

L'enseignement des mathématiques dans le secondaire au Maghreb

Mohammed AKKAR
Université de Bordeaux I

I do believe that problems are the heart of mathematics
P.R. Halmos

*L'éducation mathématique n'est rien d'autre que
le développement de l'activité mathématique,
et il n'y a pas d'activités sans problèmes.*
A. Krygowska

1. Préambule .

Les mathématiques sont une science vivante et leur enseignement doit être fait en tant que discipline d'action qui dépend de l'environnement socio-culturel, du patrimoine historique et de l'état de la recherche et du développement scientifique et technologique. Il doit aussi tenir compte des intérêts des élèves et ceux de la société. Cet enseignement doit donc être un savoir ouvert, qui progresse et qui vit avec son époque, qui évolue et qui se transforme. Il faut, par conséquent, sans cesse réfléchir sur ses objectifs, ses contenus, ses méthodes et ses moyens.

Les enseignants et les chercheurs en Mathématiques sont presque unanimes sur trois points tout à fait liés :

- On peut (et on doit même) prendre un plaisir immense à “ faire des maths ”.
- Tout le monde peut “ faire des maths ”. C'est un savoir accessible à tous. Le contenu culturel des mathématiques devient le bien de toute l'humanité.
- Le plaisir d'étudier les mathématiques naît du sens de l'activité mathématique.

Certes, dans les trois dernières décennies la critique contre les mathématiques était devenue presque systématique et parfois acerbe et on en a fait un bouc émissaire, surtout après les erreurs des “ maths modernes ” . Mais il existe une véritable problématique de leur enseignement et de vrais problèmes qui évoluent avec le temps :

- Est-ce que les mathématiques sont (ou doivent être) partout ?
- Quelle doit être leur place dans les filières scientifiques ou non scientifiques ?

- Quelles liaisons faut-il établir entre elles et les autres disciplines ?
- Sont-elles réellement un outil de sélection ?
- Est-ce que le caractère trop formel de certaines théories ne les rend pas dénuées de sens ? ...

2. Objectifs et objet.

A la fin de 1999 le Ministre marocain chargé de l'Enseignement Secondaire et Technique m'a demandé, dans une lettre, un avis scientifique et quelques principes directeurs devant régir les contenus des programmes de mathématiques afin de leur assurer " un maximum d'originalité et une plus grande pertinence sur le plan épistémologique ". Cette lettre m'a incité aussi à une réflexion sur les :

- Programmes et méthodologies d'enseignement en relation avec les objectifs.
- Contenus des manuels scolaires et liens avec les objectifs des programmes.

Je me suis posé aussi les questions suivantes : est ce que l'enseignement des mathématiques dans le secondaire marocain prépare à l'enseignement supérieur et accompagnait les progrès scientifiques et techniques dans les différents domaines du savoir ? Prédispose-il à la nouveauté et au changement et répond-il aux besoins des élèves, futurs citoyens ? Enfin la lettre ministérielle posait le problème de la langue et du style d'exposition utilisés dans la rédaction des manuels.

Avant de rédiger ce texte je me suis documenté sur la situation en Algérie et en Tunisie. On peut dire que les trois pays ont connu des évolutions presque analogues et ont été confrontés à des problèmes identiques. L'exception, qui confirmerait la règle, serait peut-être le problème de l'arabisation de l'enseignement des maths qui a posé plus de problèmes en Algérie que dans les deux autres pays du Maghreb.

Nous essayerons, dans ce texte, d'examiner les programmes et les manuels à la lumière de ces interrogations. Le problème des contenus des programmes et des manuels est important ; il n'en demeure pas moins, faut-il le souligner, que le problème des méthodes d'enseignement, qui agissent sur le comportement des élèves et des enseignants, l'est encore plus et s'avère beaucoup plus difficile. En tant qu'enseignant-chercheur en mathématiques, je donne ici mon point de vue personnel sur le premier problème, de façon détaillée et explicite. Par contre sur le second problème, en tant que pratiquant de la formation des formateurs, j'esquisserai seulement quelques idées directrices qui nécessiteront un travail complémentaire opiniâtre de la part de groupes d'études et de réflexion capables d'apporter les innovations nécessaires au niveau des méthodologies d'enseignement, afin d'opérer des changements de mentalité chez tous les acteurs

de l'enseignement des mathématiques dans l'enseignement secondaire et technique maghrébin.

3. Problématique d'une réforme et pertinence des mathématiques.

Chaque fois que des enseignants, des formateurs ou des chercheurs veulent établir ou réformer des programmes de mathématiques ou tout simplement promouvoir et faire évoluer leur enseignement, se pose le double problème suivant : d'une part quelle est la place des mathématiques dans l'enseignement ? d'autre part quelles mathématiques enseigner, comment les enseigner et quelles aides et quel accompagnement apporter à ceux qui ont la charge de les enseigner ?

