.

Tu seras mathématicien. Mais même les mathématiques, la plus noble et la plus abstraite de toutes les sciences, pour éthérées qu'elles soient, n'en ont pas moins leurs racines profondes sur la terre où nous vivons. Même les mathématiques ne te permettront pas d'échapper à tes souffrances et à celles des autres hommes. Lutte, mon cher enfant, lutte plus courageusement que je ne l'ai fait. Puisses-tu entendre avant de mourir sonner le carillon de la Liberté. »

Les obsèques ont lieu les jours suivants, à Saint-Étienne-du-Mont, avant une inhumation mouvementée à Bourg-la-Reine.

Le 12 Juillet, un conseil de famille nomme un tuteur aux enfants Galois.

Quelques jours plus tard, deuxième et définitif échec à l'oral de Polytechnique, à la suite d'un incident avec l'un des deux examinateurs de mathématiques, Charles Dinet (l'autre étant Louis-Étienne Lefébure de Fourcy).

20-25 août 1829.

Évariste Galois se présente au Concours d'entrée à l'École préparatoire, nom porté par l'École normale supérieure sous la Restauration. C'était alors une longue maison à deux étages située dans les locaux du lycée Louis-le-Grand.

31 août 1829.

Dans une lettre à son oncle, EG fait part de ses hésitations sur la voie qu'il doit suivre.

25 octobre 1829.

Admissible à l'École préparatoire (classé second), EG entre à l'École le 25 octobre, mais pour être admis, il doit encore passer ses deux baccalauréats.

12-17 novembre.

Inventaire après décès de Nicolas-Gabriel Galois.

9 décembre 1829.

Interrogé notamment par Guizot et Vuillemain, E.G. échoue au baccalauréat ès lettres.

17 décembre 1829.

Nouvelle présentation au baccalauréat ès lettres. Succès.

29 décembre 1829.

EG est reçu au baccalauréat ès sciences, sous la houlette de Louis Francœur, Jean-Nicolas Hachette et Lefébure de Fourcy.

18 janvier 1830.

Cauchy, qui devait présenter ce jour le mémoire de Galois devant l'Académie des sciences, est souffrant, et ne vient pas à la séance. Par la suite, il conseille à Galois de réviser son mémoire et de le présenter au Grand prix de mathématiques que l'Académie doit décerner en juin.

4 février 1830.

Engagement dans l'Université.

20 février 1830.

EG signe son engagement définitif à l'École préparatoire. Il a pour professeur Leroy. Il sympathise avec Auguste Chevalier, élève de seconde année, qui est saint-simonien.

Février 1830.

Sur les conseils de Cauchy, Galois rédige et présente à l'Académie des Sciences un nouveau mémoire : *Mémoire sur les conditions de résolution des équations par radicaux*, destiné à concourir au Grand prix de Mathématiques.

Avril 1830.

Fait paraître dans le *Bulletin de Férussac*, un article intitulé : *Analyse d'un mémoire sur la résolution algébrique des équations.*

16 mai 1830.

Mort de Fourier, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, qui était chargé d'examiner le mémoire de Galois. Le mémoire s'égare et Galois se trouve donc éliminé du grand prix de mathématiques.

Apprenant la perte de son mémoire, Galois écrit : *«Mais la perte de ce Mémoire est une chose très simple. Il était chez M. Fourier qui devait le lire, et, à la mort de ce savant, le Mémoire a été perdu.»*

Juin 1830.

EG fait paraître dans le *Bulletin de Férussac* du même mois : *Notes sur la résolution des équations numériques*, et l'important article : *Sur la théorie des nombres*. Il songe à une publication générale, rédige un nouveau Mémoire sur le même sujet, écrit le *Discours Préliminaire*.

28 juin 1830.

Le Grand prix de Mathématiques est décerné à Abel (à titre posthume) et à Jacobi.

22 juillet 1830.

EG est reçu à l'examen de calcul différentiel et intégral de la première année de licence.

25 juillet 1830.

Charles X signe les Ordonnances, qui sont publiées dans le *Moniteur* le lendemain.

27, 28, 29 juillet 1830.

Les Trois Glorieuses. Charles X est renversé. Cauchy suit Charles X en exil. La Révolution est confisquée par les orléanistes.

Les élèves de l'École normale ont été consignés par le directeur, Joseph-Daniel Guigniaut, et n'ont pu participer aux combats, à l'inverse des polytechniciens qui prennent une part active aux événements.

Août-décembre 1830.

EG passe ses examens de licence. Il se lie à des étudiants républicains (Raspail, Blanqui, Napoléon Aimé Lebon, etc.), s'inscrit le 10 novembre à la Société des amis du peuple, et entre dans les artilleurs de la Garde nationale.

Décembre 1830.

Les *Annales de Gergonne* font paraître ses *Notes sur quelques points d'analyse*. Dernière publication.

3 décembre 1830.

EG dénonce dans la *Gazette des Écoles* l'attitude de Guigniaut pendant les Trois Glorieuses. La rédaction de la Gazette publie la lettre sans signature, mais l'auteur ne fait aucun doute. L'affaire fait scandale et occupe la presse.

10 décembre 1830.

Les normaliens envoient à la *Gazette des Écoles* une lettre dans laquelle ils se désolidarisent de Galois.

22 décembre 1830.

Verdict du procès des ministres de Charles X. Émeutes républicaines à Paris. Dix-neuf artilleurs de la Garde nationale sont arrêtés pour rébellion.

30 décembre 1830.

Réponse de Galois à ses camarades de l'École normale, dans la *Gazette des Écoles*.

2 janvier 1831.

La *Gazette des Écoles* publie sa *Lettre sur l'enseignement des sciences*, sous les initiales E. G.

4 janvier 1831.

Arrêt du Conseil royal de l'Instruction publique, où siègent Cuvier, Poisson, Thénard, Cousin et Villemain, prononçant que *« l'élève Galois quittera immédiatement l'École Normale. Il sera statué ultérieurement sur sa destination. »*

13 janvier 1831.

Galois ouvre un cours public d'algèbre supérieure à la librairie Caillot :

«Évariste Galois, ancien élève de l'École normale, donnera une série de cours d'algèbre pour les jeunes étudiants. Ce cours aura lieu tous les jeudis à une heure et quart, il est destiné aux jeunes gens qui, sentant combien est incomplète l'étude de l'algèbre dans les collèges, désirent approfondir cette science. Le cours se composera de théories dont quelques-unes sont neuves, et dont aucune n'a jamais été exposée dans les cours publics. Nous nous contenterons de citer une théorie nouvelle des imaginaires, la théorie des équations qui sont solubles par radicaux, la théorie des nombres et les fonctions elliptiques traitées par l'algèbre pure. Les cours commenceront le jeudi 13 janvier, chez Caillot, librairie, rue de la Sorbonne, numéro 5.»

Une quarantaine d'élèves assistent au premier cours, une dizaine au second, quatre au troisième. Ce fut le dernier cours de Galois.

17 janvier 1830.

Sur l'invitation de Poisson, Galois présente à nouveau un Mémoire sur la résolution des équations, remis le 17 à l'Institut. Le 31 mars, il écrit au président de l'Académie des sciences afin de presser le rapport de Poisson sur son mémoire.

Agitation au Quartier latin.

Avril 1831.

Les 19 artilleurs de la Garde nationale arrêtés en décembre 1830 sont acquittés.

9 mai 1831.

Banquet au restaurant «Aux Vendanges de Bourgogne». La Société des amis du peuple fête l'acquittement des artilleurs au «Procès des dix-neuf», Galois éméché lève un toast à Louis-Philippe avec un poignard acheté trois jours plus tôt. Alexandre Dumas, qui assiste par hasard à cette scène, s'éclipse aussitôt, et la racontera plus tard.

Galois est arrêté le lendemain à Bourg-la-Reine, et déféré à la prison Sainte-Pélagie.

15 juin 1831.

Procès en Cour d'assises ; il est acquitté.

4 juillet 1831.

Sur le rapport de Poisson, contresigné par Lacroix, l'Académie refuse d'approuver le Mémoire sur la résolution des équations.

14 juillet 1831.

Au cours d'une manifestation républicaine, interdite par la police, Évariste Galois et son ami Duchâtelet sont arrêtés sur le Pont-Neuf en tête d'un petit groupe d'étudiants, et inculpés de port illégal d'uniforme et de port d'armes prohibées.

Juillet-octobre 1831.

E.G. est détenu à Sainte-Pélagie, prison réservée aux politiques. Il prend connaissance du rapport de Poisson sur son mémoire, et retrouve divers républicains, Raspail, Blanqui, etc. Les 29 et 30 juillet, insurrection des prisonniers politiques ; Galois est mis provisoirement au cachot. Dans des lettres à une amie, F.-V. Raspail fait une description vivante et chaleureuse de son jeune compagnon.

23 octobre 1831.

Galois est condamné en Police correctionnelle à 6 mois de prison, Duchâtelet à 3 mois. Jugement confirmé en Cours d'appel le 3 décembre 1831.

Novembre 1831. Émeutes à Lyon.

Décembre 1831-mars 1832.

Détention à Sainte-Pélagie. Il reçoit les visites d'Auguste Chevalier, de sa sœur, de sa tante Céleste Marie Guinard.

Du 22 au 31 janvier, transfert disciplinaire à la prison de la Force.

En février 32, Gérard de Nerval est pris dans une rafle, et incarcéré à Sainte-Pélagie pour tapage nocturne dans la rue des Prouvaires. En prison, il rencontre Galois et fraternise avec lui. Il racontera cette singulière rencontre dans un article publié en 1841.

Nouveau projet de publication. Galois relit son Mémoire sur la résolution des équations et rédige sa Préface en décembre. Il travaille sur les fonctions elliptiques, et rédige une Note sur Abel.

16 mars 1832.

En raison de l'épidémie de choléra qui commence à sévir à Paris, Galois est transféré à la maison de santé du docteur Faultrier, rue de Lourcine, n° 84 (actuelle rue Broca), où il va purger le restant de sa peine. Le choléra se déclare dans Paris.

29 avril 1832.

Libéré ce jour-là, Galois continue d'habiter chez le sieur Faultrier. Il reprend ses travaux mathématiques, rédige quelques essais, et pense collaborer à la *Revue encyclopédique*. Il rencontre une jeune fille prénommée Stéphanie (Poterin du Motel ?), dont il tombe amoureux, et qui va l'éconduire.

14 mai 1832.

Lettre de rupture de Stéphanie.

25 mai 1832.

Évarsite écrit une lettre désespérée à Chevalier, forme des projets pour aller dans le Dauphiné, et se vouer à ses travaux mathématiques.

26, 27 ou 28 mai 1832.

Galois est provoqué en duel après la rupture amoureuse et dans des circonstances fort obscures, après avoir épuisé tout moyen de conciliation. On ignore le nom de son adversaire (Duchâtelet, Pescheux d'Herbinville ?).

29 mai 1832.

À la veille du duel, Galois écrit (au moins) trois lettres :

– une lettre à Napoléon Lebon et Victor Delaunay (*« Mes bons amis, J'ai été provoqué par deux patriotes... Il m'a été impossible de refuser (...) »*)

– une *« lettre à tous les républicains »* (*« Je meurs victime d'une infâme coquette et de deux dupes de cette coquette »*.)

– enfin une longue lettre à son ami Auguste Chevalier. Cette dernière lettre est son testament mathématique : il récapitule les résultats qu'il a obtenus dans la théorie des équations algébriques et les fonctions elliptiques, et conclut sur ces mots : *« Tu prieras publiquement Jacobi ou Gauss de donner leur avis non sur la vérité, mais sur l'importance des théorèmes. Après cela il se trouvera, j'espère, des gens qui trouveront profit à déchiffrer tout ce gâchis. Je t'embrasse avec effusion. »*

30 mai 1832.

Après avoir classé ses papiers, Galois se rend au petit matin près de l'étang de la Glacière, non loin de la pension Faultrier. On l'y trouvera quelques heures plus tard, abandonné par ses témoins, et gravement blessé à l'abdomen.

Il est transporté à 9 h et demie du matin à l'hôpital Cochin.

31 mai 1832.

À 10 heures du main, Évariste Galois meurt à l'hôpital Cochin dans les bras de son frère Alfred, après avoir refusé les offices d'un prêtre. *« Ne pleure pas. J'ai besoin de tout mon courage pour mourir à vingt ans. »*

Une autopsie est pratiquée.

2 juin 1832.

Ses amis républicains (deux à trois millle) accompagnent son corps au cimetière Montparnasse, où il est enterré dans une fosse commune. Les obsèques se déroulent dans le calme, car le même jour le général républicain Lamarque est mort.

4 et 5 juin 1832.

Émeutes à Paris. Barricades du cloître Saint-Méry. De nombreux camarades républicains de Galois trouvent la mort.

Le *Précurseur de Lyon* publie, sous la rubrique *Paris, 1er juin. Correspondance particulière,* un compte-rendu détaillé de la mort d'EG, apportant ces précisions : *« Le pistolet étant l'arme choisie par les deux adversaires, ils ont trouvé trop dur pour leur ancienne amitié d'avoir à viser l'un sur l'autre et ils s'en sont remis à l'aveugle décision du sort. À bout portant, chacun d'eux a été armé d'un pistolet et a fait feu. Une seule de ces armes était chargée. »*

Septembre 1832.

La *Revue Encyclopédique* publie la *Lettre à Auguste Chevalier* et l'article nécrologique que ce dernier fit sur son ami.

1833. Mort de Legendre.

1843. Liouville annonce à l'Académie des Sciences, séance du 4 juillet :

«À la fin d'une discussion comportant tant d'équations algébriques, j'espère intéresser l'Académie en lui annonçant que dans les papiers d'Évariste Galois j'ai trouvé une solution aussi exacte que profonde de ce beau problème : Étant donnée une équation irréductible de degré premier, décider si elle est ou non soluble par radicaux. »

Liouville admet que *« le Mémoire de Galois est peut-être rédigé de manière trop concise »,* et promet *« de le compléter par un commentaire qui ne laissera aucun doute concernant la réalité de la belle découverte de notre ingénieux et infortuné compatriote. »*

Novembre-décembre 1846.

Première publication, par Liouville, de l'œuvre mathématique d'Évariste Galois. Liouville réitère son intention de publier des commentaires, mais, trop occupé, ne donne pas suite à ce projet, et semble s'être contenté de faire des exposés sur les travaux de Galois, auxquels assistait Serret.

La publication des travaux de Galois attira l'attention des italiens Betti et Brioschi, des français Serret et Jordan, des allemands Dedekind et Weber. En 1893, Weber nomme « théorie de Galois » la théorie des corps commutatifs.

1870. Parution du *Traité des substitutions et des équations algébriques* de Camille Jordan.

1872. Mort d'Adélaïde-Marie Galois, mère d'Evariste Galois, à 84 ans.

1895. Centenaire de l'École normale supérieure.

Sophus Lie publie un article intitulé : *Influence de Galois sur les développement des mathématiques*.

13 juin 1909. Discours de Jules Tannery, directeur de l'École normale supérieure, à Bourg-la-Reine.

«De par la fonction que j'occupe à l'‘École Normale, j'ai le privilège, Monsieur le Maire, de vous dire ceci : Laissez-moi vous remercier de m'avoir donné l'occasion de faire amende honorable au génie de Galois, au nom d'une école où il entra à regret, où il fut incompris, d'où il fut chassé, et dont il est l'une des gloires les plus éclatantes.»

Ajoutons pour finir que la théorie galoisienne est au cœur des mathématiques contemporaines.

Johann Carl Friedrich Gauss

30 avril 1777 [Brunswick, Allemagne]
23 février 1855 [Göttingen, Allemagne]

En 1803

Carl Friedrich Gauss, né le 30 avril 1777 à Brunswick, est considéré par ses pairs comme le prince des mathématiciens. Il est à la fois le dernier des classiques, et le premier des modernes, c'est-à-dire qu'il a résolu les problèmes les plus classiques avec les méthodes les plus modernes. Par exemple, il démontra comment partager une tarte en 17 parts égales à l'aide d'une règle et d'un compas, ce qui était un problème ouvert depuis les grecs. Mieux, il démontra pour quels nombres ce partage en parts égales est possible.

Gauss était un génie particulièrement précoce : à 5 ans, le maître demanda à ses élèves turbulents de calculer 1+2+...+100, pensant que cela les occuperait assez longtemps, et Gauss inscrivit immédiatement le résultat sur son ardoise : ce n'est pas qu'il fut un génial calculateur, mais il avait trouvé une formule générale pour calculer de telles sommes, en remarquant que 1+100=2+99=3+98=... . A l'université, à 19 ans, il fut le premier à démontrer la loi de réciprocité quadratique, ce que ni Euler, ni Legendre n'avaient réussi. Au cours de sa vie, il en donnera huit preuves!!! Parmi ses autres prouesses, on peut citer la démonstration du théorème fondamental de l'algèbre, dans sa thèse de doctorat en 1799, l'invention de la théorie des congruences...

Le génie de Gauss se manifesta dans d'autres domaines : on lui doit d'importants travaux en électricité, en optique, en théorie du potentiel. Ainsi, le "gauss" est devenu l'unité d'induction magnétique.

Il acheva sa carrière de mathématicien en 1849, à l'occasion d'un jubilé en son honneur. Peu à peu, sa santé se détériore, et il meurt à Göttingen le 23 février 1855 pendant son sommeil.

Son nom est associé à :

Théorème de D'Alembert-Gauss
Entiers de Gauss
Décomposition de Gauss
Méthode de Gauss
Sommes de Gauss
Théorème de Gauss
Méthode du pivot de Gauss

En 1828

En 1832

Gauss et Weber

Marie-Sophie Germain

1 avril 1776 [Paris, France]
27 juin 1831 [Paris, France]

Marie-Sophie Germain est une des premières femmes mathématiciennes. Brillante autodidacte, estimée par quelques uns de ses pairs, elle s'est toutefois heurtée à l'intransigeance de son époque envers les femmes savantes.

Sophie Germain est née le 1er avril 1776 à Paris, d'une famille bourgeoise issue de plusieurs générations de commerçants. Son père Ambroise-François Germain est un député actif du Tiers-état à l'Assemblée Constituante de 1789. Sophie Germain resta toute sa vie à la charge de sa famille, puisqu'elle ne se maria pas, et n'acquit jamais une quelconque position sociale.

C'est à l'âge de 13 ans que Sophie Germain découvre le monde des mathématiciens par la lecture du récit de la vie (et de la mort!) d'Archimède. Bien que ses parents ne l'y encourage pas, elle se découvre une vocation et lit tout ce qui lui tombe sous la main, élaborant ses propres traductions de certains ouvrages classiques. On dit même qu'elle se levait la nuit pendant le sommeil de ses parents pour aller étudier à la lueur d'une bougie.

A 19 ans, elle parvient à obtenir les notes de cours de l'Ecole Polytechnique nouvellement créée. Elle commence à entretenir une correspondance avec Lagrange, qui y est professeur d'Analyse, sous le pseudonyme de "Mr Le Blanc". Lorsque Lagrange découvre la supercherie, il est profondément admiratif devant le courage de cette femme.

La théorie des nombres est le premier domaine où Sophie Germain apporte une contribution importante. Elle a lu les Disquisitiones Arithmeticae de Gauss, ouvrage publié en 1801, et échange avec ce dernier 12 lettres entre 1804 et 1809, toujours sous le pseudonyme de Mr Le Blanc. On lui doit notamment les plus importantes avancées sur le théorème de Fermat depuis Euler (1738), et avant Kummer (1840). Elle démontre que si n est un nombre premier (distinct de 2) tel que $2n+1$ est un nombre premier, alors un triplet d'entiers (x,y,z) ne peut vérifier l'équation de Fermat $(x^n+y^n=z^n)$ que si n divise l'un des 3 entiers. Ces résultats ont encouragé notamment Dirichlet et Legendre à traiter le cas $n=5$, puis Lamé le cas $n=7$.

A la suite de la visite du physicien allemand Chladni à Paris en 1809, Sophie Germain change radicalement d'orientation mathématique. Pendant plus d'une décennie, elle s'intéressera à la théorie des surfaces (principalement à leur courbure) et au problème de vibration des surfaces élastiques. Elle présente plusieurs mémoires à l'Académie des Sciences, et s'oppose violemment à Poisson sur ces sujets. Si elle fait preuve de bonnes idées, elle souffre cependant de sa culture mathématique un peu désordonnée.

Devenue amie de Fourier, lui-même secrétaire perpétuel de l'Académie depuis 1822, elle est la première femme à pouvoir assister aux cours de l'Académie des Sciences, Sophie Germain continue à travailler jusqu'à la fin de sa vie sur les mathématiques et la philosophie. Elle décède le 27 juin 1831, victime d'un cancer du sein.

Kurt Gödel

28 avril 1906 [Brno, République Tchèque]
14 janvier 1978 [Princeton, USA]

Kurt Gödel est le mathématicien qui, de tout le vingtième siècle, a le plus révolutionné les fondements logiques des mathématiques. Il était un homme tellement obsédé par la logique qu'on raconte que, alors qu'il cherchait à obtenir sa naturalisation américaine, il osa démontrer devant le juge la contradiction de certains articles de la constitution des Etats-Unis. Pourtant, il était aussi victime d'une maladie mentale, une paranoïa qui lui faisait croire qu'on cherchait à l'empoisonner, le poussa à la diète, et le fit mourir à petits feux.

Kurt Gödel est né le 28 avril 1906 à Brno, à 180km au Sud-Ouest de Prague (empire Austro-Hongrois, actuellement République Tchèque). Ses parents, d'origine allemande, ne sont pas des intellectuels, mais d'honnêtes travailleurs qui, à force de courage et de persévérance, réussissent à payer à leurs deux fils des études dans les meilleures écoles privées. Kurt, le cadet des deux, se révèle être un excellent élève, n'obtenant de toute sa scolarité primaire et secondaire qu'une seule note inférieure au maximum - en mathématiques ! En 1924, son diplôme du lycée technique de Brno en poche, il s'en va rejoindre son frère à l'université de Vienne. Parti pour étudier la physique, il s'oriente rapidement vers les mathématiques. Très vite remarqué, il est intégré deux ans seulement après son arrivée dans le groupe de travail dirigé par Hans Hahn, qui deviendra le cercle de Vienne. Il obtient son titre de docteur en 1929.

Sa thèse, et surtout un article publié en 1931 sous le titre " Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme " (sur l'indécidabilité formelle des Principia Mathematica et de systèmes équivalents), donneront à Gödel une réputation internationale. Gödel y met fin aux espoirs de Hilbert d'axiomatiser totalement les mathématiques, et de n'en faire qu'une suite de déductions mécaniques ne laissant aucune place à l'intuition. Ainsi, Gödel montre qu'il existe des propositions vraies sur les nombres entiers, mais que l'on ne sait pas démontrer. Il montre même que, si on ajoute d'autres axiomes, on trouvera toujours des propositions vraies indécidables (qu'on ne sait pas démontrer).

Gödel enseigne ses résultats à Princeton pendant l'année universitaire 1933-1934, mais alors qu'il est de retour à Vienne, il connaît sa première crise de dépression nerveuse. Gödel est hypocondriaque, craint à chaque repas l'empoisonnement, se désespère d'une maladie cardiaque imaginaire. Ce n'est qu'au printemps 1937 qu'il peut reprendre ses cours. Il épouse Adèle Porkert en septembre 1938. Elle est son aînée de 6 ans, c'est une catholique, divorcée, ancienne danseuse. La famille de Gödel désapprouve ce mariage, mais le couple restera très uni, Adèle aidant sans faille Kurt à surmonter ses angoisses.

En 1939, la guerre éclate, et Gödel est déclaré bon pour le service dans les forces nazies. Il parviendra à s'enfuir vers l'est, puis aux Etats-Unis que Gödel ne quittera plus. Il deviendra même citoyen américain en 1948. Gödel fait encore des découvertes fondamentales en théorie des ensembles. Il prouve notamment que l'hypothèse du continu et l'axiome du choix ne sont pas en contradiction avec les autres axiomes de la théorie des ensembles. Puis il s'oriente vers la relativité, étant en relation directe à Princeton avec son ami Einstein. Il est notamment connu des physiciens pour avoir démontré que le voyage vers le passé est possible dans le cadre des équations de la relativité générale.

A la fin des années 1950, Gödel quitte progressivement la vie scientifique, et s'enferme de plus en plus dans la paranoïa. En 1976, sa femme est handicapée par un accident cérébral. Après l'avoir soignée avec dévouement, Gödel se retrouve seul et refuse presque totalement de s'alimenter. Il décède le 14 janvier 1978.

Son nom est associé à :

Théorème d'incomplétude de Gödel

Avec Einstein à Princeton en 1950

Avec sa femme Adèle, le jour de leur mariage à Vienne en 1938

Alexandre Grothendieck

28 mars 1928 [Berlin, Allemagne] - ?

Alexander Grothendieck est né le 28 mars 1928 à Berlin d'un père militant anarchiste russe, tué par les nazis à Auschwitz en 1942, et d'une mère femme de lettres, réfugiée en France. Il passe sa licence à la faculté des sciences de Montpellier, puis passe une année en 1948-1949 à l'École Normale Supérieure à Paris, avant de migrer en 1949 à l'université de Nancy. Il y devient l'élève, en analyse fonctionnelle, de Schwartz et Dieudonné. Ce dernier le trouve un peu prétentieux, et lui propose de travailler sur des questions que ni Schwartz, ni lui n'ont su résoudre. Voilà ce qu'en dit Schwartz dans son autobiographie :

" *Dieudonné, avec l'agressivité (toujours passagère), dont il était capable, lui passa un savon mémorable, arguant qu'on, ne devait pas travailler de cette manière, en généralisant pour le plaisir de généraliser. [...]*

L'article s'achevait sur 14 questions, des problèmes que nous n'avions pas su résoudre, Dieudonné et moi. Dieudonné lui [Grothendieck] proposa de réfléchir à certains d'entre eux qu'il choisirait. Nous ne le revîmes plus de quelques semaines. Lorsqu'il avait réapparu, il avait trouvé la solution de la moitié d'entre eux !".

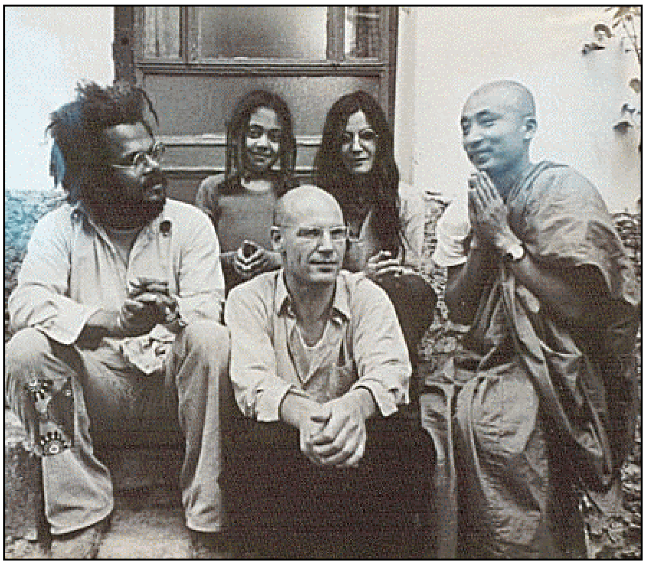
Rapidement, Grothendieck rédige sa thèse intitulée Produits tensoriels topologiques et espaces nucléaires, et devient le spécialiste mondial de la théorie des espaces vectoriels topologiques. Il devient aussi membre du célèbre groupe Bourbaki auprès de ses aînés.

Au début des années 1960, il obtient une charge au tout récent Institut des Hautes Études Scientifiques, et son centre d'intérêt s'oriente vers la géométrie algébrique. Il y réalise des travaux gigantesques, qui lui valent la médaille Fields en 1966. Toutefois, Grothendieck refuse de se rendre en U.R.S.S. pour la recevoir, afin de protester contre la répression de l'insurrection hongroise en 1956. On la lui remet plus tard, mais il l'offre au Viêt-nam, afin qu'il utilise son or. Il y enseigne d'ailleurs plusieurs semaines sous les bombardements américains.

