

maths et société

l'enseignement des mathématiques et les besoins de la société

*Compte-rendu de la conférence faite par Claude Pair,
invité de la Régionale A.P.M.E.P. de Bourgogne,
à Dijon le 27 avril 1988.*

Rédigé par Annie Bollotte

D'abord professeur de mathématiques dans l'enseignement secondaire, Claude PAIR se tourne ensuite vers l'enseignement supérieur et la recherche en informatique. En avril 1988, il est professeur d'informatique à l'Institut National Polytechnique de Nancy.

Premier Directeur de l'IREM de Nancy (dès 1971), il est, de 1981 à 1985, Directeur des Lycées au Ministère de l'Education Nationale. Dès lors il considère que les disciplines doivent être au service d'une politique de formation : "c'est un point de vue qui n'est pas toujours facile à adopter devant des enseignants, mais l'A.P.M.E.P. ne l'a jamais oublié".

Une politique de formation répond à des besoins sociaux (et à des besoins individuels). Aujourd'hui, la Société a essentiellement deux besoins :

- 1) une élévation du niveau des formations :
- besoin économique ;
 - besoin social, pour éviter la fracture de la Société entre les performants et les autres ;
 - besoin individuel.

C'est ce qui a amené à penser que 80% (ou 74%) des élèves doivent arriver au niveau du baccalauréat.

2) former davantage de scientifiques : actuellement sévit une crise importante de recrutement des scientifiques, et une illustration est celle des enseignants de mathématiques et de physique.

Dans sa recherche d'une réponse à cette demande de la Société, Claude PAIR présente une réflexion en trois points :

- recrutement d'enseignants scientifiques dans les années actuelles et prochaines ;
- raisons du manque de scientifiques ;
- comment agir ?

1. Recrutement d'enseignants scientifiques

1.1. Constat

Le problème est apparu, il y a quelques années, avec de grandes difficultés pour recruter des maîtres auxiliaires. Aujourd'hui on n'arrive pas à assurer les remplacements.

Est arrivée ensuite une pénurie de candidats aux concours de recrutement, particulièrement en mathématiques, physique, et disciplines techno-industrielles.

Pour les mathématiques et la physique, si on se réfère au rapport LEGRAND sur les collèges et lycées d'enseignement général et technique (à l'exclusion des lycées professionnels) on peut y lire :

MATHÉMATIQUES + PHYSIQUE		MATHÉMATIQUES	
besoins	recrutement	besoins	recrutement
1986	1303	744	849
1987	1697	1050	512
1994	2500 à 3000 (prévisions)	1045	738

Les recrutements sont aux environs de 60% des besoins et le nombre des candidats est faible !

Au CAPES externe de 1987 le rapport candidats/postes a été :

mathématiques : 1,3 physique : 1,5 .

On ne peut donc pas espérer, dans l'état actuel des choses, augmenter beaucoup de nombre de recrutements.

1.2. Raisons de cette pénurie

- les places mises au concours sont "en accordéon" :

	MATHÉMATIQUES	
	Agrégation	CAPES
1975	285 (216 admis)	1260
1980	82	170
1987 [externe]	230	935

- la concurrence entre les recrutements d'enseignants et le secteur des entreprises, de l'informatique, de la gestion :

— l'emploi tertiaire augmente terriblement, en France il est actuellement de 57 % ;

— on peut comparer l'attrait des professions (salaires, conditions de travail).

- une certaine image des enseignants auprès des jeunes.

- le vivier a peu augmenté (ce sont les bacheliers C) :

Part des bacheliers C dans l'ensemble des bacheliers :

1975	30400	15 %
1983	31600	12,7 %
1984	34300	13,7 %
1985	33500	13,2 %
1986	34700	13,2 %
1987	35900	13,7 %

"La situation n'est pas excellente : une demande d'enseignants scientifiques de plus en plus grande et un vivier qui stagne ! Cela ne peut manquer d'avoir des effets".

Ce problème du manque de professeurs n'est qu'un symptôme d'un phénomène plus général : la France manque de scientifiques, comme d'autres pays certes, mais c'est très marqué en France.

2. Raisons du manque de scientifiques

Un peu d'histoire [cf. le rapport PROST 1983] :

- a) Jusqu'en 1950, la Société demandait à l'École :
 - pour une masse d'ouvriers non qualifiés une formation de base : lire, écrire, compter ;
 - la formation d'une élite largement prédéterminée, plus par les Humanités que par les Sciences.

Cependant, dans cette élite, on avait besoin d'un certain nombre d'ingénieurs. Or le métier d'ingénieur est un métier où il s'agit de résoudre des problèmes, et les mathématiques donnent, donnaient — "je crois qu'il faut le mettre à l'imparfait" — cette capacité à prendre un problème, à le formuler, à le mettre en équations et à le résoudre. De plus, elles donnaient aussi une certaine forme de supériorité, parallèle à celle donnée par les Humanités.

