



Communauté
française de
Belgique

Conseil de l'Éducation et de la Formation

Avis relatif à l'évaluation des résultats des élèves en mathématiques. (IEA - 1995).

Avis n°56

Conseil du 4 septembre 1998

« Parmi les expérimentateurs les plus inspirés, je cite souvent le cas d'un jeune Scandinave du nom d'Ekman. Celui-ci, au début du siècle, regardait dériver les glaces sur la mer Baltique, au moment de la débâcle, avec un fort vent d'ouest. Les glaces déviaient dans le lit du vent, mais Ekman, concentrant son attention sur elles, remarqua un détail extraordinaire : les glaces ne déviaient pas exactement dans la direction du vent mais un petit peu plus à gauche. De retour chez lui, il a réfléchi et a fini par se convaincre que ce léger décalage devait être une manifestation de la rotation de la Terre, transmise par un milieu liquide, et il en a déduit ce qu'on appelle la *Théorie des couches d'Ekman*, prologue nécessaire à l'océanographie des grands courants. Mais ce qu'il convient de souligner dans cette démarche, c'est que le calcul n'a constitué que la partie triviale de l'affaire. N'importe qui aurait pu s'en charger ; le coup de génie, c'est d'avoir repéré que la banquise ne dérivait pas exactement dans la direction attendue ».

Pierre-Gilles de GENNES, prix Nobel de Physique, 1991

« Les objets fragiles », Plon (1994), p.229.

Introduction

Les résultats obtenus, en mathématiques, par les élèves de la Communauté française sont supérieurs à la moyenne établie sur l'ensemble des pays. Ils prètent donc moins à s'inquiéter que les résultats enregistrés en sciences.

Ils justifient cependant qu'on les analyse avec attention. S'ils restent satisfaisants, ils manifestent cependant une tendance nette à s'infléchir, comme en témoignent les comparaisons faites à l'occasion d'enquêtes successives.

Le tableau ci-dessous reprend, pour quelques pays, les résultats standardisés lors des trois études de l'IEA en mathématiques.

Pays	Etude de 1964	Etude de 1980	Etude de 1995
Japon	+ 1.286	+ 2.000	+ 1.774
Belgique francophone	+ 1.167	+ 0.476	+ 0.190
Angleterre	+ 0.071	- 0.500	- 0.264
Ecosse	- 0.083	- 0.298	- 0.345
Pays-Bas	- 0.500	+ 1.214	+ 0.607
France	- 0.619	+ 0.786	+ 0.500
Etats-Unis	- 1.119	- 0.703	- 0.345
Suède	- 1.226	- 1.381	+ 0.095
Belgique flamande	-	+ 0.786	+ 1.000

Les scores moyens sont indiqués en positif ou en négatif, par rapport à la moyenne.

Dans l'échantillon figurant au tableau, la Belgique francophone était 2^{ème} sur 8 en 1964, 5^{ème} sur 9 en 1980 et en 1995.

Son score décroît au cours du temps. La même évolution est constatée pour l'Ecosse.

Au contraire, les Etats-Unis sont en progression constante depuis 1964.

Des pays ont progressé après l'enquête de 1964, pour régresser ensuite : le Japon, les Pays-Bas, la France.

D'autres pays ont au contraire présenté un fléchissement après l'enquête de 1964, puis ont entamé leur redressement après l'enquête de 1980 : la Suède, l'Angleterre.

Quant à la Belgique flamande, elle n'a pas participé à l'étude de 1964, et présente une progression dans les scores entre 1980 et 1995.

Il apparaît nécessaire au CEF d'examiner les résultats de l'enquête de 1995, afin de dégager des pistes de réflexion et d'action susceptibles de provoquer une amélioration de la situation.

Le CEF a organisé son analyse en deux parties.

