Zeitschrift: Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles = Bulletin der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg

Herausgeber: Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles

Band: 89 (2000)

Heft: 2

Artikel: Les enjeux des mathématiques dans le société d'aujourd'hui (à la fin du XXe siècle)

Autor: Bourguignon, Jean Pierre

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-308810

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Les enjeux des mathématiques dans la société d'aujourd'hui (à la fin du XXe siècle)*

Jean Pierre BOURGUIGNON
CNRS-Institut des Hautes Etudes Scientifiques
35, route de Chartres, F-91440 Bures-sur-Yvette, France

Le choix du thème de cette conférence est né de discussions avec des personnes très variées, enseignants du secondaire, chercheurs en mathématiques, mais aussi responsables de laboratoires industriels et de service.

Il a pour point d'appui *le décalage entre la perception ordinaire des mathématiques, leur nature et les nouvelles relations qu'elles entretiennent avec la société.*

La perception ordinaire des mathématiques

Plusieurs idées fausses sur les mathématiques sont très répandues chez Madame et Monsieur Tout le Monde.

Tout d'abord *elles apparaissent souvent comme une science morte*, et même leur statut de science est souvent contesté pour *les réduire à un langage*.

Une première réponse sur ce point est fournie par les données factuelles sur la production mathématique : chaque année, environ 70 000 nouveaux articles sont publiés de par le monde. Cette production considérable de nouveaux résultats est le résultat de l'activité des mathématiciens impliqués dans la recherche à l'échelle mondiale qui est estimée aujourd'hui à environ 55 000 (alors qu'il n'y en avait qu'à peu près 300 en 1900!). Ils se trouvent essentiellement dans le monde académique, mais ils sont de plus en plus nombreux à exercer leur métier dans le monde de l'industrie et des services. Les struc-

* Compte-rendu d'une conférence donnée le 15 juin 2000 à l'Université de Fribourg dans le cadre de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles dont une version développée est publiée dans le Fascicule XI (1999) du Séminaire de Mathématique de Luxembourg, édité par le Centre Universitaire de Luxembourg sous le titre «A major challenge for mathématiciens: the undervaluation of the role of mathematics in today's society». Ce texte est reproduit dans le numéro de juin 2000 de la Newsletter de la Société Mathématique Européenne.

tures dans lesquels ils sont insérés sont bien entendu les départements des universités, mais aussi, et c'est plus nouveau, les laboratoires industriels ou des services. Des structures nouvelles à développer devraient combler le fossé qui existe encore entre ces deux mondes, pour notamment gagner en souplesse.

Par ailleurs elles *n'entretiendraient aucune relation avec le monde qui nous entoure et seraient inaccessibles.*

Ce sont probablement les points les plus sensibles, et il faut reconnaître que les mathématiciens portent une vraie responsabilité à ces propos. En effet trop d'entre eux manifestent une arrogance certaine devant l'incompréhension que leur discipline rencontre autour d'eux et refusent de consacrer le temps nécessaire à fournir les explications indispensables. Par ailleurs la presqu'absence de lieux de confrontation entre les chercheurs (tant du monde académique que du monde économique) et aussi bien les enseignants que le grand public en général ne facilite pas les choses. De ce point de vue l'existence et les activités de sociétés comme la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles sont plutôt des contre-exemples... à généraliser.

Les développements contenus dans les paragraphes suivants se proposent d'apporter quelques éléments de réponse par rapport à ces affirmations, tant sur leur fausseté que sur les raisons qui pourraient expliquer leur existence.

La nature des mathématiques

Pour discuter de la nature des mathématiques, il est a priori nécessaire de mettre en place un appareil philosophique un peu sophistiqué puisque la question ne peut pas recevoir une réponse immédiate et simpliste.

Nous nous en tenons ici à une discussion un peu superficielle mettant en avant les points les plus flagrants.

Découverte ou invention

La question fondamentale (et délicate) dans ce domaine est celle de l'existence d'une réalité mathématique indépendante de la réalité sensible. Les *platoniciens* défendent le point de vue qu'une telle réalité existe et que le travail du mathématicien consiste à la *découvrir*. Le point de vue opposé, défendu notamment par les *intuitionnistes*, consiste à dire que les mathématiques ne sont que le résultat d'un consensus entre membres d'un groupe social bien défini. Il faut reconnaître que la plupart des mathématiciens sont plus proches du premier point de vue.