Donc, jusqu'aux années 50 : enseignement secondaire peu diversifié, avec à côté, un enseignement primaire supérieur (jusqu'à la guerre) qui a donné naissance à l'enseignement moderne où les mathématiques se sont mises à jouer un rôle plus important. Cet enseignement moderne a bien réussi puisqu'il a fini, pour l'essentiel, par avaler l'autre. L'enseignement moderne a été un facteur de démocratisation très important de l'enseignement secondaire.

b) Puis vient une période de croissance économique et notamment de croissance de l'industrie. D'où une grande diversification des métiers (techniques, commerciaux) qui fait que l'école est alors confrontée à une forte demande de techniciens. Or, d'une part, les sciences permettent l'accès à ces métiers, et d'autre part les ingénieurs, qui dominaient les entreprises, demandèrent des scientifiques qui leur ressemblent. C'est ainsi que petit à petit, les mathématiques vont remplacer les Humanités comme facteur de choix ou de sélection. C'est aussi à ce moment qu'est née l'orientation.

c) Période de la crise économique.

Elèves et familles accordent alors une place de plus en plus grande aux études pour ce qu'elles leur permettent d'obtenir socialement. Mais, à cause de la nature des disciplines, des traditions des disciplines, la plupart des filières de l'Enseignement Supérieur n'exigent guère de connaissances spécifiques en leur domaine sauf, justement, les filières scientifiques. Il s'est donc créé une hiérarchie qui est exactement calquée sur l'ampleur des débouchés.

Finalement on ne va pas en C parce qu'on se destine à une carrière scientifique ou technique, mais parce qu'on est un bon élève, parce qu'on a envie de travailler, parce qu'on a l'esprit "concours" ou une ambition sociale. Il n'y a pas eu de démocratisation de la filière C !

De plus en plus de débouchés à la sortie des filières scientifiques, de plus en plus de jeunes qui veulent y entrer, c'est semble-t-il, l'équilibre. Mais entre les deux il y a le système qui, profitant de la demande croissante à l'entrée accroît très notablement ses exigences, notamment en quantité de travail demandé. La grande majorité des élèves de ces classes n'ont pas le temps de se cultiver et d'avoir une vie sociale, et ceci depuis la seconde. Or ce sont nos futurs digireants et le fait qu'ils n'aient pas de culture et de vie sociale pose question.

Du point de vue scientifique, il y a eu des progrès certains sur le plan du formalisme mais, du point de vue de la compréhension en profondeur des notions, il y a problème. Du point de vue du goût pour les mathématiques, là non plus ce n'est pas très réussi.

3. Comment agir ?

Comme il n'y a pas un responsable, il faut une action à tous les niveaux (ce qui est assez général pour les problèmes d'éducation), c'est-à-dire sur les structures, sur les contenus, sur les méthodes.

3.1. Les structures

On peut essayer d'agir sur l'aspect sélection et pour cela ouvrir davantage de classes (ce fut la volonté de Claude PAIR dès 1985, et c'est en train de se faire) mais, en même temps, sinon l'opération n'a pas beaucoup de sens, il faut une action sur les contenus et sur les méthodes.

3.2. Les contenus

C'est une question difficile dans l'enseignement français et on n'en parle qu'à l'intérieur du système. Pourtant, une réflexion sur les objectifs ne devrait pas être une affaire uniquement réservée au système. Il faut ouvrir largement une discussion nationale sur les contenus de l'enseignement et pas seulement de mathématiques.

Qu'attend donc la Société, des mathématiques ?

3.2.1. Les mathématiques sont un langage :

Dans la société actuelle, si on ne connaît pas un minimum de langage mathématique, on est infirme et on est inemployable. Que pourrait être un programme minimum ?

— savoir écrire une expression algébrique ; avoir compris ce qu'est une variable ; la notion de fonction, linéaire, affine, exponentielle, logarithmique ; savoir utiliser les graphiques, un peu de statistique descriptive ; connaître quelques formes géométriques.

L'intérêt du langage mathématique est qu'il est concis, en principe non ambigu, avec peu de redondances. C'est excellent pour les mathématiciens. Mais cette concision est un obstacle pour de nombreux élèves. Un autre obstacle à signaler : on insiste, trop souvent, plus sur la syntaxe que sur la sémantique. C'est ainsi que les élèves arrivent à manipuler un formalisme sans en comprendre le sens. Il faut donc insister sur la sémantique.

3.2.2. *Les mathématiques sont un moyen de poser et de résoudre des problèmes* qui portent sur des situations réelles. Autrement dit, elles sont le moyen de réfléchir pour agir. Elles développent des capacités d'analyse et de synthèse qui dépassent de beaucoup les mathématiques.

