

Mathématiques et société, ce qui est en train de changer

Véronique Chauveau¹, Marie-Françoise Roy²

Dans le cadre de la préparation de MATHS A VENIR 2009³, un atelier consacré à la thématique « Mathématiques et Société » a eu lieu à Rennes les 21 et 22 avril 2009. L'atelier a regroupé 35 participantes et participants. Des discussions ont eu lieu sur les thèmes suivants : « Mathématiques pour tous », « Les métiers des mathématiques », « Mathématiques et grand public » et « Mathématiques et société, ce qui est en train de changer ».

Les organisatrices de l'atelier avaient proposé de réfléchir aux questions suivantes :

- Quelles mathématiques enseigner et pour qui ?
- Quels sont les métiers des mathématiques qui n'existaient pas il y a 20 ans ?
- À quoi servent les mathématiques apprises dans les études pour les autres métiers ?
- Quels sont les acteurs de la dissémination mathématique dans le grand public ?
- Comment mettre en évidence pour tout citoyen que les mathématiques font partie de la culture ?
- Les mathématiciens ont-ils de nouvelles responsabilités sociales ? Si oui, lesquelles ? Comment les assumer ?
- Quelle est la place des mathématiciennes dans la communauté ?
- Mathématiques et discriminations. Les renforcent-elles ? Aident-elles à en sortir ?

L'atelier a permis de dégager deux thèmes de tables rondes pour le colloque de la Maison de la Mutualité les 1^{er} et 2 décembre, dont les titres provisoires sont les suivants : « Quelle(s) formation(s) pour quelle(s) société(s) ? » et « Professionnel(le)s des mathématiques et société civile : comment développer la compréhension mutuelle ? »

Plutôt que de chercher à résumer pour la *Gazette* tout ce qui s'est dit à Rennes, nous avons préféré nous concentrer sur un des thèmes abordés, en donnant la parole à trois des intervenants dans la discussion.

René Padieu, s'est déclaré perplexe, par rapport à l'exercice proposé.

En mathématique, on m'a appris à traiter le problème en lisant l'énoncé : le titre de la table ronde en préparation est « mathématiques et société ». Or, autour de la table ici, nous sommes tous des matheux : des professionnels des mathématiques pour l'essentiel mais de toute façon, tous, avec une formation plus ou moins importante en mathématiques. La partie « mathématiques » est donc largement représentée. Mais où est la « société » ici ? Qui est le porte-parole de la société ? Nous ne tenons qu'un des deux termes du titre !

¹ Vice-présidente de *femmes et mathématiques*.

² IRMAR, Université Rennes I.

³ Voir <http://www.maths-a-venir.org>

Les mathématiques sont dans la société. Elles peuvent être une richesse de dialogue : M.-J. Durand-Richard rapporte l'opinion qu'elles permettraient la construction d'interfaces. Il ne s'agit plus seulement de l'interface entre maths et société, mais entre les divers acteurs de la société, les mathématiques étant là l'auxiliaire de cette construction. Or, les construire pour des acteurs sociaux suppose qu'ils soient associés à la construction : donc en particulier représentés dans le cadre de la réflexion de MATHS A VENIR 2009 !

Par exemple, j'ai eu à livrer des statistiques à des acteurs sociaux pour servir dans une négociation entre eux. J'étais dans une posture de « sachant » face à des syndicalistes ou des politiques « ignorants » qui ne comprenaient pas ce qu'est une moyenne ou un indice d'évolution ! Il ne s'agissait pas de leur fournir « ma » science, mais un outil pour « leur » dialogue.

Et là, même, les deux termes de fournisseurs et consommateurs conviennent-ils : fournisseurs de maths pour des consommateurs dans la société ? Car, celui qui « applique » les mathématiques est souvent, à l'inverse, fournisseur de concepts que le mathématicien développera (C'est ainsi que Heaviside, ingénieur, et Dirac, physicien, ont inventé la première des distributions, qu'ensuite L. Schwartz a théorisées et enseignées).

Donc, je suis dans ce manque et cette perplexité : comment allons-nous pouvoir donner la parole à cet autre interlocuteur qu'est la société ?

