

MATHS A VENIR 2009

Ce dossier a été préparé par Marie-Françoise Roy avec l'aide d'Aline Bonami. Plus d'informations sur MATHS A VENIR 2009 sont disponibles sur www.maths-a-venir.org.

Déroulement du colloque¹

Le colloque MATHS A VENIR 2009 a eu lieu les 1^{er} et 2 décembre 2009 à la Maison de la Mutualité à Paris.

Rappelons tout d'abord la genèse du colloque.

Depuis quelques années un certain nombre de collègues souhaitaient organiser un colloque de réflexion sur les évolutions des mathématiques en France au cours des vingt dernières années, et l'avenir de la discipline. Le colloque Maths A Venir 1987 avait marqué les esprits et eu des retombées très positives tant du côté du financement de la recherche en mathématiques que de l'image des mathématiques auprès des pouvoirs publics, des médias, du grand public. D'où l'idée d'un nouveau colloque MATHS A VENIR 20 ans après.

L'initiative du colloque MATHS A VENIR 2009 a été prise par les trois sociétés savantes de mathématiques (SFdS, SMAI et SMF) en 2008, avec le soutien de Femmes et Mathématiques (f&m). Pour en accroître l'impact il a été décidé par ces quatre sociétés savantes et association de s'associer avec quatre institutions, l'Institut des Sciences Mathématiques et de leurs Interactions du CNRS (INSMI-CNRS), l'Institut National de Recherche en Informatique et Automatique (INRIA), la Fondation Sciences Mathématiques de Paris (FSMP), et l'Institut des Hautes Études Scientifiques (IHÉS).

Un comité de programme a été constitué dès 2008, avec des représentants des huit organisations partenaires, auxquels ont été adjoints Nalini Anantharaman et Josselin Garnier dans les derniers mois. Le comité de programme a décidé que le colloque ne s'adresserait pas en priorité à un public de mathématiciens professionnels, mais à un public scientifique plus large, aux médias, aux décideurs du public ou du privé, aux industriels et entrepreneurs. Il s'agissait donc d'un colloque prospectif, non pas du point de vue de la science elle-même mais du point de vue de sa place dans la société. Cette décision a conditionné le choix des conférenciers et des tables rondes, ainsi que celui du lieu du colloque.

Au vu de l'importance de l'événement, il a été décidé de s'adresser aux pouvoirs publics pour obtenir leur parrainage et leur soutien financier, et de rechercher

¹ Ce texte repose sur l'article de François Murat publié dans *Matapli* 91.

également le soutien d'industriels et entrepreneurs. Ceux-ci ont accepté par ailleurs de participer à une table ronde précédant la clôture du colloque.

Dans ce but a été créé un comité de parrainage, composé de neuf grandes entreprises (Alcatel-Lucent, Areva, Caisse des Dépôts, Crédit Agricole, EADS, EDF, Faurecia, Schlumberger, SFR), qui s'étaient engagées à soutenir le colloque, en particulier financièrement, mais pas seulement financièrement. Ce comité de parrainage était présidé par Philippe Camus, président d'Alcatel-Lucent et co-gérant du groupe Lagardère (et aussi ancien normalien et agrégé de physique), qui a consacré nombre d'heures à la préparation du colloque, qui a prononcé, après les présidents de la SFdS, de la SMAI et de la SMF, un discours d'ouverture, et qui a participé très activement à la table ronde finale.

Le colloque MATHS A VENIR 2009 était placé sous le patronage du Premier ministre, François Fillon, et de la Ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Valérie Pécresse.

Le colloque MATHS A VENIR 2009 fut un événement exceptionnel. Exceptionnel par la taille (plus de 700 participants) et le lieu (un lieu « grand public » et non universitaire), mais surtout par son but et sa structure.

Le programme comprenait cinq conférences plénières, données par Corinna Cortes (Google Research New York), Olivier Faugeras (INRIA Sophia Antipolis), Étienne Ghys (ÉNS Lyon), Pierre-Louis Lions (Collège de France) et Wendelin Werner (Orsay et ÉNS), ainsi que cinq tables rondes, animées par des journalistes professionnels : *Maths et Industrie*, *Maths et science contemporaine*, *Maths et société*, *Formation par les maths et métiers des maths*, et *Les mathématiques, ressource stratégique pour l'avenir*. Ces conférences et tables rondes ont connu un grand succès, en raison bien sûr de la qualité des intervenants, mais en raison aussi de la participation et de l'implication du public. Il est impossible de les résumer ici, mais on peut les visionner en ligne sur le site : <http://www.maths-a-venir.org/>

On peut donc facilement se repasser les meilleurs moments des conférences ou des tables rondes qu'on a aimées, ou les voir pour la première fois confortablement installé dans son fauteuil, au bureau ou chez soi. Pour ceux qui préfèrent les documents papier à la vidéo, des actes seront publiés avant la fin de l'année 2010.

À côté des conférences et des tables rondes, le programme du colloque comprenait un débat entre lycéens et mathématiciens sur le thème *Bonheur et frustration des lycéens et lycéennes en cours de mathématiques*, débat que l'on peut aussi visionner en ligne à l'adresse mentionnée ci-dessus, et des présentations de logiciels sur de magnifiques écrans. Il comprenait aussi un grand cocktail, qui a eu lieu le jeudi soir à l'Atrium de l'Université Pierre et Marie Curie (Paris VI), toute proche de la maison de la Mutualité.

Au cours du colloque a eu lieu une conférence de presse, qui a rassemblé une quinzaine de journalistes (au lieu des un ou deux journalistes en général présents à ce genre de réunion). Cela a eu pour conséquence une bonne présence médiatique dans la presse quotidienne et à la radio (notamment avec un article en première page du *Monde* daté du 5 décembre et une émission *Le téléphone sonne* sur

France Inter le 2 décembre), même si rien n'est passé à la télévision (mais des contacts, dont on peut espérer qu'ils seront fructueux, ont été établis avec *Arte*).