Comme l'enseignement a d'autres buts, en plus de la formation professionnelle et participe de la culture de la société et de son époque, la place des mathématiques est appréciée par rapport à une double signification : interne d'une part (celle de leur signification propre qui précise leurs objets, leurs méthodes et leur diversité) et en liaison avec les autres domaines du savoir, d'autre part. Cette relation entre les mathématiques et les autres connaissances doit être multilatérale. Par exemple entre les mathématiques et les sciences physiques les interactions sont fructueuses dans les deux sens et permettent souvent de mieux connaître, de mieux comprendre, d'expliquer et parfois de prévoir certaines situations ou certains phénomènes. L'enseignement des mathématiques, dès le secondaire, doit montrer la pertinence des mathématiques et comment celles-ci participent à la résolution de problèmes physiques. Dans ce cadre il faut apprendre à l'élève que la mathématisation d'un phénomène doit être accompagnée de la reconnaissance de son domaine de validité et de ses limites (l'apprentissage de la pertinence devient alors important) . Inversement, on doit expliquer à l'élève, comment les problèmes posés par la connaissance du monde jouent un rôle important dans le développement des concepts, des théories et des méthodes. Il faut leur montrer également que, bien plus qu'un simple outil technique de résolution de problèmes, les mathématiques et leurs méthodes participent de la mise en place de nombreuses problématiques.

Mais alors quels contenus enseigner ? On donnera des éléments de réponse à cette question fondamentale, plus loin, après avoir analysé les tendances récentes ou contemporaines (disons depuis quatre décennies) de l'enseignement des mathématiques dans le monde en général et au Maghreb en particulier, analysé aussi les objectifs, les programmes et les méthodes d'enseignement ainsi que les contenus des manuels (forme et fond) de l'enseignement secondaire marocain.

Pour terminer, demandons-nous pourquoi, assez souvent et dans de nombreux pays, les mathématiques sont en première ligne chaque fois que se manifeste une volonté de réforme pédagogique ou une rénovation de l'enseignement ? La

réponse est simple : un peu partout les mathématiques sont considérées comme la base de toute formation tournée vers la science et la technique. Ainsi, si les responsables de l'enseignement secondaire et technique du Maghreb veulent, comme l'ont souvent déclaré les Ministres de ce département, rénover l'enseignement technique, promouvoir une évolution socio-économique de compétence scientifique et technologique chez les jeunes, ils devraient placer les mathématiques au coeur de l'enseignement moderne car elles sont en fait la discipline formatrice par excellence et constituent un épanouissement de la pensée scientifique. Le Maghreb a besoin, pour se développer socialement et économiquement, de créateurs et d'esprits inventifs et doit former plus de scientifiques et d'ingénieurs.

A partir d'ici pour illustrer mes propos, je citerai essentiellement ce qui se passe au Maroc.

4. Tendances récentes de l'enseignement des mathématiques (dans le monde et au Maroc) : aperçu historique depuis 1950.

Au début des années 50, en Belgique et surtout en France, des mathématiciens de renom commencent à trouver l'enseignement des mathématiques un peu poussiéreux et une réforme commence à être envisagée. C'est en 1958-59 que l'O.E.C.E. (devenu O.C.D.E. en 1963) donna le véritable coup d'envoi de la réforme : cette impulsion d'origine économique vient du fait que l'ex-URSS a lancé, en octobre 1957, son premier spoutnik et le monde occidental s'inquiéta de son retard technologique. De plus la reconstruction et la modernisation d'après-guerre, suivies d'une certaine expansion industrielle créèrent des besoins de formation au service du progrès économique. C'est dans le cadre de cette politique que s'inscrit la réforme des mathématiques modernes au début des années 60 : lors d'un colloque important en France, le mathématicien français G. Choquet présente un programme de rénovation de l'enseignement des mathématiques au primaire et au secondaire et l'académicien J. Dieudonné lance un " A bas Euclide " qui devint vite célèbre. A partir de ce moment la géométrie euclidienne apparut comme le symbole des mathématiques classiques et le " Programme moderne de mathématiques pour l'enseignement secondaire " rédigé par une douzaine d'experts en Yougoslavie et publié à Paris en 1961, peut être considéré comme l'amorce du virage des " Maths modernes ". Ce mouvement de réforme a touché la France, la Belgique (Papy), le Canada (Dienes), la Grande Bretagne (Fletcher), la Pologne (Mme Krygowska) et le Maghreb. Dès 1962, ces " Maths modernes " voient leur apparition dans les programmes marocains et de nouveaux manuels sont rédigés, alors qu'en France (où il y avait un peu plus d'inertie et ... de