Dans la première, il fait rapport sur les résultats enregistrés lors de l'enquête internationale, relaie les commentaires des chercheurs et des inspecteurs, présente des travaux d'évaluation interne en mathématiques réalisés sous l'égide de la cellule de pilotage du Ministère de l'Education. Il joue aussi son rôle de « caisse de résonance », en faisant état de travaux récents où est analysé l'enseignement des mathématiques pratiqué en Communauté française, et en relayant les propositions qu'ils présentent.

Cette partie s'intitule « **Rapport au Conseil de l'Education et de la Formation** ».

La deuxième partie correspond à ***l'avis du Conseil***.

Elle développe une analyse de l'enseignement des mathématiques en Communauté française de Belgique, en abordant successivement les aspects liés aux objectifs, aux contenus, aux méthodes, aux moyens, humains et matériels, et à l'évaluation. Pour chaque rubrique, des axes de proposition sont décrits. L'enquête de l'IEA étant consacrée aux résultats des élèves de 8^{ème} année (2^{ème} année de l'enseignement secondaire en Communauté française), le CEF a limité son examen à l'enseignement de base (les six années de l'école primaire et les deux premières années de l'enseignement secondaire) qui constitue la part de l'enseignement obligatoire commune à tous les élèves.

Première partie :

**RAPPORT AU CONSEIL DE L'EDUCATION ET DE
LA FORMATION**

Résultats et analyses

1. L'enquête de 1995

1.1. Résultats

Les questions posées couvrent **les diverses disciplines**, et concernent les connaissances, l'utilisation des procédures, la résolution de problèmes, le raisonnement et la communication.

Le tableau ci-dessous reprend les résultats obtenus par les élèves de la Communauté française de Belgique, et les résultats internationaux, pour les divers processus cognitifs.

processus cognitifs	résultats de la Belgique						résultats internationaux					
	1ère secondaire			2ème secondaire			1ère secondaire			2ème secondaire		
	min	max	<M>	min	max	<M>	min	max	<M>	min	max	<M>
connaissance	27,5	93,4	65,3	30,6	96,1	68,4	34,9	87,3	57,3	40,7	90,1	62,7
utilisation de procédures	8,1	94,9	54,3	19,0	93,2	59,6	20,3	85,9	50,4	24,5	86,7	56,5
résolution de problèmes	14,7	85,9	53,1	21,2	86,6	56,9	17,1	78,8	46,4	23,5	82,1	52,2
raisonnement	4,2	86,7	29,2	5,5	84,5	32,5	5,9	71,9	27,8	8,1	75,2	32,8
communication	12,6	95,6	44,3	13,1	91,2	45,8	12,4	82,1	33,2	17,8	84,0	41,4

Remarque : les trois premiers contenus ont été testés à travers plusieurs dizaines d'items (31 pour la connaissance, 70 pour l'utilisation de procédures et 48 pour la résolution de problèmes). Les deux derniers l'ont été sur 4 items.

Pour les élèves de 1^{ère} secondaire, les résultats sont systématiquement supérieurs à la moyenne internationale. Il en est de même pour la 2^{ème} secondaire, sauf pour le raisonnement.

Si l'on s'en tient aux résultats en valeur absolue, sans effectuer de comparaisons, il apparaît que nos élèves n'atteignent pas la moyenne, et présentent même des résultats très faibles pour les tests de raisonnement, et, dans une moindre mesure, pour la communication.

Comme le signale C. MONSEUR¹, les résultats par processus cognitifs montrent que les items de connaissances sont plus souvent réussis : le score est de 5.7 points plus élevé que la moyenne internationale, alors qu'il ne l'est que de 3.1 points pour les items d'utilisation de procédures.

Lors des deux précédentes études de l'IEA, les élèves francophones obtenaient déjà des résultats supérieurs à la moyenne internationale pour ces processus.

¹ C. MONSEUR, « Résultats à une enquête internationale en mathématiques », Mathématique et Pédagogie, N° 114, pp.5-12, 1997.