Rapport au langage

La nécessité de disposer d'un langage très précis pour faire des mathématiques est indiscutablement la base du quiproquo qui les fait réduire à cet aspect par un certain nombre de personnes. Il se peut aussi que les mathématiciens n'aient pas prêté une attention suffisante au fait que le détournement du langage courant qu'ils pratiquent régulièrement peut entraîner une gêne chez leurs étudiants à tous niveaux.

Rapport à la vérité

Les preuves jouent un rôle fondamental dans le fonctionnement des mathématiques car les seuls résultats mathématiques sur lesquels il est possible de s'appuyer sont ceux qui peuvent être démontrés de façon rigoureuse. Cela établit un rapport particulier des mathématiques avec la vérité, et fonde tant leur dimension universelle que leur relation spéciale avec le temps : une preuve correcte d'un fait mathématique ne devient pas obsolète, même après des siècles, et ceci même si une nouvelle preuve, ou un nouveau cadre conceptuel, apparaissent.

Il n'en reste pas moins qu'on ne peut, comme les mathématiciens le savent bien, réduire l'activité mathématique à donner (et à apprendre) des preuves. Le mode de développement de cette science est beaucoup plus complexe, et le recours à *l'abstraction* y joue un rôle souvent mal compris. Alors qu'il s'agit d'un mode de construction de concepts extrêmement puissant et important, le transfert de résultats qu'il permet est souvent passé sous silence ; c'est un des modes fondamentaux d'intervention des mathématiques, y compris dans le transfert interne d'une branche à une autre.

La question de la relation des mathématiques à la réalité sensible réapparaît dans ce contexte : les *modèles mathématiques* sont-ils «vrais»? Il a fallu attendre Henri Poincaré pour voir affirmer sans ambiguïté qu'ils sont indépendants de la réalité qu'ils représentent, et que dès lors c'est seulement leur contenu mathématique dont la véracité peut être étudiée. Il va sans dire que ce point de vue ne dispense pas, bien au contraire, de discuter la pertinence des modèles, et de les confronter à des expériences réelles pour apprécier leur utilité.

Les nouvelles relations des mathématiques avec la société

A la fin du XXe siècle, de nouvelles circonstances modifient le développement des mathématiques et leurs modes d'intervention dans la société en général. Certaines modifications affectent la communauté mathématique elle-même, d'autres ses relations avec la société.

Effets internes à la communauté des mathématiciens

Il y a d'abord *l'effet de tous les nouveaux résultats* accumulés par les mathématiciens (et là l'accroissement de la taille de la communauté qu'ils forment joue évidemment un rôle très important) ; il y a aussi *l'impact des nouvelles technologies.* En effet les nouveaux moyens de calcul puissants permettent de traiter de très grands nombres, de faire des itérations nombreuses de processus élémentaires, de modéliser des systèmes complexes, de faire des calculs formels très longs, et enfin de visualiser de façon radicalement nouvelle des résultats (un effet dont les mathématiciens n'ont peut-être pas encore mesuré tout le parti qu'ils peuvent tirer).

Les nouveaux moyens de communication ont, en mathématiques comme dans beaucoup d'autres sciences, modifié la notion de collaboration et permis d'utiliser les ressources bibliographiques de façon nouvelle, même si les bases de données actuellement constituées ne disposent pas encore de systèmes de recherche «conceptuels».

Modification des relations avec la société

Un point évident est la mise à disposition d'un public très large de moyens de calculs puissants par le biais de machines peu chères comme les calculettes, ou à un moindre degré les ordinateurs.

Par ailleurs le mode d'organisation des sociétés développées est dominé par la notion de *«produit»,* qui, même dans la production de biens d'utilisation extrêmement courante, suppose l'optimisation de beaucoup de paramètres, ce qui introduit une dimension immatérielle dans des domaines où il n'y en avait pas auparavant. Aujourd'hui, il existe des *«produits mathématiques»* comme il existe depuis longtemps des «produits chimiques». La difficulté principale à laquelle sont confrontés les mathématiciens est qu'il n'existe pas encore de secteur économique qui se qualifie spontanément d'«industrie mathématique» comme pour la chimie, même si le secteur des assurances ou des banques s'approche de cette définition. Il faut reconnaître que souvent *l'apparence matérielle des objets cache les concepts mathématiques en œuvre.*

Le passage à une société de communication, i.e. une société où les biens sont de plus en plus souvent immatériels, accentue encore cette tendance. Ne doivent pas être non plus négligées les nouvelles possibilités de modélisation, notamment pour les systèmes complexes.

Nouveaux domaines dans lesquels il y a une demande de mathématiques

Il n'est peut-être pas inutile de passer en revue quelques exemples de ces nouvelles demandes.