On n'apprend, les psychologues le savent bien, que par l'action. Or il faut déplorer un manque d'action dû au manque de temps pour traiter les programmes : "ça va plus vite d'exposer, de faire devant les élèves, que de leur faire faire".

3.3.3. *Les mathématiques sont un moyen de raisonner* (pas le seul !). Elles ont pour but d'apprendre à réfléchir par soi-même.

Les caractéristiques du raisonnement mathématique :

- sa tendance à faire abstraction de tout contexte,
- la recherche du formalisme, avec oubli de la sémantique,
- c'est un raisonnement uniquement discursif, c'est-à-dire qui porte sur des énoncés de langage. C'est un raisonnement discret, analytique : il y a un premier pas, puis un deuxième, puis etc.

Ces caractéristiques sont, peut-être, inhérentes aux mathématiques mais elles privilégient un certain type d'esprit. C'est ainsi que ceux qui ont besoin d'images mentales sont défavorisés par ce genre de raisonnement, d'activité. Or depuis quelques années, on constate un gauchissement de l'enseignement des mathématiques pour aller plus loin dans ces trois caractéristiques d'un raisonnement uniquement discursif, de la recherche du formalisme et de l'abstraction.

Le langage est un moyen de poser des problèmes et le raisonnement un moyen de résoudre des problèmes. Donc au centre de tout est la notion de problème. L'abstraction devrait être : poser le problème, passer du concret à l'abstrait, et non pas se mouvoir parmi des entités abstraites, ce qui serait le point 3 du raisonnement. Or on est toujours amené à s'en aller plutôt vers le point 3 alors que c'est peut-être la partie qui devient la moins importante car il existe de plus en plus d'outils qui permettent, sinon de raisonner (pour le moment), en tout cas de calculer.

Ce qui reste important, c'est plutôt de poser le problème, c'est l'aspect du langage.

pose de renverser la vapeur", l'élève va explorer la résolution :

- d'abord on va lui fournir des transformations assez globales ;
- puis il va apprendre à justifier son choix parmi elles ;
- et un peu plus tard il apprendra à décomposer une transformation en transformations plus élémentaires.

On le fait par la méthode indiquée plus haut, en donnant une situation à transformer [l'équation] et des transformations possibles pour aboutir à un but [la solution]. On passe par des exercices de difficulté progressive.

- On commence par une équation comme $x=4$, avec une seule transformation qui est "résoudre" ; la machine écrit : "la solution est 4".
- Puis on passe à $2x=8$; ici deux transformations sont nécessaires : "diviser les deux membres par..." et "résoudre" ; ces transformations figurent au menu dont dispose l'élève.
- Puis $3x-x=8$, puis $3x=8+x$, avec une transformation comme "regrouper" les x , etc.

A ce stade on peut se borner à vérifier que les transformations opèrent correctement. Plus tard, après avoir fait un certain nombre d'exercices avec elles, on les décomposera en introduisant des transformations moins globales, comme par exemple "ajouter... à chaque nombre".

Second exemple : la factorisation ("ce n'est pas une activité algorithmique").

L'élève doit réaliser trois activités :

- trouver les transformations applicables,
- en choisir une,
- l'appliquer.

Ces trois activités sont très différentes, demandant des capacités différentes et le professeur ne peut pas toujours, en cas d'échec, déceler l'activité sur laquelle l'élève a bloqué : la première, la deuxième, la troisième ? L'informatique peut apporter une aide : on laisse l'élève faire, par exemple, l'une de ces trois activités et la machine fait les autres.

Enfin Claude PAIR pense aussi à des logiciels permettant de développer des images mentales chez les élèves (par exemple sur les nombres négatifs, sur les puissances).

En résumé, Claude PAIR rappelle que "si la demande de la Société à l'enseignement des mathématiques est, bien sûr, une demande quantitative, c'est aussi une demande qualitative, notamment sur les types de contenus à partir desquels on devrait sans doute discuter. L'action pour y répondre porte à la fois sur les structures, sur les contenus, sur les méthodes".

Cela suppose aussi un changement du rôle du professeur. Un professeur devrait être un peu moins celui qui apporte le savoir et un peu plus *"ce que j'aurais envie d'appeler un responsable de formation, ..., moins là pour apporter le savoir mais là d'une part pour aider à utiliser les outils d'appropriation du savoir et d'autre part pour fournir des situations par lesquelles on peut s'approprier le savoir"*.

La solution, *"j'ai tendance à penser qu'il faut la chercher aussi dans le travail en équipe, tous les responsables de formation, travaillant en équipe interdisciplinaire au niveau d'une classe, en équipes disciplinaires au sein d'une Association comme la vôtre, par exemple"*.