L'examen du tableau montre en outre que les résultats des élèves de la Communauté française augmentent, entre la 1ère et le 2ème secondaire, moins que ne le font les moyennes internationales.

processus cognitifs	Différence entre les résultats de 1ère et de 2ème secondaire	
	en CFB	moyennes internationales
connaissance	3,1	5,4
utilisation de procédures	5,3	6,1
résolution de problèmes	3,8	5,8
raisonnement	3,3	5,0
communication	1,5	8,2

La comparaison internationale est plus favorable à la Communauté française lorsqu'on ne considère que les élèves de 1ère secondaire. Il y a donc une situation de « progrès insuffisant » qui est inquiétante.

Les élèves ont également été interrogés dans les différentes disciplines mathématiques. Les résultats enregistrés pour les élèves de 2^{ème} secondaire figurent ci-dessous :

disciplines	Moyenne (CFB)	Moyenne internationale
nombres	62	58
géométrie	58	56
algèbre	53	52
représentation des données	68	62
mesure	56	51
proportionnalité	48	45

Comparativement aux résultats internationaux, il apparaît que nos élèves maîtrisent mieux les concepts d'arithmétique, de mesure, et la représentation de données que les concepts de géométrie et d'algèbre. L'analyse de C. MONSEUR² indique que « *en arithmétique, nos résultats sont particulièrement bons en ce qui concerne l'addition et la soustraction. Par contre, on observe un déficit non négligeable pour la division de fractions ou de nombre décimaux. Les problèmes liés aux bases orthonormées suscitent également des difficultés pour nos élèves. Toutefois, ces derniers constats doivent être lus avec réserve car les questions portant sur ces contenus spécifiques ne sont pas très nombreuses* ».

La recherche renseigne sur le niveau acquis par les élèves de la Communauté française par rapport aux élèves de la même année d'étude, dans différents pays.

Les résultats enregistrés dans cette étude dépendent aussi des caractéristiques spécifiques à chaque pays, notamment les contenus des programmes, le mode de progression des apprentissages, la formation des enseignants.

² C. MONSEUR, idem.

Dans ce travail, ce ne sont pas des chercheurs belges francophones qui ont rédigé les items soumis aux élèves, mais des experts étrangers. Certains items étaient donc formulés de façon inhabituelle pour les élèves. Les chercheurs belges l'avaient pressenti, et les résultats obtenus par les élèves ont confirmé cette intuition.

Cela peut constituer une « information complémentaire », qui vient enrichir l'analyse. Elle semble indiquer que les élèves répondent plus correctement lorsque la question est formulée d'une manière qui leur est familière. Il leur est difficile, voire impossible, de s'adapter à une expression, une présentation différente.

Un autre aspect de la recherche est à épingle. Elle est organisée périodiquement, visant à rendre possibles les comparaisons au cours du temps.

A cet effet, des items d'ancrage sont introduits lors de chaque édition de l'enquête, ce qui permet de suivre l'évolution des performances.

Si l'on examine les pourcentages médians de réussite à la vingtaine d'items d'ancrage disponibles pour les deux Communautés belges, on observe qu'ils correspondent à 57% pour la Communauté française en 1995 (53% en 1984), et 65% pour la Communauté flamande (55% en 1984).

Rappelons que le pourcentage moyen de réussite (déterminé sur l'ensemble des items) est de 59% pour la Communauté française, et 66% pour la Communauté flamande. Il y a donc une bonne concordance entre les résultats d'ensemble et ceux des items d'ancrage.

1.2. L'étude IEA de 1995 : analyse des chercheurs

1.2.1. Des résultats meilleurs en mathématiques qu'en sciences

C. MONSEUR considère que les résultats des élèves sont encourageants en mathématiques : en deuxième année du secondaire, huit des quarante-et-un pays ayant participé à l'enquête obtiennent des résultats significativement supérieurs à ceux de nos élèves, et quatorze présentent des résultats proches (les différences ne sont pas statistiquement significatives). Dix-huit pays récoltent des résultats significativement inférieurs. « *En d'autres termes, la Communauté française de Belgique se situe légèrement au dessus de la moyenne internationale. Toutefois, plus d'une année scolaire³ nous sépare de la Communauté flamande⁴ ».*

Ce sont les mêmes chercheurs qui, pour la Communauté française de Belgique, ont réalisé les études relatives aux mathématiques et aux sciences.