Vers la fin des années 60, Grothendieck, qui a perdu l'habitude de rédiger (Dieudonné a rédigé des années durant son séminaire), devient de moins en moins clair. Il ne pardonnera jamais aux autres mathématiciens de ne pas le comprendre et de "dénaturer" ainsi ses idées. Si ses relations avec la communauté mathématique n'avaient jamais été faciles (il travaillait énormément en solitaire, ses journées faisaient 27 ou 28h, de sorte que parfois il lui arrivait de se décaler - Il méprisait légèrement Dieudonné, séquelle du premier coup de gueule de ce dernier - ses prises de becs avec Weil causèrent son départ de Bourbaki...), elles sont plus tendues que jamais... Il abandonne peu à peu les mathématiques, pour se retirer dans sa maison de l'Hérault, où il se consacre à la méditation et à l'écologie. Il écrit vers 1985 une sorte d'autobiographie, *Récoltes et semailles*, qui ne trouve pas d'éditeur. Ceux qui ont pu la lire sont unanimes pour dire qu'elle contenait de nombreuses attaques contre la communauté des mathématiciens. On pourra néanmoins se faire une idée en lisant la correspondance Serre-Grothendieck récemment publiée en complément des oeuvres complètes de Jean-Pierre Serre.

Il refuse en 1988 le Prix Crafoord qu'il devait partager avec Pierre Deligne, invoquant les raisons suivantes : son salaire de professeur et sa retraite à venir suffisantes pour ses besoins ; le caractère surabondant du statut social et du prestige des chercheurs visés par le prix ; son éloignement du milieu scientifique depuis 1970 (la récompense portant sur des travaux vieux de 25 ans).
Il rejette également un livre rédigé en son hommage, à l'occasion de son soixantième anniversaire, persuadé que son œuvre a été mal comprise.

En 1990, il lègue l'ensemble de ses travaux mathématiques et s'installe dans les Pyrénées. Depuis, il y mène une vie de quasi-ermite, complètement coupé du monde de la recherche.



Jacques Hadamard

8 décembre 1865 [Versailles, France]
17 octobre 1963 [Paris, France]

S'il est bien un prototype du savant distrait, c'est bien le mathématicien Jacques Hadamard, dont le dessinateur Christophe se serait largement inspiré pour créer son Professeur cosinus. Jacques Hadamard est né le 8 décembre 1865 à Versailles. Il réalise des études secondaires très brillantes, surtout en latin et en grec, un peu au moins en maths les premières années. Il est reçu premier à l'École Polytechnique, avec le total de points le plus élevé jamais réalisé jusque-là, et à l'École Normale Supérieure. Il opte pour cette dernière. Agrégé en 1887, il est nommé professeur à Paris, mais il a des difficultés pour se mettre au niveau de son public lycéen, qui compte pourtant en son sein Maurice Fréchet. Cette charge ne l'empêche pas de rédiger une très brillante thèse, soutenue en 1892, où il étudie les séries de Taylor et les fonctions analytiques. C'est dans cette thèse notamment qu'apparaît pour la première fois la formule dite de Hadamard pour le calcul du rayon de convergence d'une série entière. 1892 est aussi l'année où Hadamard épouse Louise Trénel, avec qui il aura 5 enfants.

Dès 1891, Hadamard est nommé maître de conférences à Bordeaux. En 1896, la théorie des fonctions analytiques qu'il a lui-même contribué à développer connaît un succès retentissant : Hadamard démontre, en même temps que le belge de la Vallée-Poussin, que le nombre de nombres premiers inférieurs ou égaux à n est équivalent à n/ln(n) quand n tend vers l'infini. C'est un résultat d'une portée considérable.

En 1897, Hadamard rentre à Paris, nommé maître de conférences à la Sorbonne. C'est le moment où en France l'affaire Dreyfus prend toute son ampleur. Hadamard est un Dreyfusard convaincu et pour cause puisque sa sœur Lucille est l'épouse du capitaine Dreyfus. A Paris, les travaux mathématiques d'Hadamard sont toujours riches et variés. Il est difficile de retenir tous les domaines où il a contribué, mais citons parmi les principaux :
- les fonctions analytiques et leurs applications à l'arithmétique
- les équations différentielles et leurs applications
- les équations aux dérivées partielles, et leurs applications à la Physique Mathématique
- le calcul des variations.

Parallèlement, Hadamard anime un séminaire très vivant qui formera toute la première génération des Bourbakistes.

Les nominations prestigieuses se succèdent alors au rythme des découvertes majeures : Collège de France, École Polytechnique, Académie des Sciences. Mais aux dires mêmes de Hadamard, c'est la Première Guerre Mondiale qui vient faucher une vie particulièrement heureuse : il y perd en effet deux de ses fils. Et s'il surmonte cette épreuve en travaillant tant et plus, la Seconde Guerre Mondiale lui enlève son troisième fils.

Hadamard était unanimement apprécié par ses collègues. En 1950, il est Président d'honneur du congrès international des mathématiciens qui doit se tenir aux Etats-Unis. Mais en ces temps de guerre froide, Hadamard est jugé indésirable par les autorités américaines. Il faudra tout le lobbying des mathématiciens américains de l'époque pour qu'il obtienne son visa.

En 1951, il publie son dernier mémoire. Il décède le 17 octobre 1962, quelques mois après son épouse et un de ses petits-fils.

Son nom est associé à :

Inégalité de Hadamard
Lemme de Hadamard
Règle de Hadamard
Suites de Hadamard
Théorème des 3 cercles, des 3 droites de Hadamard

Quelques portraits de Hadamard



William Rowan Hamilton

4 août 1805 [Dublin, Irlande]

2 septembre 1865 [Dublin, Irlande]

Sir William Rowan Hamilton est un mathématicien, physicien et astronome irlandais. Il est né le 4 août 1805 à Dublin. Son père est un avocat d'affaires qui parcourt tout le pays. Ne pouvant s'occuper de l'éducation de son fils, il le confie à 3 ans à l'oncle de William, James Hamilton, qui est un prêtre anglican très lettré. A l'instar d'un Gauss, Hamilton est un enfant prodige. On prétend qu'à l'âge de 3 ans, il sait lire et compter, qu'à 5 ans, il connait le latin, le grec, et récite Homère, et qu'à 13 ans, il parle autant de langues qu'il a d'années.

L'intérêt pour les mathématiques commence avec l'étude des Principia de Newton à 15 ans, et celle de la Mécanique céleste de Laplace à 17 ans. En 1823, Hamilton entre au prestigieux Trinity College de Dublin. Il s'y révèle un étudiant particulièrement brillant, obtenant pratiquement à chaque examen la note maximale. Une année, cependant, ses résultats sont moins bons. Hamilton est en effet tombé amoureux de la fille d'amis de son oncle. Comme il doit encore étudier 3 ans, il ne peut lui proposer de l'épouser, et finalement elle se marie avec un autre homme, de 15 ans son aîné. Cela engendre une grande déprime chez Hamilton (jusqu'à des pensées suicidaires). Il commence alors également à écrire quelques poèmes, une passion qui perdurera sa vie durant.

En 1827, alors qu'il n'a que 21 ans et est encore étudiant, Hamilton est élu professeur d'astronomie au Trinity College. Une certaine controverse suit cette nomination. Si Hamilton est déjà un brillant théoricien, il n'a pas encore fait les preuves de ses capacités pratiques, et d'ailleurs il se révèlera un piètre observateur. Son intérêt alors est plutôt dirigé vers l'optique ou la dynamique, où il introduit et développe la notion de fonction caractéristique (l'Hamiltonien désigne désormais l'énergie totale d'un système). D'autre part, en ce début des années 1830, Hamilton est obsédé par l'idée de se marier. Après quelques échecs amoureux, il se résout à épouser Helen Maria Bayly, une femme qu'il décrit lui-même à un ami comme "pas du tout brillante". C'est en effet une femme totalement désorganisée, de surcroît à la santé fragile.

Durant les années 1832 à 1835, Hamilton se consacre à obtenir une présentation algébrique des nombres complexes. Il les introduit comme couple de réels, et définit sur eux addition et multiplication, tout en explicitant les liens avec les transformations du plan. Les années suivantes, il tente à tout prix de généraliser sa construction au triplet de nombres réels. Il n'y parvient pas, mais cela l'obsède, et il subit une nouvelle crise de dépression, devenant alors alcoolique.

Le salut, selon ses propres dires, vient le 16 octobre 1843. Alors qu'il se promène avec son épouse le long du Royal Canal à Dublin, il se rend subitement compte qu'on ne peut pas donner une structure multiplicative aux triplets de nombres réels, mais qu'on peut le faire pour les quadruplets. Tout excité par cette découverte, en traversant le Brougham Bridge, il aurait inscrit sur une des pierres du pont la formule de multiplication $i^2=j^2=k^2=ijk=-1$. L'adoption des quaternions impose "d'oublier" la commutativité du produit. C'est alors une vraie révolution. D'autre part, Hamilton invente ainsi implicitement le produit scalaire et le produit vectoriel.

Hamilton pense que les quaternions vont révolutionner les mathématiques du dix-neuvième siècle comme le calcul différentiel de Newton et Leibniz avait révolutionné les mathématiques du dix-septième. Il consacre alors toute son énergie à les promouvoir, écrivant notamment deux livres sur le sujet. Néanmoins, les quaternions resteront assez peu utilisés, les physiciens (notamment Gibbs), en extrayant ce qui était le plus important (le produit vectoriel) pour fonder l'analyse vectorielle.

Hamilton décède le 2 septembre 1865 d'une crise de goutte.

Son nom est associé à :

Théorème de Cayley-Hamilton
Cycle hamiltonien

Jacques Herbrand

12 février 1908 [Paris, France]
27 juillet 1931 [La Bérarde, France]

Jacques Herbrand fait partie de ses génies de la science fauchés par la mort dans leur jeunesse, et dont on n'ose imaginer la trace qu'ils auraient laissé en mathématiques si le destin avait voulu être autre.

Dès l'enfance, Herbrand est d'une précocité exceptionnelle, et il entre à l'Ecole Normale Supérieure alors qu'il est âgé d'à peine 17 ans. Au classement du concours, il est premier ! Il se dirige alors vers la logique mathématique, ce qui est un choix pour le moins surprenant car c'est un domaine alors totalement sinistré en France. Sa thèse, qu'il soutient en 1929 sous la direction d'Ernest Vessiot, contient un résultat très important : Herbrand établit un procédé qui permet de réduire la vérification de certaines formules logiques à un procédé mécanique. Cette découverte est encore de nos jours à la base des logiciels de démonstration automatique.

Le service militaire interrompt de 1929 à 1931 les recherches d'Herbrand. Grâce à un soutien financier de la fondation Rockfeller, il peut à partir de mai 1931 voyager en Europe pour travailler auprès des savants les plus renommés : son itinéraire commence par Berlin, où il continue à travailler sur la logique avec Von Neumann. Il l'emmène ensuite à Hambourg, puis à Göttingen, où ses interlocuteurs privilégiés sont alors respectivement Artin et Emmy Noether. Pour Herbrand, il s'agit alors de travailler plutôt dans le domaine de la théorie des nombres, et en quelques mois il fait réaliser à cette discipline des progrès important.

Après avoir quitté Göttingen, Herbrand décide de prendre quelques jours de vacances dans les Alpes. Hélas, un tragique accident de randonnée l'emporte, alors qu'il a à peine 23 ans.

Charles Hermite

24 décembre 1822 [Dieuze, France]
14 janvier 1901 [Paris, France]

Charles Hermite voit le jour à Dieuze (en Lorraine) le 24 décembre 1822. Il est le sixième d'une famille de 7 enfants, et est né avec une déformation au pied droit qui rend ses déplacements difficiles. Même si l'instruction n'est pas la priorité de ses parents, ils le laissent étudier au lycée Louis-le-Grand, où il a le même professeur que Galois 15 ans auparavant. Contrairement à ce dernier, Hermite réussit en 1842 le concours d'entrée à l'Ecole Polytechnique, où il n'étudie qu'une seule année, en raison de problèmes liés à son handicap.

A Paris, Hermite rentre en contact avec la communauté mathématique. Il devient ami avec Joseph Bertrand, dont il épouse la sœur : le couple aura deux filles. Surtout, il commence une correspondance fructueuse avec Jacobi. Les premiers résultats qu'il obtient sur les fonctions abéliennes et elliptiques lui donnent une première reconnaissance dans le cercle scientifique, et il revient en 1848 à l'Ecole Polytechnique, cette fois en tant que répétiteur et examinateur.

Les années qui suivent sont les plus prolifiques sur le plan de la recherche. Hermite est spécialement intéressé par la théorie des nombres et les fonctions elliptiques (contrairement à la géométrie qu'il délaisse). On lui doit notamment :
- des progrès importants concernant la théorie des fonctions doublement périodiques.
- la résolution de l'équation du cinquième degré par des fonctions elliptiques (on sait depuis les travaux d'Abel et Ruffini qu'elle n'est pas résoluble par radicaux).
- la démonstration de la transcendance de e en 1872 (sa méthode sera utilisée par Lindemann en 1882 pour prouver la transcendance de Pi).
- l'interpolation qui porte son nom et perfectionne celle de Lagrange.

Le 14 juillet 1856, Hermite succède à Binet à l'Académie des Sciences. Pourtant, 1856 est une année difficile pour lui car il a contracté la syphilis. Son ami Cauchy l'aidera beaucoup à surmonter moralement cette épreuve, tout en lui insufflant ses convictions politique (Cauchy est royaliste) et religieuses (Cauchy est un fervent catholique).

A la fin de sa vie, Hermite délaisse quelque peu la recherche, mais reste un brillant pédagogue. Ses efforts sont dirigés non vers une rigueur excessive, mais vers un exposé clair des idées. Pour citer Borel :
" *Les questions les plus arides, les calculs en apparence les plus ingrats se transfiguraient, tant il avait l'intuition de leurs secrètes beautés. Quelques-uns ont peut-être eu, autant qu'Hermite, le pouvoir de faire comprendre et admirer les Mathématiques; nul n'a su les faire aimer autant que lui.* "

De 1862 à 1873, Hermite sera notamment professeur à l'Ecole Normale Supérieure, où il exerce une influence considérable, et de 1869 à la fin de sa vie, il détient une chaire à la Sorbonne. Parmi ses élèves, on relève les noms de Poincaré et Hadamard. Hermite aidera aussi grandement le mathématicien hollandais Stieltjes à rentrer dans la vie scientifique, à travers une large correspondance.

Son nom est associé à :

Forme sesquilinéaire et forme hermitienne
Interpolation polynomiale de Hermite
Endomorphisme Hermitien
Espace vectoriel Hermitien
Matrice Hermitienne

David Hilbert

23 janvier 1862 [Königsberg, Prusse]
14 février 1943 [Göttingen, Allemagne]

David Hilbert est unanimement reconnu comme la figure emblématique des mathématiques du vingtième siècle. Son oeuvre est immense, comparable à celle de Poincaré. Surtout, Hilbert a donné l'impulsion de nombreuses recherches mathématiques du vingtième siècle, et a créé une école allemande qui domina trente années durant.

Hilbert est né le 23 janvier 1862 à Königsberg, maintenant Kaliningrad en Russie, d'une famille bourgeoise. Il fait sa thèse à l'université de la même ville, sous la direction de Lindemann, le mathématicien auquel on doit la première preuve de la transcendance de Pi. C'est à cette époque qu'il se lie avec Minkowski, qui restera son ami toute sa vie.

Les premiers travaux de Hilbert portent sur la théorie des invariants, qu'il aborde d'une façon radicalement nouvelle. Alors que ses prédécesseurs avaient obtenu des résultats partiels au prix de calculs lourds, il parvient à un résultat général - son fameux Nullstellensatz (en français théorème des zéros de Hilbert) - à l'aide de raisonnements abstraits. Ce sont la les premières pierres de la géométrie algébrique abstraite, une thématique majeure du vingtième siècle.

C'est en 1895 que Hilbert rejoint l'université de Göttingen, qu'il ne quittera plus malgré de nombreuses propositions. Il fit de cette université le centre nerveux des mathématiques du début du vingtième siècle. Il aura pour élèves Hermann Weyl, ainsi que le champion d'échecs Lasker. Il se consacre alors à faire le point, avec son ami Minkowski, sur la théorie algébrique des nombres, et dans son ouvrage Zahlbericht, il réalise une brillante synthèse d'idées de Kummer, Kronecker, Dedekind, et des ses propres travaux. Il publie aussi Grundlagen der Geometrie, où il inaugure la méthode axiomatique en donnant une formulation rigoureuse de la géométrie euclidienne.

Le 8 août 1900, au Second Congrès International des Mathématiciens réuni à Paris, David Hilbert a profondément changé la face des mathématiques. Et pourtant, ce jour-là, il n'a annoncé aucun théorème nouveau, aucun résultat. Rien de tout cela. Au contraire même, ce jour-là, Hilbert a posé 23 problèmes à la communauté des mathématiciens. Ces problèmes ont été le moteur de nombreuses recherches tout au long du siècle dernier. Dans une conférence restée un morceau d'anthologie (Hermite dira : "On n'entendra plus dans les congrès de conférences pareilles"), Hilbert essaie de deviner le futur d'une science. La plupart des 23 problèmes furent effectivement au cœur de nombreuses recherches depuis lors, même s'il en reste 3 ouverts à l'heure actuelle.

Le nom de Hilbert est cependant connu des étudiants surtout pour ses célèbres espaces de Hilbert, qu'il est amené à introduire vers 1909, au cours de son travail sur des équations intégrales. Ensuite, Hilbert se consacre surtout au développement de l'école de pensée dite formaliste, par opposition à l'école intuitionniste de Poincaré et Brouwer. Les intuitionnistes ne reconnaissaient que les preuves d'existence de nature constructive, et refusaient les méthodes axiomatiques de Hilbert. Si ces mathématiques intuitionnistes gardent un grand intérêt, c'est la pensée axiomatique d'Hilbert qui peu à peu va devenir dominante, jusqu'à son influence sans doute excessive dans l'enseignement des "mathématiques modernes".

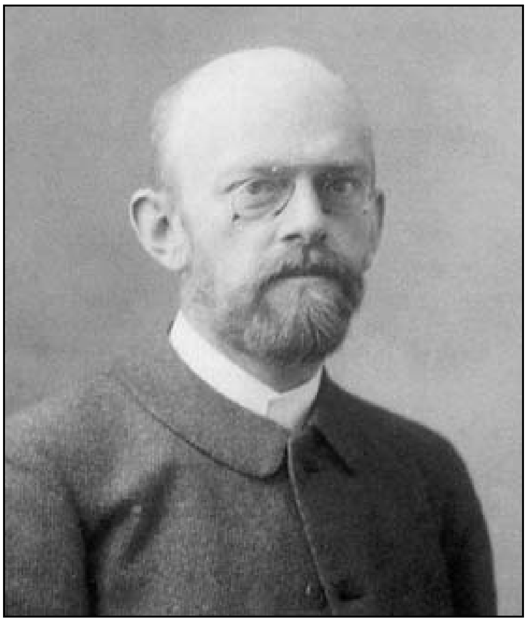
La légendaire distraction des mathématiciens ne se dément pas avec Hilbert. On rapporte qu'un jour, les Hilbert recevant des invités à dîner, Mme Hilbert demanda à son mari de changer de chemise. Le temps passa, les invités arrivèrent, mais Hilbert ne descendait pas. L'explication? En enlevant sa chemise, il avait commencé une séquence de gestes qui l'avait amené droit au lit et dans un sommeil profond !

Hilbert décède le 14 février 1943 à Göttingen.

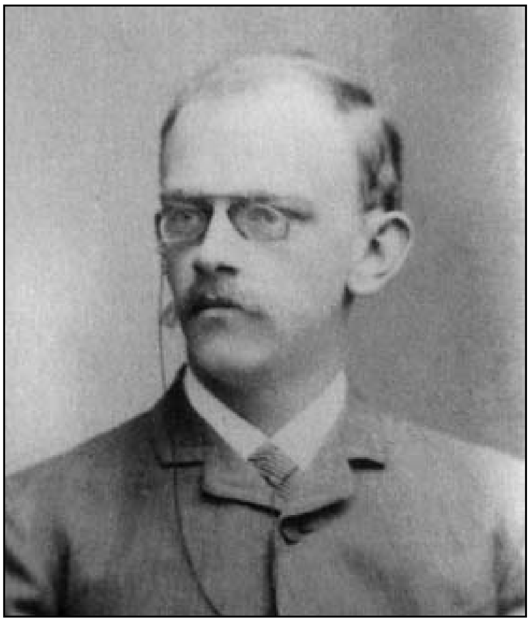
Son nom est associé à :

Courbes fractales de Peano et de Hilbert
Hôtel de Hilbert
Inégalité de Hilbert
Problèmes de Hilbert
Théorème des zéros de Hilbert
Transformée de Hilbert
Espace vectoriel préhilbertien

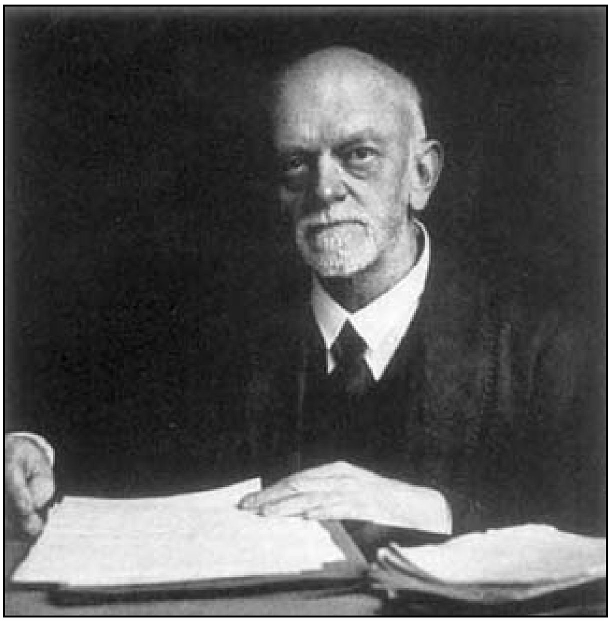
Quelques portraits de Hilbert



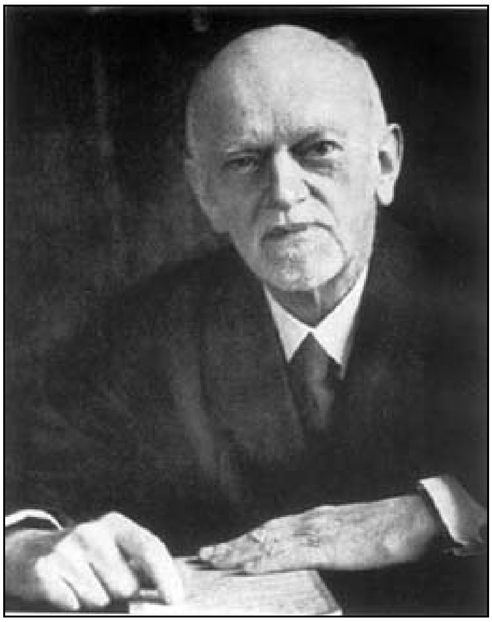
En 1910



En 1885



En 1932



En 1937

Guillaume de l' H ospital

1661 [Paris, France]

2 février 1704 [Paris, France]

Guillaume de L'Hospital, marquis de Saint Mesme, est un élève de Jean Bernoulli qui lui apprend le calcul différentiel. C'est ainsi que L'Hospital est le premier à écrire un traité sur ce nouvel outil, le livre Analyse des infiniment petits pour l'intelligence des lignes courbes (1696). C'est dans ce livre qu'apparaît la célèbre règle de L'Hospital, qui permet parfois de lever des formes indéterminées du type 0/0. En 1707, L'Hospital publie également un traité sur les coniques (Traité analytique des sections coniques), qui sera pendant un siècle un classique du genre.

La connaissance du calcul différentiel fait que L'Hospital est un de ceux qui résout le problème de la brachistochrone, indépendamment de mathématiciens prestigieux comme Newton ou Leibniz. Toutefois, ce mérite est entaché par les déclarations, après la mort de son élève, de Jean Bernoulli : à la suite d'un arrangement financier, L'Hospital aurait publié sous son propre nom des résultats dus à Bernoulli.

Son nom est associé à :

Règle de L'Hospital

Carl Gustav Jacobi

10 décembre 1804 [Postdam, Allemagne]
18 février 1851 [Berlin, Allemagne]

Né à Postdam en Prusse (maintenant Allemagne) le 10 décembre 1804, Carl Gustav Jacobi est le fils d'un banquier juif prospère. Alors qu'il est enfant, il est instruit par son oncle. En 1816, il rentre au lycée de Postdam. Son oncle étant probablement bon pédagogue, et Jacobi étant particulièrement brillant, ses professeurs le placent avant la fin de l'année scolaire dans la classe terminale. Ainsi, alors qu'il a à peine 12 ans, il a le niveau nécessaire pour rentrer à l'Université. Cependant, les Universités d'Allemagne sont alors réservées aux personnes de plus de 16 ans, et Jacobi doit patienter 4 ans dans la même classe ! Il en profite toutefois pour apprendre de nombreuses choses par lui-même, lisant notamment Euler.

Il entre finalement à l'Université de Berlin en 1821, alors qu'il ne sait pas encore précisément quelle voie choisir. C'est deux ans plus tard qu'il s'oriente vraiment dans les mathématiques, mais le niveau à l'Université étant plutôt faible, il doit encore travailler beaucoup par lui-même. Il obtient son doctorat en 1825. C'est durant ces années également que Jacobi se convertit au christianisme. Cela l'aide très certainement dans l'obtention d'un poste de professeur à l'Université de Königsberg à partir de 1826.

Jacobi travaille dans de nombreux domaines. On lui doit d'abord des découvertes majeures en théorie des nombres (il calcule notamment le nombre de décompositions d'un entier en somme de 4 carrés). En même temps qu'Abel, mais indépendamment de lui, il établit des résultats fondamentaux concernant les fonctions elliptiques. Il prolonge des travaux d'Euler concernant le problème des 3 corps. Surtout, il est resté célèbre pour son étude systématique des déterminants, dans un long mémoire intitulé "De determinantibus functionalibus" paru en 1841. Il prouve notamment qu'un ensemble de n fonctions de n variables qui sont liées a un jacobien identiquement nul. L'apport de Jacobi doit aussi se mesurer à ses qualités de pédagogue et à l'influence qu'il a eu sur toute une génération de mathématiciens (parmi lesquels Heine, Seidel...).

Jacobi enseigne à Königsberg jusqu'en 1842. A cette époque, il tombe malade et part quelque temps en Italie. A son retour, il obtient une bourse du gouvernement prussien pour s'installer à Berlin, où le climat est moins rude qu'à Königsberg. Il ne cesse ni son enseignement, ni ses travaux de recherche, mais sa santé se dégrade peu à peu. Il décède le 18 février 1851, des suites d'une variole.

Son nom est associé à :

Polynômes de Jacobi
Matrice jacobienne

Johan Ludwig Jensen

8 mai 1859 [N aksov, Danemark]
5 mars 1925 [Copenhague, Danemark]

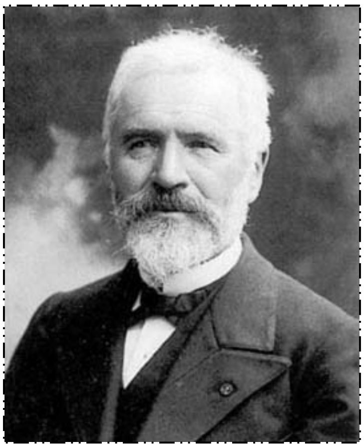
Johan Jensen est un mathématicien danois à la frontière du dix-neuvième et du vingtième siècle. Après une enfance passée entre la Suède et le Danemark, au gré des péripéties du travail de son père, il entre en 1876 au collège de Copenhague, où il acquiert un bagage sérieux dans de nombreuses disciplines scientifiques. Ce sont les mathématiques qui le passionnent, et il essaie d'obtenir par lui-même le niveau d'un chercheur dans cette discipline.

Pour vivre, Jensen accepte un emploi dans une compagnie de téléphone (où il fera d'ailleurs une excellente carrière). Parallèlement, il consacre son temps libre aux mathématiques et devient un très bon mathématicien. On lui doit notamment des travaux sur l'hypothèse de Riemann, ainsi qu'une inégalité sur les fonctions convexes qui porte désormais son nom.

Son nom est associé à :

Inégalité de Jensen

Camille Jordan
5 janvier 1838 [La Croix-Rousse, France]
22 janvier 1922 [Paris, France]



Camille Jordan est un mathématicien français né le 5 janvier 1838 à La Croix-Rousse, près de Lyon. Il est issu d'une famille de notables de traditions catholique. Son oncle était le peintre Puvis de Chavanne, son grand-père (grand-oncle?) était un homme politique français (royaliste).