responsables) il faut attendre la rentrée 1969 pour voir officialisés en sixième et en seconde ces nouveaux programmes élaborés par la fameuse commission Lichnérowicz constituée en janvier 1967 et soutenue par la charte de Chambéry élaborée par l'A.P.M.E.P. (Association française des professeurs de mathématiques de l'enseignement public) . Il faut signaler que pour soutenir et accompagner la réforme, le Ministère français de l'Education Nationale a créé des Instituts de recherche sur l'enseignement des mathématiques (I.R.E.M.) : au nombre de 3 en 1969 et 25 (un par académie) en 1974 . Ils avaient pour mission la formation des enseignants, la recherche pédagogique et l'élaboration et la diffusion de documents de travail. Ce sont les demandes de l'enseignement supérieur et l'inquiétude de l'opinion devant l'écart croissant entre l'évolution des sciences et celle de l'enseignement qui amenèrent, en France, cette réforme ; alors qu'au Maroc c'était une décision du responsable des programmes et de l'enseignement des Mathématiques, J.P. Nuss, qui était fortement influencé par les mouvements d'idées qui circulaient, à l'époque, en France et en Belgique . La "modernisation" des programmes s'est faite au Maroc en deux étapes principales : l'une en 1962 par Nuss et l'autre en 1968 par Peureux .

De quoi s'agissait-il exactement ?

Cette réforme proposait de rapprocher les mathématiques qui s'enseignent de celles qui se font et d'améliorer la cohérence structurelle des programmes :

- formation au raisonnement par un accès assez précoce aux grandes structures (algèbre moderne : ensembles, relations et applications, groupes, anneaux, corps ; algèbre linéaire : utilisation des espaces vectoriels en géométrie) et aux symboles logiques.
- Rendre plus logique la construction des nombres (le triomphe de la déduction) et celle de la géométrie (à bas Euclide, vive l'algèbre linéaire) .

A l'objectif de préparer les futurs citoyens à la vie active, les promoteurs de la réforme ont ajouté celui de former leurs esprits pour les préparer à s'adapter en permanence aux changements d'un monde en grande évolution. D'où une rénovation fondée sur une introduction massive des structures dans les contenus mathématiques et centrée sur l'élève qui doit participer à la construction de son savoir.

Par exemple au Maroc, la théorie des ensembles et les structures algébriques étaient introduites au premier cycle (collège) et l'algèbre linéaire faisait son apparition dès la première année de lycée, en 5^e AS à l'époque, pour faire de la géométrie affine.

Les justifications de cette réforme sont louables :

- le symbolisme et les structures fournissent un langage sûr, simple et rigoureux.

- L'étude des structures développe la formation intellectuelle, la clarté d'esprit et de pensée et la rigueur du jugement.

Mais très vite les inconvénients suivants se sont manifestés puis imposés :

- l'excès de formalisme et l'abondance de vocabulaire ont vidé les mathématiques de leur sens .
- la résolution des problèmes où interviennent le calcul ou des configurations géométriques pose d'énormes problèmes aux élèves.
- les exercices et problèmes sur les structures sont souvent superficiels et dépourvus de sens .

Parmi les erreurs commises lors de cette réforme on peut citer quelques dérapages :

- on s'est beaucoup occupé des contenus et on a négligé les méthodes d'enseignement et les activités à faire mener aux élèves (surtout au Maroc où il n'y a pas eu d'accompagnement sauf une semaine de stage)
- ce qui permet le développement de la recherche des mathématiques et l'unification de leurs structures n'agit pas forcément dans le bon sens pour l'amélioration de leur enseignement .
- certaines théories élémentaires sur les vecteurs, les transformations et les configurations géométriques sont devenues très abstraites et compliquées bien que leur introduction mathématique soit devenue plus rigoureuse .
- dans cet enseignement, formalisé à l'extrême, fleurissaient beaucoup de situations artificielles sans aucun support intuitif . La géométrie en général et la géométrie dans l'espace en particulier avaient presque disparu.

Tout cela a fait que l'enseignement des mathématiques au Maroc a commencé à poser de sérieux problèmes et l'orientation vers la section sciences math. est devenue très difficile . On a observé beaucoup d'échec scolaire dans la discipline qui était censée promouvoir l'esprit scientifique chez les jeunes. Sans trop d'exagération on peut dire que cette réforme mal engagée, peu maîtrisée et pas du tout sérieusement préparée ni accompagnée, a fait des dégâts considérables et ne préparait les élèves, ni à la recherche mathématique, ni à l'utilisation des mathématiques dans les autres domaines d'activité .