Dans leurs analyses, ils insistent davantage sur les résultats, très faibles, enregistrés dans les matières scientifiques : en mathématiques, les résultats de nos élèves restent supérieurs à la moyenne internationale, et situent notre Communauté dans la première partie du classement. « (...) *si notre classement a tendance à se rapprocher de la moyenne*

³ Les mêmes questions ont été posées à des élèves de 7^{ème} année (1^{ère} secondaire) et de 8^{ème} année (2^{ème} secondaire). La différence moyenne de score entre les résultats des deux années est de 29 points, en mathématiques. Cela signifie qu'en une année d'études, les élèves progressent en moyenne de 29 points. Cela veut dire aussi qu'un pays, présentant par rapport à un autre un écart de 29 points dans les résultats d'élèves de la même année, peut être caractérisé par un retard d'une année l'un par rapport à cet autre pays.

⁴ C. MONSEUR, « Nos élèves préfèrent Pythagore à Newton », PILOTINFO n°20, septembre 1997.

internationale, il s'agit moins d'une diminution de niveau de performance de nos étudiants que d'une amélioration de quelques autres pays et de la venue de nouveaux participants⁵ ».

Ils remarquent cependant, en comparant les résultats obtenus lors des enquêtes de 1984 et de 1995 aux items d'ancrage, une légère augmentation (4%) des résultats belges francophones, alors que l'augmentation est plus importante (10%) chez les Belges néerlandophones.

1.2.2. Des différences significatives dans les résultats⁶

Selon les matières examinées, les résultats des élèves sont différents. « *Nos élèves maîtrisent mieux les concepts d'arithmétique, de mesure et la représentation des données que les concepts de géométrie et d'algèbre* ».

On constate aussi que les élèves réussissent mieux quand doivent choisir la bonne réponse parmi plusieurs propositions que lorsqu'ils sont invités à produire un écrit.

Cette observation avait été faite également dans l'enquête relative aux sciences, où l'écart entre les deux types de réponses était de 10%. Il est de 18% pour les mathématiques. « *Les performances des élèves laissent donc le plus à désirer lorsqu'il leur est demandé de construire une réponse et de la rédiger* ».

En outre, on observe que les élèves éprouvent de grandes difficultés à utiliser leurs connaissances pour résoudre un problème.

Dans l'analyse des résultats aux épreuves scientifiques, il a été mis en évidence que les programmes de sciences, en Communauté française de Belgique, ne présentent qu'un assez faible recouvrement avec ceux de nombreux autres pays. Cette donnée explique en partie les mauvais résultats observés.

La situation est très distincte pour les mathématiques, où les objectifs poursuivis par nos programmes sont très comparables à ceux des autres pays. « *En effet, 85% des questions présentes dans les épreuves sollicitent des compétences que l'on retrouve dans nos programmes* ».

1.3. Les résultats des tests d'évaluation externe effectués par la Communauté française

A l'initiative du secrétariat général, des évaluations externes (en français et en mathématiques) ont été menées au terme du premier, du deuxième et du troisième degré de l'enseignement primaire. Elles étaient mises au point par la Cellule de pilotage de l'enseignement du MERF.

Leur visée était essentiellement diagnostique : elles devaient permettre aux enseignants de situer les résultats de leurs élèves, par rapport à différentes compétences examinées. Ce faisant, ils pouvaient évaluer les performances de leurs élèves, en regard de celles des autres élèves au profil comparable.

En 1996, l'évaluation externe a porté sur l'ensemble des classes de 1ère secondaire.

