DISCOURS À LA DÉLÉGATION RÉGIONALE RHÔNE-AUVERGNE DU CNRS RÉDACTION DU 02/04/2009

MICHELLE SCHATZMAN

Je vais faire un discours en trois parties, précédé d'une introduction. La version orale a été présentée le 4 Mars 2009, à la délégation Rhône-Auvergne du CNRS, lors de la cérémonie où m'ont été remis les insignes de la légion d'honneur. La version ci-après est développée par rapport à la version initiale.

- Que fait une mathématicienne (niveau : Monsieur ou Madame Tout-le-monde) ?
- Que fait une directrice de recherche ?
- Que faisait une directrice de laboratoire en mathématiques ?

1. Introduction

Avant de commencer cet exposé, je me dois de signaler que je suis un être hybride. J'ai commencé au CNRS, comme attachée puis chargée de recherche, de 1972 à 1984. En 1984, je suis devenue professeur à l'Université Claude-Bernard Lyon 1, j'ai été détachée au CNRS de 1995 à 2001, puis j'y ai été intégrée en 2001.

En plus, en riant un peu, j'atteste que je suis la reine des imbéciles en matière de carrière : j'ai quitté le CNRS avant d'être fonctionnarisée et je suis devenue professeur après l'instauration des services lourds.

Ayant toujours été membre d'unités associées — actuellement, cela s'appelle «unités mixtes de recherche», mais elles ont eu beaucoup d'autres noms auparavant, j'ai vécu depuis 1970 l'interaction entre enseignement supérieur et CNRS, et je pense que cette interaction est d'une richesse essentielle et profonde. Elle donne lieu à des collaborations ou des affrontements institutionnels, elle n'est pas toujours de tout repos, mais c'est grâce à cette interaction que nos institutions fonctionnent, particulièrement en mathématiques.

Je ne comprends pas pourquoi on cherche actuellement à réorganiser la recherche en séparant entre laboratoires principalement CNRS, et laboratoires principalement universitaires. L'argument fourni pour cette séparation est que, si un partenaire a une contribution faible, on peut s'en passer.

Que veut dire le mot *contribution* ? S'il s'agit de budget consolidé, c'est à dire essentiellement de postes, la contribution du CNRS en mathématiques représente 10% environ de celle de l'enseignement supérieur. Négligeable! sans le moindre intérêt! dirait-on. Il n'en est rien. La volonté des mathématiciens de conserver une structure nationale peut s'expliquer par une particularité des mathématiques : on a besoin d'enseignement de mathématiques dans beaucoup d'endroits. En sciences de la matière et en sciences de la vie, bien sûr. Mais aussi en économie, en santé, et un peu en sciences sociales ou en lettres pour ceux qui utilisent des méthodes quantitatives, qu'il s'agisse de géoinformatique, de psychologie expérimentale ou d'histoire des textes.

Donc les mathématiciens sont dispersés. Ils ne sont jamais très nombreux, sauf en région parisienne, où, pour des raisons historiques, une concentration s'est installée au centre de Paris, précisément dans les universités de Paris 6 et Paris 7.

L'apport du CNRS est de plusieurs ordres :

- permettre à de jeunes chercheurs de faire de la recherche à plein temps, au moment où c'est crucial pour leur développement ;
- assurer une colonne vertébrale aux laboratoires par la présence de chercheurs à plein temps, qui peuvent assurer des tâches d'organisation et servir de piliers au laboratoire ;

Date: 18 Mars 2009.

- élaborer une stratégie nationale de développement ;
- fixer des standards de qualité et de qualité d'évaluation.

Il ne faut pas perdre cela, il ne faut pas détruire cette richesse, ce serait catastrophique.

2. Que fait une mathématicienne ?

Cette partie tente de présenter en termes élémentaires une problématique mathématique, sur laquelle je suis en train de travailler actuellement. Je voudrais, ici, répondre à quelques questions que j'entends souvent :

- il y a encore des choses à trouver en mathématiques ?
- que cherche le chercheur ?

et beaucoup de questions parfois plus hostiles.

En ce moment, je travaille à rendre efficace certains algorithmes pour trouver le résultat de divisions généralisées, mais je vais expliquer plus en détails de quoi il s'agit.

La division ordinaire, tout le monde connaît : si j'ai trois euros dans ma poche et que les pommes sont à $1,20$ euro le kilo, combien puis-je acheter de pommes?

Réponse: le poids de pommes, c'est P ;

$$P \times 1,20 = 3$$

$$P = \frac{3}{1,20} = 2,50$$

et je peux acheter deux kilos et demi de pommes.