Pour toutes ces raisons, et devant la gravité de la situation de l'enseignement des mathématiques dans notre pays, j'ai attiré l'attention, en octobre 1978, du Ministre de l'Education Nationale de l'époque. Au début de l'année 1979, ce dernier a décidé de constituer " Une commission nationale permanente de réflexion et de réforme des programmes et manuels de mathématiques ". Après sa formation (responsables du M.E.N., inspecteurs de tous les niveaux d'enseignement, enseignants-chercheurs de facultés et de grandes écoles, professeurs et instituteurs, inspecteurs de sciences physiques et d'enseignements

technique et commercial...) elle s'est réunie pendant une année, deux fois par mois, sous la présidence de l'auteur de ces lignes . Les travaux de la commission ont abouti :

- à la rédaction de nouveaux objectifs et programmes .
- à la préparation d'un programme de stages et de séminaires de formation en vue des nouveaux programmes et de l'arabisation .
- et à la rédaction de nouveaux manuels où la théorie a diminué, où les activités préparatoires ont pris plus de place et au niveau de la méthodologie on sollicitait davantage la participation active des élèves.

5. Objectifs et programmes actuels .

Le Maroc a profité, depuis les années 80, de l'arabisation de l'enseignement des mathématiques pour promouvoir la formation de professeurs nationaux compétents (E.N.S.), adopter de nouveaux programmes et rédiger de nouveaux manuels . Pour un retour aux choses concrètes, les programmes de lycée (ainsi que ceux du collège) ont été infléchis (mais de manière moins systématique qu'en France par exemple) et un effort tout à fait louable a été fait pour la rédaction des manuels . Dans ces derniers, les élèves étaient plus sollicités et l'activité mathématique y était plus présente qu'auparavant .

Après la période de turbulence (de 62 à 82), vint la période dite contemporaine (les années 90) où il y eut encore quelques retouches des programmes et une nouvelle rédaction de manuels (où on constate quelques améliorations par endroits au niveau des activités préparatoires mais aussi des lacunes dont on parlera plus loin) . En un mot, on peut dire qu'il n'y a pas eu de réforme proprement dite depuis 1982 . Ce qui fait qu'aujourd'hui, il est temps (voire nécessaire) de vivifier les objectifs , les programmes et surtout les méthodes . Nous sommes à l'ère de la grande information, des réseaux et du calcul informatique . Il faut aussi (et surtout) stimuler davantage les enseignants en leur proposant des manuels et des méthodes de travail et d'activité qui tiennent compte des idées nouvelles de rénovation de l'enseignement dans les lycées .

Les objectifs actuels des programmes de mathématiques (spécifiques à la discipline) datent de 1982 dans leurs grandes lignes et peuvent être résumés comme suit :

- une formation mathématique non élitiste : principe des mathématiques pour tous .
- formation de l'esprit de l'élève : formation intellectuelle, développement de l'intelligence, initiation au raisonnement et à l'analyse logique, à la synthèse, à la déduction et à la critique constructive .

- préparation adaptée et variée à l'enseignement supérieur qui a connu depuis quelque temps beaucoup de diversification .
- les programmes dans chaque section (scientifique, littéraire, technologique, commerciale ou professionnelle, ...) doivent être spécifiques et répondre aux besoins de la section .
- tenir compte des acquis des élèves dans l'enseignement de base (fondamental) .

Ajoutons quelques objectifs techniques et quelques instructions méthodologiques qui sont souvent oubliées par les enseignants (d'où certains dérapages actuels encore) :

- Eviter l'abus de formalisme, d'abstraction et de généralisations trop théoriques et parfois superficielles .
- Assurer aux élèves une bonne formation en géométrie plane et de l'espace .
- Leur faire assimiler des savoirs et des capacités de raisonnement et de démonstration en insistant sur les méthodes .
- Leur montrer aussi qu'il n'y a pas que la méthode déductive en utilisant celle qui va du particulier au plus général .
- Faire construire, de temps en temps, des savoirs à partir de résolutions de problèmes (sans en abuser) et les investir, tout de suite, dans des situations nouvelles originales et pertinentes (donc non artificielles) .
- Apprendre aux élèves à résoudre des problèmes en utilisant des algorithmes après avoir analysé des données et créé des modèles .
- Les habituer à réfléchir sur les hypothèses et à construire des exemples et des contre-exemples .

Si je tiens à rappeler tous ces objectifs techniques propres aux mathématiques, c'est que je suis persuadé, qu'avant d'entreprendre une réforme (qui est légitime et nécessaire), il faut toujours évaluer la façon dont les enseignants ont respecté et mis en oeuvre les instructions et objectifs précédents . Il est donc impératif de veiller à ce que les enseignants respectent davantage tout ce qu'on vient de rappeler parce qu'il s'agit là de conseils méthodologiques pertinents .

