

Communication

de M. le Professeur André Lichnerowicz,
Président de la Commission Ministérielle
sur l'Enseignement Mathématique,
à l'Académie des Sciences
(Institut de France, le 10 Janvier 1972).

Mes chers confrères,

J'ai désiré m'adresser à vous en ma qualité de délégué de l'Union mathématique internationale à la Commission de l'Enseignement interunions scientifiques (I.C.S.U.) d'une part pour vous communiquer les résultats d'une brève analyse de l'enseignement scientifique à travers certains pays développés, d'autre part pour faire quelques réflexions critiques sur la situation française.

Je voudrais d'abord — aussi paradoxal que ce soit — me présenter à vous : j'ai été de 1962 à 1966 Président de la Commission de l'Enseignement de l'Union mathématique internationale et membre de cette Commission de 1966 à 1970. A ces postes, j'ai eu l'honneur d'être élu par des délégués des mathématiciens du monde entier. Dans mon action, comme dans mes déclarations, j'essaie de ne pas trahir leur confiance.

Au sein de la Commission de l'Enseignement I.C.S.U., comme au sein des groupes de travail, les convergences d'analyse entre les physiciens, principalement américains et suédois, et moi-même sont d'autant plus grandes qu'ils me reconnaissent souvent comme l'un des leurs. Notre Commission a pris comme thème les nécessités d'un enseignement scientifique intégré et la formation des maîtres des différentes disciplines, compte tenu de ces nécessités. Une conférence internationale organisée par notre commission aura lieu à Washington dans un délai proche. Je vous rendrai compte de ses travaux.

A qui analyse, aujourd'hui, l'enseignement scientifique secondaire d'un certain nombre de pays développés, connus par la qualité de leurs physiciens et de leurs ingénieurs (États-Unis, Hollande, Suède, Japon), il apparaît que leurs élèves bénéficient d'un enseignement mathématique qui se renouvelle dans le même sens que le nôtre, équilibré par un enseignement physique où l'approche expérimentale a largement sa place et qui s'étale le plus souvent tout au long du secondaire (je laisse de côté la biologie par suite de mon incompetence). Si cet enseignement est encore très insuffisamment intégré, il reste que, dès le premier cycle du secondaire, des élèves pour lesquels l'électricité, par exemple, fait désormais parti du quotidien sont amenés souvent à réfléchir sur cette expérience quotidienne, à faire des montages, à mesurer et qu'on les habitue fort tôt à la matière, à ses pièges comme à ses prestiges.

Une autre remarque s'impose, concernant la formation des futurs maîtres : en physique, on voit le plus souvent courir, tout au long du cycle universitaire, un cours dit de physique générale, confié à un théoricien et qui constitue la colonne vertébrale de l'enseignement. A Zürich, ce théoricien fut longtemps Pauli, à Princeton Wheeler, au Californian Institute of Technology Feynman. Articulée sur ce cours, la formation mathématique des futurs maîtres en physique est généralement supérieure à celle dont bénéficient actuellement nos étudiants. Inversement, dans trop de pays encore et hélas présentement en France, les futurs mathématiciens ne bénéficient pas de cours de physique, de mécanique ou d'astronomie spécialement destinés à eux.

D'une façon générale enfin, l'École Polytechnique fédérale de Zürich comme le M.I.T. convient leur étudiants à des séminaires d'épistémologie, où en particulier le rôle et les limites des modèles mathématiques du réel sont analysés en profondeur. On évite ainsi d'assez atterrantes naïvetés.

*
**

A la lumière de l'expérience internationale, notre enseignement scientifique français apparaît, à travers les lycées, comme profondément déséquilibré, non pas par un enseignement mathématique en voie de renouvellement, mais bien par les carences de l'enseignement de la physique. Tel est le jugement des physiciens étrangers résidant provisoirement en France et ayant des enfants dans nos écoles. Selon le témoignage même de nos collègues français, l'enseignement de la physique est resté substantiellement le même depuis soixante dix ans à travers les trois années du second cycle de l'enseignement secondaire auxquelles il se borne tristement. Dans son état présent, il n'est le plus souvent ni théorique, ni expérimental ; il est vieillot (épithète de A. Kastler) et livresque : pour nos enfants, faire de la physique, c'est faire des « problèmes de physique », à partir de formules cueillies à la bonne page du livre ou apprises par cœur. Est-ce cela la physique ? Est-ce cela un enseignement qui développe l'observation, l'imagination et le sens du concret ?

