

Les mathématiciens en France— et dans le monde

Jean-Pierre Bourguignon



Jusque vers la fin du XIX^e siècle, les « géomètres », comme on appelait jadis les mathématiciens, étaient peu nombreux. En un siècle, leurs rangs se sont considérablement renforcés. Aujourd'hui, ils doivent faire face à une profonde mutation de leur discipline.

*a*u cours du xx^e siècle, la communauté mathématique a connu une expansion numérique majeure. Elle est passée de quelques centaines de membres en 1900 à des dizaines de milliers (probablement de l'ordre de 80 000) 100 ans plus tard. Pour faire une estimation de ce genre, il faut d'abord que l'on s'entende sur la définition du terme « mathématicien ». Nous réservons ce nom à ceux et celles ayant atteint un niveau de formation équivalent à la thèse de doctorat, et dont la profession accorde une place véritable à la recherche mathématique ou à l'assimilation de ses résultats. Ce choix peut être jugé un peu limitatif car il a par exemple pour effet d'exclure de notre champ de vision presque tous les professeurs de l'enseignement secondaire — une catégorie dont le nombre a aussi augmenté considérablement dans tous les pays du monde au cours de la deuxième moitié du xx^e siècle.

Cette croissance résulte de plusieurs processus simultanés. Il y a eu tout d'abord, juste après la Deuxième guerre mondiale, une prise

de conscience de l'importance des sciences dans le développement économique ou industriel. Par ailleurs, de nouveaux groupes de personnes ont accédé à ces professions. Il en est ainsi des femmes, certes avec de grandes inégalités d'un pays à l'autre. Mais dans le même temps, une communauté académique, regroupant les acteurs de l'enseignement supérieur, a fait son apparition dans presque tous les pays. Pour ne donner qu'un exemple, les mathématiciens originaires d'Afrique sub-saharienne ont soutenu leurs premières thèses de doctorat dans les années 1970, après formation dans une université d'un pays occidental ou en Union soviétique. La génération suivante a souvent fait ses études sur place : dans la décennie 1990-2000, de nombreux pays d'Afrique sub-saharienne ont mis en place des formations supérieures autonomes et ont, de ce point de vue, accédé à l'indépendance. Dans les prochaines années, l'expansion va continuer avec probablement un renforcement considérable des communautés mathématiques d'autres pays, comme la Chine et l'Inde.



La Terre vue de nuit. La répartition mondiale des lumières nocturnes n'est pas sans rappeler celle des centres d'activité mathématique. Pour autant, les mathématiciens ne travaillent pas tous la nuit ! (Clicbé C. Mayhew et R. Simmon/NASA-GSFC)

Une communauté de chercheurs et son réseau de sociétés savantes

Comment les communautés de mathématiciens sont-elles organisées ? L'expansion de la communauté mathématique internationale a été accompagnée d'une structuration par le biais de sociétés savantes, qui vivent presque toutes grâce au dévouement et à l'engagement de collègues bénévoles. Les sociétés de mathématiques sont aujourd'hui encore de taille modeste, à l'exception de *l'American Mathematical Society* qui regroupe près de 15 000 membres et qui a plus de 200 employés.

La première étape s'est produite au niveau national, le plus souvent à un moment où les pouvoirs publics ont perçu que le développement des sciences pouvait représenter un enjeu économique et militaire. C'est ainsi que

la *Société mathématique de France* (SMF), comme d'ailleurs la *Société française de physique*, est née en 1872, juste après la déroute de 1870 face à l'Allemagne, et la réflexion sur ses causes qui s'en est suivie. Cette perspective étroitement nationaliste s'est, heureusement, estompée.

L'Union mathématique internationale a été créée en 1896. Elle est restée une petite structure. Sa responsabilité principale est de fournir le cadre de l'organisation du *Congrès international des mathématiciens*, un événement quadriennal qui demeure le rendez-vous incontournable de la communauté à l'échelle mondiale. Son comité exécutif se charge aussi de nommer la commission qui attribue, tous les quatre ans, les médailles Fields; celles-ci représentent la récompense la plus prestigieuse en mathématiques, le prix Nobel n'existant pas dans cette discipline.