Après des études brillantes (il entre premier à l'Ecole Polytechnique à 17 ans), il embrasse la carrière d'ingénieur. Son activité professionnelle ne l'empêche pas de mener de front de brillantes recherches mathématiques. Jordan enseigne à l'Ecole Polytechnique à partir de 1876; son Cours d'Analyse, très influent, y est le digne successeur de celui de Cauchy. Il entre à l'Académie des Sciences en 1881, au Collège de France en 1883 et dirige le Journal de Mathématiques Pures et Appliquées (journal de Liouville) à compter de 1885. Il prend sa retraite en 1812. La fin de sa vie est, hélas, un peu triste, car il perd pendant la Première Guerre mondiale trois de ses huit enfants.

Les travaux de Jordan portent d'abord sur la théorie des groupes, où il réalise les avancées les plus significatives depuis Galois. Il entreprend ainsi une étude systématique et abstraite des groupes. Notamment, il détermine quand une équation algébrique particulière est résoluble par radicaux. Cela l'amène aux notions de groupe quotient, groupes résolubles et suites de composition.

Jordan utilise également la notion de groupe pour porter un regard neuf sur la géométrie. Il est notamment très intéressé par les travaux de Bravais en cristallographie, et il détermine les divers arrangements possibles d'un système de molécules. Cela revient en fait à étudier des sous-groupes du groupe linéaire. Il s'intéresse aussi aux formes bilinéaires et à leurs invariants, ce qui lui vaut une vive controverse avec Kronecker.

Les travaux de Jordan en analyse et en topologie ne sont pas moins importants. On lui doit :

- le théorème qui dit qu'une courbe simple fermée partage le plan en deux parties (et qui n'est pas du tout une trivialité);

- *un critère de convergence de séries de Fourier;*
- *l'introduction de la notion d'homotopie de chemins.*

Terminons par ce qui n'est pas dû à Camille Jordan : la méthode d'élimination de Gauss-Jordan doit son nom à Wilhelm Jordan !

Son nom est associé à :

Décomposition de Dunford-Jordan
Courbe de Jordan
Réduction de Jordan
Théorème de Jordan-Hölder

Leopold Kronecker

7 décembre 1823 [Liegnitz, Prusse]
29 décembre 1891 [Berlin, Allemagne]

Leopold Kronecker est né à Liegnitz - actuellement Legnica, en Pologne, dans une famille aisée. Il a la chance d'avoir parmi ses enseignants au lycée Kümmer, qui détecte ses dons scientifiques et le pousse à étudier les mathématiques. C'est ce que fait Kronecker à l'université de Berlin, de 1841 à 1845, suivant aussi des cours d'astronomie et de philosophie. Il soutient son doctorat en 1845 sous la direction de Dirichlet. Sa thèse est prometteuse, mais Kronecker retourne dans sa ville natale afin de faire prospérer les affaires familiales. Il en profite aussi pour se marier, et s'il n'abandonne pas complètement les mathématiques, elles ne sont plus pour lui qu'un loisir.

En 1855, sa fortune est suffisante pour le mettre à l'abri du besoin jusqu'à la fin de ses jours. Il retourne alors à Berlin pour reprendre ses recherches. Il y retrouve Kümmer, et y rencontre Weierstrass. Si Kronecker n'enseigne pas, ses recherches progressent très rapidement. Le travail de Kronecker en théorie algébrique des nombres est majeur. Il est le premier à comprendre toute la profondeur du travail de Galois. Il est aussi l'un des mathématiciens qui achevèrent la construction de l'algèbre linéaire et multilinéaire initiée par Cayley et Grassmann. Il introduit aussi ce qu'il appelle un système modulaire, notion similaire au concept d'idéal introduit à la même époque par Dedekind.

En 1861, Kronecker est élu membre de l'Académie des Sciences de Berlin, et à partir de 1863, il enseigne dans l'Université de cette ville. A compter de 1870, Kronecker défend une vision constructiviste des mathématiques qui l'éloigne de ses contemporains. Il affirme la prééminence des nombres entiers, au point de revendiquer la citation suivante :

Dieu a créé les nombres entiers, tout le reste est fabriqué par l'homme.

Ainsi, Kronecker ne croit pas en l'existence des nombres transcendants, il rejette violemment la théorie des ordinaux transfinis de Cantor, et refuse la construction des réels proposée par Weierstrass. Cela le conduit à une vive opposition avec Cantor, Dedekind et même Weierstrass qui fut pourtant un de ses amis. Kronecker est très influent à Berlin, et il essaie de retarder la publication des travaux de ses opposants. Certains lui attribue même une part de responsabilité dans la dépression de Cantor. En un sens, Kronecker est un précurseur de Poincaré et de Brouwer.

Kronecker décède en 1891 à Berlin. Un an auparavant, il s'était converti au protestantisme.

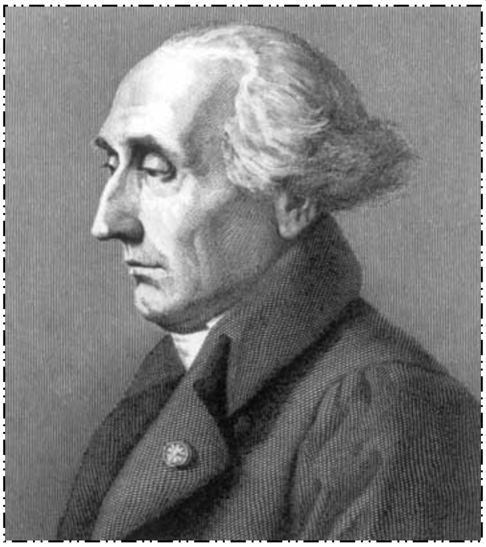
Son nom est associé à :

Symbole de Kronecker

Joseph-Louis Lagrange

25 janvier 1736 [Turin, Italie]

10 avril 1813 [Paris, France]



Giuseppe Lodovico Lagrangia est né le 25 janvier 1736 à Turin, alors capitale du royaume de Sardaigne. Il est pourtant considéré comme un mathématicien français et non italien, ceci de sa propre volonté (la branche paternelle de sa famille étant française). Son père dispose d'une position sociale favorable auprès du roi de Sardaigne, mais il a perdu beaucoup d'argent dans une spéculation hasardeuse. Lagrange étudia brillamment à l'université de sa ville natale; son intérêt pour les mathématiques ne se manifeste que vers 17 ans, à la lecture d'un mémoire de Halley sur l'utilisation de l'algèbre en optique. Il se plonge alors aussitôt, seul et sans aide, dans l'étude des mathématiques.

Très rapidement, il obtient des résultats probants. A l'été 1755, deux ans seulement après le début de ses travaux, il écrit une longue lettre à Euler (alors le plus grand mathématicien vivant) sur la détermination de la courbe tautochrone (i.e. la courbe telle que deux mobiles identiques lâchés au même moment en des points différents de la courbe arrivent au point le plus bas au même moment). Cette courbe (une cycloïde) a été déterminée pour la première fois par Huyghens, mais la méthode que propose Lagrange pour l'obtenir est beaucoup plus générale, et donnera naissance au "Calcul des variations". Cet échange est le prémisse d'une riche correspondance entre Lagrange et Euler, marquée par un respect mutuel important.

A la fin de cette même année 1755, Lagrange devient professeur à l'école d'artillerie de Turin, ville où il fonde en 1757 une académie des sciences. Son talent est très vite reconnu, et il écrit durant ses premières années de brillants mémoires où il applique les méthodes du calcul des variations à la mécanique (propagation du son, problème des n-corps, cordes vibrantes). En 1764 notamment, Lagrange gagne le Grand Prix de l'Académie des Sciences de Paris, pour son travail sur les librations de la lune, c'est-à-dire les petites perturbations de son orbite, et sur ce phénomène étrange qui fait que la lune présente toujours la même face à la terre. Lagrange deviendra un véritable habitué de ce prix, le gagnant à nouveau en 1772, 1774 et 1780.

En 1766, grâce à l'appui de D'Alembert, Lagrange succède à Euler au poste prestigieux de directeur des mathématiques à l'Académie des Sciences de Berlin. Il passera 20 ans là-bas, d'une extraordinaire fertilité. Hormis quelques arrêts dus à une santé fragile, il publie avec une régularité impressionnante des mémoires qui touchent tous les domaines des mathématiques et de la mécanique : astronomie, probabilités, théorie des équations algébriques (son travail sur les racines ouvre la voie à Abel et Galois), équations différentielles, théorie des fonctions. Lagrange excelle particulièrement en arithmétique, en résolvant plusieurs conjectures difficiles dues à Fermat, et en prouvant que tout entier naturel est somme de 4 carrés. Dans une perspective plus historique, Lagrange est à la transition entre l'époque d'Euler, où l'on publie à tout va sans trop se soucier de la rigueur, et le dix-neuvième siècle, où sous l'impulsion de Gauss, Cauchy et Weierstrass, la rigueur devient au centre des mathématiques.

La vie privée de Lagrange est peut-être moins heureuse. Il souffre parfois de dépression, et s'il se marie en 1767 avec une de ses cousines (il est veuf en 1783), il n'a pas d'enfants, et on dit que ce mariage est peu heureux. Les dernières années à Berlin sont consacrées à l'étude du monumental Traité de Mécanique Analytique, où il reprend, complète et unifie les connaissances accumulées depuis Newton. Ce livre, qui devient pour tous ses contemporains une référence, se veut notamment une apologie de l'utilisation des équations différentielles en mécanique.

En 1787, après la mort de l'Empereur Frédéric II, Lagrange part pour la France où il devient membre de l'Académie des Sciences de Paris. Il est un des rares à traverser la Révolution sans être inquiété: il est même Président de la Commission des poids et des mesures, et est à ce titre un des pères du système métrique et de l'adoption de la division décimale des mesures. Les événements le marquent cependant beaucoup, en particulier le guillotinage du chimiste Lavoisier, au sujet duquel il déclare : « *Il a fallu un instant pour couper sa tête, et un siècle ne suffira pas pour en produire une si bien faite* ».

Lagrange participe encore à la création de l'Ecole Polytechnique, provisoirement nommée Ecole Centrale des Travaux Publics, dont il est le premier professeur d'analyse, d'ailleurs peu apprécié. Il écrit encore 2 traités mathématiques (Théorie des fonctions analytiques - Résolution des équations numériques), moins bien accueillis que celui de mécanique analytique. Il se remarie en 1792 avec une jeune fille qui lui est toute dévouée. Il décède le 10 avril 1813, après avoir reçu de Napoléon I^er^ tous les honneurs de la nation française (comte de l'empire, Grand Officier de la Légion d'Honneur).

Son nom est associé à :

Equations différentielles de Lagrange
Identité de Lagrange
Multiplicateurs de Lagrange
Polynômes interpolateurs de Lagrange
Théorème de Lagrange
Formules de Taylor-Lagrange

Marquis Pierre Simon de Laplace

23 mars 1749 [Beaumont-en-Auge, France]
5 mars 1827 [Paris, France]

Né à Beaumont-en-Auge en Normandie, fils de cultivateur, Laplace s'initia aux mathématiques à l'École militaire de cette petite ville. Il y commença son enseignement. Il doit cette éducation à ses voisins aisés qui avait détecté son intelligence exceptionnelle.

A 18 ans, il arrive à Paris avec une lettre de recommandation pour rencontrer le mathématicien d'Alembert, mais ce dernier refuse de rencontrer l'inconnue. Mais Laplace insiste: il envoie à d'Alembert un article qu'il a écrit sur la mécanique classique. D'Alembert en est si impressionné qu'il est tout heureux de patronner Laplace. Il lui obtient un poste d'enseignement en mathématique. En 1783, il devint examinateur du corps de l'artillerie et fut élu, en 1785, à l'Académie des Sciences. A la Révolution, il participa à l'organisation de l'École Normale et de l'Ecole Polytechnique, et fut membre de l'Institut, dès sa création. Bonaparte lui confia le ministère de l'Intérieur, mais seulement pour 6 mois.

L' oeuvre la plus importante de Laplace concerne le calcul des probabilités et la mécanique céleste. Il établit aussi, grâce à ses travaux avec Lavoisier entre 1782 et 1784 la formule des transformations adiabatiques d'un gaz, ainsi que deux lois fondamentales de l'électromagnétisme. En mécanique, c'est avec le mathématicien Joseph-Louis de Lagrange, Laplace résume ses travaux et réunit ceux de Newton, Halley, Clairaut, d'Alembert et Euler, concernant la gravitation universelle, dans les cinq volumes de sa mécanique céleste (1798 - 1825).

On rapporte que, feuilletant la Mécanique céleste, Napoléon fit remarquer à Laplace qu'il n'y était nulle part fait mention de Dieu. "Je n'ai pas eu besoin de cette hypothèse", rétorqua le savant.

Son nom est associé à :

Première loi de Laplace
Transformée de Laplace

Quelques portraits de Laplace

Henri Léon Lebesgue

28 juin 1875 [Beauvais, France]
26 juillet 1941 [Paris, France]

Henri Léon Lebesgue est né le 28 juin 1875 à Beauvais, en Picardie. Son père, né de la plus humble des origines, avait réussi à s'élever ouvrier typographe. Mais il décède, ainsi que les deux sœurs aînées d'Henri, de la tuberculose, peu de temps après la naissance de son fils. Ce dernier aura lui-même des séquelles de cette maladie toute sa vie, et sa santé demeurera toujours fragile.

La mère de Lebesgue fut une travailleuse infatigable. Elle ne rechignera jamais à ce que son fils poursuive ses études et reste, pour quelques années encore, à sa charge. Ainsi Lebesgue, brillant dès l'école primaire, fut porté de bourse en bourse, au lycée, en classe préparatoire au lycée Louis-Le-Grand, et enfin à l'Ecole Normale Supérieure. Il y côtoie l'élite intellectuelle de la nation, mais reste fidèle à son milieu social. Ainsi, il épouse la sœur d'un camarade de collège. Ensemble, ils auront deux enfants, Suzanne et Jacques.

Après sa réussite à l'Agrégation en 1897, il enseigne quelques années en classes préparatoires à Nancy, et simultanément prépare sa thèse. Il la soutient en 1902, sous le titre *Intégrale, longueur, aire*. Dans cette thèse, Lebesgue présente la théorie d'une nouvelle intégrale, appelée depuis intégrale de Lebesgue, qui va considérément simplifier et amplifier l'étude des séries trigonométriques, et plus généralement toute l'analyse de Fourier.

L'intégrale de Riemann avait montré ses limites, d'abord sur le champ des fonctions intégrables (assez restreint), et surtout sur les permutations de limites et d'intégrales. Lebesgue s'appuie sur les travaux de Jordan, Borel et Baire pour présenter une théorie des fonctions mesurables, qui peuvent être très discontinues. Dans la foulée, il définit une nouvelle méthode de sommation. Dans la théorie de Lebesgue, les théorèmes de permutation limite et intégrale ont un énoncé très simple, et sont très puissants ! En outre, par sa nature même, l'intégrale de Lebesgue est aussi bien adaptée aux fonctions d'une seule variable que de plusieurs. Le revers de la médaille est que sa présentation réclame de longs préliminaires théoriques. C'est toujours un problème, dans l'enseignement actuel, d'essayer d'introduire le plus tôt possible l'intégrale de Lebesgue, de façon à mettre ce formidable outil à la disposition des physiciens.

Si Lebesgue n'a pas été le chef d'une école de chercheurs, ses qualités pédagogiques étaient reconnues. Dans ses cours à la Sorbonne, au Collège de France ou à l'Ecole Normale Supérieure de jeunes filles, il faisait preuve d'originalité dans l'exposition. Etonnamment peut-être, Lebesgue n'enseigna jamais sa propre théorie. C'est qu'il craignait la généralisation à outrance ("Réduites à des théories générales, les mathématiques seraient une belle forme sans contenu", dit-il). Les succès qu'ont retiré les analystes de l'intégrale de Lebesgue ont depuis démenti ces faits.

Son nom est associé à :

Propriété de Borel-Lebesgue
Convergence dominée de Lebesgue Théorèmes de convergence pour l'intégrale de Lebesgue
Intégrale de Lebesgue
Espaces de Lebesgue
Mesure de Lebesgue
Lemme de Riemann-Lebesgue

Adrien-Marie Legendre

18 septembre 1752 [Paris, France]

10 janvier 1833 [Paris, France]

Le mathématicien français Adrien-Marie Legendre n'aimait pas que l'on parle de sa vie privée. Ainsi sait on peu de choses sur son enfance, si ce n'est qu'il est issu d'une famille aisée et qu'il suit des études au collège Mazarin. A 18 ans, il soutient sa thèse, chose qui a peu de choses à voir avec ce que cela signifie maintenant. Il s'agit alors de donner un plan de recherches à venir.

N'ayant pas besoin d'occuper un emploi pour vivre, Legendre peut se concentrer entièrement à sa recherche. C'est un mémoire sur les Trajectoires des projectiles dans les milieux résistants qui lance sa carrière en le faisant gagner le Grand-Prix de l'académie des sciences de Berlin en 1782. Les travaux de Legendre en mécanique l'amènent à démontrer des résultats mathématiques d'importance. Ils lui font introduire notamment l'équation différentielle et les polynômes qui portent son nom. Lors de son étude des trajectoires des comètes il réalise la première étude théorique de la méthode des moindres carrés.

Les travaux de Legendre ont rarement clos un sujet, mais ont plus souvent ouvert la voie à d'autres mathématiciens. Ainsi, en théorie des nombres, il conjecture :

- le fait que le nombre de nombres premiers inférieurs ou égaux à n est équivalent à $n/ln(n)$. Ce résultat est démontré un siècle plus tard en 1898 par Hadamard et De La Vallée Poussin ;

- la loi de réciprocité quadratique : il pense même en avoir une preuve, mais celle-ci est fausse et c'est Gauss qui le premier donne une preuve correcte.
- le théorème de la progression arithmétique, c'est-à-dire qu'il existe un nombre infini de nombres premiers dans une progression arithmétique an+b, où a et b sont premiers entre eux. Ce résultat est prouvé par Dirichlet.

Legendre est aussi un spécialiste des intégrales elliptiques, sujet sur lequel il travaille pendant 40 ans, obtenant notamment leur classification en trois catégories. Mais c'est Abel et Jacobi qui firent vers la fin de sa vie les découvertes essentielles sur ce sujet.

Legendre fit partie des grands projets scientifiques de son temps. Membre associé de l'Académie des Sciences depuis 1785, il fait partie de l'équipe qui travaille avec les gens de l'observatoire de Greenwich à la mesure du méridien terrestre et à la triangulation de la terre. A compter de 1791, il participe au comité qui a pour mission d'uniformiser les mesures de poids et de longueur, et notamment de créer le mètre. Il supervise avec de Prony la production de tables logarithmiques et trigonométriques.

Signalons enfin les talents de pédagogue de Legendre, visibles à travers son ouvrage Eléments de Géométrie où il reprend les Eléments d'Euclide, réarrange l'ouvrage et simplifie de nombreuses propositions. Ce libre sera pendant un siècle, notamment dans les pays anglophones, le texte de référence pour l'apprentissage de la géométrie. Il y démontre aussi l'irrationalité de Pi, et il conjecture sa transcendance.

Signalons pour conclure que l'illustration qui agrémente souvent les biographies de Adrien-Marie Legendre n'est pas son portrait, mais celui de Louis Legendre, un révolutionnaire français, ainsi que le livre "Iconographie des contemporains depuis 1789 jusque 1829" de François Seraphin Delpech en témoigne. Merci à Jean-Bernard François pour m'avoir signalé ce fait.

Son nom est associé à :

Equation de Legendre
Polynômes de Legendre
Symbole de Legendre

Gottfried Wilhelm von Leibniz

1 juillet 1646 [Leipzig, Allemagne]
14 novembre 1716 [Hanovre, Allemagne]

Gottfried Leibniz est plus qu'un grand scientifique. Tout à tour philosophe, juriste, historien, diplomate, c'est un grand homme universel de son temps, pacifiste, rêvant de réunifier les églises catholiques et protestantes, et de rapprocher les peuples d'Europe.

Il est né le 1er juillet 1646 à Leipzig, dans une Allemagne qui peine à panser ses plaies de la guerre de trente ans. Très vite, il montre des aptitudes exceptionnelles à l'apprentissage, d'ailleurs en grande partie autodidacte : à quinze ans, il connaît la littérature grecque et latine, et a lu Descartes. Il rentre à l'université de Leipzig où il étudie la philosophie, les mathématiques (assez pauvrement enseignés), le droit. En 1666, le titre de docteur lui est refusé, probablement en raison de son trop jeune âge. Leibniz quitte alors l'Université de Leibniz pour celle d'Altdorf, où il devient docteur en 1667. Il ne cherche pas à trouver un poste universitaire, et préfère rentrer au service du baron Von Boyneburg, à Francfort.

Le baron l'initie alors à la pratique politique : il est notamment son assistant , son avocat, et son conseiller, tout en devenant un véritable ami de la famille. En 1670, il devient conseiller à la cour suprême de l'électorat de Mayence, où il est chargé d'améliorer le code civil. En 1672, Leibniz est envoyé en mission diplomatique auprès de Louis XIV : son but est de le convaincre de conquérir l'Egypte, afin de l'empêcher d'attaquer l'Allemagne.

Mais le but du voyage de Leibniz à Paris est aussi personnel et scientifique : il souhaite rencontrer et échanger avec les plus grands savants d'Europe. Il a mis notamment mis au point une machine à calculer qui perfectionne celle du savant français Pascal, qu'il désire dévoiler et améliorer. Sous les conseils de Huyghens, puis de Oldenburg, alors secrétaire de la Royal Society de Londres, il complète sa culture mathématique par de nombreuses lectures.

C'est à Paris que Leibniz met au point sa découverte mathématique fondamentale, l'invention du calcul différentiel et intégral. Leibniz montre notamment que l'intégration et la dérivation sont des opérations inverses l'une de l'autre, invente la notation $\int$, trouve les formules de dérivation d'un produit, d'un quotient, d'une puissance.

On ne peut passer ici sous silence la violente querelle qui opposa Newton et Leibniz. Newton était parvenu, quelques années auparavant, aux mêmes conclusions que Leibniz. Il accusera son homologue allemand de plagiat, intentera plusieurs actions auprès de la Royal Society de Londres, qui rendra toujours un avis unilatéral en faveur de Newton. S'il est vrai que Newton a réalisé ses découvertes quelques temps avant Leibniz, mais que ce dernier a publié ses résultats en premier, il semble bien que les deux mathématiciens aient fait leurs recherches indépendamment l'un de l'autre. L'Histoire a retenu les deux noms comme inventeurs du calcul infinitésimal, et ce sont plutôt les notations symboliques de Leibniz qui se sont imposés.

En 1676, après la mort de son protecteur le baron Von Boyneburg, et l'échec de sa tentative d'entrée à l'Académie des Sciences de Paris, Leibniz rentre en Allemagne, à Hanovre, où il devient bibliothécaire du duc de Brünswick. C'est alors qu'il écrit la plupart de ses ouvrages philosophiques (Leibniz laissera au total 200 000 pages manuscrites). Il commence la généalogie de la maison de Brünswick, et a en projet une encyclopédie : il veut rassembler et vulgariser la culture scientifique. Ce projet ne se concrétisera toutefois jamais.

En 1699, il entre à l'Académie des Sciences de Paris, puis il travaille à fonder des sociétés savantes en Allemagne : en 1700 voit le jour la Société des Sciences de Brandenburg, qui deviendra plus tard l'Académie de Berlin.

La fin de la vie de Leibniz est assez triste. Une grande partie de son énergie est absorbée par sa querelle de priorité avec Newton. Il décède le 14 novembre 1716, dans la solitude.
Signalons cet hommage plein d'esprit de Fontenelle : "*Si M. Leibniz n'est pas, de son côté, aussi bien que M. Newton, l'inventeur du système des infiniment petits, il s'en faut infiniment peu*".

Son nom est associé à :

Fonction vectorielle de Leibniz
Formule de Leibniz

Joseph Liouville

24 mars 1809 [Saint-Omer, France]
8 septembre 1882 [Paris, France]

Joseph Liouville est né le 24 mars 1809 à Saint-Omer. Il est le fils d'un militaire qui survit aux campagnes napoléoniennes et, en 1814, la famille s'établit à Toul. Joseph va étudier au collège Saint-Louis de Paris, et en 1825, il entre à l'Ecole Polytechnique. Deux ans plus tard, il intègre l'Ecole des Ponts et Chaussées, dont il n'obtient pas le diplôme en raison de problèmes de santé et surtout de sa volonté de suivre une carrière académique plutôt qu'une carrière d'ingénieur.

Ainsi, Liouville commence-t-il à enseigner en 1831; il assumera une charge allant jusqu'à 40h par semaine, et c'est l'été, à Toul, qu'il se consacre à la recherche, notamment sur les équations aux dérivées partielles En 1838, il bénéficie d'une chaire à l'Ecole Polytechnique, puis, l'année suivante, il est élu à l'Académie des Sciences.

Parallèlement, Liouville est engagé en politique. Ami d'Arago, il est un républicain modéré et se fait élire à l'Assemblée Constituante en 1848. Sa non-réélection l'année suivante le rendra très irritable.

Liouville a travaillé dans de nombreux domaines, de l'astronomie aux mathématiques pures. Parmi ses travaux les plus célèbres, on peut citer :
- la découverte des nombres transcendants en 1844 : Liouville est en effet le premier à prouver l'existence de nombres transcendants, les nombres dits de Liouville. Cette découverte intervient dans le cadre plus général de l'approximation par des nombres rationnels.
- le problème des valeurs au bord des solutions d'équations différentielles.
- les intégrales elliptiques : il prouve notamment que les fonctions abéliennes sont transcendantes.

On doit aussi à Liouville un rôle fondamental dans la publication mathématique. Ainsi, il fonde en 1836 le Journal des Mathématiques Pures et Appliquées, dit aussi Journal de Liouville, qui concurrence et complète le Journal de Crelle, allemand. Ce journal fera beaucoup pour la diffusion des mathématiques en France. Liouville est aussi celui qui prend conscience de l'importance des travaux de Galois, mésestimés du vivant de ce dernier. C'est le frère de Galois qui insiste beaucoup pour que Liouville lise le manuscrit oublié, et c'est en 1843 que Liouville fait sa première déclaration publique à ce sujet. Finalement, en 1846, il publie dans son journal l'intégralité du mémoire de Galois.

Son nom est associé à :

Journal de Liouville, Nombres de Liouville , Théorème de Liouville

Rudolf Otto Sigismund Lipschitz

14 mai 1832 [Königsberg, Russie]
7 octobre 1903 [Bonn, Allemagne]

Rudolf Lipschitz est né le 14 mai 1832 à Königsberg, maintenant Kaliningrad en Russie, dans une famille de riches propriétaires terriens. Très jeune, il étudie à l'Université de Königsberg, où il suit notamment les cours de Franz Neumann, puis, comme il est de coutume à cette époque, il complète sa formation dans une autre université, à Berlin, où domine la figure de Dirichlet. Des problèmes de santé l'obligent à interrompre ses études pendant un an; il termine son doctorat en 1853. Il doit attendre 1857 et enseigner entre temps au lycée avant d'obtenir un poste à l'université de Berlin.
Il enseigne ensuite deux ans à l'Université de Breslau, avant de s'installer définitivement à Bonn en 1664. Il y assiste aux débuts de Félix Klein.

La production mathématique de Lipschitz est extrêmement variée. Il est surtout célèbre pour son amélioration des conditions de Cauchy concernant l'existence et l'unicité des solutions d'une équation différentielle, introduisant à cette occasion les fonctions qui portent son nom. Il était également un spécialiste de la géométrie différentielle introduite par Riemann, et il chercha notamment des invariants sur les surfaces par changements de coordonnées. On lui doit aussi des travaux en théorie algébrique des nombres, ou encore en mécanique classique.

Son nom est associé à :

Théorème de Cauchy-Lipschitz
Fonction lipschitzienne
Fonction localement lipschitzienne

Edouard Lucas

4 avril 1842 [Amiens, France]
3 octobre 1891 [Paris, France]

Edouard Lucas est un arithméticien français également connu pour ses *Récréations mathématiques*. Enfant issu d'une famille très modeste (son père est artisan tonnelier à Amiens), il reçoit une bourse communale et réussit le concours d'entrée à l'Ecole Normale Supérieure, en 1861 (année de la promotion de Gaston Darboux, qui sera le seul à le précéder à l'Agrégation quelques années plus tard !). A la sortie de l'Ecole, il devient astronome adjoint à l'Observatoire de Paris, puis après la guerre franco-prussienne, il obtient une chaire de Mathématiques Spéciales à Moulins, de 1872 à 1876, où il épousera en août 1873 Marthe Boyron. Puis il occupe une chaire à Paris, d'abord au lycée Charlemagne à Paris, puis au déjà très prestigieux lycée Saint-Louis.

