HISTOIRE DE LA REFORME DES "MATHS MODERNES" ; IDEES DIRECTRICES ET CONTEXTE INSTITUTIONNEL ET SOCIO-ECONOMIQUE

Bernard CHARLOT
I.R.E.M. du MANS

La réforme dite des "maths modernes" a fait couler beaucoup d'encre et nourri de nombreuses polémiques. Aujourd'hui, même si certains n'ont pas désarmé, la querelle a perdu de son intensité. Faut-il la rallumer, au risque de déstabiliser à nouveau les enseignants, alors que la question à l'ordre du jour n'est plus celle des mathématiques modernes mais celle de la modernisation technologique ?

Mon intention, en esquissant une histoire de cette réforme, n'est pas de réveiller les passions mal éteintes. Je fais au contraire le pari que le temps écoulé est maintenant suffisant pour que cette réforme puisse être l'objet d'une analyse historique, et donc d'un savoir. Une telle analyse présente un double intérêt à un moment où l'on s'interroge sur la rénovation des contenus enseignés et sur la modernisation de l'appareil scolaire. D'une part, elle permet de remettre en lumière les enjeux économiques, sociaux et idéologiques de la réforme des maths modernes. Ces enjeux, à l'époque explicites, ont en effet été peu à peu occultés par les arguments plus techniques échangés entre spécialistes de l'enseignement des mathématiques. D'autre part, l'histoire de la réforme des maths modernes montre le sort parfois inattendu des intentions réformatrices lorsqu'elles s'inscrivent dans la réalité institutionnelle et socio-politique. En effet, les promoteurs de la réforme poursuivaient des objectifs bien différents de ceux qui ont été atteints par cette réforme. Le montrer, c'est non seulement leur rendre justice mais aussi essayer de comprendre pourquoi et comment une réforme peut engendrer ce que Louis Legrand appelle des "effets pervers", c'est à dire des effets contradictoires avec ceux qui étaient visés. En ce sens, l'histoire de la réforme des maths modernes est une contribution aux débats actuels sur la modernisation de l'enseignement.

I. HISTOIRE DE LA REFORME

La réforme de l'enseignement des mathématiques est à l'ordre du jour dès le début des années 50. En 1952, trois grands mathématiciens français, Jean Dieudonné, Gustave Choquet et André Lichnerowicz se réunissent à Melun avec deux philosophes suisses pour parler de l'enseignement des mathématiques dans les classes élémentaires. En 1956, au cours d'une réunion organisée à Sèvres par l'Association des Professeurs de Mathématiques, G.Choquet compare ces professeurs à des "gardiens de musée, qui montrent des objets poussiéreux dont la plupart n'ont pas d'intérêt"(1). A la même époque, les Belges mettent en place les premières expérimentations.

Cependant, il ne s'agit là encore que de tentatives ponctuelles. Le véritable coup d'envoi de la réforme est donné en 1958-1959 par une organisation internationale à caractère <u>économique</u> : l'Organisation européenne de coopération économique (O.E.C.E.), qui prendra en 1963 son nom actuel d'organisation de coopération et de développement économique (O.C.D.E.)(2). Pourquoi l'impulsion décisive vient-elle d'un organisme économique ? D'une part, l'U.R.S.S. a lancé en octobre 1957 son premier Spoutnik et le monde occidental, dominé par les U.S.A., s'inquiète de son retard technologique. D'autre part, l'expansion industrielle prend le relais de la reconstruction d'après-guerre et la modernisation industrielle est à l'ordre du jour. La réforme des maths modernes va ainsi s'inscrire très clairement dans une politique de formation au service de la modernisation économique.

Dès 1958, l'O.E.C.E. crée un Bureau du Personnel Scientifique et Technique, dont l'un des objectifs est de "rendre plus efficace l'enseignement des sciences et des mathématiques." En novembre 1959, l'O.E.C.E. organise un séminaire de dix jours, le <u>Colloque de Royaumont</u> (3), animé par Marshall H. Stone, de l'Université de Chicago. L'objectif de ce colloque est de promouvoir une réforme du contenu et des méthodes de l'enseignement des mathématiques à l'école secondaire (12-19 ans). G. Choquet y présente un programme pour l'enseignement primaire et secondaire et J. Dieudonné y lance un "A bas Euclide !" qui devient vite célèbre. D'emblée, la géométrie d'Euclide apparaît comme le symbole des mathématiques classiques.

A la suite du colloque de Royaumont, l'O.E.C.E. réunit en Yougoslavie, pendant quatre semaines, une douzaine d'experts. Dirigés par M.H. Stone, ces experts établissent un Programme moderne de mathématiques pour l'enseignement scondaire, publié en 1961 à Paris sous le nom de Mathématiques nouvelles. Les experts se sont mis d'accord sur l'introduction à la théorie des ensembles, l'algèbre, l'analyse, le calcul des probabilités et les statistiques, mais ils restent divisés sur l'enseignement de la géométrie, point chaud du débat. Ils se sont cependant entendus pour rejeter l'étude axiomatique de la géométrie avant l'âge de 18 ans.

Ainsi amorcé, le mouvement de réforme se développe dans les années 60. Il est marqué en Belgique par Papy, au Canada, par Dienes, en Grande-Bretagne, par Fletcher, en Pologne, par Mme Krygowska. En France, les têtes d'affiche sont J. Dieudonné et le groupe Bourbaki, G. Choquet, A. Lichnerowicz, A. Revuz, N. Picard et G. Walusinski. L'A.P.M.E.P. (Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public), qui pousse à la réforme, joue un rôle important. Le 22 novembre 1964, à l'initiative de Gilbert walusinski, elle met sur pied une Grande Commission (4).