Pour Catherine Goldstein, quand nous parlons de « mathématiques et société », nous avons tendance à penser en termes de « nous » et « eux », la société est assimilée au grand public indifférencié des médias, et les discussions se restreignent vite aux problèmes d'enseignement, principalement ceux de formation initiale, ou aux problèmes de diffusion des mathématiques. Les intermédiaires à convaincre et à former sont toujours les mêmes, enseignants, journalistes. Même dans un cadre de distraction pure, comme les conférences de l'Espace des sciences de Rennes ou de la Bibliothèque François Mitterrand, où le public est volontaire et assez ciblé dans sa formation, il y a bien sûr déjà fort à faire pour dépasser l'effet à très court terme d'un simple spectacle. Mais les modes d'interaction entre mathématiques et société sont en réalité bien plus variés, de l'utilisation plus ou moins contrôlée de métaphores mathématiques pour décrire des phénomènes sociaux à l'expertise spécifique des mathématiciens dans des questions contemporaines, en passant par l'identification des besoins éventuels en mathématiques de professionnels multiples (ingénieurs, techniciens, artistes,...) et des canaux de leur information, par la vision des mathématiques véhiculée dans des films ou des séries populaires, etc. Nous-mêmes sommes, toutes et tous, membres de la société de plusieurs façons et lors des discussions de l'atelier, nous avons endossé à l'occasion des casquettes distinctes. Il conviendrait donc de faire la liste des lieux où on peut trouver des mathématiques, identifier les acteurs et les médiateurs dans chacun d'entre eux.

Faute de cette propédeutique, les questions que nous sommes tentés de nous poser en première instance semblent toujours les mêmes, et les solutions également. À cet égard, ce qui m'a frappée dans nos premières discussions est d'abord ce qui n'a pas (assez) changé depuis Maths à venir 1987. Regardons la plaquette « quels mathématiciens pour l'an 2000 ? » (disponible sur le site web de MaV 2009) élaborée dans la foulée du congrès de 1987 et distribuée alors à

plusieurs milliers de responsables politiques, économiques, scientifiques. Nous y avons présenté l'importance des mathématiques dans la société à partir d'objets quotidiens, concrets, où intervenaient des mathématiques, nous avons évoqué la recherche en mathématiques en insistant sur la nécessité de son développement sur le long terme et des interactions fructueuses entre mathématiques théoriques et appliquées, nous avons posé déjà les questions du renouvellement des formations et des recrutements, des vocations (en particulier celles des filles), de la désaffection des études scientifiques, de la dissociation entre une image éventuellement positive de la discipline et l'engagement professionnel dans les métiers des mathématiques. Et de nombreuses suggestions avaient déjà été faites pour améliorer l'image des maths, depuis la mise en valeur de ses dimensions ludique ou historique, jusqu'aux conférences sur des mathématiques récentes, l'animation de stages pour les enseignants, etc. Il me semble donc que nous avons, ou devrions avoir, suffisamment d'acquis sur ces questions, pour en tirer profit, c'est-à-dire en particulier bénéficier d'évaluations sur les effets (bénéfiques ou non) de ces propositions. Le succès des actions ne devrait pas être mesuré seulement en nombre de personnes atteintes, les relations entre mathématiques et société devraient aussi pouvoir être examinées sur le moyen terme, au moins.

D'autres difficultés matérielles sont aussi restées les mêmes, par exemple, celles d'obtenir des données fiables et complètes sur les formations, les orientations des élèves, le rôle des parents, etc. L'enquête « Cinquante Lycées » en 1987 avait fourni des données très précieuses sur l'effet néfaste d'une seconde indifférenciée, le peu de relations entre de bons résultats en mathématiques et une orientation professionnelle en maths, et bien d'autres informations surprenantes. Les enquêtes internationales récentes, comme PISA toujours citée, sont bien plus superficielles, et les interprétations sociologiques souvent hâtives qui en sont faites bien plus sujettes à caution.

Parlons quand même de ce qui a changé.

Jean-François Méla a déjà indiqué certains de ces changements dans des articles antérieurs. J'en évoque brièvement quelques-uns :

– La nature des applications et donc des interactions sociétales : biologie, banques, etc. impliquent de nouvelles relations avec de nouveaux acteurs et médiateurs, de nouveaux problèmes éthiques ou économiques pour les mathématiciens.

– L'image générale des mathématiques : il y a 20 ans, l'image était celle héritée des années 1960, époque d'un énorme recrutement, les mathématiques étaient considérées par les responsables politiques comme une matière vieille et poussiéreuse, et assimilées aux seules maths pures. Il y avait alors un grand enjeu à les convaincre que les mathématiques étaient diversifiées, applicables et appliquées, et aussi à souligner les passages, tant au niveau des concepts que des personnes, entre les différentes parties des mathématiques. Les problèmes actuels semblent différents : ils sont à la fois de repérer les mathématiques (et les mathématiciens) hors des lieux traditionnels d'exercice, pour mieux intégrer les différentes composantes des maths, et aussi, de remettre en évidence les problèmes propres aux développements les plus théoriques, dont les échelles de temps en particulier ne sont pas nécessairement les mêmes. Un autre problème est que les changements de représentation des mathématiques dans la génération des

30-35 ans n'ont peut-être pas atteint également d'autres groupes, enseignants, formateurs, journalistes.