A la différence de leurs collègues étrangers, les physiciens français se sont en fait désintéressés, jusqu'il y a un an, des problèmes posés dans les lycées à la fois par l'évolution de la science et par celle des finalités de l'éducation. Nous attendons encore vainement, en France, des suggestions positives faites en matière d'enseignement de la physique. Si l'Académie, comme je le souhaite, veut en faire, il est grand temps qu'elle mette au travail sa commission de l'enseignement. Pour moi j'esquisserai quelques souhaits :

- qu'un enseignement expérimental de la physique s'étende tout au long du secondaire,
- que nos collègues physiciens utilisent plus effectivement l'instrument mathématique qui est aux mains de leurs élèves dans le second cycle,
- qu'ils enseignent correctement, donc probablement le plus tard possible, la dynamique : trop de manuels en usage demeurent incorrects en ce qui concerne les fondements de la dynamique,
- qu'ils rendent manifestes aux élèves l'unité et l'intérêt de leur science.

*
**

Venons-en aux mathématiques. Je me permettrai de citer brièvement le texte de l'un de nos confrères :

« Ce sera pour moi, dit-il, l'occasion de préciser et en quelque sorte de justifier l'esprit et la tendance des mathématiques modernes. Il semble en effet à bien des observateurs superficiels qu'il y ait un abîme entre les mathématiques telles qu'on les comprend aujourd'hui et telles qu'on les comprenait il y a cent ans. Les mathématiques, à les en croire, seraient devenues une science de curiosité dépourvue de tout objet réel, un jeu d'esprit dont le seul intérêt serait la difficulté et dont les efforts ne sauraient contribuer d'aucune manière à l'étude rationnelle de l'Univers. Peut-être mes considérations suffiraient-elles à montrer qu'un tel jugement est dénué de profondeur, que le développement actuel des mathématiques est une évolution nécessaire et que l'intelligence la moins abstraite, la plus éprise de réalité qui chercherait à perfectionner les sciences exactes en vue d'applications importantes ne pourrait guère suivre d'autre voie que celle où l'on s'est engagé aujourd'hui ».

On ne saurait mieux dire. Ce texte a été prononcé dans une leçon d'ouverture par Paul Painlevé, le 10 octobre 1895, en présence de sa Majesté le Roi de Suède. On voit que certains procès de tendance visant les mathématiques ne datent pas d'hier. Peut-être réussissait-on, à cette époque, à éviter une agressivité et une passion qui semblent loin de la sérénité nécessaire à l'activité scientifique comme à l'éducation. N'ayant aucun goût pour la controverse, mais ayant été habitué à l'exactitude et à la rigueur intellectuelle, non à des amalgames brouillons, j'aimerais rappeler à l'Académie des faits concernant l'enseignement mathématique.

1° Son renouvellement est un phénomène mondial, ainsi que l'attestent un rapport de la National Science Foundation, le colloque consacré par l'UNESCO dès 1968 à ce problème et bien d'autres conférences internationales depuis.

2° La commission française de réforme est née fin 1967. Aucun étudiant ou élève de grande école n'a été formé par les nouveaux programmes qui, après avoir été expérimentés, ont été mis en place en 6^e et 2^e en octobre 1969 et débutent cette année en terminale. Aucun programme antérieur n'a fait autant de place au calcul (numérique ou algébrique). C'est un état antérieur qui est critiqué, parfois à juste titre. Un gros effort doit être fait, en effet, sur la pratique du calcul.

3° La commission de l'enseignement de l'Académie a été informée par moi-même particulièrement des projets de programme de 4^e et 3^e (janvier 1967). J'ai dit et écrit à Messieurs les Secrétaires perpétuels que je me tenais à la disposition de l'Académie pour toute information ou consultation qu'elle souhaiterait. Rien n'est venu.