Le colloque s'est terminé par une adresse du Premier ministre, François Fillon, que l'on peut lire en ligne sur le site. Puis a eu lieu une séance de présentation des conclusions du colloque, conclusions que l'on peut également lire en ligne, et qui sont reproduites ci-après. Souhaitons que ces conclusions soient reprises et mises en pratique, et en particulier leur dernier paragraphe : « *Les mathématiques sont devenues un enjeu stratégique pour l'avenir, et c'est en donnant du temps de recherche à la communauté des mathématiciens qu'on la mobilisera de la façon la plus efficace pour qu'elle puisse relever les défis formidables proposés par la société d'aujourd'hui et de demain.* »

Discours¹ de Philippe Camus

Président du Comité de Parrainage

Mesdames, Mesdemoiselles, Messieurs,

J'ai l'honneur et le plaisir d'ouvrir les travaux du colloque MATHS A VENIR 2009.

Votre présence, nombreuse, démontre la vitalité de la communauté des mathématiciennes et mathématiciens français et de l'intérêt qu'elle soulève car nous avons le plaisir d'avoir de nombreux participants qui ne viennent pas directement de la sphère mathématique.

Ces deux journées de colloque sont l'aboutissement de travaux préparatoires qui ont duré deux ans, mobilisant de nombreuses équipes d'enseignement et/ou de recherche travaillant au sein d'ateliers comprenant parfois des représentants des entreprises ou d'autres disciplines académiques.

L'État ne s'y est pas trompé puisque ce colloque est placé sous le haut parrainage du Premier Ministre et du Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. L'État manifeste ainsi tout l'intérêt qu'il porte à nos travaux et à l'avenir des Mathématiques, des Mathématiciennes et des Mathématiciens au sein de la Nation. L'initiative du colloque MATHS A VENIR 2009 revient à trois sociétés savantes :

- la Société Française de Statistique,
- la Société de Mathématiques Appliquées et Industrielles,
- la Société Mathématique de France.

Les coorganisateur sont :

- la Fondation des Sciences Mathématiques de Paris,
- l'Institut des Sciences Mathématiques et de leurs Interactions du CNRS,
- l'Institut des Hautes Études Scientifiques,
- l'Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique,

¹ Il s'agit d'une version raccourcie, la version complète, comprenant une présentation du programme, se trouve sur le site web.

avec le soutien de l'Association « Femmes et Mathématiques ».

Des grandes entreprises se sont également mobilisées apportant leur contribution aux réflexions ou leur soutien financier. Il s'agit de : Alcatel-Lucent, Areva, la Caisse des Dépôts, le Crédit Agricole, EADS, EDF, Faurecia, Schlumberger et SFR. Une mention spéciale également pour LCI.

Vous constaterez comme moi que l'intérêt soulevé par l'avenir des mathématiques est grand et que la mobilisation est profonde et puissante. C'est que les Mathématiques sont importantes, irriguent la vie de la société et sont stratégiques.

La plupart des objets ou services de la vie quotidienne n'existeraient pas sans les mathématiques. Le téléphone portable, la dépollution des eaux usées, les avions de ligne, internet et ses moteurs de recherche, les prévisions météorologiques, le scanner médical, les produits des banques, les fibres optiques, les cartes de crédit. Réciproquement nombre de travaux de mathématiques viennent en réponses aux besoins de l'Industrie. On a parlé de l'efficacité déraisonnable des mathématiques, mais on est bien forcé de constater cette efficacité, gage du maintien de notre compétitivité entre autres. On s'est aussi étonné de la cohérence de l'édifice mathématique, de son caractère non contradictoire, mais c'est l'honneur de l'esprit humain d'avoir réussi ce tour de force qui doit être poursuivi.

Pourquoi ce colloque, ces « États Généraux » peut-on dire, maintenant en 2009 ?

La première édition de MATHS A VENIR remonte à 1987. À cette époque, la communauté des Mathématiciennes et Mathématiciens français s'interrogeait sur nombre de questions concernant leur profession et leur discipline :

- le décalage entre la réalité des Mathématiques et l'image que s'en font nos concitoyens;
- la pénurie inquiétante de mathématiciens de toutes catégories (chercheurs, ingénieurs, professeurs de lycées et de collèges) avec à peine 10% des chercheurs ayant moins de 35 ans;
- l'organisation du système d'éducation et la place des mathématiques dans le système;
- le petit nombre de chercheurs en mathématiques au CNRS (219 sur 10 000);
- l'attraction des centres mathématiques américains.

Tout cela justifiait parfaitement l'appel de Jean-François Méla, Président de la Société Mathématique de France, dans son allocution d'ouverture du colloque de 1987 : « *Serons-nous encore présents, à la place qui nous revient, dans 25 ans d'ici ?* »

Nous sommes aujourd'hui, 22 ans plus tard.

La bonne nouvelle est qu'il y a toujours des mathématiciennes et des mathématiciens français et que l'École Française de Mathématiques est toujours au tout premier rang mondial.

Mais un certain nombre de questions soulevées en 1987 demeurent, ou plus précisément, on peut se demander si les effets très positifs du Colloque de 1987, perceptibles jusqu'en 1996, ne se sont un peu estompés depuis lors.

Nous constatons une certaine désaffection vis-à-vis des études scientifiques. Certes il y a plus de chercheurs, et plus de moyens qu'en 1987, mais les besoins de la société sont aujourd'hui considérables et se sont élargis à des domaines peu développés en 1987. Je pense en particulier à l'informatique, aux sciences du vivant et à l'économie.