Plusieurs concernent des systèmes complexes comme *l'organisation sociale* (où souvent les effets secondaires priment sur les effets primaires, ce qui oblige à une grande prudence dans l'étude de *l'environnement.*

Les systèmes de télécommunications offrent un grand nombre d'occasions de mettre en œuvre des outils mathématiques : on peut citer *le codage des messages, le traitement des images, la compression des données, les nouveaux réseaux sans base fixe,* etc. C'est un des domaines où il est fait de plus en plus souvent appel à des résultats mathématiques récents empruntés à des domaines résolument qualifiés il y a encore peu de temps de «purs» (penser à l'utilisation de résultats sophistiqués de la théorie des nombres en cryptographie).

Dans notre vie quotidienne nous sommes confrontés à plusieurs systèmes de saisie de données, comme les codes barres (permettant d'automatiser l'approvisionnement, la surveillance et l'analyse des grands complexes commerciaux), et le GPS (Global Positioning System), qui permet au détenteur d'un boîtier de connaître sa position avec une grande précision. Leur modes de fonctionnement sont fondamentalement mathématiques, et pour le GPS par exemple les versions plus élaborées dont la mission sera d'atteindre des précisions d'un autre ordre que les versions actuellement disponibles (par exemple le millimètre) devront contenir des modules effectuant des corrections incluant des effets très sophistiqués comme des corrections relativistes (la première circonstance d'une application grand public d'une théorie souvent présentée comme le sommet de la complication, et donc de l'inaccessibilité, scientifique).

Beaucoup d'objets d'usage quotidien font appel à des systèmes asservis (par exemple des moyens de transport de toutes sortes comme ascenseurs, autobus, trains, avions, etc.), et nous n'en avons pas toujours conscience. Les résultats mathématiques que ces systèmes mettent en œuvre sont de divers ordres, mais certains sont souvent complexes et de développement récent. Pour ne citer qu'un exemple, mentionnons que le fondement du scanner médical est purement mathématique (les mathématiciens l'appellent la transformation de Radon) : dans l'espace à trois dimensions, il s'agit d'affirmer, la possibilité de reconstituer une fonction à partir de ses intégrales suivant toutes les directions de l'espace. Le passage à un appareil d'utilisation simple et automatisé suppose bien entendu de nombreux raffinements tant technologiques que théoriques.

Tant pour des considérations esthétiques que d'efficacité ou de confort, la forme de nombreux objets que nous utilisons quotidiennement est le résultat d'une optimisation. On peut citer le cas des automobiles qui avant même d'exister comme objets physiques existent comme objets virtuels dont beaucoup de parties sont étudiées par des moyens où les mathématiques jouent un rôle de plus en plus grand, tant pour garantir la sécurité que les performances.

Le domaine *stochastique* est un des domaines qui a connu le plus grand développement dans la seconde moitié du XXe siècle. Il est peu de secteurs où il ne trouve pas de points d'application même si à l'heure actuelle c'est dans le secteur des télécommunications que son impact est le plus foudroyant. La place considérable qu'il a acquise dans le secteur bancaire accompagne le rapprochement de ce secteur avec la pratique des assurances. Il est devenu un pilier du développement des sociétés modernes.

Conclusion

La multiplication des points de contact de la vie quotidienne d'un nombre grandissant de citoyens avec les mathématiques oblige à repenser le rôle des mathématiciens dans la société. En effet, de plus en plus souvent, des personnes devront employer leur savoir-faire mathématique dans le cadre d'équipes pluri-disciplinaires qui auront besoin d'incorporer un certain savoir proprement mathématique dans leurs compétences.

Il semble tout aussi indispensable de tirer les conséquences de ces nouvelles relations sur la *formation de base*. Il est plus que jamais nécessaire dans la formation initiale de *relier les sciences entre elles, de relier les connaissances enseignées au monde qui nous entoure, de relier la production historique du savoir à la culture* (et c'est particulièrement vrai pour les mathématiques qui entretiennent avec leur histoire des relations particulières), et enfin de *relier ceux qui créent le savoir à ceux qui le transmettent.*

D'autres conséquences ont trait au contenu des formations plus avancées, dans la mesure où des plus en plus d'étudiants formés aux mathématiques vont utiliser leur savoir hors du monde académique, fait dont il faut se réjouir. Cela impose de considérer la discipline de façon plus globale, et de penser, et de mettre sur pied, des formations plus ouvertes sur les autres sciences et les activités de production.