– Les échelles d'analyse et d'action : nous discutons il y a vingt ans des niveaux locaux, régionaux et nationaux. La dimension internationale est maintenant standard. Comment la prendre en compte de manière utile ne va pas de soi (les comparaisons purement disciplinaires de certaines enquêtes internationales ne prennent pas assez en compte les facteurs sociaux encore très différents des pays observés), et en particulier comment transférer de manière efficace des idées ou des informations, d'un pays à l'autre, d'une discipline à l'autre, d'une échelle à l'autre.

Quant à ce qui est en train de changer :

Même s'il est difficile de faire des propositions au moment de transformations importantes, il semble important de prendre mieux la mesure de certaines d'entre elles dès maintenant.

– Les nouveaux modes de management et d'évaluation de la recherche.

Une partie importante commence à échapper aux mathématiciens eux-mêmes, ce qui signifie d'autres cultures, d'autres valeurs et d'autres connaissances de base, avec lesquelles il est nécessaire d'interagir. Par exemple, il est arrivé qu'apparaissent dans des comptes rendus sur des projets d'ANR des questions comme « êtes-vous ou non en position de leadership dans ce domaine ? » Être « leader » n'est d'ailleurs pas forcément la meilleure réponse, car une stratégie de leadership systématique peut être très coûteuse. Des problèmes similaires se posent à propos des indicateurs bibliométriques utilisés couramment dans d'autres domaines et qui (malgré de nombreux rapports très négatifs) commencent à intervenir en mathématiques, à l'échelle internationale; ou encore à propos de la concurrence (entre les formations) comme mode relationnel. Même si une partie importante des mathématiciens semble hostile à ces changements, je ne suis pas sûre qu'un simple refus puisse suffire, s'il n'est pas fondé sur une meilleure connaissance des disciplines (gestion, bibliométrie, etc.) qui les produisent en partie.

– Le rapport du court, du moyen ou du long terme.

La préservation de toutes ces échelles pour la formation en mathématiques semble cruciale. Le succès de certaines branches, qui est un moteur pour le renouvellement du domaine et un facteur de visibilité, ne doit pas nuire à un « développement durable »... Ce problème d'échelle du temps de développement ne se pose pas de la même façon pour toutes les disciplines et il semble important de disposer d'un bon argumentaire sur ce point.

Et une question « entre nous » pour finir : à quel point sommes-nous vraiment fragiles? Peut-on vraiment envisager une société développée sans recherche mathématique avancée? Quel est l'effet réel de la suppression des mathématiques dans une formation? Des exemples récents (voir le rapport sur l'Australie) suggèrent que la vigilance est nécessaire. Il importerait donc de souligner les liens multiples entre mathématiques et sociétés, mais aussi de pouvoir expliquer l'intérêt social de maintenir une recherche hors des besoins dits « sociétaux » immédiats.

Marie-José Durand-Richard se fait l'écho des journées d'études organisées en mars dernier par le groupe *M2Real* à Lyon sur le thème : « Les mathématiques dans la société, leur rôle et leur place dans la formation et la pratique de l'ingénieur ».

M2REAL (les mathématiques du monde réel) est une association créée en 2007 à partir d'un projet de recherche sur les « Mathématiques pour l'Ingénieur » piloté par l'INSA de Lyon en partenariat avec des pays d'Amérique latine (Mexique, Argentine, Brésil, Venezuela...). L'initiative en revient à des enseignants de la filière *Amerinsa*, alertés par la disparité entre les différents types de difficultés éprouvées par les étudiants selon leur origine géographique et culturelle.

Le thème des journées s'est avéré plus vaste que le titre peut le laisser supposer. La question centrale a d'abord été de comprendre le hiatus trop souvent constaté entre la perception des mathématiques par les enseignants ou l'institution, et par les élèves ou les étudiants : un savoir libérateur pour les uns, mais figé, voire autoritaire pour les autres. La question récurrente : « à quoi ça sert les mathématiques ? » est significative de la difficulté des apprenants à appréhender la façon dont les mathématiques sont investies dans la société technicienne qui est pourtant la leur. Ce questionnement n'est cependant pas impertinence. Il s'inscrit dans une « quête de sens » caractéristique de l'humain, une recherche historiquement récurrente de son propre mode d'inscription dans la société et dans le monde.

Cette dichotomie constatée entre la représentation que l'apprenant et l'enseignant se font des mathématiques est encore plus prégnante lorsque l'enseignement est centré sur les technicités opératoires, notamment en algèbre, où la coupure entre calcul et signification est constamment réaffirmée. La représentation des mathématiques comme manifestation d'ordre et d'automatisme s'en trouve renforcée.