On peut généraliser la division, en posant de petites énigmes, par exemple : j'ai deux enfants, ils ont sept ans de différence, et la somme de leurs âges est égale à mon âge. Quel âge avons-nous?

On fait ce qu'on appelle une mise en équations — la terreur des petites classes, mais ce n'est pas franchement méchant :

- l'âge de Claude est noté C ;
- l'âge de René est noté R ;
- l'âge de Michelle est noté M.

On peut alors représenter l'énoncé en mots par un énoncé en équations. La première des deux équations suivantes dit que la différence des âges de mes enfants est de 7 ans et la deuxième que la somme de leurs âges est égale à mon âge — mais cela ne va durer que jusqu'au 7 Décembre 2009.

$$C - R = 7,$$
$$C + R = M.$$

Visiblement, on n'en sait pas assez long, puisqu'il y a deux équations et trois inconnues. Donc, je donne une information supplémentaire :

$$M = 59$$

Maintenant, on peut résoudre le problème, par la méthode de substitution : je vais exprimer C en fonction de R, puisque l'âge de Claude est égal à l'âge de René plus sept ans :

$$C = R + 7.$$

Donc, 59 est la somme de l'âge de René plus 7 ans plus l'âge de René:

$$R + 7 + R = 59,$$

ou encore

$$2 \times R + 7 = 59,$$

c'est à dire, en retirant 7 des deux côtés de l'équation :

$$2 \times R = 59 - 7 = 52$$

René a 26 ans et donc Claude en a 33.

Les mathématiciens ont une manière résumée d'écrire ce problème:

$$\begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C \\ R \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 7 \\ 59 \end{pmatrix}$$

Ce qui est important, c'est le tableau entre grandes parenthèses qu'on trouve à gauche du signe moins. Comme on a deux équations à deux inconnues, le tableau a deux lignes et deux colonnes. On appelle ce tableau une matrice, et en quelque sorte, on a divisé le tableau à droite du signe «égale» par la matrice. Les mathématiciens disent qu'on a résolu un système linéaire de deux équations à deux inconnues, au lieu de dire qu'on a fait une division généralisée. Mais c'est bien une généralisation de la division, même avec un nom différent.

On pourrait avoir 100 équations à 100 inconnues, ou un million d'équations à un million d'inconnues. Dans ce cas, la matrice aurait respectivement 100 lignes et 100 colonnes, ou un million de lignes et un million de colonnes. Pratiquement tous les calculs qu'on effectue en sciences de l'ingénieur ou en sciences de la matière ou de la vie résolvent des systèmes d'équations linéaires. Vous voulez savoir comment le pont va fléchir sous la charge de la circulation ? Un système d'équations linéaires. Vous voulez savoir comment les neutrons vont être dispersés dans le cœur de la centrale nucléaire ? Un système d'équations. Vous voulez calculer un écoulement fluide ? C'est généralement un problème non linéaire, donc vous aurez besoin non pas d'un système d'équations linéaires, mais de beaucoup de systèmes d'équations linéaires pour approcher une solution du problème. Vous voulez trouver les constantes régissant un modèle statistique pour qu'il colle aux données? Encore des systèmes d'équations linéaires (ou non linéaires).

Dans tous les cas, et si le problème a une solution, on sait, au moins théoriquement comment le résoudre : on généralise la stratégie de substitution décrite plus haut, et on obtient la méthode d'élimination appelée aussi algorithme de Gauss.

C'est l'ordinateur qui fait le travail.

Mais à quelle vitesse l'ordinateur peut-il faire ce travail?

La vitesse d'exécution de la tâche dépend de deux facteurs :

- la vitesse intrinsèque de l'ordinateur (matériel) ;
- la qualité de l'algorithme (logiciel).

Mon travail porte sur les algorithmes. On sait que la méthode d'élimination demande un nombre d'opérations qui vaut une constante $c\times$ multipliée par le cube du nombre d'inconnues, plus des termes supplémentaires qu'on néglige. Ainsi, il faudra

pour 100 inconnues : $100 \times 100 \times 100 \times c$ opérations,

pour 1000 inconnues : $1000 \times 1000 \times 1000 \times c$ opérations,

pour un million d'inconnues : un million de millions

de millions fois c opérations.

La constante c vaut $2/3$, si l'on ne compte que les multiplications et les divisions, et elle vaut $4/3$ si on compte aussi les additions et les soustractions. Les termes supplémentaires dans l'estimation du nombre d'opérations plus petits qu'une autre constante, multipliée par le carré du nombre d'inconnues. Quelque chose qui est de l'ordre de 10000 est petit devant un million, et quelque chose qui est de l'ordre du million est petit devant un milliard, c'est pour cela qu'il est raisonnable de négliger ces termes.