⁵ C. MONSEUR, « L'enseignement des sciences en Communauté française de Belgique est-il dans le 36^{ème} dessous ? – Résultats de la troisième étude internationale en mathématiques et en sciences de l'IEA », Janvier 1998 (Université de Liège).

⁶ C. MONSEUR, « Nos élèves préfèrent Pythagore à Newton », PILOTINFO n°20, septembre 1997.

Les résultats ont été publiés dans une brochure, adressée aux enseignants⁷.

L'étude renseigne sur les résultats de l'enseignement fondamental, tel qu'il est assuré en Communauté française. Les questions proposées lors du test concernent les acquis de base que tous les élèves inscrits en 1ère A (ce sont ceux qui ont réussi une 6ème primaire ou une 1ère B) devraient maîtriser. Aussi pouvait-on légitimement s'attendre à des résultats élevés (de l'ordre de 80 %).

La faiblesse des résultats enregistrés doit dès lors interpellier les décideurs politiques sur la qualité de l'enseignement des mathématiques à l'école primaire.

Ceux-ci peuvent être mis en relation avec différentes caractéristiques de l'enseignement :

- quels sont les contenus qui sont approfondis ou esquissés;
- quelles sont les méthodologies utilisées;
- quelles sont les démarches qui sont développées avec les élèves;
- quels sont les supports qui sont présentés;
- quelles conceptions de l'apprentissage peuvent être portées par les enseignants.

Ainsi, on détecte par exemple une volonté, chez de nombreux enseignants, d'envisager la formation mathématique comme un apprentissage à résoudre des difficultés de la vie quotidienne (calculer le coût d'un repas, vérifier un ticket de caisse, etc.). Or, cette exploitation mathématique, limitée à quelques opérations simples, est très pauvre sur le plan de l'appropriation des mathématiques.

Les recommandations, faites par certains pédagogues (P. MEIRIEU, notamment), de construire un enseignement qui s'articule à la résolution de problèmes, est souvent comprise de manière restrictive par les praticiens. Il est possible de trouver, dans les mathématiques elles-mêmes, des situations qui « font problème à l'élève », sans qu'elles ne soient rattachées à leur vécu. Ces situations peuvent inciter l'élève à se mobiliser dans la résolution d'un problème en relevant un défi mathématique.

Les résultats de l'enquête invitent à se poser des questions de fond sur la conception de l'enseignement des mathématiques. Tous les acteurs de cette formation devraient partager une position commune. Or, ce consensus n'existe visiblement pas.

Entre ceux qui privilégient la dimension utilitaire - voire utilitariste - des mathématiques, et ceux qui considèrent que les mathématiques sont, en elles-mêmes, un sujet d'étude, il n'y a rien de commun. Or, il est anormal que ce soit l'enseignant, dans sa classe, qui décide de la tendance de son enseignement.

Sans utiliser l'enquête pour repérer, contrôler, interpellier des enseignants - ce qui n'a jamais été son rôle et qui serait particulièrement inopportun - il convient de l'utiliser pour mettre en lumière les lacunes de notre enseignement, entamer le débat sur la conception de celui-ci et rechercher des solutions générales aux problèmes qu'il pose.

Parmi ces questions, on peut épingler :

⁷ « Evaluation externe des élèves de 1ère année du secondaire - Pistes didactiques Mathématique - Dossier pour les enseignants », Ministère de la Communauté française, Département de l'Education, de la Recherche et de la Formation, juin 1997.

- Quelle est la finalité de l'enseignement des mathématiques, dans l'enseignement primaire, dans l'enseignement de base, dans l'enseignement secondaire ?
- Quelle est la part de la connaissance dans cet enseignement ? Et quelle conception de la connaissance devrait-on avoir ?
- Quel recours au vécu des élèves, à la vie quotidienne faut-il envisager ?
- Quel gain, quel risque à « fonctionnaliser » l'apprentissage mathématique ?
- Quelle formation des instituteurs faudrait-il concevoir pour enseigner les mathématiques ? Le modèle de l'instituteur, maître unique et polyvalent, reste-t-il pertinent ?