L'image des Mathématiques reste toujours un peu la même. Plus repoussantes – car elles restent un instrument de sélection – que séduisantes – car elles sont un domaine de connaissance –, les Mathématiques sont assez facilement prises à partie par l'opinion publique. Le rôle des mathématiques financières dans la crise économique mondiale actuelle a donné lieu à des prises de position tonitruantes même si, dans ce cas, je pense, comme Stéphane Jaffard, que, si certains mathématiciens financiers ont fait preuve d'une certaine irresponsabilité, les fautes sont partagées entre les différents acteurs, y compris, soit dit en passant, par les autorités financières et politiques, pourtant en charge du contrôle et de la sécurité du système financier. Il y a là matière à réflexion sur le bon usage des mathématiques et leur finalité morale.

Quelles sont les questions d'aujourd'hui qui motivent la tenue de ce colloque extraordinaire ?

Je vous répondrai avec mon expérience de dirigeant d'entreprise et ma formation de physicien et de mathématicien (j'ai eu la chance de suivre les cours de DEA d'Analyse Numérique de Jacques-Louis Lions à l'Institut Henri Poincaré).

L'accélération de la pression concurrentielle dans la plupart des secteurs économiques, se caractérise par des rattrapages de plus en plus rapides des écarts de recherche et d'innovation entre acteurs d'un même segment. Dans ce contexte, l'innovation déterminante, celle qui va apporter une vraie différenciation, est très dépendante des méthodes et résultats de la recherche scientifique. Les mathématiques jouent un rôle essentiel dans l'évolution de ces méthodes. Le lien entre innovation, science et mathématiques se resserre pour répondre à des besoins de développements plus rapides. Cette interdépendance est particulièrement forte là où l'innovation a les conséquences sociales les plus marquées. Les développements dans les domaines des biotechnologies, de la communication, de l'environnement ou de l'énergie renforcent encore ce rôle. La recherche fondamentale y joue un rôle prépondérant, sa composante mathématique y tient une place particulièrement importante. Cependant, quelques défis structurels demandent à être résolus.

– Les pressions économiques et concurrentielles se rejoignent pour que les activités de recherche et développement se concentrent sur des projets de plus en plus étroitement définis, limitant les champs d'investigation scientifique.

– De même la tendance à l'externalisation de la R&D s'accélère impliquant une recherche en réseau et non en silos.

– Le potentiel des mathématiques à apporter des innovations est également impacté par la formidable croissance des capacités de calcul aujourd'hui disponibles. Réciproquement ce sont des calculs avec des nombres premiers qui permettent de tester le bon fonctionnement des microprocesseurs. Mais il en va de la recherche

appliquée comme de toutes nos activités électroniques : traiter plus d'information demande plus de temps, plus d'outils, de meilleures méthodes afin de transformer cette information brute en connaissance exploitable. Il faut donc plus de mathématiques.

« Organiser l'information mondiale, la rendre universellement accessible intelligible et exploitable », pour reprendre le « mission statement » de Google, est une entreprise essentiellement mathématique. Nos systèmes économiques, informatiques et financiers sont totalement dépendants de cœurs mathématiques de plus en plus importants et sophistiqués. Il est significatif que les plus grosses entreprises mondiales en capitalisation (PetroChina, Exxon, Industrial & Commercial Bank of China, China Mobile, Microsoft, Petrobras, BP), comme les françaises (Total, EDF, GDF-Suez, Sanofi-Aventis, BNP Paribas) appartiennent toutes à des secteurs d'activités dont la R&D est hautement dépendante des mathématiques. Même Wal Mart au 6^e rang consacre maintenant de gros moyens scientifiques à l'analyse fine du comportement de ses clients ce qui est une des applications de plus en plus étendues de la statistique au sens le plus pur du terme. Il en est de même pour les secteurs qui mobilisent le plus de capital-risque. Dans le domaine des biotechnologies ou du médical par exemple, la progression exponentielle du recueil de données concernant l'observation des comportements des molécules et des cellules conduit actuellement à une vraie révolution technologique : la meilleure analyse quantitative de mécanismes biophysiques ou biochimiques accélère le rythme d'innovation dans la production de nouveaux matériaux biologiques (comme cette peau artificielle pouvant être greffée aux grands brûlés annoncée il y a quelques jours).

Enfin, les mathématiques constituent un langage universel pour les modèles ou processus d'analyse, d'optimisation et de contrôle. La communication des progrès scientifiques a connu une accélération fulgurante avec Internet. Les travaux les plus réservés sont maintenant « chroniqués », sans être pour autant compris. Il s'en suit une pression du corps social qui demande à être « informé », rassuré, protégé. On observe simultanément, l'exigence des consommateurs pour plus de qualité et plus de sécurité. Cela demande des progrès significatifs dans les méthodes de modélisation et de validation de plus en plus complexes qui ne peuvent se faire sans les mathématiques. Les mathématiques sont contingentes du principe de précaution maintenant inscrit dans la Constitution. Je préfère que ce principe, pourtant contestable, soit géré par des scientifiques et non par des juges.

C'est ainsi un paradoxe français que de devoir faire face à une sorte de consensus trouvant qu'on accorde trop d'importance à la filière mathématique/scientifique, alors que le besoin de la société en mathématiciens est croissant.

On estime qu'il y a près de 100 000 mathématiciens dans le monde qui consacrent l'essentiel de leur temps à la recherche. Les français sont au nombre de 6 000, dont 2000 environ dans des entreprises. Cela semble peu mais c'est beaucoup plus qu'en 1987. Les mathématiciens restent très fortement liés à l'enseignement supérieur (90%) sur les 4000 du secteur public, et 355 sont au CNRS (soit 3,1% des chercheurs du CNRS) ce qui est mieux là aussi qu'en 1987.