Dans cas du million d'inconnues, le calcul est trop long pour passer en temps raisonnable même sur des gros ordinateurs. En effet, un million de millions de millions d'opération, cela peut se représenter comme un 1 suivi de dix-huit zéros, ce que l'on peut noter 10^{18}. Supposons un ordinateur fonctionnant à une vitesse d'un téraflops, c'est à dire 10^{12} (un suivi de douze zéros) opérations arithmétiques sur des nombres décimaux (dits à virgule flottante) par seconde. Il lui faudra donc un million de secondes multiplié par $4/3$ pour réaliser le calcul, soit 15 jours, dix heures et vingt-deux minutes environ. Avec l'ordinateur le plus rapide du monde (performance de Mai 2008), dont la vitesse est de 1,06 pétaflops (un pétaflop = un suivi de quinze zéros opérations à virgule flottante par seconde), il faudra seulement vingt et une minutes environ.

L'autre méthode pour améliorer la vitesse d'exécution de la tâche est de prendre en compte les propriétés de la matrice. Deux situations peuvent se présenter :

(1) il y a beaucoup de zéros dans le tableau ;
(2) le tableau a des propriétés particulières.

Le cas 1 est exploité depuis des dizaines d'années. Une matrice comportant beaucoup de zéros est dite creuse. On dispose de diverses sortes de méthodes qui permettent d'exploiter cette propriété.

Le cas 2 est aussi exploité depuis longtemps dans des cas particuliers. Exemple :

$$\begin{pmatrix} a_0 & a_{-1} & a_{-2} & \dots & a_{-n+1} \\ a_1 & a_0 & a_{-1} & \dots & a_{-n+2} \\ a_2 & a_1 & a_0 & \dots & a_{-n+3} \\ \vdots & \ddots & \ddots & & \vdots \\ a_{n-1} & a_{n-2} & a_{n-3} & \dots & a_0 \end{pmatrix}$$

Une telle matrice, dont les coefficients sont constants le long des diagonales descendantes, est dite matrice de Toeplitz.

Un résultat connu dit qu'on peut résoudre un système linéaire dont la matrice est de Toaplitz en $c \times n \times \log(n)^2$ opérations. Pour fixer les idées, on prend un logarithme à base 10, et ceci veut dire que si on a 100 inconnues, il faudra c multiplié par 100 multiplié par 4 opérations, soit $400c$ opérations au lieu d'un million si on utilise la méthode d'élimination. Avec 1000 inconnues, il faudra $9000c$ opérations au lieu d'un milliard, et avec un million d'inconnues, il faudra $36c$ millions d'inconnues au lieu de ce 1 suivi de dix-huit zéros. Donc, si je prends un ordinateur tout à fait ordinaire, qui fait du 200 mégaflops, comme celui que je peux avoir sur mon bureau et qui coûte environ 1500 euros, il faudra moins de $0,18c$ secondes pour réaliser la tâche, alors que l'ordinateur le plus rapide du monde, qui coûte 133 millions de dollars aura demandé vingt et une minutes, avec l'algorithme bête. Comme quoi l'intelligence peut se transformer en performance, si on sait comment l'employer.

Pourquoi obtient-on de tels résultats? L'idée essentielle est que dans une matrice de Toeplitz à 100 lignes et 100 colonnes, il y a peu d'information. Dans une matrice quelconque à 100 lignes et 100 colonnes, il peut y avoir 10000 coefficients différents. Dans une matrice de Toeplitz à 100 lignes et 100 colonnes, il ne peut y avoir que 100 coefficients différents. S'il y a n lignes et n colonnes, une matrice de Toeplitz comporte $2n - 1$ coefficients différents au plus. Mieux, lorsqu'on fait les opérations nécessaires pour résoudre le système linéaire, on peut toutes les coder avec seulement cn paramètres.

Et si on considère une structure plus compliquée?

Par exemple, supposons une matrice de la forme

$$\begin{pmatrix} \star & \bullet & \clubsuit & \dots & \spadesuit \\ \circ & \star & \bullet & \dots & * \\ \heartsuit & \circ & \star & \dots & \wedge \\ \vdots & \ddots & \ddots & & \vdots \\ \diamondsuit & \mathrm{triangle} & \vee & \dots & \star \end{pmatrix}$$

Ici, chacun des symboles ($\star, \bullet, \clubsuit, \spadesuit, \heartsuit, \diamondsuit, *, \wedge, \triangle$ et $\vee$) doit être remplacé par une matrice de Toeplitz. On dira qu'on a une matrice de Toeplitz par blocs de Toeplitz, puisque les symboles sont constants le long des diagonales descendantes.