Maintenant il est loisible de préciser ce qu'il est nécessaire d'ajouter à ces objectifs et à ces instructions pour tenir compte de l'évolution du monde environnant .

En effet nos objectifs et instructions officielles ont pris du retard pour tout ce qui touche aux problèmes numériques, aux algorithmes de calcul, à l'emploi des calculatrices, à l'impact de l'informatique, au lien avec les autres disciplines (interdisciplinarité), au contenu culturel des mathématiques (perspectives historiques entre autres), aux nouvelles méthodes d'enseignement (travaux

pratiques, activités préparatoires d'introduction, enseignement modulaire, unité de formation) .

Quant aux programmes ils ont un peu vieilli et ont besoin de l'élagage de quelques branches encombrantes et de l'introduction des techniques numériques et algorithmiques . Les programmes marocains actuels sont moins " ensemblistes " et moins " formels " que ceux des années 60-70, plus géométriques, et contiennent une certaine incitation à l'observation, à l'expérimentation et à la résolution de problèmes précédant la construction d'un savoir c'est à dire l'étape de théorisation . Tout cela est positif . Mais il leur manque tout de même, comme cela a été signalé au niveau des objectifs, des activités numériques, algorithmiques et l'initiation aux calculatrices et à l'informatique. Ces programmes ignorent également 3 aspects modernes de l'enseignement des mathématiques : l'unité de formation scientifique, l'initiation à l'histoire des mathématiques (surtout que le patrimoine mathématique arabo-musulman n'est pas négligeable) et enfin l'activité : travaux pratiques .

6. Analyse des programmes . Perspectives d'enrichissement .

Malgré les efforts faits dans les années 80, grâce aux recommandations de la commission nationale de réforme et grâce surtout au travail fourni par l'équipe d'inspecteurs et de professeurs qui ont rédigé les manuels scolaires, les programmes restent ambitieux par endroits et insuffisants ailleurs .

En effet, plusieurs traces de " maths modernes " persistent dans ces programmes : logique, ensembles et applications, structures algébriques (groupes, anneaux, corps) et algèbre linéaire (espaces vectoriels) . A mon avis tout exposé de logique mathématique doit être exclu ; la logique mathématique s'apprend au niveau du secondaire par l'activité mathématique elle-même. On n'en fait pas un chapitre spécial (comme en 2^{ème} AS, lettres et sciences exp.) . Tout le contenu de ce chapitre peut être cité et utilisé dans les autres chapitres . On peut dire la même chose pour les ensembles et les applications : il faut éviter de consacrer à ces notions un chapitre spécial comme c'est le cas en 1^{ère} AS sciences maths. On peut (et on doit) utiliser toute la terminologie de ce chapitre à travers les autres (en cours et surtout en exercices et travaux pratiques) . Le résultat sera beaucoup plus intéressant .

Quant aux chapitres suivants : " logique et ensembles en 2^{ème} AS sciences maths, structures algébriques en 3^{ème} AS sciences maths, lois de composition interne, groupes, anneaux, corps et espaces vectoriels et applications linéaires ", je propose tout simplement leur suppression . A la grande rigueur, en travaux pratiques, au cours d'activités de synthèse ou à l'occasion d'exemples ou d'exercices on peut attirer l'attention des élèves sur les propriétés linéaires ou

vectérielles de certaines applications ou de certains espaces . Si nous faisons cette proposition radicale concernant les quelques restes de l'édifice ancien des “ maths modernes ”, c'est qu'au niveau du secondaire, il n'est vraiment plus utile d'apprendre le vocabulaire de la théorie des ensembles, des structures algébriques générales et linéaires . Ce qui serait éventuellement important, c'est d'utiliser de temps en temps ces concepts, sans les nommer au cours d'activités de travaux pratiques . Si, à la limite, on considère cela indispensable à ceux qui vont s'orienter vers la section MP en facultés ou vers les CPGE, on peut créer pour eux un enseignement de spécialité (une heure par semaine) .