Ses travaux mathématiques concernent la géométrie euclidienne non élémentaire (celle des transformations, en particulier la géométrie projective vue à travers ses homographies), et surtout la théorie des nombres. Sa principale contribution est celle faite aux test de primalité. Il a en particulier prouvé que le nombre de Mersenne 2127-1 est premier, ce qui reste le plus grand nombre premier découvert sans l'aide d'un ordinateur. Tombée dans un oubli relatif en France (où la théorie algébrique des nombres est reléguée au second plan, en attendant Weil), l'œuvre de Lucas est reprise et enrichie par les anglo-saxons, et notamment par Lehmer, qui améliorera son test de primalité et prouvera totalement certains résultats de Lucas, pour obtenir le test de Lucas-Lehmer, qui est encore celui qui est utilisé aujourd'hui pour battre des records de grands nombres premiers. Ces travaux prennent une importance particulière depuis que l'avènement de l'informatique rend la cryptographie avide de très grands nombres premiers.

Lucas est aussi connu pour être l'inventeur de nombreuses récréations mathématiques. La plus répandue d'entre elles est le problème des tours de Hanoi, qu'il publia sous le nom de Claus de Siam, professeur au collège de Li-Sou-Tsiam, anagramme de Lucas d'Amiens, professeur à Saint-Louis.

Lucas est mort au cours d'un banquet : une assiette portant un couteau est tombée et lui a transpercé la gorge.

Son nom est associé à :

Théorème de Lucas
Nombres de Mersenne, test de Lucas-Lehmer

Colin MacLaurin

février 1698 [Kilmodan, Ecosse]
14 juin 1746 [Edimbourg, Ecosse]

Colin MacLaurin est un mathématicien écossais né en février 1698 en Ecosse. Il perd son père, qui était pasteur, quelques semaines après sa naissance, puis sa mère en 1707. C'est son oncle, pasteur lui aussi, qui l'élève jusqu'à son entrée à l'université de Glasgow en 1709. MacLaurin est particulièrement précoce puisqu'il défend sa thèse en 1713 (il a alors 15 ans) et qu'il obtient en 1717 la chaire de mathématiques du Marishal College d'Aberdeen. C'est à cette époque qu'il rédige son premier livre, Geometria Organica, où il présente la théorie des podaires.

En 1722, MacLaurin part en France comme tuteur de George Hume. Ce dernier décède en 1724 et MacLaurin n'a pas d'autres choix que de retourner à Aberdeen. L'accueil à son égard au Marishal College est glacial (il avait quitté son poste sans autorisation officielle) alors MacLaurin profite d'une opportunité pour devenir en 1725 l'assistant de James Gregory à Edimbourg, même si son statut reste précaire. Il se consacre à l'étude algébrique des courbes et aux racines des polynômes, et se querelle avec d'autres mathématiciens comme George Campbell.

En 1733, MacLaurin se marie, signe d'une aisance financière plus grande. Il aura trois enfants, dont deux décédés en bas âge. A cette époque, il se consacre à son Traité des fluxions, publié en 1742, qui vient en réaction à l'attaque de l'archevêque irlandais Berkeley en 1734 contre le calcul différentiel de Newton. Il expose dans ce traité une théorie complète des méthodes de Newton. Il tente notamment de justifier l'introduction des infiniment petits par des méthodes géométriques. C'est dans cet ouvrage que l'on rencontre la formule dite d'Euler-MacLaurin et un cas particulier des séries de Taylor, les séries de Taylor-MacLaurin.

MacLaurin s'investit aussi dans des projets extra-mathématiques. Il est l'instigateur principal de la création de la société philosophique d'Edimbourg. Il participe à la création d'un fonds d'aide aux orphelins et veuves de pasteurs, s'assurant de la viabilité du projet. Enfin, en 1745, lorsque les jacobites assaillent Edimbourg, MacLaurin défend activement la ville, en creusant des tranchées ou en construisant des barricades. Lorsque la ville est prise, il doit s'enfuir jusqu'à ce qu'il puisse rentrer en toute sécurité. Il laisse sa santé dans ces événements et décède le 14 juin 1746.

Son nom est associé à :

Formule d'Euler-MacLaurin
Formule de Taylor-MacLaurin
Trisectrice de MacLaurin

Marin Mersenne

8 septembre 1588 [Oizé, France]
1 septembre 1648 [Paris, France]

Marin Mersenne est né le 8 septembre 1588 à Oizé dans la Sarthe, dans une famille de marchands. Après des études chez les Jésuites au collège de la Flèche (1604-1609), puis à la Sorbonne (1609-1611) où il suit les cours de théologie, il rejoint l'ordre religieux des Minimes. Ordonné prêtre en 1613, il enseigne la philosophie au couvent des Minimes à Nevers, avant d'obtenir en 1619 un poste de professeur au couvent de l'Annonciade à Paris.

Mersenne est un défenseur de l'orthodoxie catholique : ses premiers écrits sont des ouvrages de polémique religieuse contre les libertins, les athées, les sceptiques. Mais il est aussi un catholique ouvert, qui pense que la religion doit accueillir toute vérité mise à jour. Ainsi, il est opposant à tout ce qui est mysticisme, alchimie, sciences occultes, et au contraire il adhère au cartésianisme et est le traducteur de Galilée. Il explique ses idées dans la Vérité des Sciences, ouvrage publié en 1625.

Toute sa vie, Mersenne a entretenu une très riche correspondance avec les plus grands savants de son temps : Fermat, Pascal, Gassendi, Descartes, Torricelli, Desargues,... Dans une époque où les journaux scientifiques n'existent pas, il est une sorte de messager qui recueille et fait connaître les découvertes nouvelles. Il crée en 1635 une Académie, ancêtre de l'Académie des Sciences, où les érudits discuteront librement et passionnément.

Le nom de Mersenne est aussi attaché aux nombres premiers. Mersenne cherchait une formule donnant tous les nombres premiers. S'il échoua, il étudia plus particulièrement les nombres $M_p=2p-1$, où p est premier, nombres désormais appelés nombres de Mersenne. Mersenne affirme en 1644 que M_p est premier pour $p=2,3,5,7,13,17,19,31,67,127,257$, et composé (c'est-à-dire non premier) pour les 44 autres valeurs de p inférieures à 257. Il commet en fait 5 erreurs (M_{61}, M_{89} et M_{107} sont premiers, M_{67} et M_{257} ne le sont pas). Ces nombres sont encore très étudiés de nos jours. Le plus grand nombre premier que l'on connaisse est ainsi sans doute un nombre de Mersenne (que l'on lise cette biographie en 2008, 2018 ou 2108).

Mersenne a également étudié de nombreux autres problèmes. Parmi eux, citons des travaux sur la musique et l'acoustique, sur l'optique, sur la cycloïde.

Son nom est associé à :

Nombres de Mersenne, test de Lucas-Lehmer

Hermann Minkowski
22 juin 1864 [Alexotas, Lituanie]
12 janvier 1909 [Göttingen, Allemagne]

Hermann Minkowski est un mathématicien allemand né en 1864 à Alexotas, dans l'empire russe, maintenant Kaunas en Lituanie, où son père faisait du commerce. Il retourne en Allemagne en 1872, à Königsberg, où la famille s'installe. Ses études sont très brillantes (il en est de même pour son frère Oskar, célèbre médecin). A 18 ans à peine, il partage avec Henry Smith le Grand Prix de mathématiques de l'Académie des Sciences pour un mémoire sur le nombre de représentations d'un entier en somme de cinq carrés. Ce résultat avait été annoncé par Eisenstein en 1847, mais il était mort avant d'avoir pu en publier une preuve.

Pour ce mémoire, Minkowski doit développer une théorie des formes quadratiques à coefficients entiers et sa thèse, passée en 1885, est la continuité de ce travail. Il enseigne alors successivement à Bonn (1887-1893), à Königsberg (1894-1896), à Zürich (1896-1902) et enfin à Göttingen à partir de 1902 où Hilbert, avec qui il était très ami, a fait créer une chair à son attention.

Outre ses travaux sur les formes quadratiques, Minkowski fut le pionner de la Géométrie des nombres, une branche nouvelle de l'arithmétique où on déduit des résultats de nature arithmétique par des considérations géométriques. Vers la fin de sa vie, il s'est aussi beaucoup intéressé aux aspects mathématiques de la physique. Il comprend notamment que les travaux de Lorentz et d'Einstein peuvent être mieux compris dans un espace non-euclidien à 4 dimensions, où le temps ne peut plus être dissocié de l'espace. Enfin, il semble que ce soit lui qui ait suggéré à Hilbert de poser une liste de problèmes à résoudre dans sa célèbre conférence au congrès international des mathématiciens en 1900.

Minkowski décède en 1909 d'une crise d'appendicite. Il était âgé d'à peine 44 ans.

Son nom est associé à :

Espace-temps de Minkowski
Fonctionnelle de Minkowski
Inégalité de Minkowski
Théorème de Minkowski

Abraham de Moivre

26 mai 1667 [Vitry-le-François, France]
27 novembre 1754 [Londres, Angleterre]

Abraham de Moivre est né le 26 mai 1667 à Vitry-le-François, en Champagne. Fils de chirurgien, il bénéficie d'une bonne éducation qui le conduit vers les sciences. Mais il est protestant, et la révocation de l'Edit de Nantes, en 1685, l'oblige à s'installer à Londres avec son frère. Il y vivra la dure condition d'immigré : étant étranger, il ne parviendra jamais à obtenir de poste à l'Université, et devra gagner sa vie en donnant des cours particuliers, ou en utilisant son esprit vif et brillant pour résoudre toute sorte de problèmes dans les pubs.

C'est au détour d'un de ces cours qu'il découvre en 1687 un exemplaire des "Principia" de Newton. De Moivre est au départ déçu, car il pensait que ses études sur le continent lui avaient permis d'arriver au maximum de ce que l'on savait en science, et il ne comprend pas grand chose à l'ouvrage de Newton. Mais il se met au travail très sérieusement, et commence à lier amitié avec des savants en discutant des travaux de Newton.

La consécration arrive en 1695, quand Halley rapporte à la Royal Society de Londres que de Moivre a amélioré "la méthode des fluxions" (le calcul différentiel) de Newton. Deux ans plus tard, De Moivre devient membre associé de cette société. Ses recherches les années suivantes concernent l'astronomie et diverses méthodes de résolution d'équation. C'est dans un mémoire de 1707 qu'apparait la formule exprimant un sinus en terme de nombres complexes, ce qui contient ce qu'on appelle désormais la formule de De Moivre :

$$(\cos x + i\sin x)^n = \cos(nx) + i\sin(nx).$$

Très ami avec Newton, de Moivre est nommé en 1712 président de la commission mise en place par la Royal Society de Londres pour trancher le différend entre Newton et Leibniz concernant la primauté de l'invention du calcul différentiel. La commission rendra un verdict favorable à Newton, mais de Moivre était certainement l'un des plus modérés de cette commission. Il avait beaucoup d'admiration pour Leibniz, qui était même intervenu (sans succès) pour que de Moivre obtienne une chaire en Allemagne.

L'apport de De Moivre est fondamental en probabilités, et son ouvrage, Doctrine of chance, paru en 1718, est la plus importante publication dans ce domaine entre les travaux de Pascal et Fermat, vers 1650, et ceux de Laplace, 50 ans après de Moivre. Ainsi, c'est dans cet ouvrage que de Moivre explique comment calculer la probabilité d'un événement aléatoire qui dépend de plusieurs autres événements : c'est la formule des probabilités composées. De Moivre est aussi le premier à s'intéresser à la convergence des variables aléatoires, sous l'optique suivante : dans quelle mesure peut-on être sûr que lorsque l'on lance un grand nombre de fois un dé, la fréquence observée d'apparition du nombre "six" tend vers la probabilité théorique. C'est une question essentielle à résoudre pour les problèmes de modélisation. De Moivre montre en particulier que la loi binomiale tend, en un certain sens, vers la loi normale (ou loi de Laplace-Gauss), la fameuse loi "à la courbe en cloche".

De Moivre s'intéresse aussi aux applications pratiques des probabilités et statistiques. Il dresse ainsi des tables de mortalité précises, et donne des formules qui permettent de calculer équitablement le montant d'une rente viagère.

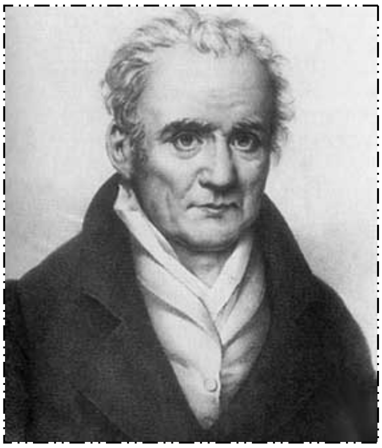
L'autre ouvrage majeur de De Moivre est Miscellanea Analytica (mélanges analytiques) paru en 1730. C'est dans cet ouvrage qu'apparait pour la première fois la (mal nommée!) formule de Stirling qui donne un équivalent du nombre n!. Y figurent également des travaux sur les suites récurrentes, la trigonométrie, les fractions rationnelles. A la suite de cet ouvrage, de Moivre deviendra en 1735 membre associé de l'Académie des Sciences de Berlin, puis, en 1754, membre associé de l'Académie des Sciences de Paris.

Une jolie légende entoure la mort de De Moivre, survenue le 27 novembre 1754 à Londres, dans la pauvreté. On raconte que De Moivre s'était rendu compte qu'il dormait chaque nuit un quart d'heure supplémentaire. S'aidant de cette suite arithmétique, il avait deviné le jour de sa mort, celui où il dormirait pendant 24h ! Il ne s'était pas trompé !

Son nom est associé à :

Formule de De Moivre

Gaspard Monge
9 mai 1746 [Beaune, France]
28 juillet 1818 [Paris, France]



Gaspard Monge fut un très brillant géomètre, à qui on doit la création de l'école Polytechnique, et qui est aussi connu pour son rôle pendant la Révolution. Gaspard Monge est né le 9 mai 1746, à Beaune, en Bourgogne, où son père était marchand. Il fait d'excellentes études chez les oratoriens (des membres d'une certaine société cléricale), puis à Lyon. Auteur d'un plan de sa ville natale, il est remarqué par l'état-major de l'école du génie de Mézières, où le mathématicien Bossut enseigne. Monge est de trop modeste origine pour être admis comme élève dans cette école, mais il s'y fait employer comme dessinateur. Ses talents de géomètre ne tardent pas à s'exprimer, et Monge invente une méthode graphique originale et élégante afin de définir le plan d'une fortification "imprenable" par les ennemis, quelque soit leur position.

Son génie mathématique reconnu, Monge enseigne les mathématiques à Mézières à compter de 1766, au départ de Bossut. Il s'investira beaucoup dans cette tâche, pendant presque 20 ans. Il poursuit ses recherches, présentant plusieurs mémoires à l'Académie des sciences, concernant la géométrie différentielle, la géométrie descriptive, le calcul des variations, la combinatoire. En 1777, il épouse Catherine Huart, qui possède une forgerie, et par son intermédiaire, il s'intéresse de très près à la métallurgie. C'est un des traits caractéristiques de Monge : jamais il ne s'est limité aux mathématiques dites "académiques", gardant toujours un intérêt pour le côté pratique, technique, et même artistique des choses.

Après avoir été élu associé géomètre à l'Académie des sciences, puis avoir obtenu un poste d'examinateur à l'Ecole Navale, Monge doit renoncer à enseigner à Mézières en 1784. A cette époque, il s'intéresse moins aux mathématiques, participe à des travaux avec des chimistes autour de Lavoisier, étudie des phénomènes météorologiques...

La Révolution va bouleverser la vie de Monge. Scientifique érudit et écouté, il soutient ardemment les événements révolutionnaires. Au lendemain de la chute du roi, en septembre 1792, il est nommé ministre de la marine. Malheureusement, cette expérience, comme celle de Laplace quelques années plus tard, ne fut guère concluante, et il démissionne le 8 avril 1793. Revenu à la vie civile, il s'intéresse à l'armement, rédigeant et enseignant de nouvelles méthodes de fabrication de poudre à canon. Son autre préoccupation est la création de l'Ecole Centrale des Travaux Publics, la future Ecole Polytechnique. Les savants les plus prestigieux y enseigneront les matières actuelles. Monge y donnera de 1794 à 1809 (avec une interruption de 4 ans) des cours d'analyse et de géométrie descriptive, et sera même un temps directeur de l'école.

En 1796, il part en mission en Italie (en fait, il s'agit de repérer les richesses culturelles que les dernières conquêtes permettent de ramener en France), et il y rencontre Napoléon Bonaparte, auquel il vouera une admiration et une amitié sans borne. En 1798, il rejoint les expéditions napoléoniennes en Egypte (au côté des mathématiciens Fourier et Malus), alors que celles-ci rencontrent des succès (Malte, Alexandrie). Mais après la destruction de la flotte napoléonienne par celle de Nelson dans la bataille du détroit du Nil en août 1798, Napoléon et son armée se voient confiner dans les pays qu'ils viennent de conquérir. Monge en profite pour mettre en place l'Institut d'Egypte au Caire, et mettre la dernière touche à son traité Application de l'analyse à la géométrie.

Il accompagne Napoléon dans son périlleux retour vers Paris en 1799. Lorsque ce dernier s'arroge les pleins pouvoirs, Monge oublie ses visions républicaines, et sert aveuglément l'Empereur dictateur. En retour, il est nommé sénateur, grand officier de la légion d'honneur, Comte de Péluse. Sa santé décline peu à peu, et l'oblige à arrêter ses enseignements. Quand les défaites de Napoléon s'enchaînent jusqu'à celle de Waterloo en 1815, Monge assiste impuissant à la chute de l'empereur, fuyant un temps Paris. Peu de temps après la Restauration, il est chassé brutalement de l'Institut, où il est remplacé par le royaliste Cauchy. Monge n'a alors plus guère d'activité, sa santé mentale et intellectuelle ne lui permettant plus d'ailleurs. Il décède le 28 juillet 1818.

A l'occasion du bicentenaire de la Révolution, en 1989, les restes de Monge furent transférés au Panthéon.

Son nom est associé à :

Notations de Monge

Louis Joel Mordell

28 janvier 1888 [Philadelphie, USA]
12 mars 1972 [Cambridge, Angleterre]

Louis Mordell est le fils de juifs lituaniens, émigrés aux Etats-Unis dans les années 1880. Sa passion pour les mathématiques commence à l'âge de 13 ans, et il achète dans une librairie des livres d'occasion. Parmi ces livres, il y a des annales d'entrée à Cambridge, et pour Mordell cela deviendra vite une obsession : rentrer à Cambridge, pour y étudier les mathématiques. En attendant, il complète ses études secondaires à Philadelphie (il est si brillant en mathématiques que ses camarades l'ont surnommé "X,Y,Z") et s'instruit de lui-même en étudiant notamment de nombreux livres d'algèbre.

Louis Mordell traverse l'Atlantique en décembre 1906. L'idée de passer le concours d'entrée de Cambridge est un peu folle, alors qu'il est essentiellement autodidacte et qu'il n'a aucune idée des exigences du concours. Mais il le réussit brillamment, faisant à compter de cette date de l'Angleterre sa patrie (il devient même citoyen britannique en 1929).

Dans l'éventail des mathématiques, l'intérêt principal de Mordell se porte sur la théorie des nombres. Il y obtient un premier succès retentissant, en 1913, dans l'étude de l'équation diophantienne $x^2=y^3+k$. Il prouve que, pour de nombreuses valeurs de k, cette équation n'admet qu'un nombre fini de solutions entières. En fait, ces résultats complètent des travaux que Thue avait réalisé quelques années auparavant, et à eux deux Mordell et Thue ont prouvé que cette équation a toujours un nombre fini de solutions. Mordell n'était malheureusement pas au fait du résultat de Thue à cette époque.

Après avoir échoué à devenir professeur à Cambridge, Mordell enseigne au Birbeck College de Londres. Pendant la Première Guerre Mondiale, il sert comme statisticien au Ministère des Munitions, avant, en 1920, de devenir professeur à Manchester. C'est là qu'il réalise ses meilleurs travaux. Il résout notamment une conjecture de Poincaré, prouvant que le groupe des points rationnels d'une courbe elliptique est toujours finiment engendré. Avec Davenport, il réalise de nombreux progrès en géométrie des nombres.

En 1945, il obtient (enfin !) une chaire à Cambridge, avant de cesser d'enseigner en 1953 (ce qui ne signifie pas pour autant que Mordell se retire des mathématiques, puisqu'il écrira encore une centaine d'articles, et voyagera beaucoup, au gré d'invitations dans des universités ou des colloques). Sur le plan du caractère, Mordell était connu pour être un individualiste (un seul de ses articles est cosigné), mais très respectueux des autres, et n'hésitant pas à aider avec beaucoup de générosité ses jeunes collègues.

Il décède le 12 mars 1972, quelques mois après avoir entrepris un long voyage passant par Moscou, Léningrad et l'Asie.

Son nom est associé à :

Théorème d'Erdös-Mordell
Conjecture de Mordell
Equation de Mordell

John Napier

1550 [Edimbourg, Ecosse]
4 avril 1617 [Edimbourg, Ecosse]

John Napier, peut-être plus connu en France sous le nom de Neper, a laissé son nom dans la postérité mathématique pour son invention des logarithmes. Né en 1550, il est issu d'une riche famille écossaise, et deviendra lui-même baron de Merchiston. A 13 ans, il est envoyé à l'Université de Saint-Andrews, dont les archives révèlent qu'il n'y a obtenu aucun diplôme. On pense qu'il a poursuivi ses études quelque part sur le continent, peut-être à Paris ou en Italie.

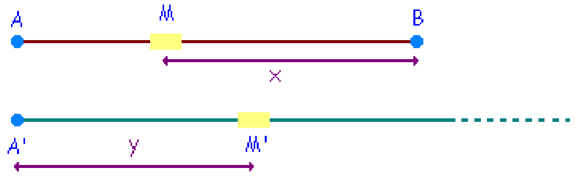
En 1571, il est de retour en Ecosse pour le mariage de son père, et lui-même se marie en 1572. Deux ans plus tard, il s'établit dans un château nouvellement bâti sur les terres familiales. Il gère activement sa propriété, commerce beaucoup, et développe une approche scientifique de l'agriculture.

Par ses contemporains, John Napier est surtout connu comme théologien. Il est un fervent protestant, et cette religion lui paraît menacée en Ecosse par les agissements du catholique roi Philippe d'Espagne. Ce dernier semble conspirer avec le pape afin d'envahir l'Ecosse dans le but de conquérir la Grande-Bretagne toute entière. Napier met en garde le roi Jacques VI d'Ecosse contre toute collusion avec l'ennemi. Il écrit aussi en 1593 son ouvrage le plus célèbre, a Plaine Discovery of the Whole Revelation of Saint John. Il y fait une lecture du livre des Révélations en condamnant vivement l'Eglise de Rome et faisant même du pape l'antéchrist de l'Apocalypse. Cet ouvrage lui vaudra une certaine réputation jusque sur le continent.

Les activités mathématiques ne constituaient donc qu'un passe-temps pour Neper. On le connaît pour avoir donné quelques formules en trigonométrie sphérique, et pour avoir popularisé la notation du point pour séparer la partie entière et la partie fractionnaire d'un nombre en écriture décimale. Surtout, il est passionné par le fait de rendre le plus simple et le plus rapide possible les calculs portant sur les multiplications, les divisions et les extractions de racine carrée de grands nombres. Cela le conduit d'une part à l'invention des os de Neper, des petits bâtons de bois sur lesquels sont inscrits les tables de multiplication, et qui permettent de simplifier ces opérations. Surtout, cela le conduit à l'invention des logarithmes.

L'approche des logarithmes de Napier est cinématique. Il considère un mobile M qui parcourt une droite AB de longueur 10^7. Il démarre du point A à la vitesse 10^7, et va à une vitesse égale à la distance MB. Au même moment, un mobile M' part d'un autre point A', et avance à une vitesse uniforme égale à 10^7. On note x la longueur BM, y la longueur A'M'. Napier constate que, si on prend des intervalles de temps régulièrement répétés, x croît en progression géométrique, et y croît en progression arithmétique : il dit que y est le logarithme de x. Avec des notations modernes, on a en effet :

$$y = -10^7 \ln\left(\frac{x}{10^7}\right)$$



$$\begin{cases} y(t) = 10^7 t \\ x'(t) = -x(t) \end{cases}$$

Le logarithme transforme donc multiplications en additions, racines carrées en division par 2... Napier publie son invention dans *Mirifici logarithmorum canonis descriptio* (description de la règle magnifique des logarithmes). Ce livre est lu par Briggs, un mathématicien anglais, qui entrepend à l'été 1615 le voyage à Edimbourgh, et persuade Napier d'utiliser des logarithmes en base 10, vérifiant log(1)=0. C'est Briggs qui publia des tables très complètes de ces logarithmes, car Napier s'éteint le 4 avril 1617, apparemment des suites d'une crise de goutte. Les logarithmes se propageront très rapidement, sous l'impulsion des astronomes comme des commerçants. Deux cents ans après leur invention, Laplace dira que les logarithmes, en abrégeant leurs labeurs, "doublait la vie des astronomes".

Terminons cette biographie par une petite anecdote. Dans ces temps un peu irrationnels, les esprits brillants comme Napier étaient souvent vus comme des magiciens. La légende rapporte que, confronté à des problèmes de vols, Napier aurait annoncé pouvoir reconnaître le voleur parmi ses serviteurs grâce à son coq magique. Chaque serviteur est envoyé dans une pièce obscure caresser l'animal. Napier l'a malicieusement enduit de suie noire et le voleur, qui n'ose caresser le coq de peur d'être démasqué, est le seul à revenir la main propre!

Son nom est associé à :

Constante de Neper
Logarithme Népérien
Os de Neper

John Von Neumann

28 décembre 1903 [Budapest, Hongrie]
8 février 1957 [Washington, USA]

John Von Neumann est loin d'être l'icône du savant romantique et torturé. Il était au contraire un chercheur accompli, à la vie sociale réussie, aux convictions politiques bien établies : il n'était pas révolutionnaire, et participa activement à l'effort de guerre des Etats-Unis.

Janos Neumann (il ne se fera appeler John Von Neumann qu'après 1937 et sa naturalisation américaine) naît le 28 décembre 1903 à Budapest. Il est le troisième fils d'un des plus riches banquiers de Hongrie, et vit dans un milieu intellectuel particulièrement stimulant : les plus grands scientifiques, les écrivains les plus réputés fréquentent le salon de ses parents. Il dispose de dons exceptionnels pour l'apprentissage, qu'il emploie pour des passions aussi variées que l'histoire (il lit les 44 volumes de l'encyclopédie d'histoire contemporaine de la bibliothèque de ses parents), les langues ou les mathématiques. Ses aptitudes dans cette dernière discipline sont très vite repérées, et, alors qu'il suit un cursus normal au lycée, il reçoit des cours particuliers d'un jeune universitaire, Fekete. Janos Neumann écrira avec lui son premier article de recherche à 17 ans !

A l'université, il étudie la chimie à Zurich, à la demande de son père qui souhaite que son fils obtienne une bonne situation. Mais Von Neumann est peu intéressé par la chimie, et il suit parallèlement le cours d'Einstein à Berlin, et des cours de mathématiques à Budapest où il ne passe en réalité que les examens. En 1926, il a en poche son diplôme d'ingénieur chimiste, et un doctorat de mathématiques. C'est ce domaine qu'il choisit, en devenant un an plus tard professeur à Berlin.

Le début de sa carrière est consacré aux fondements logiques des mathématiques (à la suite des travaux de David Hilbert) et aux fondements mathématiques de la mécanique quantique. En logique, Von Neumann propose une nouvelle axiomatisation de la théorie des ensembles, et une construction rigoureuse des nombres ordinaux. Il abandonne cette discipline à la suite des travaux de Gödel et notamment de son célèbre théorème d'incomplétude. En mécanique quantique, il unifie les théories de Schrödinger et de Heisenberg. Il apporte notamment le puissant outil des algèbres d'opérateurs (dites algèbres de Von Neumann).