1.4. Quels conclusions peut-on tirer des deux études ?

L'analyse de l'étude du DERF est fouillée : elle dresse la liste des contenus pour lesquelles l'acquisition de compétences est forte ou faible. Ainsi, les auteurs pointent précisément les difficultés que rencontrent en moyenne les élèves de 1ère A : classement, placement sur une droite orientée, numération de position, détermination des multiples et des diviseurs, calcul et retrait d'un pourcentage d'un nombre donné, analyse d'un diagramme, calcul du périmètre et de l'aire de figures géométriques, questions relatives aux symétries, tri des données, choix d'une démarche cohérente, ...

En ce qui concerne l'enquête IEA⁸, il apparaît que les questions de connaissance sont mieux réussies que les questions d'utilisation de procédures.

On signale en outre⁹ que « *Nos élèves maîtrisent mieux les concepts d'arithmétique, de mesure, et la représentation de données que les concepts de géométrie et d'algèbre. (...) Les questions où l'élève doit choisir la bonne réponse parmi plusieurs propositions sont mieux réussies que celles nécessitant une production écrite. (...) Les performances des élèves laissent donc le plus à désirer lorsqu'il leur est demandé de construire une réponse et de la rédiger. (...) Nos élèves éprouvent des difficultés à utiliser leurs connaissances scientifiques pour résoudre un problème* ».

Nous avons rencontré ensemble Christian MONSEUR (U.Lg), le chercheur qui a conduit l'enquête IEA, relayée dans le rapport de l'OCDE, et Jacques GREGOIRE (U.C.L.), responsable de l'évaluation externe conduite dans le cadre du pilotage de l'enseignement par le DERF. L'objectif de la réunion était de confronter ces deux recherches et d'examiner si elles pouvaient se corroborer.

1.4.1. En quoi se distinguent les deux études

L'étude DERF est une épreuve critériée, qui entend situer les résultats des élèves par rapport à des objectifs. Il s'agissait en effet de mesurer dans quelle proportion les élèves s'étaient approprié les acquis mathématiques jugés nécessaires à la poursuite de leur formation mathématique dans l'enseignement secondaire.

⁸ « Résultats à une enquête internationale en mathématiques », C. MONSEUR, à paraître dans la revue de la Société Belge des Professeurs de Mathématiques (mai 1997).

⁹ « Nos élèves préfèrent Pythagore à Newton », C. MONSEUR, Pilotinfo (mai 1997).

La recherche IEA repose sur une épreuve purement normative : les résultats n'ont de sens que dans la comparaison faite entre eux et ceux des autres pays. Au demeurant, les contenus qui ont fait l'objet des questions ne correspondent pas totalement aux programmes enseignés dans notre Communauté.

Les deux recherches se différencient aussi par les populations d'élèves qu'elles concernent. L'étude DERF a été menée avec des élèves de 1ère secondaire, la distinction étant faite, dans l'analyse des résultats, entre les populations de 1ère A et de 1ère B. L'enquête IEA portait sur des classes de 2ème secondaire, incluant les élèves de 2ème commune et de 2ème professionnelle. Des mesures ont porté aussi sur les réponses des élèves de 1ère A. Elles ne sont pas officiellement reprises dans le rapport OCDE, les populations de 1ère et de 2ème ne pouvant être comparées (absence des résultats de 1ère B, et différence de population entre la 1ère B(10%) et la 2P (20%).).

Les deux approches apportent chacune des informations intéressantes et utiles. Toutefois, elles ne peuvent être comparées qu'avec de grandes précautions et une extrême réserve.

1.4.2. Opportunité de comparer les deux recherches.

Les résultats dégagés par les deux recherches ne peuvent pas être comparés en tant que tels. Leur logique de production est en effet trop distincte. Toutefois, il serait possible de sélectionner, dans les items de la recherche IEA ceux qui pourraient relever d'une conception comparable. Cela impliquerait la constitution d'une équipe de travail composée d'experts en mathématiques (« Pannel de juges »). Ils réaliseraient le tri des items.

