

LES MATHÉMATIQUES VUES PAR UN GROUPE INDUSTRIEL

par

Cl. Jablon

(Directeur Scientifique, Société Nationale Elf Aquitaine)

Nous assistons depuis une quinzaine d'années à un développement des relations entre le monde industriel et celui de la recherche publique. Cette évolution profonde se manifeste dans tous les pays occidentaux ; en France, elle est associée au Colloque National de la Recherche de 1982, qui a permis de mettre en relief un mouvement amorcé depuis déjà quelques années.

En m'appuyant sur l'expérience d'Elf Aquitaine, je me propose de montrer quelle place peuvent occuper les mathématiques dans cette évolution. Je commencerai par présenter les principes de la coopération entre le Groupe et la recherche publique. J'analyserai ensuite les sujets actuels de coopération dans le domaine des mathématiques, en indiquant en particulier les thèmes qu'il me paraît important de développer.

Je conclurai enfin par quelques indications plus prospectives, afin de répondre aux objectifs de ce colloque : "Mathématiques à venir".

I. Recherche publique et recherche industrielle

Par commodité de langage, on distingue communément une recherche dite "fondamentale" et une recherche "appliquée".

Ces termes sont nés de la nécessité relativement récente de gérer la recherche scientifique, mais leur utilité ne me paraît pas évidente. Pour en illustrer les limites, essayons de les utiliser pour classer les travaux de personnalités telles que Newton, Euler ou Kelvin : leurs noms évoquent aujourd'hui des progrès scientifiques majeurs, mais ils ont tout autant marqué leur époque par leur participation aux développements techniques les plus appliqués.

Je préfère pour ma part distinguer entre la recherche de connaissance et la recherche de maîtrise des phénomènes. Ces deux types de recherche s'évaluent suivant des critères très différents. La qualité de la première est assurée par le mécanisme classique du jugement par les pairs (*peer review*). La seconde se mesure par des critères tels que la prise de brevets, la protection des secrets de fabrication, la satisfaction d'un cahier des charges, voire le succès économique du procédé ou du produit étudié.

Ces deux types de recherche s'évaluent suivant des critères différents, mais elles ne s'opposent en aucune façon. Une recherche de connaissance peut faciliter la mise au point d'un nouveau procédé ; réciproquement, un besoin industriel peut susciter des travaux d'approfondissement des connaissances, voire conduire dans certains cas à la création de nouvelles disciplines scientifiques. Les exemples les plus prestigieux de ces échanges jalonnent l'histoire des sciences : la machine à vapeur suscitant l'essor de la thermodynamique, les industries agro-alimentaires celui de la microbiologie, le téléphone celui de la théorie de l'information.

La pratique de la recherche industrielle ne conduit pas quotidiennement à des développements scientifiques aussi marquants que ceux que je viens de citer, mais elle exige fréquemment une meilleure compréhension des phénomènes auxquels elle est confrontée.

Comment accéder aux compétences scientifiques nécessaires à cette compréhension ? Quelques géants internationaux ont choisi de réunir ces compétences dans leurs propres laboratoires : il s'agit essentiellement d'IBM, de l'ancien groupe ATT, et plus récemment d'EXXON, qui a d'ailleurs dû réduire ses ambitions lors de la dernière crise pétrolière.

Une telle politique est extrêmement coûteuse, et elle dépasse probablement les moyens dont dispose notre pays. Elf Aquitaine a choisi une voie différente, en s'organisant pour coopérer avec la recherche publique existante : grands organismes tels que le CNRS, les universités, le CEA, l'INRA et l'INSERM en France, et un certain nombre d'universités et instituts de recherche publics à l'étranger.

Cette collaboration est extrêmement diversifiée : nous avons en effet plus de 400 contrats avec la recherche publique, correspondant à une dépense annuelle de l'ordre de 60 millions de francs. Ces chiffres

sont à comparer à un budget total de R et D d'environ 3 milliards de francs. Ces 2% du budget sont eux-mêmes comparables aux chiffres annoncés par nos grands concurrents internationaux qui ont adopté la même voie que nous.

A ces collaborations contractuelles s'ajoute un mécanisme original de coopération lancé il y a deux ans avec succès : il s'agit de l'accueil au sein de nos équipes de recherche, de chercheurs du secteur public en détachement. Ces chercheurs nous apportent des compétences spécialisées qui ne nous sont pas facilement accessibles, et peuvent en retour bénéficier d'un environnement technique de grande qualité. A moyen terme, leur expérience industrielle conduira, après leur retour dans la recherche publique, à une extension de notre réseau de collaborations et à une meilleure connaissance réciproque des deux mondes que constituent la recherche publique et la recherche industrielle.

Nous avons actuellement une quarantaine de chercheurs en détachement dans nos centres, et nous comptons développer cette opération qui s'est révélée fructueuse pour tous les partenaires.