En 1967-1968, le mouvement s'accélère, tant au niveau international qu'en France. En août 1967, la C.I.E.M. (Commission Internationale pour l'Enseignement Mathématique) réunit un colloque à Utrecht sur le thème "Comment enseigner la mathématique pour qu'elle soit utile ?" et, en août 1969, elle organise à Lyon son premier Congrès international pour l'enseignement mathématique. Le souci, on l'aura noté, est celui d'une mathématique utile : utile pour la technique, utile pour la science, utile pour l'économie moderne.

En France, le ministère crée en janvier 1967 une commission connue sous le nom de Commission Lichnerowicz. Elle publie son premier rapport en mars 1967(5). Pour éviter toute confusion, la Grande Commission de l'A.P.M.E.P. prend en 1968 le nom de Commission Recherche et Réforme. En 1968, l'A.P.M.E.P. élabore la Charte de Chambéry (6) : le projet initial, proposé par une quarantaine de membres de l'Association réunis à Chambéry du 1er au 4 janvier, a été soumis à l'examen des 8 000 membres de l'A.P.M.E.P. puis amendé par l'Assemblée Générale de Marly-le-Roi d'avril 1968.

Les événements de mai 1968, qui mettent en évidence la nécessité d'une réforme du système scolaire, accélèrent le mouvement. A la rentrée de 1969, les projets de programme de la commission Lichnerowicz sont officialisés pour la 6ème et la Seconde, les autres classes devant suivre année par année. En 1970, la réforme est lancée dans l'enseignement primaire, où elle doit se faire progressivement. Pour soutenir la réforme, des Instituts de recherche sur l'enseignement des mathématiques (I.R.E.M.), en gestation depuis 1966 sous l'impulsion de l'A.P.M.E.P., sont créés officiellement en 1969. D'abord au nombre de trois (Paris, Lyon, Strasbourg), ils seront 25 en octobre 1974, soit un par académie. Ils ont pour mission la formation des enseignants, la recherche et l'expérimentation pédagogique, et l'élaboration et la diffusion d'une documentation.

Le mouvement de reflux ne tardera pas : il s'esquisse dès 1972-1973. Les protestations viennent de ceux qui ont toujours été opposés à la réforme ; ainsi, le 6 mars 1972, devant l'Académie des Sciences, J.Leray déclare : "La réforme en cours met gravement en danger l'avenir économique, technique et scientifique du pays". Mais des protestations naissent également chez des enseignants qui ne sont pas des conservateurs et qui ne s'opposent pas à une réforme de l'enseignement des mathématiques. Le 20 février 1972, lors d'un débat à la Sorbonne, Daniel Lehmann, dans une conférence intitulée "Mathématiques et dogmatisme", critique la présentation axiomatique de la géométrie et dénonce un "nouveau catéchisme". Plus encore, des promoteurs directs de la réforme commencent à s'émouvoir. En octobre 1972, le comité national de l'A.P.M.E.P. lance un cri d'alarme sur la façon dont la réforme se met en place. En 1973, G. Choquet écrit, dans l'Ecole libératrice (n°17) :

> "Je suis effaré par ce que je constate dans l'enseignement à l'école primaire et dans le premier cycle du secondaire. Certes, j'ai été l'un des promoteurs de la réforme de l'enseignement mathématique, mais ce que je préconisais était simplement un élagage de quelques branches mortes et encombrantes, et l'introduction d'un peu d'algèbre(...). Bien sûr, en soi les nouveaux programmes et les instructions correspondantes sont -malgré quelques erreurs de bonne taille- plus satisfaisants que les anciens ; mais il y a eu toute une atmosphère nocive qui a accompagné leur mise au point : en particulier une attaque contre la géométrie et contre le recours à l'intuition ; on a dit aux enseignants qu'ils étaient des minables s'ils étudiaient les triangles, que l'algèbre linéaire remplaçait toute l'ancienne géométrie(...). Le résultat est tel que, sans une saine réaction de la base, je pense que la génération actuelle de nos écoles recevra une formation mathématique ne la préparant, ni à la recherche mathématique, ni à l'utilisation des mathématiques dans la technique ou les sciences expérimentales".

A partir de 1973, critiques et mises en garde se multiplient, tandis que les enseignants, avec plus ou moins de bonheur, tentent d'adapter aux réalités du terrain une interprétation formaliste de la réforme encore accentuée par les manuels secondaires. Ce qui se met ainsi en place, ce n'est pas un enseignement rénové et démocratique de mathématiques préparant à la compréhension des sciences et des techniques, mais un enseignement formalisé à l'extrême, coupé de tout support intuitif ou présenté à partir de situations artificielles, et très sélectif.

II. LE CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE ET INSTITUTIONNEL DE LA REFORME

Le débat sur la réforme de l'enseignement des mathématiques voit s'affronter des arguments qui, bien évidemment, portent avant tout sur les mathématiques et leur enseignement. Cependant, les enjeux de la réforme ne sont pas seulement mathématiques et pédagogiques. Ainsi, les auteurs de 2+2=5 n'hésiteront pas à dénoncer dans la réforme "une logique qui nie implicitement Dieu". Pour tous, qu'ils soient partisans ou adversaires de la réforme, l'enjeu fondamental, c'est l'avenir de la nation. Pour les réformateurs, l'élévation du niveau mathématique moyen et la formation de mathématiciens qualifiés "sont devenus des impératifs de toute nation soucieuse de son indépendance et des possibilités de développement" (rapport Lichnerowicz, 1967). Pour leurs adversaires, "la réforme en cours met gravement en danger l'avenir économique, technique et scientifique du pays" (J.Leray, 1972). Si les jugements sur la réforme sont antagonistes, l'accord se fait donc au moins sur un point : l'enseignement des mathématiques doit concourir au développement économique du pays.