Il s'agirait là d'un travail de recherche intéressant, mais lourd, impliquant l'intervention d'un chercheur qui devrait être rémunéré. Développer cette piste de travail n'entre pas dans les possibilités budgétaires du CEF.

Une autre piste, à moyen terme, reviendrait à introduire dans la prochaine édition de la recherche DERF en 1ère secondaire (prévue pour l'automne 1998) des items utilisés dans l'enquête IEA de 1995. On se donnerait ainsi un moyen d'établir des comparaisons valables, dans l'avenir.

2. L'analyse des inspections des enseignements fondamental et secondaire

Comme il l'avait fait déjà lors de l'analyse des résultats des élèves en sciences, le CEF a réuni¹⁰ les responsables de l'inspection des enseignements fondamental et secondaire. Pour l'enseignement fondamental, Mme V. PIRON, Inspectrice générale de l'enseignement subventionné, et M. COLLIGNON, Inspecteur principal pour la Communauté française, assistaient à la réunion. Pour l'enseignement secondaire, M. l'Inspecteur général J. RAVEZ était présent, ainsi que les inspecteurs de mathématiques, MM. A. BAJART, C. BENEDETTI, C. BOUCHER, P. BRZAKALA, L. COLOT, A. DUBOIS et R. MATHAR.

Le CEF avait aussi invité M. N. ROUCHE, Directeur du Centre de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques (CREM) et M. L. HABRAN, Inspecteur principal honoraire, qui participèrent aux travaux de la Commission DAMBLON (vide infra), ainsi que M. M. DEMAL, professeur dans l'enseignement supérieur pédagogique de la Haute Ecole de la Communauté française du Hainaut.

La réflexion générale, conduite à partir des analyses des différents participants, a permis de dégager plusieurs idées qui sont développées ci-après.

¹⁰ La réunion a eu lieu le lundi 11 mai 1998 à Bruxelles.

2.1. Le sens de l'enseignement des mathématiques

L'enseignement des mathématiques se caractérise généralement par un excès de formalisme, dans lequel le sens a disparu.

A l'appui de cela, on signale que les jeunes éprouvent des difficultés, parfois insurmontables, à exprimer par des mots les concepts représentés sous forme de symboles mathématiques.

2.2. La continuité de l'enseignement des mathématiques

La rupture, souvent dénoncée, entre l'enseignement fondamental et l'enseignement secondaire, est particulièrement sensible en mathématiques. Elle apparaît notamment à travers les différences de langages entre instituteurs et régents.

On constate en outre que, dans le cursus des élèves se manifeste un passage trop brusque entre les « mathématiques de discipline », pratiquées dans les quatre premières années de l'école primaire, et les « mathématiques de démonstration » qui caractérisent l'enseignement secondaire, à partir de la deuxième année. Il y a donc une espèce de « trou » de trois années (de la 5^{ème} primaire à la 1^{ère} secondaire), un fossé où la transition ne s'effectue pas.

2.3. L'intérêt de recourir à la résolution de problèmes

L'enseignement des mathématiques devrait, comme celui des autres disciplines, amener les élèves à penser, les inviter à réfléchir. Dans cette perspective, il serait pertinent et sans doute efficace de placer les élèves en situation de résoudre des problèmes, d'apporter des réponses à de vraies questions.

Ce type de démarche est préconisé, notamment dans les Socles de compétences.