En 1929, peu avant de partir aux Etats-Unis, Von Neumann épouse Mariette Kosevy. Malgré la naissance d'une fille en 1935, leur mariage est un échec qui se solde par un divorce en 1936, et un remariage en 1938. De 1930 à 1933, Von Neumann passe la moitié du temps à Berlin, et l'autre moitié à Princeton, avant de s'installer définitivement aux Etats-Unis suite à la montée du nazisme et de l'antisémitisme en Europe (il est juif non pratiquant).

Ses premières années aux Etats-Unis sont consacrées à la théorie mathématique des jeux, discipline qu'il crée avec l'économiste Oskar Morgenstern. La théorie des jeux consiste en l'élaboration de stratégies pour des situations où plusieurs personnes interviennent et ont des stratégies contradictoires : les conflits guerriers et les concurrences économiques en sont de bons exemples.

Puis, avec l'imminence de la guerre, Von Neumann se consacre à des recherches plus appliquées. Après sa naturalisation, il devient un des principaux consultants de l'armée américaine. A compter de 1943, il participe activement à la mise au point de la première bombe atomique à Los Alamos. A cette occasion, il développe avec Steeve Ulam les méthodes dites de Monte-Carlo qui permettent, en simulant un grand nombre de tirages aléatoires, de donner des solutions numériques à des équations aux dérivées partielles. Il perçoit aussi, lors de la réalisation de la bombe, l'importance à venir des machines électroniques pour réaliser des calculs insurmontables à la main. Il contribue de façon décisive à la mise en oeuvre des premiers ordinateurs. Il est ainsi le premier à avoir l'idée que le programme doit être codé et rangé dans la mémoire de la machine à côté des données des calculs. En particulier, une seule machine peut réaliser toute sorte de calculs différents. Ce modèle dit de Von Neumann préside toujours à la conception des ordinateurs modernes.

Après la guerre, Von Neumann continue à travailler à la conception des ordinateurs. Il est consultant chez IBM, pour le gouvernement, pour l'armée. Il travaille encore à la réalisation de la première bombe H, et soutient activement l'effort militaire des Etats-Unis pendant la guerre froide, peut-être en raison d'un anticommunisme remontant aux événements révolutionnaires hongrois de 1919. Il se consacre aussi à la théorie des automates cellulaires, dans le but d'expliquer la vie par des règles logiques simples. Hélas, la maladie l'empêchera de mener ce projet à terme, et il décède le 8 février 1957à Washington, d'un cancer des os.

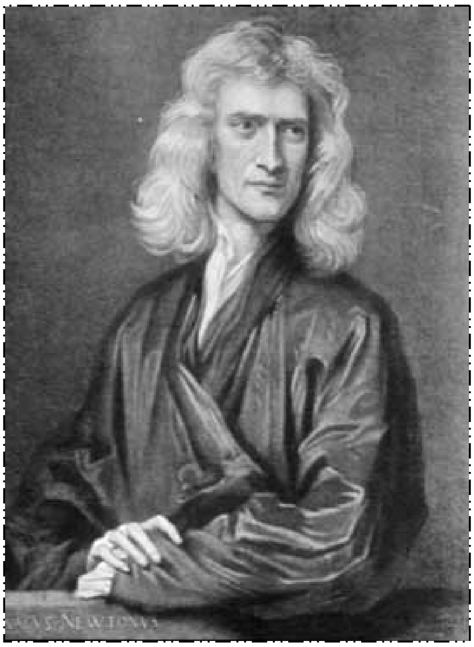
Terminons cette petite biographie par deux citations célèbres :
"Si quelqu'un croit que les mathématiques sont difficiles, c'est simplement qu'il ne réalise pas comme la vie est complexe !";
" En mathématiques, on ne comprend pas les choses, on s'y habitue.".

Son nom est associé à :

Equations de Neumann

Isaac Newton

4 janvier 1643 [Woolsthorpe, Angleterre]
31 mars 1727 [Londres, Angleterre]



On connaît en général de la vie de Newton l'épisode légendaire de la pomme qui lui aurait suggéré la théorie de la gravitation. Mais on oublie souvent que ce génial physicien fut aussi un brillant mathématicien, à l'époque où les frontières entre les sciences étaient peu marquées.

Isaac Newton est né prématurément à Woolsthorpe le 4 janvier 1643. Ses parents sont fermiers, mais son père décède deux mois avant sa naissance. Sa mère se remarie, et il semble que l'enfance de Newton, envoyé chez sa grand-mère, ne soit pas très heureuse. A l'école publique de Grantham, Newton est un élève peu attentif. Vers 16 ans, il est rappelé par sa mère pour s'occuper du domaine familial, mais ce travail ne lui convient guère, et il retourne à l'école pour préparer son entrée à l'Université. Stokes est le premier à déceler chez Newton un talent prometteur, et il l'aide à entrer au Trinity College de Cambridge en 1661. Là-bas, en dehors des cours de philosophie cartésienne, Newton s'intéresse personnellement à l'astronomie, et donc aux mathématiques car il lui manque de nombreuses notions géométriques pour comprendre les travaux de Halley.

A l'été 1665, la peste s'abat sur l'Angleterre, et Newton doit retourner dans sa région natale. C'est pendant cette période de deux ans que l'on situe ses premières avancées spectaculaires en mathématiques, physique, et plus particulièrement en optique : Newton comprend que la lumière blanche n'est pas une entité, mais est la somme de lumières colorées. A son retour à Cambridge, son génie est détecté par Barrow, qui fait connaître ses travaux, l'aide à réussir ses derniers examens universitaires, et en 1669 l'élève succède au maître à la chaire de mathématiques. En 1672, il entre à la Royal Society de Londres suite à la fabrication d'un télescope à miroir sphérique dépourvu d'aberration chromatique.

L'œuvre majeure de Newton est le *Philosophiae naturalis principia mathematica* paru en 1687, qui marque le sommet de la pensée newtonienne. Les *Principia* marquent les débuts de la mathématisation de la physique. Ils comportent tous les fondements principaux de la mécanique classique : égalité de l'action et de la réaction, principe d'inertie, et surtout loi de gravitation universelle : deux corps s'attirent avec une force proportionnelle au produit de leur masse et inversement proportionnelle au carré de leur distance. En mathématiques, outre la classification des coniques et la formule du binôme pour des exposants non entiers, Newton est considéré comme le co-inventeur du calcul infinitésimal, appelé par lui méthode des fluxions. Ce calcul infinitésimal est envisagé à travers la cinématique, alors que chez Leibniz il procède de la géométrie. La dérivation est encore envisagée de manière intuitive, mais les jalons de l'analyse moderne sont posés.

Newton était sans doute une personnalité complexe et tourmentée. Il répugne à communiquer aux autres scientifiques ses découvertes, ce qui lui vaudra quelques violentes querelles de priorité avec Hooke (pour la gravitation universelle) et Leibniz (au sujet du calcul infinitésimal). Il consacre beaucoup de temps à l'alchimie, à la théologie. En 1693, Newton souffre d'une grave crise de dépression nerveuse, qui lui fait abandonner toute recherche nouvelle, au profit d'une synthèse et des perfectionnements de ses résultats antérieurs. Il occupe également des fonctions administratives prestigieuses : il est nommé directeur de la Monnaie, et en 1703, il est élu Président de la Royal Society.

Anobli en 1705, il décède le 31 mars 1727 à Londres, et il est inhumé à l'abbaye de Westminster, aux côtés des rois d'Angleterre.

Son nom est associé à :

Binôme de Newton
Méthode de Newton
Méthodes de Newton-Cotes
Trident de Newton

Emmy Noether

23 mars 1882 [Erlangen, Allemagne]
14 avril 1935 [Pennsylvanie, USA]

Née le 23 mars 1882 à Erlangen, Emmy Noether est probablement la plus grande mathématicienne du vingtième siècle. Elle est la fille de Max Noether, un grand mathématicien dont deux autres fils seront scientifiques. La vocation d'Emmy n'est pas précoce, puisqu'elle se destine d'abord à être professeur d'anglais et de français. Mais malgré un certificat obtenu, elle n'enseignera pas dans les lycées de jeunes filles et décide à 18 ans d'entreprendre des études universitaires en mathématiques.

C'est alors une voie très difficile pour une jeune fille : celles-ci ne sont autorisées que depuis 1900 à s'inscrire dans les universités allemandes, et encore de façon non officielle et en demandant à chaque professeur une dérogation pour passer l'examen. Après 3 ans d'études à Erlangen et Göttingen, elle revient à Erlangen en 1904, et soutient une thèse en 1907 sous la direction de Gordan portant sur les invariants algébriques. Ne pouvant enseigner à l'Université, elle aide son père et poursuit ses propres travaux.

Remarquée par Hilbert, elle est invitée par ce dernier à Göttingen, et elle l'assiste dans ses travaux en relativité. Elle prouve notamment un rapport entre les symétries de la physique et les principes de conservation, chose qui impressionna Einstein. Hilbert essaie de faire beaucoup pour la carrière de Noether, mais il se heurte aux résistances et aux esprits opposés aux femmes. Ainsi Noether est autorisée à donner des cours, mais sous couvert du nom d'Hilbert et sans être rémunérée.

Après la Première Guerre Mondiale, les mentalités évoluent (le droit de vote est octroyé aux femmes en 1919 en Allemagne), et Noether est autorisée à passer son habilitation en 1922. Cependant, elle n'a jamais pu obtenir de poste à la mesure de son talent. Son intérêt se porte alors sur l'algèbre abstraite, la théorie des anneaux et des idéaux, l'abstraction de propriétés vraies dans le cas particulier des polynômes. Le talent mathématique d'Emmy Noether est marqué par la prédominance des concepts, au détriment des calculs. Son travail conduit ainsi les mathématiciens à raisonner en termes abstraits (groupes, anneaux, idéaux) plutôt qu'en terme de calculs. Ses conférences sont difficiles à suivre; pourtant, une école se constitue autour d'elle, les "Noether's boys", venus de toute l'Europe, qui sont charmés par la personnalité d'Emmy. C'est pourquoi il faut mesurer l'importance de Noether non pas uniquement dans ses propres travaux, mais aussi dans l'influence qu'elle a eu sur McLane, Van der Waerden ou Chevalley.

A l'arrivée au pouvoir des nazis en 1933, Noether, comme la plupart des scientifiques juifs, est renvoyée de l'Université. Elle trouve refuge à l'Université de Bryn Mawr, en Pennsylvanie, et donne également des cours au prestigieux Institut of Advanced Studies de Princeton. Elle décède brutalement en 1935 des suites d'une intervention pourtant bénigne.

Son nom est associé à :

Anneau Noethérien

Max Noether

24 septembre 1844 [Mannheim, Allemagne]
13 décembre 1921 [Erlangen, Allemagne]

La jeunesse de Max Noether, né de parents commerçants, est marquée par une attaque de poliomyélite à l'âge de 14 ans, qui lui laissera un handicap toute sa vie. Cette maladie l'empêche également de suivre normalement le lycée, ce qu'il compense par des cours particuliers.

Après des études à Heidelberg, où il passe son doctorat en 1868, Noether mène une carrière brillante à l'Université d'Erlangen. Il est un des plus grands spécialistes de la géométrie algébrique de la seconde moitié du dix-neuvième siècle, et il prouve notamment un théorème important sur l'intersection de deux courbes algébriques.

Il épouse Ida Kaufmann, et ils auront quatre enfants, dont trois seront scientifiques. Sa fille notamment, Emmy Noether, fut une des plus grandes mathématiciennes du vingtième siècle, et améliora certain de ses théorèmes.

Paul Painlevé

5 décembre 1863 [Paris, France]
29 octobre 1933 [Paris, France]

Paul Painlevé fut un grand mathématicien au tournant du XIX$^{\text{ème}}$ et du XX$^{\text{ème}}$ siècle, peut-être pas le plus grand, mais probablement un des plus connus hors du sérail scientifique, tant il eut en effet une carrière politique brillante qui l'amena à exercer les plus hautes responsabilités au sommet de l'état.

Fils d'un dessinateur lithographe, il effectue des études brillantes dans les "grands lycées" parisiens, avant d'intégrer l'Ecole Normale Supérieure en 1883. Il profite de cette période pour aller suivre les cours de Schwarz et de Klein à Göttingen, avant de passer l'agrégation en 1886 et d'obtenir son doctorat en 1887. Il part alors enseigner la mécanique à Lille, et il revient en 1892 à Paris : il sera successivement professeur à la Sorbonne, à l'Ecole Normale Supérieure, au Collège de France et à l'Ecole Polytechnique. A compter de 1900, il est aussi membre de l'Académie des Sciences, dont il est le président en 1918.

Les contributions essentielles de Painlevé concernent les équations différentielles. Il étudie les équations différentielles du second ordre (celles qui s'écrivent $y''=f(x,y,y')$), et résout notamment des équations qui avaient résisté à Poincaré et Picard en introduisant de nouvelles fonctions transcendantes, c'est-à-dire des fonctions qui ne peuvent pas s'écrire à l'aide des fonctions usuelles. Ces fonctions portent désormais le nom de fonctions de Painlevé.

Painlevé est également un passionné d'aéronautique : il effectue son baptême de l'air en 1908 comme passager de Wilbur Wright alors que ce dernier bat le record de durée de vol (1H10). Un an plus tard, il crée le premier cours universitaire de mécanique des fluides appliqué à l'aéronautique.

La carrière politique de Painlevé commence avec l'affaire Dreyfus, dont il est un des plus farouches défenseurs. Il se fait ensuit e élire député du Vème arrondissement de Paris en 1910, puis entre au gouvernement en 1915 comme ministre de l'Instruction Publique. Ministre de la guerre en mars 1917, puis Président du conseil en septembre de la même année, c'est notamment lui qui nomme Philippe Pétain commandant en chef et Ferdinand Foch chef d'état-major des armées. Il est toutefois remplacé par Georges Clemenceau dès novembre 1917.

Après la fin de la guerre, il anime le cartel des gauches, et préside un temps la chambre des députés. Candidat malheureux à l'élection à la Présidence de la République face à Gaston Doumergue en 1924, il est à nouveau Président du Conseil de 17 avril au 22 novembre 1925. Il est ensuite ministre de la guerre (un des instigateurs de la ligne Maginot) et le premier ministre de l'air.

A l'occasion de son décès en octobre 1933, des funérailles nationales sont organisées, et Painlevé est inhumé au Panthéon.

Blaise Pascal

19 juin 1623 [Clermont, France]
19 août 1662 [Paris, France]

Blaise Pascal est né le 19 juin 1623 à Clermont, maintenant Clermont-Ferrand. Il est le 3ème enfant et unique fils d'Etienne Pascal, qui est Président de la Cour des Aides, et appartient ainsi à la noblesse de robe (on trouve alors dans ce milieu, ainsi que dans les milieux ecclésiastiques, parmi les gens les plus cultivés). Quant à sa mère, Antoinette Begon, elle décède 3 ans après sa naissance. En 1631, la famille s'installe à Paris.

C'est Etienne Pascal qui prend en charge l'éducation de son fils, loin des bancs du collège ou de l'université. Il a des visions peu orthodoxes, et il interdit à son fils l'apprentissage des mathématiques avant 15 ans. Mais la légende raconte que Blaise, piqué par la curiosité, fut surpris par son père en train de démontrer seul, à 12 ans, que la somme des angles d'un triangle fait 180°. A la suite de cela, il fut autorisé (et encouragé) à lire les « Eléments » d'Euclide.

Dès 14 ans, Blaise Pascal accompagne son père aux rencontres de l'Académie du minime Marin Mersenne, où divers scientifiques débattent de toutes sortes de questions. A 16 ans, il y fait son premier exposé, où il démontre plusieurs théorèmes de géométrie projective, dont la fameuse propriété de l'hexagone mystique inscrit dans une conique. Un an plus tard, il publie « Essai pour les coniques ».

En 1639, Etienne Pascal est promu par Richelieu commissaire à la levée des impôts auprès de l'Intendant de Normandie, et la famille s'installe à Rouen. La tâche de collecte des impôts est ardue et répétitive, et pour soulager le travail de son père, Blaise Pascal a l'idée d'une machine pour automatiser les calculs : c'est la première machine à calculer de l'histoire, mise au point en 1642.

L'année 1646 marque un premier tournant dans la vie de Pascal : son père s'est blessé à la cuisse, et il est soigné par deux médecins, les frères Deschamps, qui font lire à la famille des ouvrages d'inspiration janséniste, et la convertissent à une vie chrétienne plus fervente. C'est la "première conversion" de Pascal.

En 1647, des problèmes de santé contraignent Pascal à retourner à Paris. Sur un plan scientifique, Pascal s'intéresse à la querelle de l'existence du vide, qui oppose Torricelli à Descartes. Il propose plusieurs expériences pour valider l'existence du vide, et fait notamment réaliser par son beau-frère une expérience célèbre au sommet du Puy-de-Dôme qui établit de façon irréfutable le rôle joué par la pression de l'air.

Le 24 septembre 1651, le père de Pascal décède et ceci l'affecte beaucoup. Au contraire de sa sœur Jacqueline, qui entre au monastère de Port-Royal, Pascal trouve refuge dans la vie mondaine et les sciences. Il s'intéresse alors aux nombres, a des échanges épistolaires avec Fermat qui fondent la théorie des probabilités (on doit notamment à Pascal l'invention du concept d'espérance), étudie en 1654 le triangle arithmétique et invente ainsi le raisonnement par récurrence.

La nuit du 23 novembre 1654, Pascal connaît une nuit d'extase mystique, où il rencontre Dieu et est habité par des sentiments de "certitude, joie, paix, pleurs de joie". C'est la "seconde conversion" de Pascal, qui le conduit à renoncer aux plaisirs du monde, et aux sciences humaines, vaines face aux sciences divines. Il se retire à compter de 1655 chez les jansénistes de Port-Royal, qui s'opposent alors aux jésuites de la Sorbonne. Pascal prend part à la querelle, défendant ses amis jansénistes par l'écriture de 18 lettres appelées les "Provinciales" (du titre de la 1ère, Lettres écrites à un provincial par un de ses amis).

Pascal reprend contact après 1658 avec la vie scientifique en étudiant les propriétés de la cycloïde. Il commence également à rédiger une apologie de la religion chrétienne, qui sera publiée à titre posthume sous le nom de Pensées. Il tombe gravement malade en février 1659, et ceci ralentit la réalisation de ses projets. Sa dernière invention est la création des carrosses aux 5 sols, premier système de transport en commun à Paris. Il décède le 19 août 1662, sans doute des suites d'un cancer de l'estomac.

Une mort jeune (39 ans), une multitude de passions et une santé fragile ont sans doute empêché Pascal d'avoir une production mathématique plus large. Il faut terminer en soulignant l'art d'écrire chez cet homme, aussi bien dans ses écrits scientifiques que philosophiques.

Son nom est associé à :

Limaçon de Pascal
Loi de Pascal
Théorème de Pascal Hexagone mystique
Triangle de Pascal
Pascaline Machine de Pascal

Giuseppe Peano

27 août 1858 [Cuneo, Italie]
20 avril 1932 [Turin, Italie]

Giuseppe Peano est un mathématicien et philosophe italien dont les travaux les plus importants datent de la fin du XIXè siècle. Il est l'un des premiers à avoir compris l'importance de fonder les mathématiques sur quelques axiomes précis, et d'en déduire ensuite propriétés, théorèmes... Il vit aussi l'importance des symboles issus de la logique et de la théorie des ensemble pour donner une exposition formelle, claire et unifiée des mathématiques.

Peano est né le 27 août 1858 dans une ferme du Piedmont. En 1870, aidé par son oncle qui a repéré ses dons, il rejoint Turin pour ses études secondaires et universitaires. Il obtient son doctorat en 1880, et enseigne de suite dans la même université comme assistant de Genocchi. La santé de ce dernier est alors chancelante, et Peano le supplée dès 1882 pour le cours de calcul infinitésimal. Son premier travail important est d'ailleurs un traité sur ce calcul infinitésimal, basé sur les lectures de Genocchi. En 1886, il prouve que les équations différentielles du type $y'=f(x,y)$ ont toujours une solution locale, mais pas nécessairement unique, si f est continue. Ceci complète des résultats de Cauchy et Lipschitz, qui avaient donné des énoncés dans le cas où f vérifie des conditions plus fortes.

L'intérêt de Peano se porte alors en 1887 (année de son mariage) sur la logique et la construction formelle des objets mathématiques; il est le premier à utiliser les symboles d'intersection et de réunion. L'étude des ouvrages de Grassman le conduit à une définition axiomatique des espaces vectoriels. Surtout, il donne en 1889 une définition complètement axiomatique de l'ensemble des entiers naturels, qu'on appelle désormais arithmétique de Peano. Son attachement à écrire des définitions claires, son sens de la rigueur, font que Peano découvre de nombreuses erreurs ou approximations dans les traités classiques, ou même ceux de ses contemporains. Il devient une sorte de "roi du contre-exemple", le plus célèbre étant la courbe de Peano qui remplit un carré.

En 1900, avec le déroulement successif à Paris des congrès internationaux des mathématiciens et de Philosophie, a lieu l'apogée de la carrière de Peano. Il s'est ensuite attelé à la réalisation de deux énormes tâches. La première est la création et la défense d'un langage international. Il propose un langage artificiel, "Latino sine flexione", qu'il appellera aussi Interlingua, une sorte de latin sans déclinaisons et enrichi de vocabulaire anglais, français et allemand. Il entreprend aussi la rédaction d'une gigantesque encyclopédie des mathématiques, qui doit contenir tous les théorèmes découverts, et leurs démonstrations. La rédaction de cet ouvrage, Formulario Mathematico, est rendue possible par l'utilisation du langage formel que Peano lui-même a introduit. L'édition finale parait en 1908, mais ne sera que peu utilisée, peut-être en partie parce qu'elle était rédigée en "Latino sine Flexione".

En tant qu'enseignant, Peano succède à Genocchi en 1890 à la chaire de calcul infinitésimal de l'Université de Turin. Il est aussi enseignant à l'Académie Royale Militaire. Réputé à ses débuts comme bon pédagogue, il devient ensuite un piètre enseignant, son abus de symboles déroutant complètement ses élèves, et il est même renvoyé de l'Académie Royale militaire en 1901.

Peano décède le 20 avril 1932 à Turin. Il avait auparavant été fait commandeur de la couronne d'Italie en 1921.

Son nom est associé à :

Théorème de Cauchy-Peano
Arithmétique de Peano
Courbes fractales de Peano et de Hilbert

Charles Emile Picard
24 juillet 1856 [Paris, France]
11 décembre 1941 [Paris, France]

Emile Picard est né le 24 juillet 1856 à Paris. Son père est directeur d'une fabrique de soie, mais il décède lors du siège de Paris en 1870. Grâce à l'abnégation de sa mère, Picard peut néanmoins étudier au lycée Napoléon (futur lycée Henry IV) où il se révèle excellent élève, mais bizarrement est peu attiré par les mathématiques. Selon ses dires : "J'ai détesté la géométrie, mais l'apprenais par cœur pour ne pas être puni".

Ses intérêts changent cependant, et il est reçu second à l'Ecole Polytechnique, et premier à l'Ecole Normale Supérieure. Finalement passionné par les sciences, il opte pour cette dernière, où il prépare l'Agrégation qu'il réussit en 1877. Après divers postes d'assistant à Paris et Toulouse, il devient en 1881 Maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure. Son nom est déjà célèbre dans le cercle des mathématiciens, car il vient de démontrer un théorème très important et très difficile : toute fonction entière non constante prend chaque valeur une infinité de fois, avec au plus une exception. Ce travail sur les singularités des fonctions holomorphes, complété plus tard par Julia, lui vaut une première nomination pour devenir membre de l'Académie des Sciences. Il est cependant trop jeune, et son élection est reportée en 1889 (il devient en outre Secrétaire perpétuel de cette institution en 1917). En cette année 1881 décidément très riche, il épouse Marie Hermite, la fille de Charles Hermite. Leurs 3 enfants décèderont pendant la Première Guerre Mondiale.

En 1885, Picard devient professeur à la Sorbonne, où il occupe la chaire de calcul différentiel. Là encore, son jeune âge est un gêne (il faut avoir au minimum 30 ans pour occuper un tel poste) et il faut utiliser une procédure astucieuse pour contourner la législation. Plus tard, Picard occupera la chaire d'analyse et d'algèbre, et il exercera aussi à l'Ecole Centrale des Arts et Manufacture (1894-1937) : il y forme à la mécanique plus de 10000 ingénieurs, et est, selon Hadamard, un excellent professeur.

Les travaux de Picard sont ardus, et ouvrent la voie à de nouvelles recherches. Il est le premier à utiliser le théorème du point fixe dans une méthode d'approximations successives qui permet de résoudre équations différentielles ou équations aux dérivées partielles. On lui doit également des travaux en géométrie algébrique, comme des recherches plus appliquées sur l'élasticité ou la chaleur. Il est aussi l'un des premiers défenseurs des théories d'Einstein. Son Traité d'Analyse constitua longtemps une référence, et Picard fut aussi philosophe et historien des sciences.

Parmi les distinctions que Picard a reçu, citons qu'il présida le congrès International des mathématiciens, qu'il fut élu membre de l'Académie Française en 1924, et qu'il reçut la médaille d'or Mittag-Leffler en 1937.

Son nom est associé à :

Grand théorème de Picard
Théorème du point fixe de Picard

Henri Poincaré

29 avril 1854 [Nancy, France]
17 juillet 1912 [Paris, France]

Jules Henri Poincaré fut le plus grand homme de sciences de la fin du XIX^{ème} et du début du XX^{ème}, le plus grand de France, cela ne fait pas de doutes, et peut-être même du monde, même si, contrairement à ses homologues allemands, notamment Hilbert, il ne laisse pas d'école derrière lui. Mathématicien hors pair, touche à tout, il est aussi connu des physiciens pour ses études sur la stabilité du système solaire, mais aussi des cercles philosophiques pour ses réflexions sur les fondements des sciences.

Henri Poincaré est né le 29 avril 1854 à Nancy. Sa famille appartient à l'élite intellectuelle de la ville : son père est neurologue et professeur à la faculté de Médecine, son cousin, Raymond, sera Président de la République de 1913 à 1920. Les études de Poincaré sont brillantes : plusieurs fois premier prix au Concours Général, bachelier ès lettres, bachelier ès sciences. En Mathématiques Spéciales, il se lie d'amitié avec Paul Appell, qui deviendra lui aussi un très bon mathématicien. Reçu à l'Ecole Normale Supérieure, et à l'Ecole Polytechnique, il opte pour cette dernière. Il y aura pour professeur Hermite.

Sorti ingénieur des Mines, Poincaré se consacre toutefois à la rédaction d'une thèse de doctorat qu'il défend le 1er octobre 1879. Gaston Darboux est notamment l'un des membres du jury, mais s'il loue un "théorème intéressant", il n'apprécie pas le travail de Poincaré à sa juste valeur.

Le 20 avril 1881, Henri épouse Louise Poulain d'Andecy, avec qui il aura 3 filles et un fils. Le couple s'établit à Paris car Henri vient d'être nommé maître de conférences à la Sorbonne. C'est le début d'une intense activité scientifique pour

Poincaré. En 30 ans, il publie une trentaine de volumes, et près de 500 notes, articles ou longs mémoires. Ses travaux changeront totalement le paysage mathématique de son époque. Il crée notamment de toutes pièces la théorie des fonctions fuchsiennes, révolutionne l'étude des équations différentielles par ses études qualitatives de solutions.

C'est en 1889 que le nom d'Henri Poincaré devient vraiment connu de tous. Il reçoit en effet le prix du roi Oscar pour un brillant mémoire sur le problème des 3 corps. Le roi Oscar est le roi de Norvège et de Suède, un passionné de mathématiques. Il décide d'offrir un prix de 2500 couronnes à une "découverte importante dans le domaine de l'analyse mathématique supérieure". Le jury est composé de Weierstrass, Mittag-Lefflet, Hermite, et c'est le mémoire de Poincaré qui les impressionne le plus. Pourtant, il comportait une erreur que le jeune mathématicien Phrägmen détecte alors qu'il prépare le manuscrit pour l'imprimeur. Cette erreur obligera Poincaré à procéder à de profonds remaniements dans son mémoire, et aussi à rembourser les frais d'impression du premier mémoire, une somme supérieure de quelques mille couronnes au prix qu'il avait reçu. Mais comme souvent en mathématiques, les erreurs sont fécondes, et celle-ci permit à Poincaré d'ouvrir la porte de la théorie du chaos.

Poincaré était également un philosophe des sciences reconnu. Dans La Science et l'hypothèse, publié en 1902, il affirme le rôle essentiel du principe de récurrence. Plus tard, il interviendra dans la crise des fondements des mathématiques, s'opposant aux idées de Hilbert et de Russell. Le 28 juin 1909, il entre à l'Académie Française, privilège rare pour un scientifique. Il décède le 17 juillet 1912 d'une hypertrophie de la prostate.