Combien de paramètres faut-il pour coder toutes les opérations? On voit bien que si on a 100 lignes et 100 colonnes blocs de 100 lignes et 100 colonnes, cela fait une matrice de 10000 lignes et 10000 colonnes, soit 100 millions de coefficients possibles. Mais dans une matrice de Toeplitz par blocs de Toeplitz, il y a au plus 199×199, soit 39601 coefficients différents. Un peu moins de 40000 coefficients contre 100 millions, cela fait une drôle de différence. Mais est-on capable d'exploiter cette particularité, et de coder les opérations arithmétiques utilisées dans la résolution du système linéaire de façon à utiliser cette propriété?

C'est cela, la question sur laquelle je travaille depuis plusieurs années. Pour essayer de résoudre le problème, j'ai défini certaines classes de matrices qui doivent contenir toutes les matrices dont on aura besoin au cours des opérations arithmétiques de la résolution du système, et je veux savoir de combien de paramètres j'ai besoin pour décrire ces classes de matrices. Je dois donc étudier certains ensembles définis par des équations polynomiales. C'est l'objet d'une partie des mathématiques qu'on appelle la géométrie algébrique. Ce n'est pas du tout le domaine dans lequel j'ai commencé à faire des mathématiques, et je dois donc apprendre un nouveau domaine à un âge tardif. De plus, je me rends compte que les problèmes auxquels s'intéressent les géomètres algébristes contemporains sont très différents de ceux qui m'intéressent. Alors, je patauge un peu... mais je suis toujours pleine d'espoir dans les mathématiques.

3. Que fait une directrice de recherche?

La situation en recherche est radicalement différente de celle qu'on rencontre (ou subit) à l'école, au collège, ou au lycée. Quand on a un problème de maths à résoudre dans le cadre scolaire, on ne possède pas la réponse, mais quelqu'un la possède : le prof.

Quand je travaille sur un problème de maths en recherche, personne ne connaît la réponse, sinon, ce ne serait pas de la recherche. Mieux (ou pire!), je ne sais même pas si j'ai posé correctement le problème, je ne sais pas s'il y a une réponse, et je ne sais pas si je serai capable de l'obtenir, à supposer qu'il y en ait une.

Par conséquent, en recherche, on sèche, et on se plante.

Au printemps de 2007, je me débattais avec certains aspects techniques du problème que je décrivais précédemment, et j'errais dans les couloirs du bâtiment de maths à Lyon 1, en gémissant que je séchais, que j'étais malheureuse, etc., etc. ; j'ai embêté mon prochain jusqu'à ce qu'une âme généreuse me rappelle que dans un bâtiment de maths, tout le monde sèche.

Bien sûr, on trouve des résultats, mais sauf exceptions remarquables, on passe beaucoup plus de temps à sécher qu'à trouver.

Il y a même une obligation de sécher, car si on trouve tout le temps et qu'on produit tout le temps, cela vient peut-être de ce qu'on travaille sur des problèmes trop faciles, et je dirai quelques mots de plus ci-dessous sur le choix des problèmes.

Le principe est, que pour faire de la bonne science, il faut accepter de sécher, et il faut accepter de se planter, c'est à dire de tenter un problème qui ne donne pas grand chose, et sur lequel on aura investi du temps sans obtenir de résultat. Si on n'investit du temps que dans les problèmes sur lesquels on est sûr de ne pas se planter, cela veut dire qu'on manque d'ambition, et que, dans le fond, on ne donne pas le meilleur de soi-même. Quelquefois, c'est une option de sécurité tout à fait raisonnable. On peut par exemple se trouver chargé de responsabilités lourdes, ce qui fait qu'on a peu de temps pour un investissement en recherche. On garde alors sa technicité en travaillant des problèmes sur lesquels on est à peu près sûr d'aboutir.

Quand on encadre des thèses, on est dans cette situations singulière de devoir enseigner à un ou une jeune à sécher sans renoncer. A cette fin, on propose un sujet où on pense que soi-même, on pourrait trouver la solution, disons en une semaine. C'est un début, bien entendu. Je dois dire que cela m'est arrivé de mal évaluer la difficulté d'un problème et de donner des sujets trop difficiles. Que faire dans ce cas-là? Il ne reste plus qu'à se retrousser les manches.