Or, les interventions de ces journées ont d'abord montré que cette coupure entre calculabilité et signification est le fruit d'une histoire enracinée dans une représentation des connaissances bien antérieures à Bourbaki. Elle s'articule sur une conception du langage très clairement exprimée au 17^e siècle par Descartes, et longuement réaffirmée depuis, selon laquelle il y aurait d'un côté une grammaire – la logique du calcul en mathématiques –, de l'autre un dictionnaire – donnant la signification –. Sous-jacente à cette affirmation de Descartes, on peut lire l'aspiration du philosophe à purifier à la fois cette grammaire et ce dictionnaire des « corruptions de l'usage » pour parvenir à un langage « parfait », et de ce fait, transparent au monde. La supériorité supposée d'une certaine mathématique n'est pas loin, qui s'affirme comme « pure » et regarde avec quelque condescendance toute forme de mathématiques faisant intervenir leur « usage ».

Il est aujourd'hui possible, voire urgent, de se référer à des conceptions renouvelées du langage, envisagé comme représentation de notre expérience sur le monde, renégociant en permanence – mais à long terme – les interactions entre ses acteurs. Les conceptions du langage inspirées de la pragmatique permettent par exemple de considérer la polysémie, non plus comme une « corruption de l'usage », mais comme une richesse du langage permettant à différents contextes de coexister. L'unicité de signification relève alors du contexte spécifique dans lequel il est socialement construit, et qu'il serait fallacieux d'évacuer. Les transferts conceptuels manifestent aussi des transferts de signification qui ne sauraient être négligés, y compris d'un point de vue internaliste, comme dans le cas où la relation d'égalité devient d'équivalence, d'équipollence, d'isomorphisme. Ce problème de la signification va donc bien au delà de l'introduction du ludique dans l'activité mathématique.

L'unité de ces journées réside fondamentalement dans l'idée que l'enseignement des mathématiques ne peut faire l'économie de cette diversité des significations lorsque se rencontrent l'élève, le professeur, et au delà les institutions qui sont derrière eux, la famille pour l'un, l'école et l'université pour l'autre, avec la représentation du statut social des mathématiques qu'elles véhiculent. Il ne s'agit pas de substituer cette perspective sociologique à l'enseignement des mathématiques, mais de l'intégrer dans la pratique collective des mathématiques en classe, en soumettant déjà à un examen critique les manuels, les programmes, et la représentation du statut social des mathématiques et de la fonction d'ingénieur. Une conception plus constructiviste des mathématiques pourra ainsi être investie, les situant comme élaboration d'interfaces pluridisciplinaires, formant un langage commun qu'il ne s'agirait pas de confondre avec une idéologie normative.

Les enquêtes et les expériences présentées au cours de ces journées ont manifesté le souci de prendre en compte la démarche cognitive des élèves en partant de leurs propres pratiques, et d'éclairer le processus de formalisation à partir de situations spécifiques. Cette perspective place l'élève au centre d'un processus d'apprentissage collaboratif, où le professeur préfère accompagner plutôt qu'imposer, et où l'ordinateur joue le rôle de compagnon intellectuel, plutôt que d'un recours pour éviter de penser. Des chercheurs en sciences de l'éducation au Vénézuéla et au Mexique, qui travaillent sur l'articulation de l'enseignement secondaire et universitaire, se réfèrent ainsi à l'approche contextuelle que Patricia Camarena Gallardo développe depuis 1982 dans *La matemática en el Contexto de las Ciencias*, et dont on peut trouver de nombreuses références en ligne.

Ce qui est perçu comme universel apparaît ici comme ce qui fait consensus à un moment donné, une forme de rationalisation possiblement échangeable entre différents acteurs, pour autant que son utilisation fasse sens pour eux. Cette perspective permet de continuer à interroger la validité de ces formalisations dans leurs interventions en situation, c'est-à-dire d'interroger les conditions de stabilité et de rupture de ces interprétations partagées. Elle est également constitutive de lien social, et participe, dans les présentations qui en ont été faites, d'une recherche de démocratisation de l'enseignement des mathématiques.

Par ailleurs, la relation « mathématiques et société » a fait également apparaître des domaines nouveaux comme la cryptologie ou l'industrie pharmaceutique, qui installent des relations nouvelles entre mathématiciens et ingénieurs, qui supposent ou demandent un changement de culture susceptible d'interrogations.. Il semble en effet porteur de deux dangers potentiels, l'un intellectuel, l'autre socioculturel. Pour le premier, les difficultés d'une modélisation à tout prix, auxquels l'ingénieur est souvent soumis, témoignent de la nécessité de maintenir l'exigence d'une recherche fondamentale en mathématiques, en renonçant peut-être à les considérer comme « pures ». Pour le second, il conviendrait que la prise en compte du contexte ne conduise pas à s'enfermer dans une stricte technicité au service de l'entreprise. Poser la question du lieu des savoirs, et des conditions de leur échangeabilité, doit permettre de réfléchir sur les conditions de la démocratisation des connaissances, et non de leur réification.