Les réformateurs sont particulièrement sensibles à deux thèmes, celui du progrès technique et celui de la démocratisation de l'enseignement des mathématiques. Ils adhérent complètement à l'idéologie du progrès technique, sans aucun recul critique, et ils veulent rendre les mathématiques accessibles à tous. Cette idéologie qui sous-tend l'argumentation des réformateurs n'est pas tombée du ciel. Elle reflète l'évolution économique et sociale de l'époque et elle s'épanouit dans un système scolaire en voie de restructuration profonde.

Après la reconstruction et le décollage économique des années 1945-1955, la France entre dans une période de croissance et d'industrialisation accélérée, marquée par des besoins importants en personnel qualifié. Le 4ème Plan (1962-1965), qui prend 1959 comme année de référence statistique, établit les besoins en personnel technique et scientifique à l'horizon 1965 et 1975 :

	1965	1975
ouvriers qualifiés	+11%	+29%
techniciens	+24%	+70%
ingénieurs	+15%	+50%
personnel enseignant	+30%	+50%

Ainsi, la France manque de 85 000 techniciens en 1959 et elle doit former 10 000 ingénieurs par an pendant la période du IVème Plan alors qu'on n'a délivré que 5 700 diplômes d'ingénieurs en 1960(7). Le 5ème Plan (1966-70) et le 6ème Plan (1971-75) confirment ces besoins : il faut former des ingénieurs, des techniciens, des enseignants, des architectes, et, d'une façon plus générale, des cadres pour diverses professions intellectuelles. Ainsi, le 5ème Plan établit que de 1962 à 1970 le personnel technique et scientifique doit passer de 622 000 personnes à 933 000 et il précise que "de 1970 à 1978 les mêmes tendances se retrouvent qui amènent toutes une élévation très considérable de la qualification de la main d'oeuvre".

A la même époque, la France s'urbanise, le niveau de vie s'élève, le mode de vie se modernise (équipements électro-ménagers, automobile) : l'idéologie du progrès technique qui sous-tend les idées des réformateurs repose sur une base socio-économique objective. Pour affronter l'avenir et tirer parti du progrès technique, il faut élever le niveau de compétence de l'ensemble des jeunes, et former tout particulièrement des scientifiques et des ingénieurs de haut niveau. Si l'on ajoute, sans autre forme de démonstration d'ailleurs, que l'élévation du niveau technique et scientifique passe par celle du niveau mathématique, on en conclut qu'il est nécessaire et urgent de réformer l'enseignement des mathématiques pour l'adapter aux besoins de la société moderne. Moderne : c'est le mot-clef, le mot phare, le mot magique, avec toute sa charge affective. Mais aussi avec toute son ambiguïté. Mathématiques modernes, enseignement moderne des mathématiques, enseignement des mathémaques pour une société moderne : en déplaçant l'adjectif "moderne", on réunit dans un système de pensée flou, sous le nom de "réforme des maths modernes", des idées en fait très différentes.

Cette réforme est élaborée et mise en place dans un système scolaire en cours de restructuration. Dès 1956, l'examen d'entrée en 6ème est supprimé. En 1959, la réforme Berthoin cré un cycle d'observation de deux ans (6ème-5ème), destiné à accueillir tous les jeunes, et prolonge la scolarité jusqu'à 16 ans (8). En 1963, la réforme Fouchet institue le C.E.S., qui doit scolariser tous les jeunes jusqu'en fin de 3ème. L'enseignement secondaire, qui doit former les générations assurant le développement économique du pays, s'ouvre ainsi à la masse des jeunes. Cette ouverture implique une réforme des méthodes d'enseignement, conçues jusqu'alors pour une élite. La nécessité d'une réforme pédagogique démocratisant l'enseignement des mathématiques s'ajoute ainsi, dans l'idéologie de base de la réforme des maths modernes, à la foi dans le progrès technique.

Pourquoi les mathématiques sont-elles en première ligne dans cette volonté de réforme pédagogique ? Les mathématiques sont considérées comme la base d'une culture générale tournée vers la science et la technique. Or, la nouvelle population de l'enseignement secondaire doit être orientée massivement vers les études techiques. Pour l'accueillir, on crée en 1965 le baccalauréat de technicien, et, en 1966, le brevet d'études professionnelles (B.E.P.) et les I.U.T. ; le dispositif est prolongé par la loi du 16 juillet 1971 sur la formation continue.

La réforme des maths modernes n'est donc pas, comme l'ont cru beaucoup d'enseignants, le fruit d'un caprice des hautes sphères ministérielles ou la manifestation d'une mode dont les enseignants de la base ont fait les frais. Elle reflète une évolution socio-économique profonde et elle est une des pièces maîtresses de la rénovation du système scolaire. Mais pourquoi s'est-elle traduite par une invasion du formalisme dans l'enseignement et par un renforcement du rôle sélectif des mathématiques alors que son objectif était d'enseigner <u>à tous</u> des mathématiques <u>utiles</u> ?

Si l'on analyse les données du 4ème Plan en termes d'effectifs, on aperçoit un phénomène que masquent les statistiques en pourcentages : l'industrialisation réclame des ingénieurs et des techniciens mais aussi une masse d'ouvriers non qualifiés. En pourcentage, le nombre d'O.S. n'augmente que de 7,2% entre 1959 et 1975, contre 50% pour les ingénieurs et 70% pour les techniciens, mais, en valeur absolue, l'industrie aura besoin en 1975 de 3 504 000 O.S., 3 423 000 ouvriers qualifiés et 1 194 000 ingénieurs, techniciens ou agents de maîtrise. S'il faut effectivement élever le niveau de formation générale et de compétence technique de tous les jeunes, y compris des futurs O.S., il faut également sélectionner une minorité d'ingénieurs et de techniciens et une masse d'ouvriers, et notamment d'ouvriers non ou peu qualifiés. Derrière l'idéologie du progrès technique, qui envahit la conscience collective, la réalité de l'évolution de l'emploi, c'est en fait une bi-polarisation croissante entre techniciens et ouvriers peu qualifiés. Ce besoin en main d'oeuvre peu qualifiée s'inscrit dans les structures nouvelles du système scolaire : filière transition-pratique, C.P.P.N.-C.P.A., orientation en C.E.T. sur la base de l'échec scolaire.