Une citation du Talmud m'est très chère : j'ai beaucoup appris de mes maîtres, encore plus de mes collègues, mais c'est de mes élèves que j'ai le plus appris. Je la reprends volontiers à mon compte, car en dirigeant une thèse, très souvent on comprend comment le doctorant ou la doctorante pense, et on s'aperçoit que tous sont différents. Le doctorant typique n'existe pas.

Plus généralement, il est légitime de demander à quoi cela sert de payer des gens qui font de la recherche en mathématiques, y compris sur des sujets absolument dépourvus d'utilité pratique.

La première raison est historique : on ne sait pas d'avance quelles seront les mathématiques qui s'appliqueront plus tard. Par exemple, un téléphone portable est plein de mathématiques. L'imagerie médicale contemporaine est pleine de mathématiques, qu'il s'agisse d'un scanner ou d'un IRM (imagerie par résonance magnétique nucléaire). Le paiement par internet, le retrait d'argent dans un distributeur, l'achat par carte sont plein de mathématiques. Mais quand ces mathématiques ont été inventées, non seulement on ne savait pas qu'elles serviraient ultérieurement à faire de l'imagerie médicale, des téléphones mobiles, de la sécurité des réseaux, mais on ne savait même pas qu'il y aurait des scanners, des machines à IRM, des réseaux électroniques ou de la téléphonie mobile peu coûteuse, légère et largement répandue.

La deuxième raison est liée à la manière dont fonctionnent nos esprits. Les résultats de la recherche en mathématiques sont publiés, accessibles et lisibles pour les spécialistes. Mais si une direction mathématique disparaît, les travaux correspondants deviennent rapidement illisibles, car toute publication de recherche repose sur des résultats antérieurs qui ne sont pas écrits, sur un ensemble de problèmes modèles sur lesquels existe un consensus tacite. Si on ne dispose pas des connaissances correspondantes, on se retrouve comme devant des hiéroglyphes avant Champollion. En effet, pour lire des mathématiques de niveau recherche, il faut pouvoir y accéder, et donc disposer de la formation et de la culture correspondantes. Toutes les sous-disciplines des mathématiques possèdent des particularités et des non-dits sans lesquels on ne peut s'orienter dans un domaine donné.

Pour donner mon exemple personnel, je peux m'orienter assez bien dans un article d'analyse des équations aux dérivées partielles, parce que je fréquente le sujet depuis presque quarante ans, et que je suis (à peu près) capable d'évaluer l'importance respective de divers résultats. Par contre, je ne peux pas m'orienter aisément dans un article de géométrie algébrique, domaine que j'essaie d'apprendre depuis plusieurs années, et dont j'ai besoin pour mon travail actuel. Je suis incapable d'évaluer l'importance de divers travaux, je serais perdue dans un séminaire contemporain. C'est un domaine difficile, vaste et où je manque d'expé-rience. Je suis devant la géométrie algébrique comme un débutant en égyptologie : je reconnais deux ou trois bricoles, cela m'intéresse beaucoup, mais je suis très très loin de dominer même les parties dont j'ai strictement besoin pour mon travail.

Un chercheur a donc aussi un rôle de veille scientifique. Les scientifiques qui gardent leur technicité dans un domaine, sans être les plus brillants chercheurs, sont utiles car ils sont capables de transmettre les clés permettant ensuite, à d'autres, éventuellement plus brillants qu'eux, d'entrer dans le domaine en question. Cela ferait penser à la situation de la botanique. Dans les années soixante et soixante-dix, la mode était à la biologie moléculaire. Avait-on besoin de botanique et de botanistes? Certes non ; qui s'intéressait encore à la classification des espèces végétales? On a donc pris les postes des botanistes partant à la retraite et on en a fait des postes d'autres disciplines biologiques. Jusqu'au moment où on s'est rendu compte que beaucoup de médicaments provenaient de substances actives végétales ; de plus, les zones tropicales et équatoriales recelaient encore nombre de plantes inconnues. Il a fallu faire alors appel à des botanistes, dont il n'y avait plus guère, et même à des ethnologues pour parler aux habitants de ces régions, souvent des peuples premiers qui avaient pu, dans leur médecine traditionnelle, observer des propriétés curatives de telle ou telle plante.

Des botanistes? des ethnologues? Horresco referens!