Son nom est associé à :

Crible de Poincaré
Conjecture de Poincaré
Théorème de Poincaré Formes différentielles exactes et fermées
Théorème de récurrence de Poincaré

Siméon Denis Poisson

21 juin 1781 [Pithiviers, France]
25 avril 1840 [Sceaux, France]

Siméon Denis Poisson est né le 27 juin 1781 à Pithiviers. Son père y a été envoyé occuper un poste administratif peu important après sa carrière de soldat, ce qu'il a ressenti comme une grande frustration. Après la Révolution, il est nommé à la tête du gouvernement local, et souhaite alors aider son fils, qui est pétri de talents, à trouver une bonne situation. Ainsi, Siméon Denis est d'abord envoyé chez son oncle, chirurgien à Fontainebleau. Très vite, il apparaît cependant qu'il n'est pas fait pour la médecine. D'abord, ceci ne l'attire guère. Ensuite, il est très peu doué de ses mains, et les premiers patients qu'il opère décèdent quelques heures après l'intervention.

Après avoir renoncé à une carrière médicale, Poisson étudie à l'Ecole Centrale de Fontainebleau, puis il réussit (en première position!) le concours d'entrée à l'Ecole Polytechnique en 1798. Il y est un étudiant brillant, hormis en géométrie descriptive où son manque d'habileté manuelle l'empêche de réaliser des figures correctes. Dès 1800, il écrit deux mémoires importants, l'un sur la méthode d'élimination de Bézout, l'autre sur les équations aux différences finies. Ils sont si bons que le second est publié dans le Recueil des savants étrangers, ce qui constitue un honneur exceptionnel pour un homme aussi jeune, et qu'il devient dès son diplôme obtenu répétiteur à l'Ecole Polytechnique, sous la recommandation de Laplace. Il accèdera rapidement au statut de professeur suppléant en 1802, puis complet en 1806, en remplacement de Fourier que Napoléon a nommé Préfet à Grenoble.

Les travaux de Poisson sont nombreux (près de 400 publiés) et touchent surtout aux mathématiques appliquées. Il étudie le mouvement du pendule, les petites perturbations des mouvements planétaires. Pour les aspects plus orientés vers la physique, on lui doit les lois de l'électrostatique, et une définition de l'électricité comme un fluide où les éléments semblables se repoussent et les éléments contraires s'attirent (en 1812). Pour les aspects plus orientés vers les mathématiques, il est à l'origine de travaux sur les séries de Fourier qui préfigurent ceux de Dirichlet; il écrivit aussi en 1837 un important mémoire sur les probabilités, Recherches sur la probabilité des jugements en matières criminelles et matière civile, dans lequel apparaît la distribution qui porte désormais son nom (la distribution de Poisson décrit la probabilité qu'un événement ait lieu durant un intervalle de temps donné, pourvu que la probabilité de réalisation d'un événement est très faible, mais que le nombre d'essais est très grand). Ce traité ne fut pas tellement remarqué par les contemporains de Poisson, mais eut une grande influence par la suite.

Peu attiré par la politique, Siméon Denis Poisson eut en revanche une frénésie d'occupations : astronome au bureau des longitudes, membre de l'Académie des Sciences (à partir de 1812), examinateur pour l'obtention du diplôme de l'Ecole Polytechnique, professeur de mécanique à la Faculté des Sciences, etc. Sa devise expliquait une telle force pour le travail : « La vie n'est bonne qu'à deux choses : découvrir les mathématiques et enseigner les mathématiques ». Signalons qu'il trouva (tout de même!) le temps d'épouser Nancy de Bardi en 1817.

Son nom est associé à :

Loi de Poisson
Formule sommatoire de Poisson
Noyau de Poisson
Processus de Poisson

Jean Victor Poncelet

1er juillet 1788 [Metz, France]

22 décembre 1867 [Paris, France]

Après des études secondaires au lycée de Metz, Jean Victor Poncelet entre à l'école Polytechnique en 1807 où il est étudiant de Monge. Il commence sa carrière comme militaire. Lieutenant du génie, il participe à la campagne de Russie de 1812. Il est laissé pour mort par les Français lors de la bataille de Krasnoï. Récupéré par les Russes, il est contraint à une marche de cinq mois jusque Saratov où il est emprisonné deux ans. Durant cette marche et cette détention, alors qu'il est privé de tout ouvrage scientifique, il restitue de mémoire les cours de Monge et de Carnot, et met au point sa théorie des propriétés projectives des figures.

A son retour à Metz, il poursuit sa carrière militaire tout en affinant ses recherches sur la géométrie projective. Il publie en 1822 son principal ouvrage, « Traité des propriétés projectives des figures ». A partir de 1825, il enseigne la mécanique à Metz, et trouve des procédés pour améliorer l'efficacité des turbines et des moulins à eau. En 1834, il devient membre de l'Académie des sciences, puis est nommé professeur à la faculté des sciences de Paris, avant de devenir commandant de l'Ecole Polytechnique avec le grade de général. Membre de l'assemblée constituante, il refuse en 1848 de servir le second Empire et est démis de ses fonctions.

La géométrie projective est une branche délaissée en France depuis Desargues. Dans cette géométrie, on s'intéresse aux propriétés des figures invariantes par projection centrale. On y est amené à introduire une droite de l'infini qui représente les directions des droites : dans cette géométrie, deux droites parallèles du plan se coupent en un point de la droite de l'infini.

L'apport principal de Poncelet dans cette géométrie est de deux ordres. Il remarque d'abord la symétrie de certains énoncés de géométrie si l'on échange dans ces énoncés les mots "point" et "droite". Cette symétrie est encore plus remarquable si on considère la droite de l'infini. Poncelet en déduit un principe de dualité qui permet de démontrer automatiquement de nouveaux théorèmes à partir d'anciens. D'autre part, Poncelet énonce un principe de continuité qui affirme que les propriétés d'une figure, invariantes par certaines transformations, ne changent pas si cette figure prend une position limite. Poncelet n'a pas les outils topologiques pour prouver ce principe, mais il le défend ardemment face aux critiques de ses contemporains. Il faudra attendre le XX^ème^ siècle pour obtenir une véritable preuve de ce principe, mais il permet à Poncelet d'établir de nombreuses propriétés des coniques.

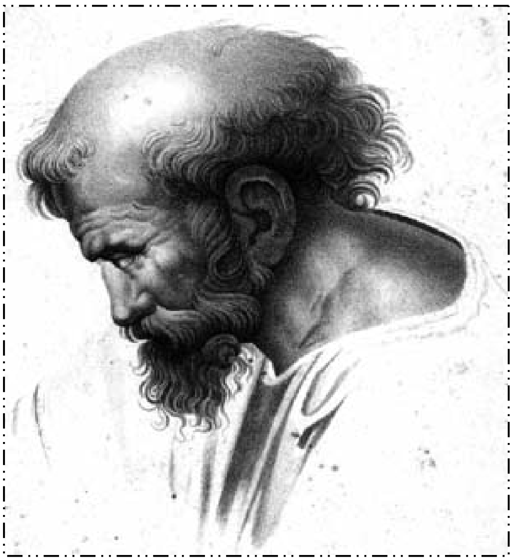
Les travaux de Poncelet entraînèrent un regain d'intérêt pour la géométrie, notamment auprès des mathématiciens allemands, comme Steiner, Von Staudt, ou Klein. En France, c'est Michel Chasles qui les popularisera.

Son nom est associé à :

Théorème de Poncelet

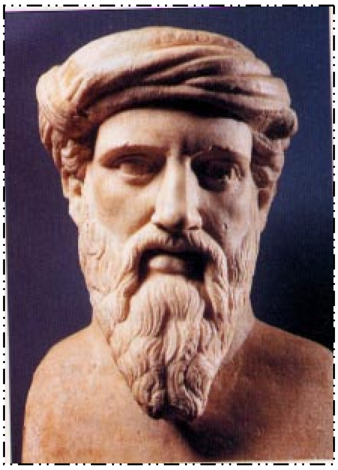
Pythagore

Vers 569 avant J.C. [Samos]
Vers 475 avant J.C.



Pythagore est un mathématicien grec de la fin du VIème siècle avant J.-C. Né dans l'île de Samos (voir une carte), il partit fonder une école proche d'une secte à Crotone, dans le sud de l'actuelle italie.

Pythagore y étudiait les mathématiques, la musique, ou la philosophie. Il professait ainsi toutes sortes d'idées, comme la métempsycose (possibilité de renaître, après la mort, sous la forme d'un autre être vivant, et ainsi d'avoir plusieurs vies). Les disciples rapportaient toutes leurs découvertes scientifiques au maître, de sorte qu'on ne peut plus distinguer à ce jour les inventions de Pythagore et celles de ses disciples. L'école avait également une activité politique, en faveur du régime aristocratique, ce qui finit par déclencher une émeute populaire au cours de laquelle l'école fut détruite.



On connaissait la propriété de Pythagore "Dans un triangle rectangle, le carré de l'hypoténuse est égal à la somme des carrés des deux autres côtés" bien avant cette époque. On a en effet découvert des tablettes d'argile gravées par les Babyloniens, probablement vers 1800 av J-C, donnant les longueurs des côtés de 15 triangles rectangles différents.

Ce serait du vivant de Pythagore que son nom serait associé à la fameuse relation, et la légende rapporte que Pythagore en fut si fier qu'il sacrifia aux dieux une hécatombe, c'est-à-dire 100 bœufs. L'école de Pythagore a peut-être été la première à donner une preuve du théorème. Depuis, les Chinois, les Hindous, les Arabes, les Occidentaux (parmi lesquels Léonard de Vinci) ont imaginé des centaines de démonstration. Dans un livre, « The Pythagorean » proposition, Elisha Scott Loomis en a réuni 370.

Son nom est associé à :

L'escargot de Pythagore
Pythagore généralisée Formule d'Al-Kashi
Table de Pythagore

Srinivasa Ramanujan

22 décembre 1887 [Erode, Inde]
26 avril 1920 [Kumbakonam, Inde]

Génial mathématicien indien du début du vingtième siècle, Srinivasa Ramanujan est né le 22 décembre 1887 à Érode, dans le sud de l'Inde, dans la province de Madras, d'une famille très pauvre. Très jeune, il est détecté comme particulièrement doué pour les mathématiques, et il obtient une bourse dès l'âge de 7 ans. En 1903, il entre dans un collège gouvernemental local, mais il échoue aux examens tant il est obnubilé par les mathématiques. Ce scénario se répétera pendant 4 ans. Comme il se marie en 1909, il doit trouver un métier, mais ses antécédents universitaires ne plaident pas en sa faveur. Toutefois, grâce à la recommandation de mathématiciens indiens, il obtient le mécénat d'un riche amateur des mathématiques. En 1912, il obtient enfin un poste de fonctionnaire à Madras : il est commis au port.

Ramanujan s'est formé aux mathématiques de façon totalement indépendante; il apprend notamment toute l'analyse dans Synopsis of Elementary Results in Pure Mathematics, de Carr, une collection de plusieurs milliers de théorèmes énoncés la plupart sans démonstrations. Chaque fois qu'il fait une découverte, il la consigne dans un de ses carnets, avec des notations qui lui sont propres.

Son premier article date de 1911. En 1912, il envoie ses résultats à 3 éminents mathématiciens anglais, et seul Hardy, aidé de son éminent collègue Littlewood, en tiennent compte. Après vérifications, ils sont stupéfaits des résultats. Si certaines formules envoyées par Ramanujan sont classiques, mais inconnues pour lui, d'autres semblent totalement inédites, mais selon les dires d'Hardy : "Elles devaient être vraies car si elles ne l'étaient pas, personne au monde n'aurait eu assez d'imagination pour les inventer.". Hardy invite alors Ramanujan à Cambridge, et ce dernier s'embarque pour l'Angleterre en mars 1914. Hardy et Ramanujan collaborèrent pendant 5 ans de façon très constructive, l'habileté technique de Hardy se mariant à merveille avec le génie brut de Ramanujan. En 1917, Ramanujan est nommé membre du très célèbre Trinity College, et de la société royale de Londres, et il est le premier mathématicien indien à recevoir cette double distinction. Mais alors que sa renommée mathématique s'accroît, sa santé se détériore très vite, aggravée en cela par le régime strictement végétarien que suit Ramanujan, difficile à satisfaire dans l'Angleterre rationnée par la guerre. En 1919, il est de retour en Inde, où il décède le 26 avril 1920.

Le déchiffrage des carnets mathématiques de Ramanujan a pris tout le vingtième siècle. Son écriture mathématique était particulière, et il ne démontrait jamais ses résultats. Il n'avait d'ailleurs pas une idée claire de ce qu'était une démonstration, sa formation par le manuel de Carr n'y ayant guère contribué. Selon Littlewood, "il ne possédait peut-être pas du tout l'idée précise de ce qui est signifié par démonstration [...]; si un bout signifiant de raisonnement lui venait à l'esprit, et que, globalement, le mélange entre intuition et évidence lui donnait quelque certitude, il n'allait pas plus loin". Ramanujan a notamment été popularisé par ses formules pour calculer le réel Pi, qui furent grandement utilisées au cours de la seconde moitié du vingtième siècle pour calculer toujours plus de décimales de ce nombre mystique !

Voici une biographie de Ramanujan, trouvée sur le site du lycée Claude Fauriel :
http://mathematiques.fauriel.org

Un génie au pays de Vishnou : Srinivasa RAMANUJAN

(Erode 1887 - Kumbakonam 1920)

Le destin de ce mathématicien indien représente un cas unique dans l'histoire des mathématiques. Srinivasa Aiyangar Ramanujan est né le 22 décembre 1887 dans une famille pauvre de la caste des Brahmanes, dans la ville d'Erode au sud de l'Inde, dans le Tamil Nadu, danas la maison de sa famille maternelle. Après sa naissance, sa mère retourna à Kumbakonam où son père était comptable chez un drapier. Kumbakonan se trouve à environ 155 miles au sud-ouest de Madras. La précocité mathématique du jeune garçon fut vite reconnue, et il obtint à sept ans une bourse pour le lycée de Kumbakonam. On raconte qu'il récitait des formules mathématiques à ses camarades de classe, et savait par cœur un grand nombre de décimales de π. Cependant, Ramanujan n'avait pas de mentor et était autodidacte. À douze ans, il maîtrisait un ouvrage pourtant substantiel : la trigonométrie plane de S. Loney, publiée à Cambridge en 1893, où était expliqués les logarithmes de variables complexes, le calcul de π, les séries de Gregory, les sommes et les produits infinis, qui devaient jouer un grand rôle dans son œuvre. Trois ans plus tard, il se procurait le *Synopsis of elementary results in pure mathematics*, liste de 6165 problèmes, énoncés sans démonstration, ou avec de brèves démonstrations, compilée par George S. Carr. Ramanujan puisa toutes ses connaissances dans ces deux livres, et, lorsqu'il commença à consigner ses découvertes dans un carnet, à partir de 1904, il suivait évidemment l'exemple du livre de Carr.

Admis en 1903 dans un collège gouvernemental, il était tellement obnubilé par ses recherches mathématiques qu'il échoua à ses examens : ce scénario se répéta quatre ans plus tard dans un collège de Madras. Comme le nota plus tard Hardy de manière acerbe : *« Le collège de Kumbakonam a rejeté le seul grand homme qu'il ait jamais possédé. »* Ramanujan se maria en 1909 avec une fillette de neuf ans, S. Janaki, qui lui survécut pendant 64 ans, et que Bruce Berndt put interroger en 1984. Après son mariage, il dut abandonner ses recherches pour chercher un emploi. Par chance en 1910, R. Ramachandra Rao, riche mécène passionné de mathématiques, lui alloua une somme mensuelle, grâce aux vives recommandations de mathématiciens indiens qui avaient été frappés des découvertes transcrites dans les carnets de Ramanujan. Sa première publication mathématique parut en 1911. En 1912, souhaitant un poste plus indépendant et plus conventionnel, celui-ci devint fonctionnaire au Comptoir de Madras, présidé par un ingénieur britannique, Sir Francis Spring, et administré par V. Ramaswami Aiyar, fondateur de la Société mathématique indienne. Ceux-ci encouragèrent Ramanujan à envoyer ses résultats à d'éminents mathématiciens, les professeurs Hobson, Baker, Hill et Hardy. Seul celui-ci répondit.

G. H. Hardy reçut la lettre de Ramanujan le 16 janvier 1913, et ne pensait pas lui accorder plus d'importance qu'aux nombreuses lettres de philomathes amateurs qu'il recevait. Après dîner cependant, il s'attaqua avec son collègue Littlewood aux 120 formules et théorèmes que Ramanujan avait joints à sa lettre. Quelques heures plus tard, leur conviction était établie : ils avaient affaire à l'œuvre d'un génie (d'après sa propre « échelle des capacités pures » en mathématiques, Hardy donna à Ramanujan la note 100 alors qu'il n'attribuait que 80 à Hilbert, 30 à Littlewood, et 25 à lui-même). Si certaines formules de Ramanujan étaient connues, d'autres erronées, plusieurs le déconcertaient tellement qu'il ne savait pas comment les démontrer. Pourtant *« elles devaient être vraies car si elles ne l'étaient pas, personne au monde n'aurait eur assez d'imagination pour les inventer »*.

Hardy invita Ramanujan à Cambridge. En dépit des réticences de sa mère, celui-ci s'embarqua pour l'Angleterre en mars 1914, laissant sa jeune épouse en Inde. Bien des années plus tard, celle-ci déclara que Ramanujan était convaincu qu'il ne serait tombé malade si elle l'avait suivi en Angleterre. Il travailla avec Hardy au Trinity College pendant les cinq années suivantes. Les connaissances techniques et le sens de la rigueur de Hardy se marièrent heureusement à l'éclatant génie brut de Ramanujan, qui ignorait la notion de démonstration. Premier indien à être élu membre de la Royal Society et de Trinity College en 1917, Ramanujan voit sa santé décliner, déclin aggravé par son régime strictement végétarien. De sanatorium en sanatorium, Ramanujan continue de produire de nouveaux résultats. Il rentre en Inde en 1919, et meurt à Kumbakonam le 26 avril 1920 à 32 ans, de ce qui fut diagnostiqué à l'époque comme une tuberculose mais qui était plus vraisemblablement une grave carence en vitamines. Jusqu'à la fin, il consigna ses résulats dans ce que l'on nomme son « carnet perdu ». Il avait publié 37 articles, une riche moisson de problèmes publiés dans le *Journal of the Indian Mathematical Society*, et laissait 5 carnets, divers manuscrits, sans parler des 120 théorèmes contenus dans ses lettres à Hardy.

Les connaissances mathématiques de Ramanujan étaient très limitées (ainsi, il ignorait tout de la théorie des fonctions d'une variable complexe), et ses découvertes, données souvent sans démons-tration correcte, furent uniquement le fruit de son intuition géniale et de sa mémoire extraordinaire, qui faisaient l'admiration des chercheurs anglais. Tous ses travaux, regroupés et édités par Hardy, en 1927, sous le titre *Collected Papers*, portent sur des problèmes de théorie des nombres : fonctions arithmétiques ; sommes trigonométriques ; nombres de Bernoulli ; estimation de la fonction $\pi(x)$, égale au nombre de nombres premiers inférieurs ou égaux à x ; propriétés de la fonction P(n), égale au nombre des partitions de l'entier n ; séries hypergéométriques ; fonctions thêta, formes modulaires et fonctions elliptiques ; développements en fraction continue ; estimations asymptotiques ; algèbre de Lie ; mécanique statistique, etc.

Sources : Université St-Andrews, Internet
Encyclopedia universalis
Cahiers de Pour la science

Quelques identités de Ramanujan

(1) $1-\frac{3!}{(1!\,2!)^3}x^2+\frac{6!}{(2!\,4!)^3}x^4-\cdots = \left(1+\frac{x}{(1!)^3}+\frac{x^2}{(2!)^3}+\cdots\right)\left(1-\frac{x}{(1!)^3}+\frac{x^2}{(2!)^3}-\cdots\right)$

(2) $1-5\left(\frac{1}{2}\right)^3+9\left(\frac{1.3}{2.4}\right)^3-13\left(\frac{1.3.5}{2.4.6}\right)^3+\cdots = \frac{2}{\pi}$

(3) $1+9\left(\frac{1}{4}\right)^4+17\left(\frac{1.5}{4.8}\right)^4+25\left(\frac{1.5.9}{4.8.12}\right)^4+\cdots = \frac{2^{3/2}}{\pi^{1/2}\,\Gamma(3/4)^2}$

(4) $1-5\left(\frac{1}{2}\right)^5+9\left(\frac{1.3}{2.4}\right)^5-13\left(\frac{1.3.5}{2.4.6}\right)^5+\cdots = \frac{2}{\Gamma(3/4)^4}$

(5) $\int_0^{+\infty}\frac{1+\left(\frac{x}{b+1}\right)^2}{1+\left(\frac{x}{a}\right)^2}\cdot\frac{1+\left(\frac{x}{b+2}\right)^2}{1+\left(\frac{x}{a+1}\right)^2}\cdots\,dx = \frac{1}{2}\pi^{1/2}\,\frac{\Gamma(a+\frac{1}{2})\,\Gamma(b+1)\,\Gamma(b-a+1/2)}{\Gamma(a)\,\Gamma(b+1/2)\,\Gamma(b-a+1)}$

(6) $\int_0^{+\infty}\frac{dx}{(1+x^2)(1+q^2x^2)(1+q^4x^2)\cdots} = \frac{\pi}{2(1+q+q^3+q^6+q^{10}+\cdots)}$

(7) Si $\alpha\beta=\pi^2$, alors $\alpha^{-1/4}\left(1+4\alpha\int_0^{+\infty}\frac{xe^{-\alpha x^2}}{e^{2\pi x}-1}\,dx\right) = \beta^{-1/4}\left(1+4\beta\int_0^{+\infty}\frac{xe^{-\beta x^2}}{e^{2\pi x}-1}\,dx\right)$

(8) $\int_0^a e^{-x^2}dx = \frac{1}{2}\pi^{1/2}-\frac{e^{-a^2}}{2a+}\,\frac{1}{a+}\,\frac{2}{2a+}\,\frac{3}{a+}\,\frac{4}{2a+\cdots}$ (fraction continue)

(9) $4\int_0^{+\infty}\frac{xe^{-x\sqrt{5}}}{\operatorname{ch}x}\,dx = \frac{1}{1+}\,\frac{1^2}{1+}\,\frac{1^2}{1+}\,\frac{2^2}{1+}\,\frac{2^2}{1+}\,\frac{3^2}{1+}\,\frac{3^2}{1+\cdots}$

(10) Si $u=\frac{x}{1+}\,\frac{x^5}{1+}\,\frac{x^{10}}{1+}\,\frac{x^{15}}{1+\cdots}$, $v=\frac{x^{1/5}}{1+}\,\frac{x}{1+}\,\frac{x^2}{1+}\,\frac{x^3}{1+\cdots}$, alors $v^5=u\,\frac{1-2u+4u^2-3u^3+u^4}{1+3u+4u^2+2u^3+u^4}$

(11) $\frac{1}{1+}\,\frac{e^{-2\pi}}{1+}\,\frac{e^{-4\pi}}{1+\cdots} = \left\{\sqrt{\frac{5+\sqrt{5}}{2}}-\frac{\sqrt{5}+1}{2}\right\}e^{\frac{2}{5}\pi}$

(12) $\frac{1}{1+}\,\frac{e^{-2\pi\sqrt{5}}}{1+}\,\frac{e^{-4\pi\sqrt{5}}}{1+\cdots} = \left[\frac{\sqrt{5}}{1+\sqrt[5]{5^{\frac{3}{4}}\left(\frac{\sqrt{5}-1}{2}\right)^{5/2}-1}}-\frac{\sqrt{5}+1}{2}\right]e^{2\pi/\sqrt{5}}$

(13) Si $F(k)=1+\left(\frac{1}{2}\right)^2k+\left(\frac{1.3}{2.4}\right)^2k^2+\cdots$ et $F(1-k)=\sqrt{210}\,F(k)$, alors

$$k=(\sqrt{2}-1)^4(2-\sqrt{3})^2(\sqrt{7}-\sqrt{6})^4(8-3\sqrt{7})^2(\sqrt{10}-3)^4(4-\sqrt{15})^4(\sqrt{15}-\sqrt{14})^2(6-\sqrt{35})^2$$

(14) Le coefficient de x^n dans $(1-2x+2x^4-2x^9\ldots)^{-1}$ est l'entier le plus proche de $\frac{1}{4n}\left(\operatorname{ch}(\pi\sqrt{n})-\frac{\operatorname{sh}(\pi\sqrt{n})}{\pi\sqrt{n}}\right)$

(15) Le nombre d'entiers compris entre A et x qui sont soit des carrés d'entiers, soit des sommes de deux carrés d'entiers, est donné par $K\int_A^x\frac{dt}{\sqrt{\log t}}+\theta(x)$, où $K=0{,}764\ldots$ et $\theta(x)$ est très petit par rapport à l'intégrale.

Identité Dougall-Ramanujan :

$$\sum_{n=0}^{\infty}(-1)^n(s+2n)\frac{s^{(n)}}{1^{(n)}}\frac{(x+y+z+u+2s+1)^{(n)}}{(x+y+z+u+s)_{(n)}}\prod_{x,y,z,u}\frac{x_{(n)}}{(x+s+1)^{(n)}} = \frac{s}{\Gamma(s+1)\,\Gamma(x+y+z+u+s+1)}\prod_{x,y,z,u}\frac{\Gamma(x+s+1)\,\Gamma(y+z+u+s+1)}{\Gamma(z+u+s+1)}$$

où $a^{(n)}=a(a+1)\ldots(a+n-1)$, $a_{(n)}=a(a-1)\ldots(a-n+1)$

Identités Rogers-Ramanujan :

$$1+\frac{q}{1-q}+\frac{q^4}{(1-q)(1-q^2)}+\frac{q^9}{(1-q)(1-q^2)(1-q^3)}+\cdots = \frac{1}{(1-q)(1-q^6)\ldots(1-q^4)(1-q^9)\ldots}$$

$$1+\frac{q^2}{1-q}+\frac{q^6}{(1-q)(1-q^2)}+\frac{q^{12}}{(1-q)(1-q^2)(1-q^3)}+\cdots = \frac{1}{(1-q^2)(1-q^7)\ldots(1-q^3)(1-q^8)\ldots}$$

Jacopo Riccati

28 mai 1676 [Venise, Italie]
15 avril 1754 [Trévise, Italie]

Jacopo Riccati est un mathématicien et physicien italien, très connu notamment pour ses travaux en hydraulique qui aidèrent à construire des digues le long des canaux de Venise et donc à prévénir les inondations. Entré initialement à l'université de Padoue pour apprendre le droit, c'est Angeli qui l'oriente vers les mathématiques. Il contribue grandement à la propagation en Italie des idées nouvelles de Newton.

Ces travaux en acoustique le conduisent à résoudre des équations différentielles du second ordre. Il trouve des méthodes pour les résoudre en les réduisant à des équations du premier ordre, ou en séparant les variables. Un certain type d'équations différentielles porte d'ailleurs encore son nom.

Il est aussi le père de Vincenzo Riccati, qui poursuivit ses travaux.

Son nom est associé à :

Equations différentielles de Riccati

Bernhard Riemann

17 septembre 1826 [Breselenz, Allemagne]
20 juillet 1866 [Selasca, Italie]

Bernhard Riemann est né le 17 septembre 1826 à Hanovre. Son père est pasteur luthérien, et il reçoit à cet égard une éducation rigoureuse et très respectueuse de la famille. Au lycée, il est un élève appliqué et studieux, mais son perfectionnisme excessif l'empêche parfois de rendre ses devoirs en temps voulu. Il est déjà victime de ses problèmes d'expression écrite et orale qui pèseront plus tard sur son activité de recherche, et feront qu'il ne sera pas reconnu, du temps de son vivant, à sa juste valeur.

Le père de Riemann consent à ce qu'il aille étudier la théologie à l'université de Göttingen. Mais Riemann se passionne pour les mathématiques, et avec l'autorisation de son père, il s'inscrit à la faculté de philosophie. De 1847 à 1849, c'est à Berlin qu'il poursuit ses études, avant de revenir à Göttingen préparer sa Dissertation inaugurale (selon la terminologie allemande) sous la direction de Gauss. Il la soutient en 1851 : elle concerne principalement la théorie des fonctions d'une variable complexe, dont il s'intéresse particulièrement aux propriétés géométriques. Il donne notamment la définition de ce qu'on nomme désormais une surface de Riemann.