Les mathématiques, que l'on a placées au coeur dela culture moderne, ont été promues en discipline formatrice par excellence. Mais, dans la mesure où la société exige une sélection scolaire des jeunes, elles se trouvent, de par cette promotion même, investies également d'une fonction de sélection et de hiérarchisation des jeunes. La plupart des réformateurs étaient animés d'intentions démocratiques et la sélection par les mathématiques leur apparaîtra comme une perversion de la réforme. Si l'on compare les résultats aux intentions, on peut certes parler de perversion. Mais en réalité ce qui s'est produit est très logique si l'on considère que la réforme est introduite dans un système social qui veut élever le niveau de formation de tous les jeunes mais aussi maintenir une division sociale hiérarchique du travail. L'erreur idéologique fondamentale des réformateurs est celle que l'on commet toujours -que l'on commet encore aujourd'hui- quand on pense l'évolution ou la révolution technologique en faisant abstraction des formes réelles de production et d'organisation du travail. L'évolution technique et économique requiert effectivement une compétence <u>collective</u> plus élevée mais, dans une société qui parcellise les tâches et cherche à diminuer par tous les moyens le coût de la main d'oeuvre, la compétence collective peut naître de l'articulation de tâches <u>individuelles</u> peu qualifiées, organisées en complémentarité par une élite très qualifiée. Une société qui entend tout à la fois se moderniser et préserver sa structure hiérarchique accordera autant d'importance à la sélection des jeunes qu'à leur formation. Dès lors, le principe fondamental de la formation deviendra aussi, tout naturellement, le principe fondamental de la sélection. En élevant la mathématique au rang de discipline reine, dans les années 60, la société lui a confié, ipso facto, le rôle ingrat de Grande Faucheuse.

Les enseignants auraient pu éviter le piège, si la réforme pédagogique avait réussi et si les mathématiques étaient réellement devenues accessibles à tous. Cela supposait que les enseignants du secondaire, qui travaillaient jusqu'alors dans un système explicitement élitiste, opèrent une véritable conversion pédagogique et idéologique. Le moins qu'on puisse dire est qu'il n'y étaient guère prêts. Le S.N.E.S.(9), en 1960, écrit : "Le niveau des élèves entrés en 6ème en septembre 1960 est le plus bas que les professeurs de lycée aient jamais connu. Partant de cette constatation le S.N.E.S. demande que le principe de la sélection soit clairement posé : les meilleurs iront dans l'enseignement long, où le latin devra être rétabli dès l'entrée en 6ème ; les autres iront dans l'enseignement court et les classes terminales (10). La démocratisation consiste à supprimer tous les obstacles à la sélection des meilleurs" (7). Le combat d'arrière-garde du S.N.E.S. en faveur du latin est perdu d'avance : le développement technique et économique imposera les mathématiques comme discipline reine dans l'univers scolaire. Mais la réussite en mathématiques fournira à l'élitisme enseignant un nouveau fondement et un terrain de repli. Le formalisme qui caractérise par nature l'enseignement du latin se "modernisera" lui aussi : il s'implantera dans l'enseignement des mathématiques. Il s'y implantera d'autant plus fortement et plus durablement que les nouveaux contenus s'y prêtent, que les manuels surenchérissent en ce sens, que la réforme pédagogique reste voeu pieux ou militantisme marginal et qu'aucune formation des enseignants à la nouvelle population scolaire n'est mise en place. Pour les élèves et pour beaucoup d'enseignants, la Terre promise des mathématiques nouvelles ressemblera rapidement à une forêt vierge obscure et marécageuse. Pourtant, si l'on en croit les plaidoyers des réformateurs, comme elles auraient dû être belles, ces mathématiques modernes !

III. LES IDEES-CLEFS DE LA REFORME DES MATHS MODERNES

Les arguments des promoteurs de la réforme peuvent être regroupés autour de trois idées-clefs : il y a des mathématiques partout, il faut enseigner la mathématique de notre temps, il faut réformer les méthodes pédagogiques.

1. Des mathématiques partout

"Il y a des mathématiques partout, de la mathématique partout" (G.W.) (11). Cette idée, qui revient fréquemment dans les textes des réformateurs, est le plus souvent présentée sous une forme assez générale :

> L'homme de la seconde moitié du 20ème siècle "doit surtout percevoir quelques-unes des méthodes de pensée et d'action qui constituent le savoir-faire qu'est notre science et notre technique. La mathématique joue là un rôle privilégié pour l'intelligence de ce que nous nommons le réel, réel physique comme réel social" (L).
>
> "L'économie moderne demande une formation scientifique plus poussée pour un nombre plus grand d'individus... Et pour cette formation, c'est la mathématique qui est requise" (C).

Il y a là un a priori présenté comme une évidence : la mathématitique est la voie d'accès privilégiée à la pensée scientifique et technique.