Alors, oui, les chercheurs ne trouvent pas tout le temps. Les enseignants-chercheurs non plus, et c'est pour cela que le couplage entre enseignement et recherche est une bonne solution. Encore faudrait-il qu'elle ne soit pas excessivement rigide. Entre divers travaux de recherche, on peut non seulement enseigner, mais aussi prendre des responsabilités que le jargon actuel appelle «management», que le jargon universitaire appelle «administratives», et que je décrirais plutôt comme des responsabilités de politique de la recherche et de l'enseignement. Et oui, on peut avoir des périodes de créativité importante, au cours desquelles il est important d'avoir le maximum de temps pour son travail de recherche.

Un autre aspect de la recherche mathématique est l'échelle de temps. Les mathématiciens citent couramment des articles ayant une cinquantaine d'années. La conjecture de Fermat, devenue le théorème de Wiles, avait trois bons siècles quand elle a été prouvée. C'est possible parce qu'un énoncé vrai en 1959 reste vrai en 2009. Bien sûr, il peut être reformulé différemment, mais l'acquis est là. Il est vivant tant qu'il y a des humains vivants qui savent le lire et l'utiliser. On voit d'ailleurs, de temps en temps, des résultats ou des problématiques remonter en quelque sorte à la surface. On les croyait submergés par des tas d'idées nouvelles, et même, pourquoi le nier, ringards. Et tout d'un coup, à cause d'un changement de point de vue, ils redeviennent d'actualité. Je citerais dans ce cas : les séries divergentes, les systèmes dynamiques, les polynômes orthogonaux et les fonctions spéciales. Quelqu'un sachant d'autres mathématiques que moi en citerait certainement d'autres.

On ne sait pas vraiment ce qui sera important, au moment où c'est fait. Quelquefois, on ne se trompe pas, et certains sont plus clairvoyants que d'autres. Il faut le recul du temps pour évaluer la réelle influence d'un résultat ou d'un ensemble de résultats.

J'ai fait un mandat de cinq ans et un mandat de trois ans à la section de mathématiques du Comité National de la Recherche Scientitique — l'organisme qui évalue les laboratoires et les chercheurs. Je suis sûre que je me suis trompée un certain nombre de fois. Mais je n'ai pas fait que des erreurs!

Évaluer le travail de chercheurs ou d'enseignants-chercheurs est une tâche difficile, et en partie subjective, parce que c'est une tâche humaine. La bibliométrie est un procédé approximatif pour savoir ce que font les scientifiques. Si, en effet, j'écris un article avec de grosses erreurs et que cent personnes écrivent ensuite que j'y ai fait de grosses erreurs, cet article aura donc cent citations?

Je me suis livrée à une petite expé-rience : j'ai recensé le nombre de citations des mathématiciens purs ou appliqués, qui sont membres de l'Académie des Sciences. J'ai utilisé pour ce faire deux bases de données différentes : la base de donnée `MathSciNet`, de l'*American Mathematical Society (AMS)* et celle de l'`Institute for Scientific Information (ISI)`, le *Web of Science*. L'échantillon sélectionné est certainement fait de mathématiciens de première force. On s'aperçoit que leur nombre de publications varie entre 14 et plusieurs centaines. Les nombres de citation sont assez différent entre les deux bases de données, car l'ISI ne recense pas tous les journaux mathématiques que recense l'AMS. Par ailleurs, certains mathématiciens publient aussi dans des journaux de mécanique, de physique ou autre, qui ne sont pas nécessairement recensés par l'AMS. J'ai constaté que le nombre de citations peut varier de 50% entre les deux bases, et que ceux qui ont une visibilité interdisciplinaire sont nettement plus cités par l'ISI..., ce qui n'est pas absolument surprenant. Mais qu'est-ce que cela dit sur la qualité de leurs travaux ? Celui qui n'a que 14 publications, c'est Laurent Lafforgue, médaille Fields en 2002, connu pour l'extrême difficulté de ses travaux. En vertu de cette extrême difficulté, seule une petite communauté le lit et le cite. Doit-on en conclure que l'évaluation au moyen de la pure bibliométrie est un encouragement à la démagogie?

Est-ce que les incertitudes et les injustices de l'évaluation doivent interdire d'évaluer? Certainement pas. Ce qui importe, c'est de reconnaître le caractère faillible de l'évaluation et de prendre les mesures nécessaires pour qu'elle ne soit pas trop injuste :

- faire tourner systématiquement les évaluateurs, qu'ils soient élus ou nommés ;
- donner les dossiers à des personnes compétentes, donc forcément de la discipline et éventuellement de la sous-discipline de la personne évaluée ;
- avoir plus d'un organisme financeur ; le monopole est la meilleure façon de mettre en place des coteries indéracinables.