De façon générale, les programmes de mathématiques du secondaire ont pris un coup de vieux et n'ont pas du tout suivi le courant de rénovation mondiale depuis l'avènement des calculatrices et autres moyens modernes de calcul . Une autre grosse lacune de ces programmes (et celle-ci est ancienne) se situe au niveau du contenu culturel qui leur fait défaut (histoire des maths en général et histoire des idées en particulier, par exemple) .Ces deux insuffisances peuvent être comblées rapidement à l'occasion d'une prochaine réforme .Ce qui sera plus difficile à réaliser (et il faut donc se donner les moyens pour le réaliser) est l'enrichissement de ces programmes par de nombreuses activités à proposer pour relier l'enseignement des mathématiques aux autres disciplines (sciences physiques et expérimentales, économie, démographie, ...) . Il est également souhaitable (ceci est très important pour la formation des élèves) de faire intervenir simultanément diverses parties du programme déjà vues dans des activités stimulantes (problèmes, travaux pratiques, activités préparatoires ...) .Cela fera ressortir l'unité de la formation en mathématiques qui est aussi importante que l'interdisciplinarité .

Je propose donc, pour remédier aux insuffisances précédentes :

1. Une exploitation plus large des problèmes et des méthodes numériques . Ce qui poussera les élèves à combiner l'expérimentation et le raisonnement .
2. Une utilisation, en classe, de calculatrices pour effectuer des calculs pour s'habituer à contrôler des résultats et pour favoriser une bonne approche de l'informatique . Si la classe (ou même le lycée) dispose de quelques calculatrices programmables et graphiques, les élèves pourront très rapidement accéder à plusieurs fonctions usuelles en analyse. Ces machines permettront aussi le calcul programmé des valeurs d'une fonction ou d'une suite et par là aideront à la compréhension des notions de limite et d'approximation. L'utilisation des machines de calcul doit être systématique en statistiques. Toutes ces activités mettront en valeur l'aspect algorithmique des mathématiques (approximation d'un nombre à l'aide de suites, recherche de solutions approchées d'une équation numérique, calcul

approché d'une intégrale, résolution de systèmes linéaires, dénombrement et combinatoire).

3. L'introduction d'éléments d'histoire mathématique (mettant en valeur en particulier l'apport des mathématiciens arabo-musulmans) peut permettre aux élèves de comprendre comment les mathématiques se construisent et comment ont évolué certaines notions et de façon générale, comment se fait le développement scientifique . Cela leur permettra également de mieux appréhender la portée et le sens des concepts et problèmes étudiés.

7. A propos de la présentation des programmes . **(Quelques suggestions)**

Dans la rédaction des programmes il est toujours bon de commencer par décrire les objectifs scientifiques, les capacités et savoir-faire visés.

Quelques exemples :

- Consolider la pratique conjointe du calcul littéral et du calcul numérique en relation étroite avec l'étude des fonctions.
- En statistiques : l'élève doit savoir organiser, représenter et traiter des données brutes. L'entraîner à la démarche propre à la statistique et à comprendre des phénomènes économiques et sociaux (les activités interdisciplinaires développent l'initiative de l'élève et les méthodes de travail).
- Sur les exemples d'emploi des suites, mettre en évidence les différentes étapes : construction d'un algorithme d'approximation au moyen d'une suite, étude de la suite et enfin précision de l'approximation.
- Les élèves doivent connaître et savoir utiliser l'associativité de la barycentration.

On peut par exemple présenter les programmes en deux colonnes, à gauche l'intitulé des contenus et à droite les commentaires, les instructions et les objectifs et savoir-faire escomptés comme dans les programmes français .

Quand une technique ou une connaissance spécifique ne sera pas exigée des élèves sans indication il faut proposer qu'elle soit traitée en travaux pratiques. Cette dernière activité comportera également tout ce qui a trait au calcul : exemples de calcul d'intégrales par différentes méthodes, résolution d'équations ou de systèmes d'équations, exemples d'études de courbes paramétrées, obtention des valeurs d'une fonction ou d'une suite à l'aide d'une calculatrice programmable ... Ces activités de travaux pratiques doivent être indiquées clairement à part vu leur importance dans l'activité mathématique de l'élève qui s'habitue ainsi à acquérir des méthodes de travail et qui s'investit

pleinement dans un travail collectif. Il faut se mettre à l'eau pour apprendre à nager et pour apprendre et savoir résoudre des problèmes il faut en résoudre !

8. A propos des manuels scolaires.

Le manuel scolaire est considéré, par les instructions officielles, comme fondamental pour l'élève et pour le professeur. Il reflète les objectifs, suit de très près les programmes et oriente l'élève vers ce qui est indispensable à savoir. A la limite on peut se passer de consulter les programmes puisqu'on les retrouve à travers le manuel qui est un document officiel unique. Cette situation d'unicité et de prépondérance du manuel, bien que réductrice, prévaut dans la plupart des pays en développement car elle permet de contrôler et surtout de limiter les prix de ces manuels.

Le manuel scolaire officiel est aussi un outil de travail présent à la maison pour l'élève et l'enseignant.

