

Comment devenir mathématicien ?

Maurice Mashaal



De longues années d'apprentissage et des talents évidents sont nécessaires pour qui veut faire de la recherche fondamentale en mathématiques. Mais les passionnés ont à leur disposition plusieurs filières de formation, avec des débouchés variés.

du XVII^e siècle, un certain magistrat toulousain du nom de Pierre de Fermat (1601-1665) occupait ses heures de loisir à des recherches mathématiques et à entretenir une correspondance à leur sujet. Bien que ce ne fût pas sa profession, Fermat réalisa des découvertes mathématiques importantes. Il fut par exemple un pionnier de l'introduction des techniques algébriques en géométrie, et ses travaux en théorie des nombres l'ont rendu célèbre — notamment pour une conjecture qu'il formula et qui ne fut démontrée qu'en 1994 (celle-ci affirme que l'équation $x^n + y^n = z^n$ n'a pas de solutions x, y, z en nombres entiers positifs dès que l'entier fixé n est supérieur ou égal à 3). Fermat était, en fait, l'un des plus brillants mathématiciens de son siècle.

Cette époque où une personne douée pouvait faire des découvertes significatives en autodidacte, à ses heures perdues, est révolue. Certes, il arrive encore que des passionnés de mathématiques, dont ce n'est pas la profession, découvrent et prouvent ici ou là



Un cours de mathématiques à l'université. (Cliché Institut de mathématiques-Université Bordeaux 1)

un nouveau théorème. Non seulement de tels cas sont rares, mais surtout les résultats obtenus portent généralement sur des questions



de détail, à la marge des grands courants de l'évolution des mathématiques.

Non, si quelqu'un aujourd'hui désire devenir un véritable acteur des mathématiques, il lui faut d'abord affronter de longues années d'études. Environ huit ans après le baccalauréat sont nécessaires afin d'assimiler les connaissances et les capacités essentielles, qui permettront à l'apprenti-mathématicien d'acquérir de l'autonomie et de commencer à produire à son tour des résultats mathématiques originaux.

L'itinéraire classique : DEUG, licence, maîtrise, DEA et thèse de doctorat

De longues études supérieures, d'accord, mais lesquelles ? La voie traditionnelle, en France, consiste à suivre un premier cycle universitaire de deux ans, puis un deuxième cycle de deux ans, et enfin un troisième cycle d'environ quatre ans.

Le premier cycle est l'objet du DEUG (Diplôme d'études universitaires générales). Pour les futurs mathématiciens, il s'agit généralement du DEUG scientifique mention « Mathématiques, informatique et application aux sciences » (MIAS), dont l'enseignement est centré sur les mathématiques, l'informatique et la physique ; ou du DEUG « Mathématiques appliquées et sciences sociales » (MASS), construit autour des mathématiques et de l'informatique d'une part, des sciences économiques ou humaines d'autre part.

La première année du deuxième cycle universitaire est consacrée par le diplôme de

licence, la deuxième par le diplôme de maîtrise. Il peut s'agir d'une licence et d'une maîtrise de mathématiques pour qui se destine à la recherche fondamentale en mathématiques, ou d'un deuxième cycle MASS pour ceux qui s'intéressent aux mathématiques appliquées aux sciences économiques et sociales, ou encore d'une maîtrise d'ingénierie mathématique, orientée vers les applications industrielles, avec un accent sur l'analyse numérique, la modélisation, l'informatique, les probabilités et les statistiques.

Le troisième cycle commence par l'année du DEA (Diplôme d'études approfondies), dont il existe une grande variété (en mathématiques, il existe près d'une cinquantaine d'intitulés différents sur toute la France). Il peut s'agir de DEA encore généralistes, couvrant un spectre assez large des mathématiques, ou de DEA plus spécifiques, comme un DEA d'algorithmique ou un DEA de biomathématiques. Le choix du DEA est déterminant ; c'est généralement au cours de cette année que l'étudiant va entrer au contact de la recherche mathématique, qu'il va être confronté à des thèmes d'actualité, qu'il va devoir se plonger dans des articles de recherche publiés même très récemment.

Le DEA conditionne largement la suite, à savoir le doctorat qui se prépare généralement en trois ans. L'étudiant détermine son champ de recherche, se trouve alors un directeur de thèse et un laboratoire d'accueil, puis travaille sur le thème choisi en vue d'obtenir lui-même des résultats originaux, qui feront l'objet d'une ou plusieurs publications dans les revues professionnelles. Le diplôme de doctorat est décerné après rédaction et soutenance d'une thèse, en public, devant un jury composé de spécialistes.