Sans être jamais démontrée, cette affirmation est parfois illustrée par une multitude d'exemples, qui visent à montrer qu'il y a de la mathématique partout. Les références vont de la ménagère faisant son marché au physicien nucléaire, à l'ingénieur et à l'architecte (C). G. Walusinski est plus précis. Il évoque la statistique en géographie, en sociologie et en psychologie et l'analyse combinatoire en sociologie. Il insiste surtout sur l'informatique et sur les idées d'organisation et de programme, citant l'organisation du travail, la gestion des entreprises, le renouvellement des stocks, le plan de production d'une fabrique, la gestion d'un fichier d'abonnés, etc...

La nature de ces exemples montre que, s'il y a des mathématiques partout, ce ne sont pas n'importe quelles mathématiques. "A l'époque des ordinateurs et de l'automatisation, la lecture d'un organigramme et le maniement des symboles doivent faire partie de la culture de tous" (C). Si les mathématiques sont présentées comme clef du réel physique et social, comme voie d'accès à la pensée scientifique et technique, comme fondement de la culture dans une société moderne, c'est parce que ces mathématiques, ou, mieux, cette mathématique, est conçue comme logique, étude de structures, système de symboles, bref, comme langage. La mathématique est le langage de la rationalité moderne. C'est donc cette mathématique conçue comme langage, la mathématique de notre temps, qu'il convient d'enseigner.

2. La Mathématique de notre temps.

> "Au cours du dernier demi-siècle, le paysage scientifique tout entier, certes, mais tout particulièrement le paysage mathématique, se sont profondément modifiés.. Il nous faut désormais préparer nos enfants et nos étudiants à comprendre et à <u>utiliser</u> ce que sont devenues les mathématiques de notre temps...Le problème des mathématiques et leur enseignement est devenu ainsi <u>le premier, peut-être, des problèmes mondiaux de l'éducation</u>"(L).

Ces mathématiques de notre temps, les mathématiques "modernes", on ne les définit pas. Cependant, certains textes en esquissent les grandes lignes :

> "Ce qu'on appelle un peu vite la mathématique moderne, ce qu'il conviendrait mieux d'appeler la conception constructive, axiomatique, structurelle des mathématiques, fruit de l'évolution des idées, s'adapte "comme un gant", nous permettrons-nous de dire, à la formation

de la jeunesse de notre temps" (C).

Qu'est-ce qui est spécifiquement moderne dans la mathématique d'aujourd'hui, se demande G. Walusinski?

Premièrement, la priorité accordée à l'algèbre : "l'algèbre est devenue une sorte de langue universelle de la science".

Deuxièmement, "le souci de plus grande généralité et, par conséquent, l'accès à un niveau d'abstraction supérieure". C'est sans doute là le caractère le plus moderne de la mathématique contemporaine. "Le passage par l'abstrait est une nécessité qui tient à la polyvalence recherchée".

Troisièmement, "une reconstruction dans tous les domaines". "C'est l'ensemble de l'édifice qu'il a fallu reconstruire, qu'il faut, constamment, réaménager". "Il n'y a donc pas, dans la mathématique, tel secteur qui serait "moderne" pendant que tel autre resterait "classique". La cohésion de l'ensemble est trop forte, justement soulignée par le singulier : la mathématique, pour qu'il soit possible d'imaginer, ou dans la recherche ou dans l'enseignement, quels qu'en soient les niveaux, des secteurs "à l'abri" du courant moderne".

A travers ces définitions apparaissent trois caractéristiques des "maths modernes", constamment reprises par les promoteurs de la réforme : la mathématique moderne est vivante, son unité est profonde, elle constitue un langage universel.

"La mathématique est une science vivante" (C et G.W.). L'idée est exprimée dès le Colloque de Royaumont, c'est-à-dire à l'aube de la réforme, aussi bien par J. Dieudonné, qui justifie par là son "A bas Euclide !", que par M.H. Stone, animateur du Colloque.

> Il faut séparer, explique J. Dieudonné, "ce qui est essentiel d'un amas chaotique de résultats qui ne sont que les reliques éparses de méthodes maladroites ou de points de vue désuets" (R).

"Si nous voulons que nos étudiants poursuivent leurs études avec assiduité et dynamisme, et si nous voulons leur présenter les mathématiques sous leur aspect le plus vivant et le plus stimulant, nous sommes tenus d'éliminer de l'enseignement les notions qui, fussent-elles consacrées par la tradition, sont devenues lettre morte et ont perdu leur utilité, leur actualité ou leur importance" (R. Stone).

L'idée est reprise dans le rapport Lichnerowicz :

"A l'échelon du second degré, notre enseignement a gardé le style historique : chaque partie des mathématiques est exposée en évoquant la conception qui fut contemporaine de sa naissance, renouvelée des Grecs ici, bénéficiant là de l'état d'esprit des XVIIe et XVIIIe siècles. Cette conception des mathématiques n'est pas unifiée dans l'esprit de nos élèves qui se voient contraints à des déconditionnements difficiles. Il leur faut, à plusieurs reprises, repenser l'ensemble de leurs acquis à l'aide de concepts qui ne peuvent que leur sembler étranges, dans un langage autre, langage non seulement différent,mais portant une pensée neuve. L'obstacle fondamental à un enseignement de type historique semble être cette caractéristique des mathématiques de se penser elles-mêmes tout entières, à chaque instant ; c'est là une condition essentielle de leur économie de pensée" (L).