Un inconvénient majeur est que ce manuel officiel oblige les enseignants à s'y restreindre et limite la liberté de préparation et d'innovation des professeurs. Mais c'est peut-être un moindre mal pour les enseignants dynamiques et un garde-fou pour les modestes.

Ceci étant dit, contrairement à ce qui se passe actuellement en France où les manuels scolaires ont eu droit à un rapport sévère et accablant de l'Inspection Générale (" présentation des savoirs ni cohérente, ni structurée; ouvrages épais, luxueux et coûteux; les éléments essentiels de la rénovation des lycées sont souvent ignorés ; la place occupée par les savoirs est minoritaire " dixit le rapport), on peut considérer que les manuels marocains de mathématiques sont sobres, concis, présentent l'essentiel des connaissances prévues par le programme et jouent donc leur rôle de livres de référence.

On peut tout de même proposer quelques retouches : il faut absolument :

- améliorer les activités préparatoires et y introduire un peu d'interdisciplinarité .
- introduire des activités de calcul numérique et mettre en valeur l'aspect algorithmique des mathématiques .
- accompagner l'introduction de concepts, de techniques ou d'algorithmes par des éléments de culture historique qui leur donneront du sens et expliqueront leur pertinence .

S'il doit y avoir réforme des programmes (au lieu de retouches), dans ce cas, il faudra rédiger de nouveaux manuels tenant compte des nouveaux programmes. A ce moment là il faudra veiller à l'unité de méthodologie de rédaction et à la coordination de l'ensemble du travail.

Personnellement, je recommande plus que des retouches aux programmes et aux manuels. A l'heure actuelle, l'enseignement des mathématiques doit promouvoir une rénovation (voire un renouvellement pour certaines parties)

des contenus et surtout des méthodes dans le but de suivre les tendances actuelles du monde moderne où l'avènement des moyens de calcul automatique, ainsi que l'impact informatique ont créé des besoins sociaux et techniques nouveaux : codage de l'information, secret bancaire, simulation (donc expérimentation), biotechnologies, économétrie (statistiques et probabilités), évaluation des risques, prévision De cette rénovation des programmes découlera celle des manuels. Ceux d'aujourd'hui ne comportent pas un canevas commun (encore moins une méthodologie) de rédaction. La qualité des différents chapitres est très inégale. Ce qui prouve, sans aucun doute qu'il n'y a pas eu de coordination générale sérieuse : on constate que des chapitres (rédigés professionnellement) sont mûrs et bien réfléchis alors que d'autres ont été écrits à la hâte, vraisemblablement juste avant la photocomposition.

En résumé, ces manuels ont certes bénéficié de certaines clarifications d'objectifs et des conseils de la dernière réforme (une diminution de la théorie, une place plus importante réservée aux activités préparatoires) mais cela demeure insuffisant : certaines parties restent encore théoriques, voire ambitieuses et les manuels ont encore besoin de plus d'innovations et de coordination . Quant à la langue de rédaction et au style adoptés, bien que je ne sois pas très versé dans ce domaine, ils me semblent convenables car les textes sont clairs et utilisent un vocabulaire accessible à tous.

Quant à la politique de mise à disposition des manuels sur le marché je me demande s'il ne faut pas la libéraliser et provoquer une émulation entre les éditeurs et les auteurs d'ouvrages.

9. Quelques propositions d'ordre général.

1. Organisation pédagogique régional et encadrement académique de l'enseignement des mathématiques : celui-ci dépend évidemment des programmes et instructions officielles, des manuels et des professeurs qui l'assurent. Mais il dépend aussi de l'encadrement pédagogique par les Inspecteurs ainsi que de son organisation matérielle et administrative au niveau de l'académie. En ce qui concerne ce second point, il est clair que les autorités académiques jouent un rôle dans l'organisation et le suivi des activités scolaires et surtout dans les examens. Il semblerait que ce rôle soit très contraignant et laisse peu de marge aux initiatives pédagogiques des enseignants dynamiques. Il semblerait aussi que la répartition et la programmation du déroulement du programme de mathématiques imposées par les Académies laissent peu de liberté aux enseignants pour construire une progression et un rythme de travail adaptés aux élèves de leurs classes. Les examens aussi gêneraient énormément le travail en profondeur des

professeurs : il y a trop de bachotage et les élèves finissent par préférer qu'on leur traite des exercices "comme ceux de l'examen ou du baccalauréat " pour les apprendre par coeur. Est-il possible d'organiser moins d'examen ?

2. La terminale Sciences Maths diminue, semble-t-il, d'effectif car les élèves qui veulent se diriger vers des formations supérieures où la sélection se fait selon les notes du bac (médecine par exemple ...) préfèrent passer le bac Sciences expérimentales et obtenir de meilleures performances . Pour éviter cette hémorragie on peut alléger les programmes de maths en Sciences Maths et envisager une heure (ou deux) hebdomadaire d'enseignement de spécialité pour ceux qui veulent aller vers les CPGE ou la section MP des facultés des sciences.