Dans la foulée, Riemann prépare son habilitation pour devenir PrivatDozent. Il étudie désormais la représentation des fonctions par des séries trigonométriques, et au passage pose les jalons de l'intégrale de Riemann : contrairement à Cauchy, il ne se limite plus aux fonctions continues. L'habilitation est soutenue en 1854, mais Riemann peine à trouver un poste correct. Il rencontre des problèmes financiers, d'autant qu'après le décès de son père en 1855, puis celui de son frère en 1857, il a ses quatre sœurs à charge.

A l'été 1857, Riemann traverse une grave dépression, d'autant qu'il est hypocondriaque. Il est notamment soigné par son ami Dedekind. 1857 est aussi l'année de publication d'un article majeur sur la théorie des fonctions abéliennes, où il reprend et approfondit la théorie des surfaces de Riemann, initiée dans sa dissertation inaugurale.

En 1859, Riemann succède enfin à Dirichlet à la chaire de mathématiques de Göttingen. Quelques jours plus tard, il est élu à l'Académie des Sciences de Berlin. Dans son premier rapport à cette académie, il énonce sa célèbre conjecture sur les zéros de la fonction zêta.

En juin 1862, il se marie avec l'amie d'une de ses sœurs, qui lui donnera une fille. Mais sa santé se dégrade irrémédiablement, et il part en Italie, accueilli par le mathématicien Betti, trouver un climat plus favorable.

Il décède d'une tuberculose, le 20 juillet 1866, à même pas 40 ans, à Selasca, sur les rives du lac majeur.

Son nom est associé à :

Equations de Cauchy-Riemann
Géométrie riemannienne
Formule de Green-Riemann
Opérateur différentiel de Riemann
Règle de Riemann
Sommes de Riemann
Sphère de Riemann
Fonctions multiformes et surfaces de Riemann
Riemann (théorème de l'application conforme de)
Lemme de Riemann-Lebesgue

Voici une biographie de Riemann, trouvée sur le site du lycée Claude Fauriel :
http://mathematiques.fauriel.org

Bernhard Riemann

1826. Le 17 septembre, Georg Friedrich Bernhard Riemann naît à Breselenz, dans le royaume de Hanovre. Il est le second enfant du pasteur luthérien Friedrich Bernhard Riemann et de Charlotte Ebell. Il a quatre sœurs et un frère aîné, qui vont presque tous mourir jeunes.
Riemann est éduqué par son père jusqu'à l'âge de dix ans, dans des principes rigoureux, puis confié à l'instituteur local, Schulz.

1837. L'affaire des sept de Göttingen. Le roi de Hanovre suspend la constitution libérale de 1833. Sept professeurs de l'université de Göttingen, parmi lesquels Ewald, gendre de Gauss, et Wilhelm Weber, son ami physicien, signent une protestation solennelle. Ils sont chassés de l'université. Ewald séjourne quelque temps à Londres, puis accepte une chaire à Tübingen. Weber se rend à Leipzig, puis à Berlin. Gauss reste muet… ce n'est pas Laurent Schwartz !

1840. Riemann entre directement en 3ème au Gymnasium de Hanovre, où il vit avec sa grand-mère.

1842-1846. Après la mort de sa grand-mère en 1842, Riemann s'inscrit au Johanneum Gymnasium de Lüneburg, à 70 km de Quickborn (auj. Niedersachsen), où a déménagé sa famille. Riemann est pensionnaire chez un professeur d'hébreu, Seyffer, qui lui fait travailler la fluidité de sa prose en latin et en allemand. Les trajets fréquents entre Lüneburg et Quickborn, que le jeune garçon fait à pied quelle que soit la saison, minent sa santé.

Ses enseignants lui reprochent son perfectionnisme excessif qui l'empêche de rendre ses devoirs en temps et heure. Il montre un intérêt particulier pour les mathématiques, et le directeur Schmalfuss lui confie des livres de mathématiques de sa bibliothèque, notamment la *Théorie des nombres* de Legendre (1798). Riemann le lui rapporte six jours plus tard, en déclarant : *« C'est certainement un livre admirable ; je l'ai entièrement compris ».*

1846. Riemann s'inscrit à la faculté de théologie de Göttingen. Mais il suit parallèlement des cours de mathématiques, et il obtient de son père l'autorisation de rejoindre la faculté de philosophie. Il y suit les cours de mathématiques (élémentaires) de Gauss et de Moritz Stern. Ce dernier remarque le talent de Riemann, et dira plus tard qu'*«il chantait déjà comme un canari »*. La mère de Riemann meurt.

1847. Le roi de Hanovre restaure la constitution libérale de 1833. Ewald, puis Weber, retournent à Göttingen.

Au printemps, Riemann s'inscrit à l'Université de Berlin où il suit les cours de Steiner, Jacobi, Dirichlet et Eisenstein, notamment sur les fonctions elliptiques. Ces études vont influencer ses recherches. Il a pour condisciple Richard Dedekind (1831-1916), de cinq ans plus jeune que lui, qui écrira plus tard sa première biographie.

1848. La révolution éclate à Berlin. Tandis que ses aînés Jacobi, Dirichlet et Eisenstein soutiennent les démocrates, Riemann prend le parti des conservateurs, et accepte un éprouvant tour de garde de seize heures pour défendre le palais royal.

1849. Cédant à l'insistance de son père, Riemann revient à l'Université de Göttingen au printemps. Il reprend contact avec Gauss, et devient assistant de Weber pendant dix-huit mois. Listing est nommé à Göttingen, et Riemann s'initie aux idées de la topologie sous son influence.

1850. A partir de l'automne, Riemann collabore au séminaire de mathématiques et de physique de Gauss et Weber.

1851. Riemann présente sa thèse inaugurale (*Inauguraldissertation*), intitulée *Principes fondamentaux pour une théorie générale des fonctions d'une grandeur variable complexe*. Il introduit le concept de surface de Riemann et des idées fondamentales de topologie et d'analyse complexe. Le rapport officiel, très flatteur, est présenté par Gauss à la Faculté de Philosophie.

1851-1854. Riemann fait de longues promenades aux alentours de Göttingen en compagnie de Dirichlet et du physicien Wilhelm Weber. Ils parlent entre autres des séries trigonométriques.

1853. En décembre, il rend son mémoire d'habilitation (*Habilitationsschrift*) pour un poste de Privatdozent. Il s'intitule *Sur la possibilité de représenter une fonction par une série trigonométrique*. Riemann y démontre l'unicité du développement en série trigonométrique, définit au passage l' « intégrale de Riemann », extension de celle de Cauchy, et généralise la dérivée seconde. Ce mémoire fut publié par R. Dedekind en 1867, après la mort de Riemann.

*1854. En vue de sa leçon d'habilitation (*Habilitationsvortrag*), Riemann propose à Gauss trois sujets, deux sur l'électricité, une sur la géométrie. A sa surprise, Gauss choisit ce dernier sujet. Le 10 juin, Riemann prononce sa conférence* Sur les hypothèses qui servent de fondement à la géométrie*. Dans ce texte, qui fonde la géométrie différentielle moderne, il introduit le concept de variété à plusieurs dimensions et de courbure d'une variété.*
Dans l'hiver 54-55, Riemann commence à enseigner, donnant une série de leçons sur les équations aux dérivées partielles et leurs applications, puis, le semestre suivant, sur l'intégrale.
1855. Mort de Gauss. Peter Gustav Lejeune-Dirichlet (1805-1859) lui succède.
Le père de Riemann meurt ; le fils aîné Wilhelm prend à charge ses trois sœurs.

1857. Année très fructueuse pour Riemann. Il écrit un article sur les fonctions hypergéométriques, un mémoire intitulé *Théorie des fonctions abéliennes* (qui fonde la géométrie algébrique et analytique moderne) et une note sur les équations différentielles linéaires à coefficients algébriques.

L'Ecole polytechnique de Zurich ouvre un concours pour un poste de professeur. Dedekind est préféré à Riemann, à cause de ses difficultés d'expression orale, et peut-être aussi de son état de santé. Riemann passe l'été à Brême où il prépare la publication de ses travaux, mais il est hypocondriaque et dépressif. Dedekind l'invite dans sa maison de famille à Harzburg. En novembre, Riemann est nommé professeur adjoint à l'Université de Göttingen, et son salaire augmente ainsi de 200 à 300 thalers. Mais son frère Wilhelm meurt, et Riemann a désormais ses trois sœurs à charge.

1858. Les mathématiciens italiens Enrico Betti, Francesco Brioschi et Felice Casorati font un voyage d'études à Paris, Berlin et Göttingen. Au cours de ce voyage, qui met fin à l'isolement des mathématiques italiennes, ils rencontrent Riemann, et nouent avec lui des liens scientifiques et amicaux durables. Les idées de Riemann pénétreront en Italie avant d'être appréciées en France.

1859. Au printemps, Riemann entreprend un voyage à Paris, où il rencontre Bertrand, Biot, Bouquet, Hermite, Puiseux et Serret. Mort de Dirichlet. Le 30 juillet, Riemann est nommé professeur ordinaire à l'Université de Göttingen sur la chaire de Gauss et Dirichlet. Peu après, il est nommé membre correspondant de l'Académie des sciences de Berlin, sur la proposition de Kummer, Borchardt et Weierstrass. Riemann envoie à l'Académie de Berlin un rapport *Sur le* *nombre des nombres premiers inférieurs à une grandeur donnée*, qui contient sa conjecture sur la fonction zêta.

1860. Riemann publie un article *Sur la propagation d'ondes aériennes planes ayant une amplitude de vibration finie*.

1860-1861. Riemann étudie les surfaces d'aire minima pour un contour donné. Il confiera son manuscrit à Karl Hattendorf en avril 1866 ; celui-ci en tirera un mémoire, publié en janvier 1867.

1862. En juin, Riemann épouse Elise Koch, une amie de ses sœurs. A l'automne, il attrape une pleurésie, et la tuberculose. Il part en convalescence à Messine, où il est l'hôte du consul allemand, et passe l'hiver en Sicile. De retour à Göttingen, il se voit offrir par Betti un poste à Pise. Il décline cette proposition en raison de son état de santé. La sérénité domestique le ragaillardit, et le tire de son état dépressif.

1863. Suivant le conseil des médecins, Riemann retourne en Italie et, après de courtes haltes à Merano, Venise et Florence, il séjourne à Pise sans interruption d'octobre 1863 à avril 1864. Il y rencontre presque chaque jour son *« plus fidèle ami »* Betti. En octobre 1863, Riemann rédige en italien un mémoire sur le développement en fraction continue du quotient de deux séries hypergéométriques. En décembre naît à Pise sa fille Ida.

L'hiver 1863 est si rude que l'Arno gèle. La santé de Riemann se détériore. Il quitte Pise et séjourne quelques mois à Livourne, puis sur le lac Majeur et à Pegli, près de Gênes, avant de rentrer à Göttingen.

1864-1865. Riemann séjourne d'août 1864 à octobre 1865 en Italie du nord.

1865. Dans une note, Gustav Roch, élève de Riemann, montre qu'une fonction algébrique, c'est-à-dire une fonction f de variable réelle x qui vérifie une équation de la forme $P(x, f(x)) = 0$, où P est un polynôme à deux variables, est représentable par une somme d'intégrales abéliennes convenables. C'est le théorème de Riemann-Roch.

Riemann passe l'hiver 1865-1866 à Göttingen.

1866. Le 5 juin, malgré son état presque désespéré, et la déclaration de guerre de la Prusse à l'Autriche, il entreprend un dernier voyage en Italie dans l'espoir d'améliorer sa santé. Il arrive le 16 juin à Selasca, au bord du lac Majeur, et y meurt le 20 juillet, peu avant son quarantième anniversaire. Il est enterré au petit cimetière de Biganzolo di Selasca. Rudolf Clebsch (1833-1872) lui succède à Göttingen.

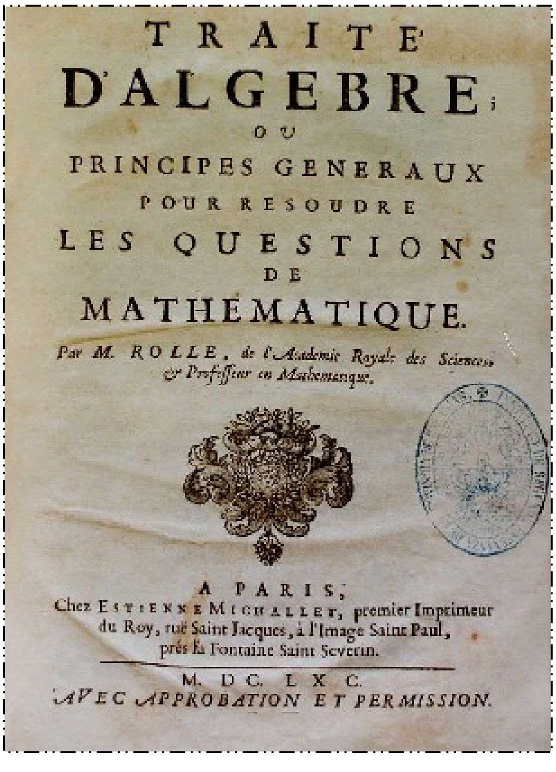
Sources : Université St-Andrews, Internet
Encyclopedia universalis
Cahiers de Pour la science, août 2002

Michel Rolle

21 avril 1652 [Ambert, France]
8 novembre 1719 [Paris, France]

Le mathématicien français Michel Rolle n'est que copiste lorsqu'il quitte son Auvergne natal pour se rendre à Paris en 1675. Autodidacte, il fit des travaux concernant aussi bien l'algèbre que la géométrie. Il s'intéresse notamment aux racines de polynômes. Ayant résolu en 1682 une question publiquement posée par Jacques Ozanam il reçoit de Colbert une pension qui améliore grandement sa situation. En 1685, il devient membre de l'Académie Royale des Sciences.

S'il est l'inventeur de la notation pour désigner la racine n-ième de x, Rolle est surtout connu pour le théorème qui porte son nom : si f est une fonction continue définie sur [a,b] et à valeurs réelles, dérivable sur]a,b[, et telle que f(a)=f(b), alors il existe un point c tel que f '(c)=0. Ce théorème, qu'il énonce sans démonstration en 1691, Rolle n'y attache guère d'importance : il est un des plus virulents adversaires du calcul différentiel de Leibniz et Newton, et il s'oppose à Varignon qui en est l'avocat en France. Leurs échanges sont si violents qu'il faut l'intervention de l'académie pour imposer le silence. Finalement, en 1706, Rolle reconnaît son erreur, et il se réconcilie avec Varignon.


TRAITE D'ALGEBRE;
OU
PRINCIPES GENERAUX POUR RESOUDRE LES QUESTIONS DE MATHEMATIQUE.
Par M. ROLLE, de l'Academie Royale des Sciences, & Professeur en Mathematique.
A PARIS,
Chez ESTIENNE MICHALLET, premier Imprimeur du Roy, ruë Saint Jacques, à l'Image Saint Paul, prés la Fontaine Saint Severin.
M. DC. L X C.
AVEC APPROBATION ET PERMISSION.

Son nom est associé à :

Théorème de Rolle

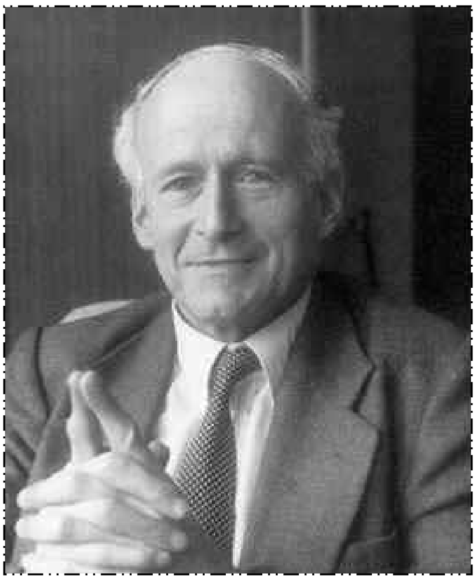
Laurent Schwartz

5 mars 1915 [Paris, France]
4 juillet 2002

Laurent Schwartz est l'un des plus grands mathématiciens du XXème siècle. L'un des plus appréciés également, pour sa chaleur dans les relations humaines selon ceux qui l'ont connu, pour ses talents de pédagogue selon ses élèves. L'un de ceux dont le nom a dépassé le sérail des spécialistes en raison de ses activités politiques et humanitaires.

Laurent Schwartz est né le 5 mars 1915 à Paris. Il est issu d'une famille juive d'origine alsacienne, imprégnée de culture scientifique : son père est un chirurgien renommé, son oncle, Robert Debré (fondateur de l'Unicef) est un célèbre pédiatre, son grand-oncle (par alliance), n'est autre que le célèbre mathématicien Jacques Hadamard. Cet attachement à la science ne se démentira d'ailleurs pas par la suite, car Laurent Schwartz épousera Marie-Hélène Lévy, la fille de l'illustre probabiliste Paul Lévy, et elle-même mathématicienne.

La scolarité de Schwartz est brillante, tant en latin qu'en mathématiques. Il entre en 1934 à l'Ecole Normale Supérieure, passe avec succès l'Agrégation en 1937. Ces années de jeunesse sont aussi le moment d'un premier engagement politique, auprès des mouvements trotskistes. Cet engagement sera de courte durée, mais Schwartz le revendiquera toute sa vie.



La vie de Schwartz pendant la Seconde Guerre Mondiale est très riche. D'une part, il est juif, et il doit se cacher et changer d'identité pour éviter la déportation. D'autre part, il découvre le monde de la recherche mathématique en commençant sa thèse à Clermont-Ferrand, où l'université de Strasbourg est délocalisée. Il s'intéresse alors à l'analyse harmonique, et soutient en 1943 sa thèse "Etude des sommes d'exponentielles". Il est aussi intégré au groupe de mathématiciens Nicolas Bourbaki, et est manifestement très influencé par eux.

En 1944, il a, une nuit, une illumination : depuis longtemps les mathématiciens cherchaient à légitimer les calculs faits par les physiciens comme Dirac ou Heaviside, et qui utilisent des fonctions très étranges, par exemple une fonction valant 0 partout, sauf en un point où elle vaut plus l'infini, et d'intégrale 1. Cette nuit-là, Schwartz invente une notion de fonction généralisée, les distributions. Il développera ensuite pendant 4 ans cette théorie, qui est à la fois simple, élégante, et très puissante : les distributions ont joué un rôle crucial dans le développement des équations aux dérivées partielles, mais furent aussi employées en analyse de Fourier ou en théorie du potentiel. C'est aussi une des rares théories mathématiques du XX$^{\text{ème}}$ siècle qui puisse être enseignée à l'université à des niveaux raisonnables. Pour cette théorie, Schwartz recevra en 1950 la prestigieuse médaille Fields (il est alors le premier Français à recevoir cette récompense). D'ailleurs, Schwartz aura beaucoup de difficultés pour se rendre aux Etats-Unis pour recevoir cette médaille en raison de son passé trotskiste.

On doit encore à Laurent Schwartz d'autres travaux mathématiques très intéressants, notamment en géométrie des espaces de Banach ou en probabilités. Ils sont un peu trop techniques pour pouvoir être évoqués avec précision ici. Il faut aussi mentionner que Laurent Schwartz était un grand pédagogue : il a notamment réformé de fond en comble l'enseignement des mathématiques à l'école Polytechnique, où il professeur de 1959 à 1980. Il y a aussi créé un laboratoire de mathématiques parmi les meilleurs du monde.

Si l'engagement trotskiste de Schwartz fut de courte durée, son goût pour les choses politiques ou humanitaires ne s'est jamais démenti. Il est farouchement hostile à la guerre d'Algérie (et est plus généralement partisan de la décolonisation); il défend particulièrement la cause de Maurice Audin, jeune mathématicien arrêté par les parachutistes à Alger et probablement "assassiné" (on ne connaît pas encore de version officielle de son histoire). Il signe aussi le "Manifeste des 121", qui recommande aux militaires l'insubordination (cela lui vaut en représailles d'être privé durant un an de son poste à l'Ecole Polytechnique). Par la suite, il militera activement pour l'indépendance du Viêt-Nam. Il sera aussi chargé par F.Mitterand d'une expertise sur l'Université française, qui aboutit en 1985 à la création du Conseil National d'Evaluation des Universités, dont il est le premier président.

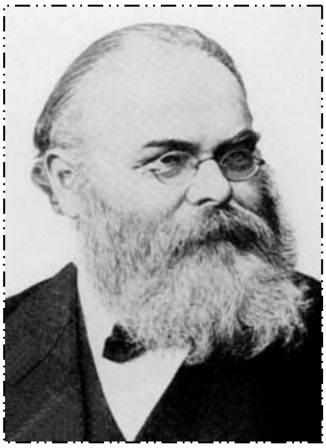
En dehors des mathématiques, l'autre passion de Laurent Schwartz était les papillons. Sa collection personnelle, léguée au Muséum d'Histoire Naturelle, comportait de l'ordre de 20000 spécimens, collectés au cours de ses divers voyages. Plusieurs espèces ont même été découvertes par lui, et portent, comme il est d'usage, son nom. Enfin, il faut terminer cette biographie en disant que la meilleure source sur Laurent Schwartz est son autobiographie, qu'il a publié en 1997 sous le titre "Un Mathématicien aux prises avec le siècle". Cet ouvrage, qui fourmille d'anecdotes passionnantes, est un plaisir à lire !

Son nom est associé à :

Espace de Schwartz et distributions tempérées

Hermann Schwarz

25 janvier 1843 [Hermsdorf, Pologne]
30 novembre 1921 [Berlin, Allemagne]



Hermann Schwarz, dont le père était architecte, entre à l'Université de Berlin avec l'intention de préparer un diplôme de chimie. Mais les cours de Kümmer et de Weierstrass changent ses intérêts vers les mathématiques, et il prépare un doctorat sous la direction de Weierstrass. Il enseigne ensuite dans différentes universités, dont Zürich et Göttingen, avant de succéder à son maître à l'Université de Berlin en 1892.

Les travaux de Schwarz sont marqués par une forte interaction entre l'analyse et la géométrie. Son mémoire de thèse porte sur les surfaces d'aire minimale. En 1870, il donne la première démonstration correcte d'existence de solutions au problème de Dirichlet en dimension 2. Ce faisant, il complète les travaux de Riemann sur les applications conformes (Riemann avait démontré vers 1850 que tout ouvert simplement connexe du plan, différent du plan lui-même, pouvait être transformé par une application conforme en le disque unité. Sa démonstration utilisait une preuve erronée de Dirichlet lui-même d'existence de solutions au problème de Dirichlet. Schwarz a corrigé cette faille et produit une autre preuve plus élémentaire).

En 1884, il résout le problème isopérimétrique en dimension 3 (trouver une surface qui enferme un volume maximal pour une aire minimale). Dans ce travail, on trouve une méthode de construction de fonctions par approximations successives, idée qui sera reprise par Picard pour la résolution d'équations différentielles. Malheureusement, les recherches de Schwarz s'arrêtent vers 1890, année où il publie ses oeuvres complètes, alors qu'il enseignera jusque 1918.

Sur un plan plus personnel, signalons que Schwarz fut marié avec la fille de Kümmer, et qu'il était pompier volontaire.

Son nom est associé à :

Cauchy-Schwarz (inégalité de)
Théorème de Schwarz (fonctions différentiables)
Théorème de Schwarz (fonctions holomorphes)

Thomas Jan Stieltjes

29 décembre 1856 [Zwolle, Pays Bas]
31 décembre 1894 [Toulouse, France]

Thomas Stieltjes est un mathématicien hollandais né le 29 décembre 1856 à Zwolle, aux Pays-Bas. Durant ses études à l'école polytechnique de Dhelft, il préfère fréquenter la bibliothèque et les ouvrages de Gauss et Jacobi que les cours. Si cette activité fut sans doute profitable à son devenir de mathématicien, la conséquence immédiate est que Stieltjes échoue par deux fois aux examens. Heureusement, son père, ingénieur civil reconnu et membre du parlement, lui trouve un emploi d'assistant au calculs astronomiques à l'observatoire de Leiden.

Stieltjes consacre une grande part de son temps libre aux mathématiques. L'événement déterminant de sa carrière est le début de sa correspondance épistolaire avec Hermite en 1882. C'est le début d'une solide amitié, ponctuée par une énorme correspondance de 432 lettres que n'interrompra que la mort. En 1883, il épouse Elisabeth Intveld, qui encourage son activité mathématique. Il quitte cette même année son emploi à Leiden, car on lui propose semble-t-il un poste à l'université de Groninguen, mais au dernier moment, la chaire est attribuée à quelqu'un d'autre.

En avril 1885, il s'installe définitivement en France, et souhaite prendre la nationalité française. Afin qu'il puisse obtenir plus facilement un poste, Hermite et Darboux lui suggèrent de soutenir une thèse. C'est chose faite le 30 juin 1886, avec un travail sur les séries semi-convergentes, ce que Poincaré appelle les séries asymptotiques. A la suite de cela, Hermite lui obtient un poste de maître de conférences à l'université de Toulouse.

Le travail de Stieltjes porte sur toutes les branches de l'analyse, sur la théorie des nombres, et plus particulièrement sur les fractions continues. C'est au cours d'un de ses mémoires sur le sujet qu'il introduit son intégrale, pour laquelle son nom est resté célèbre. Mais la santé de Stieltjes est chancelante depuis une épidémie de grippe déclarée à l'hiver 1890, et il décède le 31 décembre 1894.

Son nom est associé à :

Intégrale de Stieltjes

James Stirling

mai 1692 [Garden, Ecosse]
5 décembre 1770 [Edimbourg, Ecosse]

James Stirling est né à Garden, près de Stirling, en Ecosse en mai 1692. La situation en Grande-Bretagne est alors plutôt trouble. La révolution de 1688 a poussé à l'exil en France le roi Jacques II, qui avait réalise la réunion des 2 royaumes. Jacques II et sa famille sont catholiques, et à ce titre ont assez peu de soutien. Dans ceux-ci, on compte le père de Stirling qui sera même arrêté et emprisonné un temps en 1709 pour ses amitiés jacobites (c'est-à-dire en faveur de Jacques II).

La première trace certaine de James Stirling se trouve au Balliol College d'Oxford, dont il passe l'examen d'entrée en 1711. Il n'y obtiendra toutefois pas de diplôme, car il refuse de faire allégeance au roi d'Angleterre. En 1717, il publie son premier travail, dans lequel il prolonge et complète la classification des cubiques planes commencée par Newton. En 1717 toujours, sans que l'on sache très bien pour quelle raison, Stirling quitte la Grande-Bretagne pour aller enseigner à Venise. Il devient ami avec Nicolas Bernoulli, qu'il rencontre en 1721 à Padoue, et entretient une correspondance avec Newton.

En 1722, il rentre à Glasgow. La légende raconte que son départ d'Italie aurait été précipité par des fabricants de verre italiens qui le menaçaient de mort car il avait découvert leurs secrets. En 1724, il se rend à Londres, où il enseignera pendant 10 années qui seront les plus fructueuses de sa vie mathématique.

C'est en 1730 que Stirling publie son plus important traité mathématique, baptisé Methodus Differentialis. Il s'intéresse à des problèmes très modernes, comme la vitesse de convergence d'une suite. On trouve notamment dans cet ouvrage la célèbre formule dite de Stirling d'approximation de n!. A dire vrai, cette formule n'est pas due à Stirling, car elle est apparue quelques mois auparavant dans des travaux de De Moivre, mais il l'a précisé en obtenant un développement asymptotique plus précis, et a beaucoup fait pour sa popularisation.

En 1735, Stirling accepte le lucratif poste d'administrateur d'une compagnie minière. Cela lui prend malheureusement beaucoup de temps, et cela ralentit ses recherches mathématiques. Certains penseront à lui pour prendre la succession de MacLaurin à sa chaire en 1746 à Edimbourg, mais ses sympathies jacobites et l'insurrection menée par ses amis l'année précédente rendent cette nomination politiquement impossible.

Son nom est associé à :

Formule de Stirling

Brook Taylor

18 août 1685 [Edmonton, Angleterre]
29 décembre 1731 [Londres, Angleterre]

Brook Taylor était un éminent mathématicien anglais qui fut également artiste peintre et musicien. Né dans une famille aisée, des précepteurs particuliers lui donnent sa prime éducation, avant qu'il ne rentre au Saint John's College de Cambridge, d'où il ressort diplômé en 1709. Il y est notamment élève de John Machin, et c'est là qu'il forge son amour pour les mathématiques. Son premier article date de 1708, il y résout le problème du centre d'oscillation d'un corps, en utilisant une méthode basée sur l'approche de Newton du calcul différentiel.