4. Que faisait une directrice de laboratoire de mathématiques

En m'étant donné ce titre de chapitre, je me suis demandé ce que je me rappelais des huit ans où j'ai dirigé un laboratoire, qui s'appelait d'abord «Équipe d'Analyse Numérique Lyon Saint-Etienne», puis «MAPLY» (mathématiques appliquées de Lyon).

Je sais que j'ai beaucoup souffert pendant cette période, mais je ne peux plus me souvenir de cette souffrance de l'intérieur. Un directeur de labo est un nœud de communication, il reçoit des quantités invraisemblables de textes à lire, il doit participer à une grande quantité de réunions, il doit combler les trous, que ce soient des absences du personnel administratif (ou même l'absence de personnel administratif), les refus de participation à des tâches collectives essentielles comme la rédaction de rapports pour obtenir le renouvellement de contrat. C'est un travail de tous les instants, et ce l'était d'autant plus pour moi que, pendant mon premier mandat, j'avais cinq tutelles et lors du second, j'en avais quatre. Il va sans dire que ces tutelles ne tenaient pas forcément des discours compatibles, ce qui n'arrangeait rien.

De plus, un directeur de labo se voit entouré immédiatement d'une espèce d'auréole volumineuse, qui ressemble plutôt à une baudruche que les uns et les autres essaient de piquer histoire de la dégonfler. Un directeur de labo reçoit plein de choses dans la figure, et ce n'est pas agréable.

Mais curieusement, et heureusement, je n'arrive plus à me remettre dans les chaussures de celle que j'étais de 1995 à 2002. Je dirais que c'est comme le souvenir d'un accouchement (je suis d'avant la péridurale). Ou même comme le souvenir de suites d'opérations chirurgicales. Je me souviens que ce n'était pas une partie de plaisir, je me souviens que j'ai eu mal, mais je ne me souviens plus de comment c'était quand j'ai eu mal. Après les accouchements, il y a eu un bébé. Après les opérations, il a fallu se remettre à manger, à bouger, à vivre de façon autonome. Cela occupe suffisamment pour mettre en perspective la douleur.

Il reste alors les questions stratégiques. A part servir de punching ball (mais j'ai aussi donné quelques baffes, soyons honnêtes!) et faire passer dans tous les sens des masses d'informations, je me suis occupée de montage de projets scientifiques. Je rappelle volontiers que l'un des plus récents projets que j'ai montés, avec le laboratoire Ampère a donné deux docteurs, l'un devenu chercheur CNRS, l'autre chercheur INRIA et a permis le retour vers la recherche d'un collègue qui ne publiait plus depuis très longtemps. Le travail a été entièrement à l'interface entre mathématiques et électromagnétisme, et *a posteriori*, on ne peut qu'être vraiment content devant ce type de résultat. Si toutes les recherches interdisciplinaires pouvaient donner des résultats pareils…

La stratégie, c'est aussi d'aider les autres gens à monter des projets scientifiques : relire les projets, donner le cas échéant quelques conseils (est-ce que tu as pensé à telle référence ? est-ce que tu as contacté ces gens-là ?), ou simplement écouter ou raconter ce qui se fait. Tout le monde a pu constater qu'une oreille attentive permet de clarifier ses idées. On ne pense pas de la même façon quand on se parle à soi-même que quand on parle à autrui.

Un directeur de labo fait médiation entre toutes sortes de niveaux administratifs et de groupes humains. Il connaît son labo en vrai, pas sur le papier. Il y a autant de différence entre connaître un labo directement et le connaître par des rapports qu'entre le spectacle vivant et la vidéo.

Enfin un directeur peut pourchasser le gaspillage : les longs coups de téléphone à l'autre bout du monde, les livres achetés sur des contrats et jetés quand ils ont cessé d'intéresser (au lieu d'être donné à une bibliothèque), les billets de transport payés à un tarif excessif, les photocopies verso seulement, et ainsi de suite.

Un directeur de labo fixe aussi un standard de qualité du travail, plus par l'exemple que par la parole. Standards de qualité pour les thèses : les jeunes docteurs sont les meilleurs ambassadeurs d'un laboratoire. C'est la qualité de leurs travaux qui témoigne de la qualité du laboratoire, car si ces travaux sont bons, ils seront recrutés dans de bons établissements. Standards de qualité pour les habilitations à diriger des recherches : un maître de conférences ou un chargé de recherche qui fait une bonne habilitation témoigne de l'acquisition de son indépendance scientifique, mais il est, lui aussi, un ambassadeur de son laboratoire, parce qu'il montre si on lui a laissé la liberté de se construire, si on l'a encouragé à être ambitieux, si on lui a facilité la mise en place de projets autonomes.