3. Enseignement des statistiques et des probabilités : une grosse tare de nos programmes héritée de nos amis français est la place mineure réservée à l'enseignement des probabilités et statistiques dans nos sections scientifiques du secondaire. Or les probabilités sont, par excellence, un des chapitres où l'on peut admirer l'efficacité et la pertinence des mathématiques et de la modélisation. Actuellement, il n'y a aucun enseignement de statistiques en sciences maths durant les 3 années du secondaire (comme en France où cet enseignement n'existe ni en Première S, ni en Terminale S). Les statistiques figurent au programme des 3 années des sections littéraires (ce qui est une bonne chose) et en 1^{ère} AS sciences ex.. Il n'y a non plus aucun enseignement de probabilités ni en 1^{ère} AS, ni en 2^{ème} AS sciences math. ; il existe une introduction aux probabilités en Terminale sciences math. totalement coupée des statistiques (puisque'il n'y en a pas). Comme en CPGE, il n'y a pas d'enseignement de proba-stat. (une autre performance de l'enseignement secondaire marocain et français d'ailleurs), avant d'entrer dans une grande école tout futur ingénieur ignore presque l'existence de cette belle théorie. Or ces disciplines connaissent actuellement un développement considérable dû à la richesse de leurs applications en physique théorique, en génétique, en finances, en médecine, dans les transports, en traitement du signal et de la parole. Les statistiques jouent un rôle considérable dans la théorie de la prévision, outil fondamental de la société actuelle et nos classes sciences maths n'en parlent pas ! Je suis persuadé que nos ingénieurs, à cause de cette faiblesse flagrante sont limités dans le domaine de l'aléatoire. Ce qui est vraiment dommage car, depuis l'essor de l'informatique, les statistiques sont devenues un outil de développement indispensable. Enfin je recommande vivement que l'enseignement des statistiques et celui des probabilités soient étroitement associés (par exemple, pour introduire la notion de probabilité on s'appuiera sur l'étude des séries statistiques, on parlera de probabilité et de fréquence en même temps ...).

4. Comme nous l'avons dit plus haut et à plusieurs endroits, il ne suffit pas d'avoir de bons programmes et de judicieuses instructions officielles pour réussir une réforme. Il faut avoir aussi de bons manuels ; pour cela il faut les écrire et avoir beaucoup d'idées, une bonne méthodologie et enfin de bons professeurs pour accomplir l'acte de formation et de transmission des savoirs . Je pense qu'avec les ressources humaines qui se trouvent dans les E.N.S. marocaines, les Inspecteurs et les Agrégés, il y a de quoi apporter beaucoup d'innovations et de matière susceptible de rénover l'enseignement des mathématiques dans le secondaire marocain. Il faut veiller à ce que ces E.N.S. se chargent convenablement de la formation initiale et continue des professeurs.

Bibliographie (succinte)

- (1) M. Akkar, Enseignement des Mathématiques au Maroc, Séminaire inter-africain sur l'enseignement des mathématiques, Accra, 1979 .
- (2) M. Akkar, La philosophie de l'enseignement et la recherche en Mathématiques, p.179-188 . Actes du congrès international su Mathématiques et Philosophie . 1985 . L'Harmattan, Paris ; Okad, Rabat .
- (3) Amy Dahan Dalmedico, l'essor des mathématiques appliquées . Pour la Science . N° 210, Avril 1995 .
- (4) Les mathématiques et leur interaction, Rapport de conjoncture 92 du C.N.R.S. (Partie mathématique) .
- (5) Revue de documents à propos des calculatrices dans l'enseignement mathématique au collège et au lycée . IUFM de Grenoble .
- (6) L'enseignement des mathématiques en France, CIEM 1996, ICME 8, Séville (Juillet 1996) .
- (7) R.Bkouche, B.Charlot, N.Rouche ; Faire des mathématiques : le plaisir du sens . Armand Colin 1991 .
- (8) Programmes de mathématiques du Secondaire. Direction de l'Enseignement Secondaire . M.E.N. 1996 .
- (9) Rapport mondial sur la Science .1993 . Editions de l'UNESCO .
- (10) Programmes de mathématiques du lycée français, BO N°4,12/6/97
- (11) La situation actuelle de l'enseignement des Mathématiques . Propositions .(Par Zoubid Bouchaïb, Coordonnateur Central).
- (12) Rapport annuel de l'Inspection Générale en France, chapitre : manuels scolaires .1999 .