Mais la courbe démographique présente des signes inquiétants. 14% des enseignants-chercheurs ont moins de 35 ans (environ 10% en 1987); 41% des

professeurs et 26% des maîtres de conférences partent à la retraite dans les 10 ans. Du côté des entrants ce n'est pas beaucoup mieux. Nous stagnons à 2100 étudiants en dernière année de Master (à Bac +5 depuis la célèbre loi LMD). Quand on intègre les écoles (je n'utilise pas le mot « grandes » car cette notion recouvre aujourd'hui des situations très différentes), on observe une stagnation des études scientifiques depuis le début du 21^e siècle. Si l'on ajoute à cela, l'attrait considérable exercé par les mathématiques financières, qui vampirisent des pourcentages importants des promotions (Louis Gallois, président exécutif d'EADS cite le chiffre de 25% d'une promotion de Polytechnique), on voit que la question de l'attrait des études mathématiques, de la recherche en mathématiques, et des débouchés en dehors de la sphère financière se pose avec beaucoup d'acuité. Si nous n'agissons pas, nous aurons d'énormes difficultés à maintenir le potentiel scientifique et technologique du pays. Dans le monde global où nous vivons, je puis vous assurer, en tant qu'industriel, que les conséquences économiques, sociales, culturelles et stratégiques seront considérables et si j'ose ce mot dans cette enceinte : incalculables.

Voilà pourquoi je suis profondément convaincu que développer les mathématiques est une priorité, qu'il faut entretenir notre potentiel scientifique et que cela passe par de multiples actions, en particulier la fluidification des transferts de connaissances et la fertilisation croisée entre l'Enseignement, la Recherche et les Entreprises dans le respect des objectifs et des compétences de chacun. Il en va de notre modèle de société et de notre positionnement global dans le concert des nations.

L'homme a toujours cherché à comprendre le monde qui l'entoure. Les mathématiques ont probablement été inventées avant l'écriture, car nécessaires à des échanges de base. L'étude du ciel a été également l'une des grandes sources de problèmes de mathématiques pour les Anciens. L'homme a toujours vécu avec et grâce aux mathématiques.

Les mathématiques sont réputées pour être le fleuron de la recherche française. Pourtant, on entend trop peu parler d'elles et, quand c'est le cas, pas toujours en bien. Le colloque sera l'occasion de faire le point sur les diverses idées vraies ou fausses qui circulent au sujet des mathématiques, de débattre de leur rôle comme ressource stratégique pour l'ensemble des activités sociales, économiques et industrielles, et de proposer des initiatives susceptibles de renforcer les échanges bénéfiques entre la communauté mathématique, les autres sciences, l'industrie, et la société en général.

Les débats seront sûrement passionnants et animés.

Je souhaite à tous, deux très bonnes journées.

Conclusions du Colloque¹

Ces conclusions ont été rédigées par le comité de programme du colloque MATHS A VENIR 2009, comprenant des représentants des sociétés savantes, Société Française de Statistique (SFdS), Société de Mathématiques Appliquées et Industrielles (SMAI), Société Mathématique de France (SMF) et des représentants de l'association Femmes & Mathématiques (f&m), du Centre National de la Recherche Scientifique (Institut des Sciences Mathématiques et de leurs Interactions) (INSMI du CNRS), de la Fondation Sciences Mathématiques de Paris (FSMP), de l'Institut des Hautes Études Scientifiques (IHÉS), et de l'Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA). Elles sont soutenues par le comité de parrainage du colloque, en la personne de son président, Philippe Camus (Président d'Alcatel-Lucent, co-gérant du groupe Lagardère).

L'intervention des sciences mathématiques dans le développement des sociétés modernes a crû considérablement dans les vingt dernières années. Elles interviennent de manière cruciale dans de nombreuses sciences naturelles, humaines ou sociales, dans la technologie moderne, et dans la vie de tous les jours, même si on n'en a pas toujours conscience. Elles sont utilisées pour l'imagerie médicale, les jeux vidéo, les moteurs de recherche sur internet, la téléphonie mobile, dans les modèles climatiques, dans la finance, pour ne citer que quelques applications. La vitalité et la santé de l'école mathématique française sont donc devenues un enjeu stratégique.

Tous les indicateurs qualitatifs et quantitatifs mettent en évidence que l'école mathématique française est une des toutes meilleures du monde et que les mathématiques sont le domaine scientifique d'excellence de la France. Pourtant, l'évolution de la place des mathématiques y est préoccupante. Beaucoup de personnes en France en ont une image plutôt négative. Elles gardent un mauvais souvenir de leur enseignement à l'école. Elles leur reprochent souvent un rôle exagéré lors de l'orientation au lycée et au collège. Elles ignorent que les mathématiques sont vivantes et utiles. Faute d'une vision claire des enjeux, ces critiques peuvent ouvrir la voie à une diminution de la place qu'occupe l'enseignement des mathématiques au lycée, avec pour conséquence un niveau de compétence trop faible pour tous, et une formation insuffisante pour les futurs scientifiques. De plus, depuis plusieurs années, les effectifs d'étudiants en mathématiques diminuent dans les universités, alors que l'essentiel du potentiel de recherche y est concentré. Enfin, une diminution du nombre des postes universitaires à l'occasion des nombreux départs à la retraite prévus dans les prochaines années est à craindre, suivie d'une baisse brutale du nombre de postes offerts aux jeunes pendant la période suivante où les départs à la retraite se seront taris. Tout ceci risque d'affecter gravement le potentiel futur de la recherche française.