L'IHÉS (Institut des hautes études scientifiques), à Bures-sur-Yvette en banlieue parisienne, et une discussion entre mathématiciens dans ses locaux. L'IHÉS, consacré aux mathématiques fondamentales et à la physique théorique, est un institut de recherche prestigieux. Il ne compte que 7 chercheurs permanents mais accueille chaque année, pour des durées variables, quelque 200 chercheurs de toutes nationalités. Récemment, quelques-uns de ses mathématiciens ont commencé à se pencher sur des problèmes liés à la biologie moléculaire. (Clichés IHÉS et IHÉS-Outsider Agency)

A la fin du xx^e siècle, on a assisté à l'émergence de structures continentales intermédiaires. L'exemple a été donné par les collègues africains, qui ont créé dès les années 1980 l'*Union mathématique africaine*. Sont ensuite apparues la *Société mathématique européenne* (SME), dont la gestation a été laborieuse — à l'image de celle de l'Union européenne — et qui regroupe depuis 1990 toutes les sociétés nationales de l'Europe géographique et d'Israël, et l'UMALCA, qui rassemble les mathématiciens d'Amérique du sud et des Caraïbes. Ces nouvelles structures sont nées de la volonté de renforcer des collaborations à l'échelle d'un sous-continent et, suivant les situations, de disposer d'un interlocuteur représentatif face à l'apparition d'un nouveau niveau politique (c'est le cas pour l'Europe) ou de contrôler l'aspiration des ressources par l'Amérique du nord (c'est le cas pour l'Amérique du sud) au lendemain de la douloureuse période des dictatures militaires.

Une présence de plus en plus large dans l'industrie et les services

Où sont employés les mathématiciens ? La grande nouveauté est que, de nos jours, des



mathématiciens sont présents dans de nombreux secteurs de l'industrie et des services. Il n'y a cependant pas d'« industrie mathématique » comme il y a une industrie chimique ou une industrie pharmaceutique. En effet, les emplois confiés à des personnes à haute compétence mathématique portent souvent des dénominations variables, ce qui rend difficile le dénombrement des « mathématiciens industriels ». Une estimation récente laisse penser qu'ils sont près de 2 000 à être employés de cette façon en France. Ce nombre est à comparer à celui de leur contrepartie académique (mathématiciens des universités, Grandes écoles et organismes de recherche divers), dont on estime l'effectif de façon beaucoup plus fiable à environ 4 000. La ventilation de cette communauté académique entre organismes de recherche publics et enseignement supérieur (10 % contre 90 % environ) est un peu singulière : généralement, dans les autres disciplines scientifiques, un choix différent a été fait, puis-



qu'une proportion beaucoup plus importante consacre tout son temps à la recherche, sans tâches d'enseignement.

Quels sont les secteurs particulièrement intéressés à embaucher des mathématiciens ? Les banques et les assurances font un usage de plus en plus intensif de compétences mathématiques ; les produits qu'elles vendent reposent souvent sur une construction mathématique qui en est tout le fondement. Mais il en va de même d'un certain nombre d'entreprises de haute technologie dans lesquelles l'étude de systèmes complexes requiert une approche mathématique, que de puissants moyens de calcul fournis par les nouvelles générations d'ordinateurs peuvent rendre opératoire. Ces ouvertures nouvelles sont de nature à changer considérablement l'image des mathématiques auprès des étudiants. Cependant, elles n'ont pas encore été complètement assimilées par l'enseignement supérieur français ; le plus souvent, la raison en est l'inertie excessive du système éducatif, qui reste centré sur les formations aux professions académiques.

Les mathématiciens sont confrontés à une nouvelle donne

Ces nouveaux développements n'ont pas été sans avoir des répercussions sur la structuration des mathématiques, tant dans les établissements d'enseignement supérieur et de recherche qu'au niveau des publications. On a quelquefois présenté la situation ainsi créée comme une bataille entre « mathématiques pures » et « mathématiques appliquées ». Cette façon de voir les choses est injustifiée, pour au moins deux raisons. D'une part, les exemples de situations historiques où des mathématiques nouvelles ont été

développées à partir de sollicitations extérieures abondent ; d'autre part, les nouveaux domaines à conquérir ne peuvent être abordés en déclarant *a priori* quelle partie des mathématiques sera la clef du problème posé. De nombreux rapprochements-surprises ont pu être constatés, qui prouvent que la dichotomie pure/appliquée est en fin de compte improductive. C'est dans le contexte de tension interne à la communauté mathématique qu'est née en France, en 1983, la *Société de mathématiques appliquées et industrielles* (SMAI). Vingt ans plus tard, les deux sociétés, SMF et SMAI, ont trouvé un mode de coopération efficace et mènent ensemble des actions d'intérêt commun. À elles deux, elles mobilisent plus de 3000 personnes, dont l'appartenance va bien au-delà de la communauté académique pour la SMAI.

La nouveauté principale vient de la possibilité d'étudier de plus en plus de systèmes complexes grâce à l'usage de modèles de natures diverses. La modélisation est, aujourd'hui, une démarche à laquelle on recourt souvent. Ce nouvel engouement nécessite une réflexion plus approfondie sur les fondements, y compris philosophiques, de cette approche. L'une des capacités qu'il convient de développer est la confrontation du modèle à la réalité qu'il est censé représenter.