Taylor devient membre de la Royal Society de Londres à compter de 1712, il sera même le secrétaire de cette institution de 1714 à 1718. Il est aussi membre du comité désigné par la Royal Society pour rancher le différend entre Newton et Leibniz concernant l'invention du calcul différentiel. L'admiration de Taylor pour Newton en dit long sur l'impartialité de ce comité !

En 1715, il publie son oeuvre principale, le livre « Methodus incrementorum directa et inversa ». On y trouve la formule qui porte son nom, mais sans reste et sans souci de convergence. En fait, Taylor n'est pas vraiment l'inventeur de cette formule, elle était déjà connue de Gregory alors que Taylor était enfant ! C'est Lagrange, en 1772, qui le premier reconnut l'importance de l'écriture d'une fonctionne comme somme d'une série au point de la qualifier de principe de base du calcul différentiel. Quant à la terminologie "série de Taylor", elle semble avoir été introduite par Lhuillier en 1786.

Dans ce même livre, Taylor découvre la formule d'intégration par parties, et invente le calcul aux différences finies. Son intérêt pour le problème des cordes vibrantes l'amène à l'étude des équations différentielles du second ordre, et à l'existence de solutions singulières pour ces équations. En 1717, il signe le traité « Linear Perspective », sur les problèmes de la perspective.

Parallèlement à cette activité scientifique, la vie de Taylor ne semble guère heureuse. Sa santé est fragile. Son premier mariage, en 1721, est totalement désapprouvé par son père, et se termine dans la douleur : son épouse, ainsi que le bébé qu'elle portait, décède en 1723 au terme de sa grossesse. Son second mariage, débuté en 1725 (cette fois avec l'aval de son père), se termine tout aussi tragiquement en 1729, la seule différence est que le bébé survit cette fois à l'accouchement. Ce deuxième accident semble avoir beaucoup pesé sur la santé de Taylor, qui s'éteint deux ans plus tard. Ces problèmes, ajoutés au fait que ses textes sont un peu arides, ont probablement occulté un peu le génie de Taylor aux yeux de ses contemporains.

Son nom est associé à :

Série de Taylor
Taylor reste intégral (formule de)
Taylor-Lagrange (formule de)
Taylor-Young (formule de)

Pafnouti Tchebychev

16 mai 1821 [Okatovo, Russie]

8 décembre 1894 [Saint-Pétersbourg, Russie]

Pafnouti Tchebychev, né le 16 mai 1821 à Okatovo, dans l'ouest de la Russie, est un mathématicien russe du XIXème siècle. Issu d'une famille de militaires, riche et cultivée, il est d'abord éduqué chez ses parents. Il reçoit alors de très bons enseignements en mathématiques, mais aussi en français ce qui lui permettra plus tard d'échanger facilement avec les mathématiciens occidentaux. Son enfance est marquée par un handicap (il a une jambe plus longue que l'autre) qui l'empêche de pratiquer certaines activités, et aussi d'envisager une carrière militaire.

En 1837, il entre à l'université de Moscou, où il apprend les mathématiques sous la direction de Brashman. Alors qu'il commence à obtenir ses premiers résultats, sa situation financière change dramatiquement en 1841 quand une famine frappe durement la Russie. Ses parents doivent quitter Moscou et ne peuvent plus subvenir à ses besoins. Même s'il vit désormais misérablement, Tchebychev persiste à continuer ses études. Il soutient sa thèse en 1846, où il poursuit le programme de Bernoulli et de Poisson consistant à donner un cadre théorique aux théorèmes limites des probabilités. En 1847, il devient professeur à Saint-Pétersbourg.

Outre ses travaux en théorie des probabilités, Tchebychev est aussi célèbre pour les avancées qu'il a réalisées en arithmétique. Ainsi, en 1850, il démontre le postulat de Bertrand, à savoir qu'il existe toujours un nombre premier compris entre n et 2n, dès que n>2. Il étudie également le nombre P(n) de premiers inférieurs à n. Confortant une conjecture de Gauss, il obtient que si (P(n)log(n))/n admet une limite quand n tend vers l'infini, alors cette limite est nécessairement 1.

Aimant combiner les aspects théoriques et appliquées des mathématiques, très habile de ses mains, il a conçu plusieurs machines arithmétiques ou autres structures mécaniques. C'est dans un article consacré à la mécanique qu'il a introduit les polynômes dits de Tchebychev. A la suite de cela, il est le premier à ébaucher une théorie des polynômes orthogonaux.

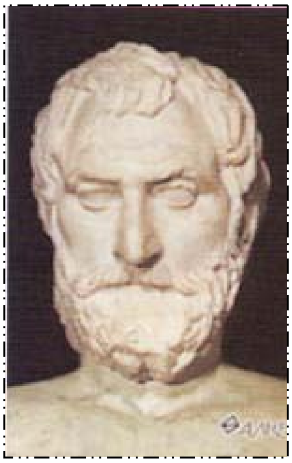
Grand voyageur, Tchebychev passait chaque été, ou presque, en Europe occidentale. Sur un plan personnel, il ne s'est jamais marié mais eut une fille. Econome de son argent comme de son temps, il interrompait toujours ses cours sitôt la cloche sonnée. Terminons cette biographie par l'orthographe de Tchebychev. On aurait pu écrire Chebyshev (comme les anglais), Tchebicheff, Chebychev sans se tromper... Pas facile de passer du cyrillique au latin !

Son nom est associé à :

Inégalité de Tchebychev

Thalès de Milet

Vers 624 avant J.C. [Milet, Turquie]
Vers 547 avant J.C. [Milet, Turquie]



Thalès est le premier mathématicien dont l'histoire ait retenu le nom. Il est né à Milet (voir une carte), en Asie mineure, sur les côtes méditerranéennes de l'actuelle Turquie, vers 624 avant J.-C.. Il convient toutefois d'être prudent avec ces dates, et avec la vie et les découvertes de Thalès. Il ne reste en effet pas d'écrits de Thalès, et s'il est souvent cité dans d'autres textes, il était d'usage à cette époque d'attribuer à des hommes célèbres des découvertes qu'ils n'avaient pas faites.

Plus qu'un simple mathématicien, Thalès était un savant universel, curieux de tout, astronome et philosophe, très observateur. Il fut à ce titre un des Sept Sages. On ne démontrait pas ce qu'on avançait à l'époque de Thalès, on ne faisait que remarquer certaines propriétés. Mais la façon qu'avait Thalès de réfléchir, d'analyser des situations, d'en rechercher les causes font de lui le précurseur des scientifiques. Une de ses grandes interrogations était l'eau, et les causes de la pluie. Il avait remarqué que l'air se transformait en pluie, et il en cherchait désespérément les réponses.

Marchand de profession, Thalès entreprit de nombreux voyages en Crête, en Egypte, en Asie. Comme certains lui reprochaient le peu d'intérêt pratique de ses observations scientifiques, il remarqua à la sortie d'un hiver très rigoureux que la récolte d'olive s'annonçait prometteuse, il acheta tous les moulins à huile de la région, puis les loua à prix d'or aux producteurs.

Mais le fait d'armes de Thalès est sans conteste la prévision d'une éclipse du soleil, probablement celle du 8 mai 585 avant notre ère. Les Lydiens allaient batailler contre les Mèdes afin de se partager l'Anatolie. Voici ce qu'Hérédote raconte :
« ... Soudain le jour devint nuit. Cet événement avait été prédit par Thalès, le Milésien, qui avait mis en garde les Ioniens, donnant précisément l'année de l'éclipse. Les Medes et les Lydiens cessèrent leur combat dès qu'ils observèrent le changement, et furent de suite anxieux d'établir les termes de la paix. »

Thalès aurait appris ses connaissances en géométrie de ses voyages en Egypte. Il impressionna les prêtres à Memphis en leur donnant un procédé pour calculer la hauteur de leur pyramide. Il planta sa canne verticalement, et comme il avait de la chance, la longueur de l'ombre de sa canne était exactement égale à sa hauteur, et il en déduisit qu'il devait en être de même pour le pyramides. Ce n'est qu'au XIX$^{\text{ème}}$ siècle, en France, qu'on appellera « de Thalès » le théorème qui affirme que des droites parallèles découpent sur deux droites des segment proportionnels. Ce n'est que 3 siècles plus tard, dans ses « Eléments », qu'Euclide donnera la première démonstration. En Allemagne, on appelle « théorème de Thalès » celui qui affirme qu'un triangle inscrit dans un cercle et ayant pour côté un diamètre est rectangle, et réciproquement.

Thalès fonda une école à Milet, où il transmit ses enseignements et eut de nombreux élèves, comme Anaximandre, Anaximène, Anaxagore et Héraclite... Le buste que vous pouvez voir en haut de cette page se trouve au musée du Capitole à Rome, mais il n'est pas contemporain à Thalès, et il est peu probable qu'il représente effectivement Thalès.

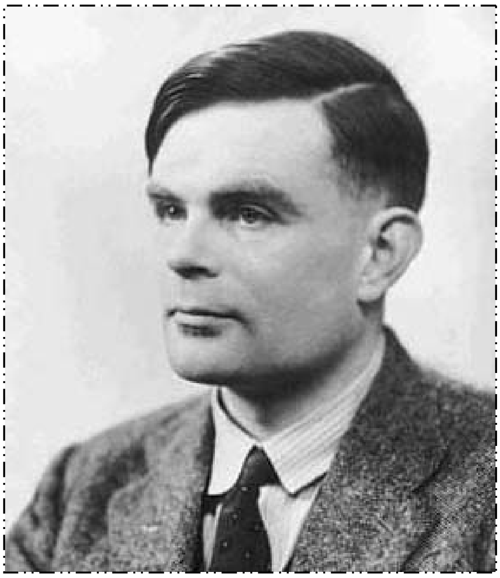
Son nom est associé à :

Théorème de Thalès

Alan Turing

23 juin 1912 [Londres, Angleterre]
7 juin 1954 [Wilmslow, Angleterre]

Turing est une des grandes figures oubliées du XXème siècle. Il est pourtant le père des ordinateurs modernes, au moins pour leur partie théorique. Sa contribution à la victoire des alliés pendant la Seconde Guerre Mondiale est décisive. Mais un suicide prématuré, peut-être "encouragé" par les autorités britanniques, l'a plongé dans l'anonymat de l'histoire.



Alan Mathison Turing est né le 23 mai 1912 à Londres. Son père est collecteur d'impôts aux Indes, sa mère part le rejoindre en 1913, laissant le petit Turing voyager de tuteurs en pensionnat durant toute son enfance. Turing n'est pas un élève très brillant. Ses professeurs le décrivent comme brouillon, inattentif. A l'âge de 15 ans, il rencontre Christopher Morton, interne comme lui, avec lequel il partage la même passion des sciences. Cette relation est un peu ambiguë, car d'un côté il semble que les sentiments s'appellent amour, et de l'autre simplement amitié. Mais Christopher décède en février 1930, laissant Turing désemparé.

Ce dernier réussit pourtant en 1931 l'examen d'entrée au très sélectif King's College de Cambridge. Il va s'y épanouir, car personne là-bas ne raille son homosexualité, son apparence décalée. Chacun, dit-on là-bas, doit être ce qu'il est. Outre au sport, qu'il pratique à haut niveau, Turing s'intéresse aux travaux de mécanique quantique de John Von Neumann, ce qui l'amène à étudier les probabilités et la logique. En 1935, il met au point le concept d'une machine universelle, qui formalise la notion de problème résoluble par un algorithme. Cette machine de Turing est capable de calculer tout ce qu'un processus algorithmique est capable de faire. Par essence même, les ordinateurs modernes sont des réalisations concrètes des machines de Turing.

En 1936, Turing part faire son doctorat à Princeton (Etats-Unis). Assistant à la montée du nazisme, il se rapproche des milieux pacifistes, sans pour autant fréquenter les marxistes. De retour en Angleterre en 1938, il est enrôlé par l'armée anglaise sitôt la guerre commencée. Attardons-nous quelque peu sur cette période. L'armée allemande remporte au début de la Seconde Guerre Mondiale de nombreuses victoires dans les mers. Une des clés de ces victoires est la machine Enigma, une machine à coder électromagnétique, qui permet à l'état major allemand de transmettre à ses sous-marins des messages indéchiffrables par les services secrets alliés. L'armée britannique réunit alors, dans un lieu tenu secret, 10.000 personnes, essentiellement des "petites mains" - c'est-à-dire des secrétaires chargées des tâches rébarbatives - mais aussi des chercheurs, des joueurs d'échecs, etc. afin de tout faire pour comprendre le mécanisme de la machine Enigma. Avec un autre mathématicien, Welchman, Turing est à la pointe de ces travaux de recherche, et avant la fin de la guerre, il conçoit une machine électronique, le Kolossus, qui permet de décrypter tous les messages allemands.

Après la guerre, Turing travaille à l'institut de Physique de Grande-Bretagne à la conception des premiers ordinateurs. Il s'intéresse aussi à la biologie, et particulièrement aux connexions neuronales, avec en toile de fond la question : pourquoi les machines, si douées pour effectuer des calculs rébarbatifs à l'homme, sont-elles si gênées pour simuler les actions les plus naturelles de l'être humain (marcher, prendre un verre...).

Les mœurs homosexuelles de Turing gênent beaucoup dans la prude Angleterre de la guerre froide, d'autant que les services secrets, pour lesquels il travaille encore sans doute, se méfient des confidences sur l'oreiller qu'il pourrait faire à un espion russe formé à cela. A la suite d'une sombre histoire de cambriolage (dont au départ c'est lui la victime), Turing est condamné pour ses pratiques sexuelles. Pour échapper à la prison, il doit subir un traitement de castration chimique par prise d'œstrogènes, dont un des effets secondaires est de développer sa poitrine. Le 7 juin 1954, il croque une pomme qu'il a préalablement trempée dans une solution de cyanure, et il est retrouvé mort le lendemain, l'écume aux lèvres. Ce geste lui aurait été inspiré par « Blanche Neige et les 7 Nains », où dans une scène la méchante sorcière trempe une pomme dans le bouillon empoisonné. Certains disent aussi que le logo d'Apple, une petite pomme croquée, serait un clin d'œil au destin tragique de Turing.

Son nom est associé à :

Machine de Turing

Pierre Varignon

1654 [Caen, France]
23 décembre 1722 [Paris, France]

Pierre Varignon est un des mathématiciens français les plus célèbres du temps de Newton et Leibniz, époque où il est vrai la France ne brillait pas particulièrement dans le domaine des mathématiques. Elevé dans une famille modeste de la côte normande, il se destine d'abord à une carrière religieuse, étudiant la théologie et la philosophie au collège jésuite de Caen, avant d'être ordonné prêtre en 1683. Mais la rencontre fortuite d'un exemplaire des Eléments d'Euclide change sa vie, et, dans la tradition jésuite, il se consacre tout entier à l'étude de sa nouvelle passion, les mathématiques.

En 1686, Varignon part habiter Paris. Ses premiers écrits, notamment Projet d'une nouvelle Mécanique paru en 1687, le font connaître, et il obtient en 1688 un poste au collège Mazarin de Paris. Cette même année, il devient également membre de l'Académie (royale) des Sciences. A compter de 1704, il enseigne au Collège royal de Paris, et il devient plus tard membre de l'Académie de Berlin (en 1713) et de la Royal Society de Londres (en 1718).

Le nom de Varignon est surtout resté attaché à une figure géométrique, le parallélogramme de Varignon : lorsqu'on joint les milieux d'un quadrilatère convexe, on obtient un parallélogramme. Ce résultat fait encore l'objet de nombreux exercices dans nos collèges et lycées. Varignon est aussi, avec le marquis de l'Hospital, un des deux grands propagandistes du calcul infinitésimal en France. Ses disputes sur le sujet avec Michel Rolle sont restées célèbres. Il enrichissait son savoir par une large correspondance, avec Newton, avec Leibniz, et surtout avec les frère Jacques et Jean Bernoulli. Une anecdote est restée célèbre à ce propos. Jean Bernoulli ne ménageait pas Varignon dans sa correspondance. Ce dernier répond alors : "Ce qui m'a fait le plus de peine, ce ne sont pas vos duretés en elles-mêmes, je les reçois en ami, mais c'est de ce que votre lettre ayant été ouverte à la poste et apportée ainsi à nos portiers, on a pu voir de quelle manière vous me traitiez".

Varignon fut le premier à utiliser le calcul différentiel dans certains domaines de la physique. Il est un des pères de la cinématique moderne après sa formalisation, dans deux communications à l'Académie Royale des Sciences, des définitions de la vitesse instantanée et de l'accélération. Il prouve notamment que la seconde est la dérivée de la première. Il est aussi l'inventeur du premier manomètre.

Son nom est associé à : Quadrilatère de Varignon

John Wallis

23 novembre 1616 [Ashford, Angleterre]
28 octobre 1703 [Oxford, Angleterre]

John Wallis est un des grands mathématiciens anglais du dix-septième siècle. Fils du recteur d'Ashford, il est doué pour les études et apprend les langues anciennes et la théologie. Il ne découvre les mathématiques qu'à l'âge de 15 ans dans les livres de son frère. Après des études à Cambridge entreprises en 1632, il est ordonné prêtre en 1640 et gagne sa vie comme aumônier privé à Londres.

La Grande-Bretagne est alors déchirée par une guerre civile qui oppose les puritains, favorables à l'instauration d'un régime parlementaire, et les royalistes. Wallis sert comme cryptographe au service des puritains, déchiffrant les messages secrets des royalistes. Il reste toutefois modéré dans cet engagement (par habileté politique?) condamnant par exemple l'exécution de Charles I en 1648.

En 1649, après avoir perfectionné ses connaissances en mathématiques dans les livres d'Oughtred, il accède à la chaire de géométrie d'Oxford qu'il occupera jusqu'à sa mort. Wallis est surtout réputé pour avoir perfectionné la méthode des indivisibles de Cavalieri, ouvrant ainsi la voie au calcul infinitésimal de Newton. Dans son traité « Arithmetica infinitorum » paru en 1656, il calcule l'aire entre la courbe d'équation $y=xm$, l'axe des abscisses et la droite $x=1$. Il le fait correctement quand m est entier ou l'inverse d'un entier, et il conjecture le résultat pour un rationnel. Il tente également d'établir l'aire d'un quart de cercle, ce qu'il réussit par une méthode d'interpolation et le conduit à la formule qui porte son nom pour Pi :

$$\pi = 2 \times \frac{2.2.4.4.6.6.8.8\ldots}{3.3.5.5.7.7.9.9\ldots}$$

Wallis a par ailleurs étudié les coniques (qu'il définit comme courbe du second degré et non plus comme intersection d'un cône et d'un plan), et a introduit le symbole ∞ . Ses travaux sur l'histoire des mathématiques (les premiers à être écrits en anglais) sont également intéressants. Membre fondateur de la Royal Society de Londres, Wallis s'intéressa aussi à la logique, à la théologie, à la grammaire anglaise et à la philosophie.

Son nom est associé à :

Formule de Wallis
Intégrales de Wallis

Quelques portraits de Wallis

Karl Theodor Weierstrass

31 octobre 1815 [Ostenfelde, Allemagne]
19 février 1897 [Berlin, Allemagne]

Karl Theodor Weierstrass était, aux dires de son collègue Hermite, le législateur de l'analyse. Ce qualificatif de législateur n'est pas associé aux études de droit que Weierstrass a mené, mais à la rigueur nouvelle qu'il a imposé : qu'a-t-o n, et que n'a-t-on pas le droit de faire en analyse.

Karl Weierstrass est né le 31 octobre 1815 à Ostenfelde (en Allemagne). Son père était inspecteur des impôts, et père de 4 enfants dont bizarrement aucun ne s'est marié. Au lycée, Weierstrass est très brillant, et il acquiert des compétences en mathématiques déjà très intéressantes. En dépit de cela, son père le contraint à suivre des études de droit et d'économie. Mais Weierstrass ne fréquente guère les amphithéâtres, et au lieu de cela s'adonne à l'escrime, à la boisson et aux mathématiques. Après 4 ans à l'université de Bonn, il ressort sans le moindre diplôme. Néanmoins, son père consent à financer encore 2 ans d'étude à l'Académie théologique et philosophique de Munster, afin que Weierstrass puisse obtenir les titres nécessaires au professorat dans le secondaire. A Munster, Weierstrass rencontre Guddermann, qui l'éveillera complètement aux mathématiques. Une grande estime mutuelle caractérisa la relation entre les deux hommes.

A compter de 1842, Karl Weierstrass est donc professeur dans le secondaire. Loin de toute communauté scientifique active, il poursuit seul des recherches sur les fonctions elliptiques entreprises dès Munster. Il publie quelques articles dans le journal de son école, mais ils sont incompris par ces collègues, et ignorés par les mathématiciens. Ce n'est qu'en 1854, à près de 40 ans (on est loin des génies précoces!) que Weierstrass accède d'un coup à la célébrité grâce à son article « Zur Theorie des Abelschen Functionen » qu'il publie dans le prestigieux Journal de Crelle. Il y résume l'essentiel des découvertes qu'il a faites au cours des 15 dernières années. Quasi-immédiatement, il est fait docteur honoris causa de l'université de Königsberg. En 1856, il obtient une chaire à Berlin, tandis qu'il publie la version complète de son premier article.

L'Université de Berlin, où se côtoient Weierstrass, Kümmer et Kronecker, devient alors la plus prestigieuse du monde dans le domaine des mathématiques. Aux cours très réputés de

Weierstrass se pressent les meilleurs étudiants européens. Parmi eux, il y a Sonia Kovaleskaya, que Weierstrass instruit à part car elle n'a pas le droit de s'inscrire à l'Université. Il contribuera énormément à ce qu'elle puisse obtenir le titre de docteur de l'Université de Göttingen, et un poste à Stockholm.

L'œuvre mathématique de Weierstrass commence par la théorie des fonctions abéliennes et elliptiques : il donne une théorie complète de l'inversion des intégrales hyper elliptiques. Weierstrass se signale aussi par sa volonté d'algébrisation de l'analyse. Les principes de la théorie des fonctions doivent reposer selon lui sur des principes algébriques clairs. C'est ainsi que Weierstrass donne les premières définitions claires et rigoureuses des nombres réels, de la continuité. En passant, il découvre une fonction continue nulle part dérivable, ce qui choquera beaucoup l'intuition des analystes de l'époque.

Weierstrass contribue également grandement à la théorie des fonctions analytiques, qu'il définit comme somme de puissances convergentes à l'intérieur d'un disque (les séries entières). Il y démontre les théorèmes de dérivation terme à terme, le principe du prolongement analytique.

La fin de la vie de Weierstrass est assez pénible. Dès 1850, il souffre de graves problèmes de santé, qui sont peut-être conséquences de ses excès de jeunesse. En 1861, il est victime d'une attaque qui l'éloigne de ses cours pendant un an. A compter de cette date, il se contentera de dicter ses cours assis, en laissant le soin à un étudiant d'écrire au tableau.

Puis, deux événements vont gravement le marquer. D'abord, en 1877, il s'oppose assez violemment à son collègue et pourtant ami Kronecker au sujet des découvertes troublantes de Georg Cantor. Ensuite, Sonia Kovaleskaya, qu'il avait tant aidé, et avec qui il avait échangé une large correspondance, décède en 1891. Weierstrass est très affecté, et brûle même toutes ses lettres. Il passe ses 3 dernières années dans un fauteuil roulant, et décède le 19 février 1897 à Berlin.

Son nom est associé à :

Propriété de Bolzano-Weierstrass
Théorème de Bolzano-Weierstrass
Théorème de Weierstrass

André Weil

6 mai 1906 [Paris, France]
6 août 1998 [Princeton, USA]

André Weil est né le 6 mai 1906 à Paris pou r décéder le 6 août 1998 à Princeton. Il est le frère de la célèbre philosophe Simone Weil. Pendant sa jeunesse, c'est un élève très brillant et très précoce.

Il entre à L'École Normale Supérieure à 16 ans : le directeur de l'époque lui reproche de porter des culottes courtes. Il est de la promotion de Delsarte, un an avant celle d'Henri Cartan, qui restera son ami jusqu'à la fin de sa vie. A la sortie de l'école, il est trop jeune pour accomplir son service militaire, et il profite de bourses pour étudier un an en Italie (à Rome), un an en Allemagne (à Göttingen). Puis de 1930 à 1932, il est professeur en Inde, à l'Université Aligarh Muslim, où il forge ses principes philosophiques. De 1933 à 1939, il est successivement chargé de cours, maître de conférences et professeur à la faculté des sciences de Strasbourg. C'est l'époque de la création de Nicolas Bourbaki, avec ses camarades de l'École Normale Supérieure. Weil y sera aux côtés de Dieudonné un des membres les plus influents, jusqu'à sa décision de quitter le groupe, comme il l'avait promis, le jour de ses 50 ans.

Il épouse Évelyne en octobre 1837, et ils auront 2 filles : Sylvie et Nicolette. Évelyne est l'ancienne épouse de de Possel, qui quitta Bourbaki à la suite du mariage de Weil. Ce ne fut pas le dernier mathématicien avec qui Weil se brouilla. Plus tard, ses disputes avec Grothendieck, Leray, Lang, provoquèrent les départs successifs de ceux-ci de Bourbaki.

Passionné par les langues et la littérature, amateur très averti d'arts, Weil est en revanche peu intéressé par la physique, malgré quelques recherches dans le domaine des particules élémentaires.

Le déclenchement de la Seconde Guerre Mondiale est un vrai drame pour Weil. D'une part, il est juif. D'autre part, objecteur de conscience, c'est un antimilitariste convaincu, même si en tant qu'ancien élève de l'École Normale Supérieure, il est officier de réserve. Dès septembre 1939, il s'enfuit en Finlande, mais il est arrêté, ramené en France, et jugé à Rouen le 3 mai 1940. Il est incorporé de force comme 2ème classe. Pendant l'occupation, il trouve refuge aux États-Unis. Il devait poursuivre ses enseignements sur le continent américain. L'attitude de Weil pendant la guerre lui valut de nombreuses critiques; elle fut aux antipodes de celle de sa sœur, qui fut une figure mythique de la Résistance, et qui en paya de sa vie. Pourtant, Simone et André Weil restèrent même en ces moments très proches. C'est notamment à elle qu'André adressa une lettre en forme de bouteille à la mer alors qu'il est en prison militaire, lettre qui aurait pu devenir son testament mathématique, un peu comme celle de Galois à Chevalley.

C'est donc Outre-Atlantique que s'établit Weil à partir de 1941. Au début, il enseigne au "Haverford College" et au "Swarthmore College", en Pennsylvanie. Puis en 1945, il accepte un poste à l'université de Sao Paulo, au Brésil. En 1947, il retourne aux États-Unis., d'abord à Chicago, puis à partir de 1958, il est professeur à la prestigieuse université de Princeton. Il prend sa retraite en 1976, devenant professeur émérite.
Weil reste néanmoins à Princeton, ne revenant en France qu'un ou deux mois par an, profitant alors pour retrouver son ami Henri Cartan. La fin de sa vie est marquée par la perte d'Evelyne en 1986, quelques jours après ses 80ans, ainsi que par une cécité grandissante. Il reçoit aussi de nombreux prix, comme le prix Wolf en 1979, le Kyoto en 1994. Entre-temps, en 1982, il est élu à l'Académie des Sciences.

Weil est probablement le fondateur de la théorie algébrique des nombres modernes.
Lors de la publication de sa thèse, en 1928, il est obligé de chercher des rapporteurs à l'étranger car en France l'analyse est reine. Son influence s'étend jusqu'à la démonstration en 1994 par A.Wiles du théorème de Fermat, à travers la conjecture de Taniyama, Shimura, Weil.
Weil étudia aussi l'analyse harmonique dans les groupes topologiques. On lui doit notamment l'ouvrage fondamental 'L'intégration dans les groupes topologiques et ses applications'.

L'oeuvre de Weil est aussi indissociable de celle de Nicolas Bourbaki, dont le but était de donner une conception unifiée et rigoureuse des mathématiques. L'influence, notamment dans le domaine du vocabulaire et de la rigueur, de Nicolas Bourbaki sur les mathématiques contemporaines est très importante.
Weil n'était pas un grand orateur. Son style mathématique est un peu lourd, loin de l'élégance sarcastique de son autobiographie, Souvenirs d'apprentissage.