Si le niveau de sa recherche est globalement excellent, la France est loin d'être exemplaire en ce qui concerne les liens entre les mathématiciens et le monde des

¹ Ce texte définitif diffère très légèrement du texte lu en séance par Josselin Garnier et qui a été diffusé par Matapli 91.

entreprises. La formation initiale des ingénieurs français en mathématiques est reconnue internationalement comme un de leurs points forts, mais le fossé entre grandes écoles et universités a pour conséquence que beaucoup d'ingénieurs n'ont pas de contact avec le monde de la recherche mathématique pendant leurs études. Une formation solide en mathématiques incluant les modes d'applications de celles-ci leur est pourtant indispensable. Par ailleurs, la reconnaissance professionnelle des étudiants mathématiciens titulaires d'un master ou d'une thèse reste insuffisante, même si la situation a récemment évolué du fait de la prise de conscience que le doctorat ou PhD est le diplôme de référence au niveau international.

Le colloque MATHS A VENIR 2009 a mis en évidence la nécessité d'une évolution pour la communauté mathématique, avec un renforcement du dialogue avec d'autres communautés techniques et scientifiques, et plus généralement avec l'ensemble de la société. Ces évolutions doivent s'inscrire dans un contexte européen. L'accompagnement des pouvoirs publics est indispensable pour réussir cette mutation.

Nous souhaitons que soient ouverts les chantiers suivants :

Mieux faire connaître le rôle des mathématiques dans les sociétés modernes et leurs débouchés

Vu le rôle croissant des mathématiques dans la vie économique et sociale, un effort important doit être fait en matière de diffusion de la culture mathématique, et de formation de mathématiciennes et mathématiciens. Quand nous parlons de mathématiciens dans la suite de ce texte, il s'agit toujours, évidemment, de femmes et d'hommes.

D'une part un plus grand nombre de mathématiciens doivent se montrer capables de dialoguer avec les spécialistes d'autres domaines. D'autre part plus de personnes doivent mieux saisir les enjeux des sciences mathématiques et de leurs applications, tant dans leur vie professionnelle que dans l'exercice de leur citoyenneté.

Une campagne d'information sur l'importance et la vitalité des mathématiques, et sur la variété de leurs débouchés, doit être organisée, visant notamment à faire mieux connaître les métiers des mathématiques. Les enjeux économiques, politiques, culturels liés à la démocratisation de la science en général et des mathématiques en particulier doivent être mieux perçus. Sans action volontariste dans ce domaine, la communauté mathématique restera, notamment, largement masculine.

La communauté mathématique elle-même a besoin d'acquérir une meilleure vision de ces enjeux. Elle doit travailler à rénover l'enseignement des mathématiques à tous les niveaux, collèges, lycées, grandes écoles et universités, en partenariat avec les autres disciplines, en tenant compte notamment de la variété et du niveau des publics vers lesquels elle doit se tourner et des débouchés possibles, présents et à venir.

Renforcer l'attractivité de l'école mathématique française

La France doit se donner les moyens de maintenir l'excellence actuelle de son école mathématique. Il lui faut pour cela rester attractive pour les meilleurs étudiants et les meilleurs chercheurs et enseignants-chercheurs, au niveau mondial.

La position atteinte par l'école mathématique française s'appuie sur un tissu de laboratoires de très bon niveau répartis sur le territoire national. Il est nécessaire de veiller au maintien de ces forces en gardant un juste équilibre entre ceux-ci et des centres d'excellence ciblés.

Dans le domaine de l'attractivité, il y a à la fois des constantes et des évolutions notables : d'une part des pays comme les États-Unis continuent à être attractifs, d'autre part certains pays émergents ont maintenant les moyens et la volonté à la fois de retenir leurs propres étudiants et chercheurs et d'attirer des chercheurs du plus haut niveau venus de l'étranger. Nous sommes à un tournant, et il est impératif de pouvoir proposer des conditions de travail et de recherche à la hauteur des meilleures institutions équivalentes à l'étranger.

L'attractivité scientifique d'un pays passe également par la qualité des outils mis à la disposition des scientifiques : des centres de rencontres permettant l'organisation de colloques internationaux, des instituts permettant à des visiteurs étrangers de faire des séjours de recherche par exemple. La communauté mathématique française a su se doter de structures efficaces et reconnues comme telles dans le monde entier. Les moyens dont disposent ces institutions sont cependant très inférieurs à ceux que reçoivent les institutions équivalentes à l'étranger, et doivent être renforcés.

Maintenir l'excellence de la recherche mathématique en France nécessite enfin de respecter l'autonomie intellectuelle des chercheurs : on ne peut pas connaître à l'avance ce qui, dans la recherche fondamentale, donnera lieu à application, comme l'illustre par exemple l'utilisation de la théorie des nombres en cryptographie.

Un juste équilibre entre recherche laissée à la libre initiative des chercheurs et recherche sur projets ciblés doit être trouvé.

Développer les interactions entre les entreprises et les mathématiciens

Les interactions entre laboratoires académiques et industriels doivent être développées. Il s'agit de relations bénéfiques pour les deux parties : les entreprises y gagneront en compétitivité en élargissant leur panoplie d'outils, les mathématiciens y trouveront leur compte en sources de nouveaux problèmes, en accès à de nouveaux moyens, et en reconnaissance de leur utilité pour la société.

Ceci réclame une évolution de l'état d'esprit de tous, dans le respect des objectifs et des compétences de chacun, et une réflexion sur les moyens nécessaires pour donner une impulsion à ces initiatives. Au niveau de l'enseignement, des départements de sciences mathématiques devraient être créés dans les écoles d'ingénieurs en collaboration avec les universités.