On peut néanmoins souligner deux tendances lourdes qui se nourrissent de ces nouveaux contacts des mathématiques avec un monde qui leur est extérieur : un regain d'importance donnée aux structures finies (structures mathématiques ne mettant en jeu qu'un nombre fini d'éléments) et la généralisation des approches stochastiques (faisant intervenir des processus aléatoires). Dans le deuxième domaine, la France a remarqua-



blement su prendre le virage, si l'on y compare la situation avec celle des pays de même niveau de développement, à l'exception peut-être d'une sous-représentation des statistiques et de l'analyse des données. En revanche, l'enseignement des mathématiques discrètes, c'est-à-dire portant sur les structures finies, y est toujours aussi discret : très peu de cursus d'enseignement supérieur offrent dans ce domaine une formation suffisamment complète.

Récemment, lors d'un colloque consacré à l'histoire de la géométrie dans la deuxième moitié du xx^e siècle, Stephen Smale, un mathématicien américain qui fut l'un des pères de la topologie moderne et qui s'est par la suite intéressé de très près à l'analyse numérique, fit une remarque pertinente : aujourd'hui, l'extraordinaire croissance des mathématiques est aussi assurée par des personnes que les mathématiciens tendent à ne pas reconnaître comme faisant partie de leur communauté. Il est vrai que les statistiques, l'automatique, la recherche opérationnelle, la théorie du contrôle sont souvent peu représentées dans les départements de mathématiques des universités, alors que le cœur de toutes ces disciplines est vraiment mathématique. On pourrait en dire de même d'une bonne partie de l'informatique théorique : celle-ci entretient, avec les mathématiques, des liens organiques dont la profondeur et la force ne sont pas toujours reconnues par les mathématiciens eux-mêmes. Cette situation ouvre à la communauté des mathématiciens des possibilités de croissance considérable, pourvu qu'ils se montrent moins prompts à exclure ces activités nouvelles de leur champ. Avec plus de curiosité et d'ouverture, il y aura davantage de stimulations et de nouveaux champs d'action, pour le plus grand bien du développement

des mathématiques elles-mêmes.

La mutation de la profession exige de nouveaux profils de formation

Une des premières choses à reconnaître concerne la pratique du métier de mathématicien requise par ces nouveaux contacts, pratique qui ne peut se limiter à prouver des théorèmes. On a aujourd'hui besoin qu'un nombre suffisant de mathématiciens aux profils très divers s'intéressent aux applications. Cela exige qu'ils apprennent à échanger avec des spécialistes d'autres disciplines, en offrant une écoute d'une qualité suffisante.

Dans diverses structures d'enseignement supérieur de par le monde, on constate déjà la mise en place de formations spécialisées, en mathématiques financières par exemple. D'autres créneaux, pour lesquels des débouchés importants hors du monde académique sont apparus, vont certainement voir le jour, à une échelle adaptée à ces débouchés ; c'est déjà le cas pour les formations d'actuariers, et l'on peut anticiper que des formations mixtes verront le jour à l'interface des mathématiques avec la biologie et la médecine par exemple.

Laisser proliférer des formations trop spécialisées serait une erreur, pour deux raisons : l'étroitesse des approches de ce genre d'une part, et le risque de coupure de la communauté mathématique qu'une telle pratique présenterait d'autre part. Pour que les étudiants perçoivent de manière plus naturelle les nouvelles orientations accessibles aux méthodes mathématiques, des modifications plus profondes des cursus de formation devront vraisemblablement être mises en



place. Il faut avoir l'ambition de créer une bonne fluidité entre le monde académique et le monde de l'industrie et des services; c'est une condition pour que l'irrigation en bons problèmes, portant le plus souvent sur des champs nouveaux, se produise assez spontanément, et pour que ces problèmes soient traités avec le niveau de profondeur requis.

Jean-Pierre Bourguignon
CNRS-IHÉS (Institut des hautes études
scientifiques, Bures-sur-Yvette) et
École polytechnique, Palaiseau

Quelques références :

- B. Engquist et W. Schmid (eds.), *Mathematics unlimited — 2001 and beyond* (Springer-Verlag, 2001).
- C. Casacuberta, R. M. Miró-Roig, J. M. Ortega, et S. Xambó-Descamps (eds.), *Mathematical glimpses into the 21st century, Round tables held at the 3rd european congress of mathematics* (Societe Catalana de Matemàtiques, Barcelona, 2001).