A un enseignement reproduisant des modes de pensée historiquement datés, hétérogènes, exprimés dans des langages différents, les réformateurs opposent une pensée mathématique qui à chaque instant est une et s'exprime dans un langage unifié. La mathématique s'avance toujours neuve et vierge, ne portant aucun stigmate du passé car toute trace d'histoire est vestige, lettre morte. Mathématique vivante signifie mathématique actuelle, moderne. Il est intéressant de noter que la protestation contre le formalisme envahissant s'est traduite récemment, chez les enseignants, par un regain d'intérêt pour l'histoire des mathématiques. L'historien est lui aussi habité par la conviction profonde que les mathématiques sont une science vivante. Il en trouve la preuve dans l'histoire des problèmes successifs que les mathématiques doivent résoudre et des obstacles qu'elles doivent franchir pour progresser. Dès lors, le passé n'est pas pour lui vestige mais marque que le temps imprime sur un être vivant. Pour les promoteurs de la réforme des maths modernes, la mathématique est Vérité triomphant dans l'éclat de sa jeunesse sans cesse renouvelée. Pour les historiens, les mathématiques énoncent des vérités qui, pour reprendre l'expression de Bachelard, sont toujours des erreurs rectifiées. Pour les uns, la jeunesse éternelle de la Mathématique garantit son avenir et l'apparente au progrès technique. Pour les autres, le travail de la pensée mathématique est gage de son aptitude à affronter des problèmes nouveaux. Il y a là deux conceptions différentes des mathématiques, mais aussi du Savoir et, plus profondément, de l'Homme face au Temps.

Le modèle sur lequel repose l'argumentation des promoteurs de la réforme est celui de l'organisme : comme tout être vivant, les mathématiques se régénèrent de l'intérieur et se réorganisent pour assimiler les idées et les théories nouvelles. Or, tout organisme, par définition, est une unité indissociable. Ce qui est moderne, ce n'est pas tel ou tel énoncé mathématique, quelle que soit la date à laquelle il a été élaboré, mais la Mathématique elle-même dans son architecture unitaire. Dès lors, comme l'explique bien G. Walusinski, on ne peut enseigner à la fois des mathématiques classiques et des mathématiques modernes. La modernité des mathématiques implique leur unité, de la maternelle à l'Université.

Cette unité n'est pas seulement celle d'un corps de connaissances unifiées par un constant travail de réorganisation . Pour les réformateurs, elle est, plus profondément, celle d'un langage à vocation universelle. Les mathématiques "constituent plus une langue qu'un ensemble de connaissances" (L). Pour G.Walusinski, il existe quatre langages : la langue maternelle, les langues étrangères, la technologie, et, "brochant sur le tout, <u>la mathématique</u>, langue universelle".

Universelle et actuelle, la mathématique est le langage du discours technique et scientifique moderne. Partout où il y a logique, structure, symboles, il y a de la mathématique moderne. Or, il y a partout logique, structure et symboles. Dans les sciences physiques, dans les sciences humaines (travaillées à l'époque par le "structuralisme"), dans le monde de la production, et même dans la vie de la ménagère.

Que la mathématique moderne soit avant tout langage ne l'empêche pas d'être utile et applicable. Au contraire c'est précisément parce qu'elle est un langage abstrait et universel qu'elle s'applique à des réalités concrètes très différentes. Comme l'écrit G. Walusinki, "le passage par l'abstrait est une nécessité qui tient à la polyvalence recherchée".

> "Les mathématiques contemporaines sont <u>infiniment plus applicables</u>, plus riches d'application, dans le domaine des sciences exactes comme dans celui des sciences sociales, que la démarche dite classique" (L).

Pour préparer les jeunes à utiliser les mathématiques, il faut donc leur apprendre à abstraire, et non viser des applications directes.

> "Du fait de la prolongation de la scolarité obligatoire, la mission de l'école primaire n'est plus d'enseigner les connaissances indispensables dans la vie courante mais surtout de former les esprits, de donner à chacun la capacité de s'adapter aux conditions largement imprévisibles de l'avenir" (C).

> "La définition d'un lot de connaissances mathématiques dites utiles pouvait se concevoir du temps où il était permis d'escompter que tel groupe d'élèves déboucherait dans la chaudronnerie et tel autre dans les activités bancaires. Bien fol est aujourd'hui celui qui se permet de telles prévisions... Un lourd bagage de connaissances encyclopédiques serait alors plus encombrant qu'utile... Des outils intellectuels adaptés autant que cela est possible) à des situations encore inconues, une

formation mathématique peut contribuer efficacement à les forger" (G.W.).

"Lorsqu'on se proposait seulement de déverser dans les jeunes cervelles quelques formules "utiles", quelques recettes éprouvées (parmi lesquelles il fallait faire un sort spécial à la "règle de trois"), on regardait peu à faciliter l'approche des notions, à préparer la voie aux abstractions. On exigeait tout de la mémoire" (G.W.).

Préparer la voie aux abstractions et non plus prendre appui sur la mémoire : le progrès technique et la prolongation de la scolarité obligatoire exigent une modernisation non seulement des contenus enseignés mais aussi des méthodes d'enseignement.

3. La réforme des méthodes pédagogiques.

Les défenseurs des "maths modernes" insistent beaucoup sur la nécessité d'une réforme pédagogique.

Dès 1959, le Colloque de Royaumont veut "préciser les matériels nouveaux et les méthodes d'enseignement rénovées correspondant à ces conceptions".

Onze ans après G. Walusinski écrit : "Dans ce que, pour aller vite, on appelle "rénovation de l'enseignement mathématique", il y a heureusement conjonction d'une réforme des contenus et d'une réforme non moins importante des méthodes didactiques ; c'est un véritable changement d'orientation, une réforme en profondeur, une nouvelle conception de l'enseignement mathématique".

Quelles seront les bases de cette nouvelle pédagogie mathématique ?

Elle doit être "fondée sur l'heureuse conjonction des idées dites modernes, en mathématiques, et des découvertes des sciences de l'éducation sur la formation des concepts dans l'esprit de l'enfant ainsi que sur les techniques des divers apprentissages....

> Il faut cependant tout de suite insister sur l'accord parfait qui existe entre les exigences de la mathématique dite moderne et les recommandations que les chercheurs en psychologie et en pédagogie peuvent faire à ceux qui enseignent" (G.W.)