Au niveau de la recherche, différents types d'actions doivent être envisagés, en particulier l'organisation de forums de discussion et de semaines de modélisation pendant lesquelles des acteurs du monde de l'entreprise présentent des problèmes à des groupes de mathématiciens, ou encore la mise en place de structures nationales qui seraient des lieux privilégiés pour lancer des collaborations et former des ingénieurs mathématiciens à double culture. De telles structures ont été mises en place avec succès dans des pays voisins, comme par exemple l'Institut Fraunhofer en Allemagne. Enfin, les activités de conseil doivent être développées comme un moyen souple d'initier des collaborations entre le monde académique et le monde de l'entreprise.

Renforcer les interactions entre les mathématiques et les autres sciences

La communauté mathématique doit s'organiser pour donner une réponse adéquate aux importants besoins en mathématiques venant des autres domaines scientifiques. Lors du colloque, on a pu constater l'explosion des champs d'applications des mathématiques, y compris vers les sciences humaines et sociales. Il s'agit de favoriser les contacts entre mathématiciens et scientifiques d'autres disciplines pour créer des réseaux d'équipes pluri-disciplinaires. Pour donner un exemple, il faudrait faire émerger rapidement une dynamique de collaborations autour des applications en biologie, interface cruciale qu'il est urgent de développer et de densifier.

Approfondir la réflexion sur la responsabilité et l'éthique des mathématiciens

Le temps est venu pour les mathématiciens de s'interroger sur leurs responsabilités vis-à-vis de l'utilisation qui est faite des outils et des techniques qu'ils développent. La question est d'autant plus importante que le décalage temporel entre le développement des outils conceptuels et leur utilisation s'est considérablement réduit.

Les mathématiciens sont aujourd'hui dans une situation similaire à celle qu'ont connue d'autres scientifiques avant eux, les physiciens avec l'arme atomique et l'énergie nucléaire, les chimistes avec les questions de pollution, ou les biologistes avec les manipulations génétiques. Les mathématiciens actifs dans les applications ont une responsabilité particulière dans ce processus, mais celle-ci doit toutefois être assumée par l'ensemble de la communauté. Établir des relations nouvelles entre mathématiques et société impose à la communauté mathématique de s'interroger sur son éthique.

Les moyens à mettre en œuvre

Pour conclure, on doit se poser la question des moyens à mettre en œuvre pour réussir ces évolutions. Le défi majeur est d'organiser une recherche et un enseignement beaucoup plus collaboratifs, où seront mobilisées et interagiront des compétences multiples, qu'elles soient internes aux mathématiques ou qu'elles soient partagées comme on l'a discuté précédemment.

D'une part, la question des moyens mis à la disposition de la recherche est évidemment très importante, alors qu'on a souvent tendance à la sous-estimer pour les mathématiques. On ne peut pas soutenir les échanges internationaux ni le développement nécessaire des interactions industrielles sans une aide significative des pouvoirs publics et des partenaires du monde économique.

D'autre part, il est clair que, dans le contexte actuel, le facteur primordial est le facteur humain : la mise en place de nouvelles orientations et de nouveaux comportements demande que plus de chercheurs aient plus de temps à leur consacrer. Nous souhaitons souligner les dangers de la situation actuelle : départs en retraite importants, diminution des effectifs étudiants scientifiques, manque d'attractivité des carrières académiques. Le défi à relever est donc considérable et demande qu'une attitude extrêmement volontariste soit adoptée. Il est impératif qu'il y ait plus de chercheurs qui puissent se consacrer à la réalisation de projets novateurs et interactifs. Cela peut vouloir dire plus d'emplois permanents consacrés à la recherche,

mais aussi plus de facilité donnée aux chercheurs et enseignants-chercheurs pour se consacrer au montage de projets d'interactions. Parallèlement il faut encourager par des mesures statutaires et fiscales toutes les mobilités, qui sont reconnues comme l'outil le plus efficace pour susciter des interactions : mobilité entre laboratoires de différentes disciplines, mobilité entre organismes de recherche et universités, mobilité entre monde académique et monde de l'entreprise.

Les mathématiques sont devenues un enjeu stratégique pour l'avenir, et c'est en donnant du temps de recherche à la communauté des mathématiciens qu'on la mobilisera de la façon la plus efficace pour qu'elle puisse relever les défis formidables proposés par la société d'aujourd'hui et de demain.

Quelques points de vue au sein du comité d'organisation

La *Gazette* a demandé aux organisateurs de MATHS A VENIR 2009 les leçons qu'ils tirent du colloque. Elle a reçu une contribution à plusieurs voix, de Jean-Pierre Bourguignon, Laurence Broze, Véronique Chauveau et Marie-Françoise Roy, et quelques commentaires de Jean-Michel Poggi.

Contribution à plusieurs voix

J.-P. Le fait qu'un certain nombre d'industriels aient accepté de soutenir financièrement le colloque à un niveau substantiel et d'être présents dans les tables rondes est un point positif. C'est particulièrement vrai pour Philippe Camus, qui a tenu toutes les promesses qu'il avait faites aux organisateurs, tant en faisant débloquer de l'argent qu'en donnant de son temps (pendant de nombreuses semaines, une conférence téléphonique d'une heure à une heure trente est, pour quelqu'un de son niveau d'occupation, une implication exceptionnelle). Je pense qu'il faut voir là la preuve que la question du futur de l'activité mathématique en France intéresse les industriels les plus conscients des enjeux techniques du futur. Il convient, à mon avis, de trouver le moyen de capitaliser sur cet intérêt et cela devrait passer peut-être par la constitution d'un club d'industriels qui accepteraient d'accompagner la communauté mathématique dans ses efforts pour rendre les problèmes qui se posent à la discipline plus évidents aux décideurs en tous genres, notamment politiques.