Je dois cependant remarquer que la situation du directeur dans un labo expérimental est tout à fait différente. C'est le directeur qui signe les commandes, et s'il ne signe pas les commandes pour une expé--rience donnée, l'expé-rience n'a pas lieu, tout simplement. Il peut donc imposer des directions de recherche, et ne pas se laisser tempérer par son conseil de laboratoire.

Les gros instruments des mathématiciens sont les bibliothèques et les ordinateurs (personnels ou servant au gros calcul). Ce sont toujours des outils collectifs, car les ordinateurs sont en réseau, et donc le directeur n'a pas vraiment le pouvoir d'orienter le travail de ses administrés au moyen des outils en question. Bien sûr il peut donner plus ou moins d'argent pour des missions — et je me suis battue très fort pour donner la priorité aux jeunes : il faut payer aux doctorants et aux jeunes maîtres de conférences les missions pour aller présenter leurs travaux dans des congrès et autres réunions scientifiques. D'abord ils ont à construire une carrière, et ensuite, étant moins bien payés que ceux dont la carrière est plus avancée, ils sont moins susceptibles de se payer la mission sur leur propre argent, au cas où le labo n'a pas les moyens de leur payer la mission.

Par moments, le travail d'un directeur de labo s'apparente au ménage : ça ne se voit pas quand c'est fait, ça se voit quand ce n'est pas fait.

C'est sans doute pour cette raison que les enseignants-chercheurs assumant une direction de laboratoire ne se voient accorder aucune décharge d'enseignement pour ce faire, comme s'il suffisait qu'ils réduisent leur temps de recherche, la direction de laboratoire de recherche remplaçant avantageusement la recherche à proprement parler.

Or, je prétends que pour diriger un laboratoire il ne faut pas perdre le contact avec la recherche active, sinon on risque de se tromper dans sa perception de l'évolution scientifique. Et donc lors du montage des projets de recherche que tout laboratoire doit soumettre lors de son évaluation quadriennale.

Je suis donc très reconnaissante au CNRS de m'avoir accueillie en détachement pendant six ans, puis de m'avoir intégrée. Je n'aurais jamais pu réaliser ce que j'ai réalisé, si je n'avais disposé du temps qui m'a été ainsi accordé.

J'ai d'autres personnes à remercier aussi : mes parents, qui n'ont pu être présents à la cérémonie, mes enfants, qui n'y sont pas non plus.

Je voudrais évoquer la mémoire de mes grands-parents, dont trois sur quatre étaient des français de préférence. Ma mère, elle-même, est née en dehors de France, où elle est arrivée à l'âge de cinq ans.

J'ai une grande reconnaissance aux médecins qui m'ont maintenue en vie depuis quatre ans et demi, et en particulier au Dr Jean-Pierre Martin.

Je remercie très vivement les organisateurs de cette cérémonie et les personnes qui m'ont fait l'amitié de prononcer de brefs ou longs discours:

- Bruno Andral, délégué du CNRS pour Rhône-Auvergne, qui a pris l'initiative de cette cérémonie,
- Frank Wagner, directeur de l'Institut Camille Jordan ; un directeur efficace et amical, il n'y a rien de mieux pour créer une bonne ambiance de travail ;
- Jean-Marc Gambaudo, directeur scientifique adjoint, chargé des mathématiques au CNRS, qui est à l'origine de cette distinction et qui a pris sur son emploi du temps chargé pour venir à Lyon à l'occasion de sa remise ;
- Pierre-Louis Lions, professeur au Collège de France, qui a pris sur son emploi du temps non moins chargé pour me remettre la décoration — et qui en a profité pour passer trois heures de plus que prévu dans le train.

Mais il y a quelqu'un que je voudrais remercier du fond du cœur, même s'il ne sait pas que je le remercie. C'est le contribuable résident en France, celui d'aujourd'hui, et ceux d'autrefois. Je suis un pur produit de l'école publique, financée par le contribuable. J'ai la chance de faire un métier que j'adore, grâce au contribuable. Mon intention, depuis fort longtemps, est de lui en donner pour son argent. Avec l'invention de la TVA, je sais que je rencontre mes patrons et patronnes, mes mécènes, en achetant mon pain ou dans les transports publics. Je veux pouvoir les regarder en face et leur expliquer ce que je fais. Je crois avoir bien utilisé les moyens qu'ils me confient, et j'en rends compte volontiers.