II. Elf Aquitaine et les Mathématiques

L'éventail des disciplines couvertes par nos collaborations est très large, mais inégalement réparti. C'est sans doute la chimie qui est la plus représentée, car toutes les activités du Groupe ont des liens avec elle, de l'exploration pétrolière à la pharmacie et aux biotechnologies. Viennent ensuite, à égalité, les Sciences de la Terre et celles de la Vie, ce qui ne vous surprendra pas.

En excluant les liens que les mathématiques peuvent avoir avec ces trois grands domaines de la science, il ne reste qu'un petit nombre de coopérations directes entre notre propre recherche et le monde des mathématiques, mais ces coopérations portent sur des domaines particulièrement importants :

. La simulation numérique :

D'autres textes dans le même volume montrent à quel point l'ordinateur a révolutionné le travail de l'ingénieur et du scientifique, en lui fournissant un nouveau moyen d'étude, complémentaire de la théorie et de l'expérience, qui est la simulation numérique.

Toutes les branches du Groupe sont intéressées par ce nouvel outil qui a surtout pénétré aujourd'hui nos activités pétrolières.

En exploration, l'objectif de l'interprétation sismique peut se décrire comme la résolution d'un gigantesque problème inverse, et nous nous entourons de meilleurs spécialistes pour améliorer cette résolution.

En production, le défi mathématique est sans doute celui des modèles numériques de gisement : équations non-linéaires, surfaces libres, milieux inhomogènes (et mal connus) ... La complexité de nos problèmes approcherait ceux de l'aéronautique, si nous n'avions l'avantage d'échapper à la turbulence. En revanche, nous affrontons d'autres difficultés car nous devons modéliser des volumes considérables (couches géologiques) à partir de données unidimensionnelles (puits).

. *L'informatique technique* :

Ce domaine recouvre en partie le précédent, mais certaines applications sont très spécifiques et font appel à des outils mathématiques particuliers. Nous avons ainsi une activité importante dans le domaine du traitement du signal et de l'image et dans le domaine du contrôle de procédés.

Une mention particulière doit être réservée au développement industriel des systèmes experts, dans lequel Elf Aquitaine a joué en France un rôle de pionnier.

Il me semble que les mathématiques n'ont pas encore beaucoup contribué à la compréhension de ces outils informatiques dont la base conceptuelle est bien fragile. Nous avons, pour notre part, utilisé les concepts de la théorie des possibilités pour tenter d'introduire des notions d'incertitude ou d'imprécision dans le raisonnement des systèmes experts. Je suis convaincu qu'il y a encore beaucoup à faire pour introduire de la rigueur dans un domaine où l'heuristique est la reine.

. *Le traitement statistique des données* :

L'intérêt industriel de ce domaine est tellement large et tellement évident qu'il est parfois oublié dans les exemples d'applications industrielles des mathématiques. C'est certainement le

domaine mathématique qui est le plus utilisé dans toutes les activités du Groupe, de l'analyse géologique aux plans d'expérience et aux plans d'essais cliniques en passant par le contrôle de qualité et l'évaluation des risques.

Nos statisticiens ont, me semble-t-il, une bonne formation classique et de bons outils industriels. Je suis convaincu que, comme toutes les disciplines, le traitement statistique fait des progrès constants et c'est sans doute un thème où nous pourrions développer le trop petit nombre de collaborations que nous entretenons aujourd'hui avec la recherche publique.

Je souhaite à ce stade de mon exposé faire une remarque inspirée de J. Dieudonné. Dans son ouvrage, *Pour l'honneur de l'esprit humain*, celui-ci fait une distinction importante entre les mathématiques et les applications des mathématiques.

Les exemples que je vous ai donnés appartiennent tous à la seconde catégorie, et ce n'est pas fortuit : je ne vois pas quelle collaboration pourrait se nouer entre un chercheur industriel et un chercheur en mathématiques au sens où l'entend Dieudonné. En revanche, nous collaborons activement avec des chercheurs en applications des mathématiques, et ceux-ci peuvent à leur tour utiliser les compétences de leurs collègues mathématiciens au sens strict du terme.

III. Un peu de prospective

La prédiction est un art difficile... surtout lorsque l'on se propose de prédire l'avenir ! L'histoire des sciences et des techniques fourmille d'anecdotes montrant à quel point les experts peuvent se tromper lorsqu'ils essayent de prévoir l'évolution de leur domaine de compétence. N'étant pas, de surcroît, moi-même expert dans votre domaine scientifique, je ne me livrerai donc pas à un exercice de prévision sur l'évolution des mathématiques.

Plus simplement, je voudrais citer ici les atouts de la recherche mathématique en France, et les écueils que, selon un observateur industriel, elle doit éviter. Citons deux difficultés auxquelles il convient de veiller.