Magistères et Grandes écoles, tremplins vers la recherche fondamentale

Licence, maîtrise, DEA, thèse : tel est, en résumé, le parcours d'études conventionnel en France pour devenir chercheur en mathématiques ; à cela s'ajoutent souvent une ou plusieurs années de recherches post-doctorales, rémunérées à l'aide de bourses ou de contrats à durée déterminée et parfois effectuées à l'étranger, avant que le jeune mathématicien ne réussisse à décrocher un poste stable de chercheur ou d'enseignant-chercheur. Ce modèle est *grosso modo* le même dans la plupart des pays. C'est le type d'itinéraire qu'ont suivi des personnes comme Andrew Wiles, le mathématicien britannique qui est venu à bout, en 1994, de la fameuse conjecture de Fermat.

En fait, le parcours que l'on vient de décrire comporte plusieurs variantes ou exceptions importantes. Tout d'abord, en France, les Grandes écoles comme les Écoles normales supérieures et l'École polytechnique ont tendance, en mathématiques, à drainer les étudiants les plus brillants. Pour présenter les concours d'entrée à ces établissements très sélectifs, les candidats suivent non pas un DEUG, mais deux (voire trois) années de « classes préparatoires » en lycée, caractérisées par une préparation intensive et un investissement personnel plus important. Après les concours d'entrée, les élèves normaliens s'intègrent aux deuxième puis troisième cycles universitaires ; les élèves polytechniciens, eux, suivent deux années de formation à l'École polytechnique même, puis rejoignent s'ils le souhaitent la filière universitaire au niveau du DEA. Le passage par une École normale supérieure ou par l'École polytechnique n'est

pas obligatoire pour qui veut devenir mathématicien ; cependant, il faut le reconnaître, la plupart des postes de chercheurs en mathématiques fondamentales sont occupés, en France, par d'anciens élèves normaliens ou polytechniciens.

Par ailleurs, plusieurs universités proposent des *magistères*, formations d'excellence en trois ans qui intègrent la licence, la maîtrise et un DEA, dans lesquelles les étudiants (en bonne partie des normaliens) sont sélectionnés sur dossier après un DEUG ou une classe préparatoire. Les futurs chercheurs ont plutôt intérêt à suivre un magistère, plutôt que le cursus habituel.

Signalons également qu'il existe de multiples passerelles entre les écoles d'ingénieurs et l'université. Ainsi, les élèves des écoles d'ingénieurs peuvent, selon leurs centres d'intérêt et leur niveau, rejoindre la filière universitaire, pour un DEA ou pour une thèse de doctorat. Inversement, des étudiants d'université peuvent dès la fin du DEUG et dans certaines conditions intégrer une école d'ingénieurs, voire, ultérieurement, une Grande école.

Le profil d'ingénieur : des études moins longues, mais aussi moins orientées vers la recherche

Disons quelques mots des écoles d'ingénieurs, qui recrutent généralement leurs élèves sur concours, après les classes préparatoires. Bien qu'il s'agisse *a priori* de former des ingénieurs et non des chercheurs, l'enseignement en mathématiques y est souvent de bon niveau. Certaines de ces écoles conviennent particulièrement à ceux qui souhaitent allier les mathématiques et un domaine d'ingénierie



En mathématiques, plus encore que dans les autres disciplines scientifiques, la bibliothèque est un outil essentiel — pour les étudiants comme pour les chercheurs. (Cliché Institut de mathématiques-Université Bordeaux 1)

tion de l'entreprise, de l'organisme ou du laboratoire, et en fonction de la personne et de sa formation. Par exemple, un ingénieur ayant été formé à la recherche au travers d'une thèse de doctorat et travaillant dans une grande entreprise de haute technologie peut être amené à effectuer des recherches de nature fondamentale.

Enfin, il faut savoir que des for-

ou de technologie, comme la mécanique, l'acoustique, l'informatique ou autre. Il existe aussi des écoles spécialisées, telles que l'ENSAE (École nationale de la statistique et de l'administration économique) ou l'ENSAI (École nationale de la statistique et de l'analyse de l'information) qui forment des statisticiens, l'EURIA qui forme des actuaires, etc.

La formation d'ingénieur permet, en quatre ou cinq années d'études supérieures, une entrée assez rapide dans la vie active. Évidemment, la nature de l'activité exercée par un ingénieur-mathématicien travaillant dans une entreprise ne sera pas la même que celle d'un chercheur travaillant dans un laboratoire de recherche : elle consistera davantage à appliquer des mathématiques déjà connues à des problèmes concrets qu'à créer des mathématiques nouvelles. Cependant, entre les deux types d'activité, on peut rencontrer tous les intermédiaires, en fonc-

formations de type ingénieur sont également dispensées par les universités, à travers les Instituts universitaires professionnalisés (IUP) ou les maîtrises à finalité professionnelle comme les MIAGE (maîtrise en méthodes informatiques appliquées à la gestion des entreprises) et les MST (maîtrise de sciences et techniques). Comme les écoles d'ingénieurs, ces formations de type bac + 4 ne sont pas particulièrement ou exclusivement centrées sur les mathématiques. Mais un DESS (diplôme d'études supérieures spécialisées), sorte de DEA à finalité professionnelle, peut compléter une telle formation et lui donner une orientation mathématique plus marquée. Il existe ainsi des DESS de « Calcul scientifique et informatique », d'« Ingénierie mathématique », de « Mathématiques, informatique et sécurité de l'information », de « Modélisation stochastique et recherche opérationnelle », etc. : le choix est vaste !