Cette idée d'une harmonie pré-établie entre mathématique moderne et psychologie moderne est souvent avancée par les promoteurs de la réforme. En 1973, J.Kuntzmann la résume dans un raccourci frappant (12) :

1940 Bourbaki Immobilisme Piaget

1960 "Mathématique moderne"

Informatique contestation de l'enseignement

?

1980

La mathématique moderne apparaît ainsi comme fille de Bourbaki et de Piaget. De Bourbaki, elle hérite son formalisme. De Piaget, les réformateurs, explicitement ou de façon plus diffuse, retiennent deux idées : celle de structure et celle de pédagogie active.

Piaget explique que chaque stade du développement intellectuel est caractérisé par une structure qui possède sa propre cohérence ; de 4 à 16 ans, le jeune passe ainsi du stade intuitif au stade opératoire concret puis au stade opératoire formel. De stade en stade, les capacités d'abstraction de l'enfant grandissent. Les réformateurs se saisissent de cette notion de structure, qui est également centrale dans la mathématique moderne, et posent que l'apprentissage des structures mathématiques doit correspondre au développement des structures intellectuelles de l'enfant.

> "Ce projet veut mettre en évidence dès le niveau élémentaire le rôle prioritaire d'une formation mathématique

liée au développement des structures mentales, par rapport à une acquisition des connaissances qui ne serait pas le fruit d'une construction progressive de ces connaissances" (Commission Recherche et Réforme de l'A.P.M.E.P., 1er degré, 15/12/1968).

Cette volonté d'harmoniser l'enseignement des structures mathématiques et le développement des structures intellectuelles pose deux problèmes.

D'une part, le fait que le mot "structure" est employé à la fois par les mathématiciens et par les psychologues ne prouve rien. Si l'on ne veut pas fonder une pédagogie sur un jeu de mots, encore faut-il préciser la nature des liens entre les structures mathématiques enseignées et les structures intellectuelles de l'enfant. Or, cette analyse n'est même pas esquissée dans les textes fondamentaux des promoteurs de la réforme.

D'autre part, Piaget montre que le moteur du développement intellectuel est l'activité de l'enfant, et non le langage. L'enfant se transforme lui-même en transformant son environnement par une action réelle (manipulation) ou intériorisée ("opération"). Il y a là une très sérieuse difficulté pour une réforme qui définit la mathématique moderne comme langage. C'est sur ce point, fondamentalement, que la réussite ou l'échec de la réforme va se jouer. Va-t-elle mettre en oeuvre une pédagogie active qui permette à l'élève de construire progressivement ses connaissances ? Une telle pédagogie, qui respecte le mode d'apprentissage des enfants, serait effectivement une pédagogie de la réussite pour tous dans une école démocratisée. Va-t-elle au contraire, sous couvert de pédagogie active, privilégier l'apprentissage d'un langage abstrait qui, comme le faisait le latin, engendrera une sélection parmi les élèves ?

Les promoteurs de la réforme tiennent beaucoup à la pédagogie active.

La commission Lichnerowicz parle de méthodes actives, de méthodes de redécouverte, d'ouverture de l'enseignement sur les applications.

La charte de Chambéry préconise une pédagogie "active, ouverte, la moins dogmatique possible, faisant appel au travail par groupe et à l'imagination des enfants" et proscrit le "jargon impénétrable", le "symbolisme abscons", les "austères abstractions".
J. Dieudonné lui-même est extrêmement net sur ce point. "On ne peut développer avec fruit une théorie mathématique sous la forme axiomatique que lorsque l'étudiant s'est déjà familiarisé avec la question à laquelle elle s'applique, en travaillant pendant un certain temps sur la base expérimentale, ou semi-expérimentale, c'est à dire en faisant constamment appel à l'intuition" (R).

Pas de jargon, pas de dogmatisme, pas d'introduction hâtive de l'axiomatique : tous les réformateurs sont d'accord sur ce point. Pourtant, dès 1974, J. Dieudonné, l'un des pères de la réforme, est obligé de dénoncer une nouvelle scolastique, "forme encore plus agressive et stupide placée sous la bannière du "modernisme""(13). La réforme des maths modernes, en effet, se traduit bien plus par un jargon impénétrable, un symbolisme abscons, d'austères abstractions que par une pédagogie active et ouverte.

Pour les promoteurs de la réforme, l'apparition de cette nouvelle scolastique est une perversion de la réforme. Il est exact qu'ils n'ont pas voulu cela. Mais il n'en reste pas moins que cette perversion plonge ses racines dans leurs thèses. Définir la mathématique comme langage, c'est orienter l'enseignement vers l'apprentissage de mots et s'exposer à voir cet enseignement se transformer en scolastique, c'est à dire en discussion sur des mots. Dès lors, c'est la pédagogie active elle-même qui risque de se pervertir en manipulation des élèves.

"L'esprit moderne met l'accent sur la construction mathématique, écrit G. Walusinski ; les apports des sciences de l'éducation insistent sur le rôle indispensable de l'action personnelle de l'élève". Certes, mais reste à savoir ce que l'on entend par "action de l'élève". G. Walusinski définit la nouvelle pédagogie mathématique par cinq principes :

."priorité à l'action de l'élève"
." c'est à l'élève d'observer, d'analyser"
."c'est à l'élève d'abstraire"
."c'est à l'élève de déduire"
."c'est à l'élève d'appliquer, c'est à dire d'utiliser ses connaissances, ses acquisitions".