Tout d'abord, éviter les effets de mode et de chapelle. Vous connaissez comme moi les effets de mode auxquels succombent nos

collègues américains victimes de leur système d'attribution de contrats aussi chaotique que le fonctionnement de la Bourse. Sachons donc choisir nos sujets de recherche en fonction de nos compétences et de leur pertinence scientifique.

A l'opposé, ne nous enfermons pas dans notre pré-carré hexagonal. Certains sujets de recherche ont été l'enjeu de querelles de territoires réservées aux initiés.

Nous autres industriels sommes quelque peu perplexes devant de telles querelles, dans lesquelles nous n'avons pas qualité pour intervenir. Faute de disposer d'interlocuteur crédible, nous aurons tendance à nous détourner de ces domaines controversés et à travailler dans des domaines plus traditionnels, ce qui est finalement dommageable à l'ensemble de la recherche.

Comment éviter ces querelles ? Pour ma part, je pense que les mécanismes de concertation scientifique internationale doivent les transformer en véritables dialogues, qui constituent les fondements de la recherche scientifique. Aussi bien, je recommanderai de poursuivre l'ouverture internationale de vos travaux mathématiques, à l'image de ce que pratiquent la plupart des disciplines scientifiques.

Je souhaite mentionner une deuxième difficulté, spécifique aux mathématiques. Il s'agit de la recherche de formalisation, parfois un peu gratuite.

Je réalise ici que mes propos surprendront certains d'entre vous. Permettez au physicien que je suis de vous donner le point de vue d'un utilisateur des mathématiques appliquées.

Je comprends le rôle central joué par la formalisation dans la recherche mathématique. Je comprends également qu'à un certain niveau d'abstraction, cette formalisation du raisonnement peut être créatrice d'idées nouvelles.

Toutefois, une démarche fondée uniquement sur la formalisation paraît bien ésotérique à un futur client industriel. De plus, une telle démarche n'est pas toujours la plus féconde.

Prenons l'exemple de la résolution numérique des équations aux dérivées partielles issues de la physique. Dans ce domaine, les progrès récents sont venus d'idées fournies par l'interprétation physique de ces

équations beaucoup plus que d'une démarche formelle - même si la formalisation a *posteriori* a permis de conforter certaines des solutions choisies et d'en éliminer d'autres.

Sachez donc faire la place à des concepts venus d'autres disciplines, tout en conservant l'exigence de rigueur absolue qui est le caractère propre à la recherche mathématique.

Voyons maintenant les atouts dont dispose la recherche mathématique dans notre pays.

Les mathématiques en France jouissent d'un prestige culturel favorisé par le système si particulier de nos grandes écoles. De nombreuses disciplines dont l'importance économique est aussi grande sont loin d'avoir ce prestige, qui vous permet toujours, me semble-t-il, d'avoir accès aux meilleurs étudiants.

Notre pays possède d'autre part une infrastructure de recherche publique importante, qui lui permet de mener une politique de qualité scientifique à long terme. Il s'agit bien sûr du CNRS, des universités, et des organismes tels que l'INRIA ou le CEA, qui manquent cruellement à des pays tels que la Grande-Bretagne et même les USA. Certes, on peut critiquer tel ou tel point du fonctionnement de ces organismes, mais je pense qu'il nous incombe à tous de les aider à mieux travailler, car leur utilité est incontestable.

D'ailleurs, les résultats prouvent que notre pays occupe toujours une place de tout premier plan dans la recherche mathématique internationale, que ce soit dans l'absolu ou en proportion de sa population ou de son produit national brut.

IV. Conclusions

Je vous ai présenté la politique scientifique du Groupe Elf Aquitaine et la place qu'occupent les mathématiques dans cette politique.

Parmi les spécialités dont nous avons besoin, le calcul scientifique joue un rôle important, mais le traitement statistique des données est probablement le domaine où nous pourrions bénéficier le plus des recherches mathématiques de qualité.

Je vous ai indiqué les écueils que la recherche en mathématiques doit éviter, si elle souhaite développer ses liens avec l'industrie. Pour résumer ce message, je dirais : oui à l'ouverture internationale et au dialogue, non à l'autarcie et aux querelles de clocher. Oui à la curiosité intellectuelle et à la rigueur, non à la formalisation gratuite.

La liste des sujets que, ce faisant, je n'ai pas abordés serait trop longue à citer. Je voudrais seulement en conclusion vous dire combien nous sommes attentifs aux évolutions de la recherche publique - toutes disciplines confondues.

Dans la compétition internationale féroce à laquelle nous faisons face, cette recherche publique constitue un atout pour l'industrie française - et c'est la raison pour laquelle je me réjouis de voir le sérieux avec lequel votre communauté a décidé de prendre en main son destin : ce colloque en est une preuve et je souhaite le meilleur succès à ses travaux.