Venons-en à la géométrie de 4^e, école à la fois d'imagination et de raisonnement. Quelles que soient l'amitié que je porte à notre confrère Leray et l'admiration que m'inspire son génie de mathématicien, il m'est impossible de laisser dire « qu'il s'agit d'enseigner en 4^e une géométrie non euclidienne » : Éuclide lui-même serait-il devenu non euclidien ?

Les commentaires mis en cause recommandent à plusieurs reprises une analyse préalable, longue et détaillée de situations concrètes. C'est là un « excellent principe » d'après Leray qui ajoute : « c'est pour se disculper

de le violer qu'on l'énonce » étrange logique du procès de tendance. On convie alors les enseignants à dégager des énoncés clairs, classiques, puissants (en 4° ce sont principalement les énoncés d'Euclide et de Thalès) à les prendre comme axiomes et à en étudier un certain nombre de conséquences. La démarche d'Euclide lui-même, non celle de ses épigones, est parfaitement semblable, le théorème de Pythagore étant rejeté notablement plus tard.

L'épithète « non euclidienne » a une signification commune à l'ensemble des mathématiciens : elle signifie nier l'axiome d'Euclide. Ce n'est pas le cas ici puisque cet axiome est au contraire pris comme base. Il y a dans l'emploi de cette épithète au moins un jeu de mot non innocent, capable d'impressionner certains bons esprits. J'aimerais leur demander si, dans un graphique où l'on porte la pression d'un gaz en abscisse et son volume en ordonnée les axes correspondent à des droites euclidiennes et ce que signifient au juste les changements d'unités. Ceux-ci figurent au programme.

Puis-je aussi faire observer qu'une droite mathématique n'a jamais été « identique à l'ensemble de ses points » et qu'elle ne saurait « être une partie de l'espace physique », sous peine d'être une droite physique. Une droite mathématique peut être un modèle pour une droite physique qui est elle-même une image. Ce passage du modèle à l'image est à la base de toute mathématisation d'une situation. La confusion n'est pas une école de clarté ; mais laissons cela qui lasserait la patience de l'Académie.

Je conclurai par deux remarques :

Les enfants de nos collègues seront dans la plénitude de leur vie active dans vingt ans. Peut-être est-il utile qu'ils soient armés pour le monde où ils vivront, non pas celui d'hier. On s'est préoccupé du sort des ajusteurs et des architectes. Depuis quinze ans, il n'y a plus d'ajusteurs aux États-Unis. Un architecte, aujourd'hui, est aussi un homme qui doit savoir analyser un système complexe de fonctions et les traduire dans l'espace à travers des processus de programmation, réglant par exemple la circulation des biens et des personnes, l'évacuation rapide etc... Dans cette activité toute imbriquée à la conception, nul ingénieur ne peut se substituer entièrement à lui. Quant aux maisonnettes, il n'en construit pratiquement plus.

Devons-nous d'autre part, dans un monde technique où se développe l'ordinateur, préparer la formation d'ingénieurs identiques à ce qu'ils étaient en 1920. Faut-il rappeler que ces ingénieurs qui sortent aujourd'hui du M.I.T., du Californian Institute of Technology, des Écoles Polytechniques de Delft, Stockholm ou Zürich, où j'ai enseigné, œuvrent à partir d'un enseignement mathématique renouvelé. Veut-on que, dans peu d'années, nos ingénieurs apparaissent comme des sous-développés sur le marché international du travail ? Si un tel choix était fait, technique et science françaises seraient en effet bien menacées.

Nous pratiquons tous ici, mes chers confrères, une orgueilleuse fantaisie qui a débuté quelques cinq siècles avant J. C. et modelé le monde : je veux dire la Science. Nous respectons l'héritage du passé et l'exemple des grands savants qui furent avant nous. Mais cet exemple consiste aussi à faire comme eux. Ce n'est pas en les recopiant que nous serons leurs héritiers.