L'interdisciplinarité, une clef pour l'avenir

Beaucoup sont conscients de la nécessité d'une ouverture plus grande des mathématiques vers les autres disciplines. Les mathématiques de pointe se révèlent utiles et nécessaires dans des domaines de plus en plus nombreux; inversement, les problèmes concrets posés dans ces domaines peuvent inspirer des recherches fondamentales fructueuses, qui font progresser la science mathématique elle-même. Au sein des institutions d'enseignement et de recherche, apparaît la volonté politique de développer l'interdisciplinarité, mais elle a encore du mal à se traduire dans les faits.

Un des principaux terrains d'action est l'enseignement supérieur. Si, au niveau des DEA et des DESS de mathématiques, on remarque une certaine ouverture vers d'autres domaines, la situation en deuxième cycle universitaire (licence et maîtrise) semble plus préoccupante: « les mathématiques y sont enseignées de façon presque totalement monolithique; il faut repenser les programmes, qui ont très peu évolué au cours des dernières décennies », affirme Jean-Pierre Bourguignon, directeur de l'Institut des hautes études scientifiques (IHES). « Par exemple, l'interface entre mathématiques et biologie ou médecine est quasiment inexistante, et il en est de même des mathématiques discrètes ». On peut tout de même noter quelques évolutions, comme l'instauration au concours de l'agrégation d'une épreuve de modélisation.

Un autre terrain d'action vers l'interdisciplinarité concerne les recrutements de chercheurs et d'enseignants-chercheurs, ainsi que l'avancement de leurs carrières. Comme le souligne Jean-Marc Deshouillers, directeur pour les mathématiques à la Mission scientifique universitaire (Ministère de la Recherche), « on peut favoriser les échanges interdisciplinaires à travers les commissions de recrutement », pour que par exemple des spécialistes de statistique soient recrutés dans des laboratoires de biologie. On peut aussi créer de nouveaux laboratoires consacrés à des thèmes pluridisciplinaires, ou tenter de modifier l'orientation de laboratoires déjà existants, à travers leur évaluation. C'est ce que font déjà des organismes comme le CNRS ou le Ministère de la Recherche. Mais, sur le chemin de l'interdisciplinarité, les difficultés sont nombreuses: il faut rompre avec certaines habitudes, contourner des obstacles administratifs ou statutaires, surmonter les incompréhensions entre chercheurs de disciplines différentes, investir en hommes et en argent, etc. Les choses en sont encore à leurs débuts. « La compétition et la spécialisation scientifiques, le système d'évaluation et de recrutement, ont trop souvent tendance à favoriser les profils conventionnels et peu mobiles », dit Christian Peskine, directeur scientifique adjoint pour les mathématiques au CNRS; le système ne suscite pas assez l'émergence de personnes ayant une formation originale, ayant envie de prendre des risques (scientifiques...) dans des domaines nouveaux. Mais ceux qui tiennent déjà un rôle et une place dans les thèmes interdisciplinaires pourraient avoir un effet d'entraînement et encourager d'autres collègues ou étudiants à les imiter.

Des débouchés d'autant plus nombreux que la formation laisse de la place à d'autres disciplines

Les débouchés qui s'offrent aux diplômés en mathématiques ? Pour ceux qui sont allés jusqu'au doctorat et au-delà, les voies naturelles sont la recherche et l'enseignement supérieur : des organismes de recherche publique comme le CNRS, l'INRIA, le CEA, l'ONERA, etc., mais aussi de grandes sociétés comme la RATP ou EDF-GDF, recrutent des chercheurs, et les universités recrutent des enseignants-chercheurs ; de même, les Grandes écoles ou les écoles d'ingénieurs recrutent des enseignants et, dans les cas où elles possèdent des laboratoires de recherche, des chercheurs. Cependant, le nombre de postes offerts par la recherche et l'enseignement supérieur ne sont pas très nombreux, et cette voie est donc très sélective. À titre d'illustration, le CNRS (Centre national de recherche scientifique) recrute une quinzaine de jeunes « chargés de recherche » mathématiciens par an (20 en 1995, 13 en 1997), les universités une centaine de « maîtres de conférences » (116 en 1995, 111 en 1997) ; ces chiffres sont à comparer au nombre de diplômes de doctorat délivrés en