Or, cette démarche peut être interprétée de deux façons très différentes. Ou bien l'élève, placé face à un ou plusieurs problèmes, construit progressivement une notion mathématique, transférable à d'autres situations. Ou bien l'élève repère dans la situation qui lui est proposée une structure mathématique, qu'il nomme. Dans le premier cas, l'élève construit effectivement un savoir, et il est réellement actif. Dans le second cas, l'élève se contente de traduire la situation dans un langage mathématique, et son activité se réduit à une manipulation de symboles. La question cruciale est là : est-ce que la pédagogie active vise la construction d'un concept qui est élaboré comme solution d'un problème, puis analysé dans ses articulations logiques et enfin, <u>au terme de la démarche</u>, nommé, ou est-ce qu'elle vise l'acquisition de termes mathématiques qui peuvent éventuellement dénoter des concepts peu ou mal élucidés ? Bref, l'objectif est-il de construire des concepts mathématiques pour comprendre le réel ou d'apprendre à nommer le réel par le terme correct en mathématique moderne?

Le risque de privilégier le mot et non le concept est d'autant plus grand que la mathématique moderne est définie comme langage et que ses notions unificatrices, inévitablement très abstraites, peuvent difficilement être construites à partir de problèmes abordables par les élèves. J. Kuntzmann, dans son article de 1973, repère bien cette difficulté : "A la suite de Bourbaki, "Mathématique moderne" déplace le centre d'intérêt de l'enseignement en direction des structures. Ce déplacement consiste, en fait, assez souvent à utiliser un langage unificateurs, l'étude de la structure elle-même étant hors de portée des lycéens".

Ce souci d'introduire très tôt des structures que l'on ne peut encore que nommer sans vraiment les comprendre provoque une dérive de l'enseignement des mathématiques du concept vers le mot et le transforme en une interminable leçon de vocabulaire ésotérique. A l'école maternelle et dans l'enseignement élémentaire, la réforme engendre une étrange pédagogie active qui, sous prétexte de faire construire à l'enfant ses notions mathématiques, lui apprend en réalité à décrire dans un langage mathématique plus ou moins tarabiscoté des situations pseudo-concrètes souvent abracadabrantes. Dans l'enseignement secondaire et universitaire, le formalisme s'installe et l'aptitude à raisonner rigoureusement sur des objets mathématiques dont on ignore le sens est cultivée comme une vertu.

Dès lors, les mathématiques deviennent très logiquement l'instrument privilégié de la sélection dans le système scolaire rénové de la société moderne. La sélection scolaire, en effet, passe fondamentalement par la valorisation d'un langage conçu comme système codifié, clos sur lui-même, formalisé, et non comme instrument pour exprimer une expérience ou maîtriser une pratique. Ce langage formalisé, c'était autrefois le latin, ce sera désormais les mathématiques. Cette substitution des mathématiques au latin modernise le critère de sélection socialement accepté comme légitime. Au niveau du système scolaire lui-même, cette substitution ne change pas grand chose : ce seront les mêmes élèves qui seront sélectionnés car la réussite en latin et la réussite en mathématiques sont en corrélation étroite. Mais au niveau idéologique, la substitution est importante pour maintenir le consensus sur la légitimité de la sélection. Sélectionner en mathématiques, c'est apparemment sélectionner sur l'aptitude à penser et à parler la rationalité moderne, celle qui engendre le progrès technique. Et qui contesterait la légitimité du progrès technique ?

NOTES

(1) Groupes d'Etudes et de Recherches Scientifiques, 2+2=5, éd. UPINSKY, 1977. Les auteurs citent S. Berman et R. Bezard, Mathématiques pour papa, éd. Chiron.

(2) Pour tout cet historique, j'ai largement utilisé un texte de J. Adda, Etude de cas : la réforme des mathématiques modernes, Association francophone d'éducation comparée, colloque de mai 1981 sur les réformes éducatives.

(3) Sur ce colloque, voir L. Pauli, Le Colloque de Royaumont, Math-Ecole n° 90, nov. 1979, Genève. Dans le même numéro, voir A. Calame, L'enseignement de la géométrie.

(4) Voir G. Walusinski, Pourquoi une mathématique moderne ? (Guide blanc, A. Colin, 1970).

(5) Rapport Lichnerowicz, Bulletin de l'A.P.M.E.P. ,n° 258, mai-sept. 1967.

(6) Charte de Chambéry. Supplément au Bulletin de l'A.P.M.E.P. n° 263-264, juillet-octobre 1968.

(7) Sur l'évolution socio-économique et la restructuration du système scolaire à cette époque, voir B. Charlot et M. Figeat, Histoire de la formation des ouvriers (1789-1984), Ed. Minerve, 1985.

(8) Cette prolongation de la scolarité s'applique aux jeunes qui entrent au cours préparatoire en 1959. Elle ne devient donc effective qu'en 1967, au moment où ces jeunes atteignent 14 ans (âge limite de la scolarité obligatoire fixé en 1936).

(9) Le S.N.E.S. est alors dirigé par la tendance Unité, Indépendance et Démocratie (U.I.D.), qui dirige aujourd'hui encore la F.E.N. et le S.N.I.-P.E.G.C., et non par la tendance Unité et Action, actuellement majoritaire.

(10) Par classes terminales, le S.N.E.S. désigne la filière transition-pratique, en cours de constitution (B.C).

(11) Pour alléger le texte, je désignerai le colloque de Royaumont par R, le rapport de la commission Lichnerowicz par L, la charte de Chambéry par C et le livre de Gilbert Walusinski par G.W.. Les passages soulignés le sont dans le texte lui-même.

(12) J. Kuntzmann, Au-delà de "mathématique moderne". Bulletin de l'A.P.M.E.P, n° 290, septembre 1973.

(13) J. Dieudonné, Devons-nous enseigner les mathématiques modernes ?, Bulletin de l'A.P.M.E.P, n° 292, février 1974.