V. Certains industriels sont de plus en plus conscients qu'ils ont besoin de mathématiciens mais, malheureusement, le nombre d'étudiants en mathématiques diminue et les écoles d'ingénieurs ont beaucoup de difficultés à convaincre leurs étudiants de s'engager en mathématiques.

M.-F. On peut noter la participation aux tables rondes, aux ateliers préparatoires, et la présence lors du colloque, de nombreux scientifiques d'autres disciplines. Il est important que ceux-ci expriment ce qu'ils attendent des

mathématiques et ce qu'ils en ont déjà reçu, et je crois qu'ils ont bien apprécié qu'on le leur demande. Bien entendu, l'image des mathématiques qui en ressort n'est pas exactement celle que s'en font les mathématiciens eux mêmes. Mais ce décalage est en lui-même un phénomène intéressant. Je suis frappée par la grande variété des secteurs des sciences mathématiques qui ont été évoqués par les autres scientifiques : la statistique, bien entendu, mais aussi la géométrie, la théorie des nombres, la logique, à côté des méthodes numériques.

J.-P. Un autre point tout à fait positif a été le fait que tant le format du colloque que le lieu choisi, le Palais de la Mutualité, se sont révélés tout à fait adaptés, et que l'organisation matérielle a tellement bien fonctionné que l'on ne s'en est presque pas rendu compte. Cela n'a été possible que grâce à l'engagement personnel de toute l'équipe qui était mobilisée sur le projet, et tout particulièrement celle de la Fondation Sciences Mathématiques de Paris, qui a fait un travail exceptionnel. Rien de tout cela n'était évident au moment où le projet a été lancé, et même plus avant jusqu'au sprint final. Cela montre que la communauté est capable, quand elle travaille de façon collective, de monter des événements significatifs rassemblant plusieurs centaines de personnes, qui ne sont pas toutes liées directement à elle.

M.-F. Nous n'avons pas réalisé tout ce que nous avions en tête, cependant. Une volonté affirmée du comité de programme était d'assurer une présence des femmes dans tous les aspects du colloque. Cette volonté était le reflet des progrès importants accomplis depuis 20 ans en matière de visibilité des femmes dans la communauté mathématique : en 1987, par exemple, une table ronde spécifique avait eu lieu, alors que là notre choix était d'avoir des femmes partout. Mais les résultats ont été mitigés. On a continué à flirter avec les stéréotypes : beaucoup de femmes très dévouées au comité d'organisation, aucune dans la table ronde stratégique finale, une présence minimale parmi les conférenciers invités ou dans la table ronde industrielle, et une forte présence dans la table ronde parlant d'enseignement.

L. Effectivement, il a été très difficile d'associer au colloque des mathématiciennes autres que celles que nous aurions retrouvées dans une table-ronde spécifique si notre choix avait porté sur cette modalité, autres que celles qui se sont investies dans le comité d'organisation. Le nombre dérisoire de femmes dans les niveaux les plus élevés de la hiérarchie académique ou industrielle fait que celles-ci sont débordées d'engagements ou se sentent peu enclines à être sollicitées juste parce qu'elles sont des femmes. Elles sont souvent nommées dans un grand nombre de structures et comités pour que ceux-ci atteignent une certaine dose de parité. Beaucoup de celles qui ont été invitées à participer au colloque ont été contraintes de refuser en raison d'engagements importants extérieurs.

V. Et dans la salle ? Le public était très masculin. J'ai voulu en avoir le cœur net, j'ai compté le nombre de femmes présentes : une personne sur quatre. Effectivement, le seul moment où nous étions plus nombreuses, dans la salle et à la tribune,

c'était bien pour la table-ronde sur « Formation des maths et métiers des maths ».

J.-P. Un point négatif est la faible couverture de presse que nous sommes parvenus à engendrer malgré les efforts considérables et systématiques faits de notre côté. La « une » du *Monde* ne doit pas faire illusion : elle n'a été obtenue que sur intervention personnelle de Philippe Camus, sinon rien ne serait sorti. Dans le même ordre d'idées, Sylvestre Huet n'est pas parvenu à faire sortir le moindre entrefilet sur la manifestation dans la version papier de Libération et l'entretien qu'il a enregistré avec moi n'est sorti que sur son blog. L'émission « Le téléphone sonne » sur France-Inter a été un succès mais cette émission sur le thème des mathématiques n'a été obtenue que grâce à la relation très particulière que plusieurs d'entre nous ont avec une journaliste de la station. Rien n'est sorti à la télévision, mais cela n'est pas une surprise. Le problème de la présentation dans les média des problèmes que posent les sciences est plus global, et les journalistes scientifiques rencontrent de plus en plus de difficultés à faire passer les articles qu'ils préparent. Je pense que cette question devrait être abordée franchement avec d'autres partenaires scientifiques car la situation est devenue vraiment critique.

V. C'est un cercle vicieux : l'image des mathématiques dans le grand public n'est pas bonne, elles sont toujours considérées comme un instrument de sélection, et donc les journalistes ne souhaitent pas en parler dans les journaux. Énoncer l'objectif « plus de personnes comprenant plus de mathématiques et plus de mathématiciens capables de dialoguer avec les autres scientifiques et le monde de l'industrie et des services » peut être un outil pour faire bouger les mentalités. Les mathématiques ne laissent personne indifférent. Les adultes, même longtemps après avoir fini leurs études, ont des souvenirs très vivaces concernant les maths. Les lycéens qui ont participé au débat « Bonheurs et frustrations en mathématiques » apprécient plutôt les mathématiques : ils sont en Terminale S et étaient volontaires pour venir au colloque. Néanmoins, ils ont évoqué le côté trop abstrait et trop difficile de la discipline, un enseignement trop mécanique. En Terminale S, les élèves doivent assimiler beaucoup de notions mathématiques en un temps trop court. Ils se rendent bien compte qu'ils ne maîtrisent pas toutes les notions et cela joue dans leurs choix d'orientation. « C'est intéressant mais ce n'est pas pour moi » disent-ils. Nous avons là une lourde responsabilité.

M.-F. Une autre faiblesse qu'il faut signaler me semble-t-il est le caractère très franco-français du débat, écueil qui avait été mieux évité en 1987. À l'époque le ministre de la recherche Hubert Curien avait parlé du développement des programmes de recherche européens, et une table ronde avait été consacrée aux mathématiques dans les pays en voie de développement et s'était faite l'écho du travail du CIMPA. Cette fois-ci, en partie à cause du format choisi, qui proposait beaucoup moins de tables rondes qu'en 1987, la situation internationale n'a été abordée que dans les conclusions, et les enjeux liés à la fracture scientifique, notamment avec l'Afrique, n'ont même pas été évoqués.

J.-P. Le problème est maintenant de savoir ce que la communauté va être capable de tirer de l'événement. Deux points délicats : d'une part savoir comment

les conclusions vont alimenter la réflexion de la communauté et d'autre part comment elles vont pouvoir être portées vers les autorités. Elles doivent être maintenant déclinées dans des actions de nature à mobiliser un nombre suffisant de collègues afin de déboucher sur des résultats tangibles et aussi continuer à être nourries d'informations provenant de différents contextes locaux. Que ces conclusions ne donnent lieu à aucune action et à aucun prolongement pourrait être pire que le vide sur l'analyse de la situation qui a été, pour certains des organisateurs, le moteur pour donner naissance à MATHS A VENIR 2009. Il y a là une urgence qui ne peut être traitée que si une coopération assez étroite entre les partenaires qui se sont engagés dans MATHS A VENIR 2009, voire d'autres, est perpétuée d'une façon ou d'une autre.

Quelques commentaires sur MATHS A VENIR 2009 par Jean-Michel Poggi¹

Je vais débiter ce court commentaire par deux remarques en disant tout d'abord la satisfaction de voir la statistique, par le truchement de la SFdS initiatrice du projet, prendre toute sa place dans l'organisation, la conception et le contenu du colloque. En second lieu, je souhaite rendre justice au processus collectif que nous avons su mettre en place pour, partant de premières réunions riches mais un peu chaotiques, par confrontations, échanges et débats, converger vers un colloque qui marquera sans nul doute une date pour la communauté, unie et diverse, un moment singulier dans une période critique de transformation profonde du système de formation et de recherche, non exempte de risques de fragmentation.

Plutôt que de m'exprimer sur mon appréciation du colloque, je vais me contenter de quelques traits plus personnels qui sont en fait le reflet de mes discussions et des commentaires entendus et débattus à son terme.

Bien sûr, les moments préférés diffèrent d'une personne à l'autre, mais, malgré des interventions que l'on aurait souhaitées différentes, des messages que l'on aurait voulu plus forts, chacun s'est reconnu dans le visage d'une communauté dont le portait s'est dessiné peu à peu au cours de ces deux jours. La densité de l'événement, la variété des points de vue, la diversité des parcours et la qualité des orateurs et des personnalités présentes ont permis interventions, réactions et discussions et ont, petit à petit, construit l'image d'une communauté vivante, diverse, puissante et ouverte.

Le choix de la Mutualité était excellent : le colloque a invité et accueilli à la fois les membres de la communauté mathématique, plus largement le monde scientifique mais aussi des acteurs du monde économique, médiatique. Tout le monde s'est senti gratifié et surpris parce que chacun était dans un lieu neutre et exceptionnel, symbolique incarnant le message des mathématiques dans la société. Le paradoxe est que le colloque MATHS A VENIR 2009, destiné prioritairement à l'extérieur, aux décideurs et à la société, s'il a connu quelques échos médiatiques et diffusé quelques-uns de nos messages, a probablement aussi et surtout séduit la communauté en lui donnant une image d'elle-même qui nous oblige aujourd'hui à

¹ Membre des comités MATHS A VENIR 2009. Vice-président de la Société Française de Statistique.

poursuivre nos efforts pour faire vivre les conclusions et approfondir la trace de ce colloque au travers du site, des actes, des initiatives de promotion.

Quelques initiatives à la suite du colloque

MATHS A VENIR sera présent au Salon de la Culture et des Jeux Mathématiques Place Saint-Sulpice du 27 au 30 mai, avec notamment la brochure MATHS A VENIR Express, réalisée en partenariat avec le CIJM, et une exposition.

Les conclusions du colloque seront imprimées et diffusées largement.

Les vidéos des exposés et tables-rondes sont disponibles sur le site du colloque. Les discussions en table ronde ont été transcrites et feront l'objet d'un supplément à la *Gazette* et à *Matapli*. Le site web va être maintenu avec un système de mots clefs qui permettra de mettre en valeur les ressources qu'il contient. Des contributions rentrant dans les thématiques du colloque pourront y être rajoutées par la suite.

Une nouvelle version de la brochure *Explosion des Mathématiques* est en préparation, à l'initiative des trois sociétés savantes.

Un travail avec l'ONISEP, permettant de mieux mettre en valeur les métiers des mathématiques sur leur site est prévu.

Enfin des contacts ont été pris avec ARTE et pourront peut-être déboucher sur des émissions ou petits films sur les mathématiques. La fondation Cartier pour l'Art Contemporain a aussi un projet d'exposition...