Il faut cependant reconnaître que cette méthodologie exige, pour être valablement pratiquée, que plusieurs conditions de réalisation soient rencontrées :

- L'enseignant qui la met en œuvre doit posséder une connaissance approfondie de sa discipline, alliée à une réelle culture dans celle-ci. Il ne s'agit plus seulement de se préparer à transmettre une matière : il faut être capable, en permanence, d'apporter des éléments de réponse ou de proposition face à des situations imprévues, nouvelles.
- Il doit aussi posséder une vraie confiance en ses possibilités de conduire de telles démarches : un enseignant inquiet, effrayé devant l'inconnu et l'imprévisible est incapable de développer avec ses élèves la résolution de situations-problèmes.
- Ce type d'enseignement demande une préparation importante de la part des enseignants, et aussi un travail personnel approfondi de la part des élèves. A ce propos, il convient de distinguer les notions de « travail personnel » et de « travail à domicile ». S'il est indispensable, en mathématiques comme dans d'autres disciplines, de demander aux élèves d'effectuer un réel travail personnel, il n'est pas sain d'exiger que les élèves le réalisent à la maison. Le travail à domicile discrimine en effet les enfants qui disposent chez eux d'un local d'étude, d'un environnement documentaire, de l'aide d'adultes, voire de temps, et ceux qui ne possèdent pas ces éléments essentiels.

Il est dès lors indispensable de ménager des plages de temps, utilisables pour effectuer du travail personnel, dans les écoles (où locaux, livres, documents, aide des condisciples et des enseignants sont utilisables), pendant le temps scolaire¹¹.

A l'appui de ceci, M. DEMAL fait état d'une expérience pilote, menée dans la région du Borinage, avec des enfants pour partie issus de milieux favorisés, pour partie venant de milieux défavorisés. L'écart, entre les résultats des deux groupes d'élèves n'apparaît pas dans l'acquisition en classe des concepts mathématiques, mais il se creuse avec l'intervention du travail à domicile.

- Il implique aussi le recours systématique à l'interdisciplinarité : les problèmes qui comportent des aspects mathématiques sont à examiner aussi sous l'angle d'autres disciplines. Il faut donc, pour le pratiquer, mettre en place des équipes d'enseignants, travaillant collégialement, tant pour préparer que pour conduire l'enseignement et pour l'évaluer.
- Pour réaliser un enseignement basé sur la résolution de problèmes, il faut disposer de temps, de souplesse dans l'organisation de l'enseignement. Il faut que les programmes soient compatibles avec cette souplesse. Il est indispensable aussi que les élèves puissent avoir accès à des sources d'information : livres de références, ressources documentaires variées.

2.4. La formation initiale des enseignants

Pour les inspecteurs, plusieurs problèmes sont décelables à ce propos :

- Les professeurs d'école normale connaissent de moins en moins souvent le niveau d'enseignement pour lequel ils forment leurs étudiants. De ce fait, ces derniers sont mal préparés à concevoir un enseignement réellement adapté aux élèves. Des modifications, dans les exigences de titres et d'expérience pour enseigner dans le supérieur pédagogique expliquent cette évolution. Mais elle est aussi justifiée par la dissociation systématique et obligatoire de l'enseignement secondaire et de l'enseignement supérieur.
- Même si ce n'est pas le cas pour toutes les Ecoles Normales, il arrive fréquemment que les formations soient cloisonnées selon les niveaux d'enseignement (maternel, primaire, secondaire inférieur) : on forme distinctement les futurs instituteurs et les futurs régents. N'ayant pas été associés, dans le cadre de leur formation initiale, ils n'ont pas été incités à collaborer, ils ne sont pas sensibilisés à l'intérêt d'une continuité verticale des apprentissages.
- En outre, il n'existe pas de lieux de rencontre formalisés où les enseignants du primaire et du secondaire peuvent se retrouver et collaborer. Cette opportunité n'est pas davantage assurée aux professeurs d'Ecole Normale des différentes sections.

Au demeurant, les inspecteurs qui interviennent dans l'enseignement secondaire ne sont pas les mêmes que ceux qui ont la responsabilité du supérieur pédagogique.

- Les étudiants qui entreprennent des études d'agrégé de l'enseignement secondaire inférieur (régendat) ont minoritairement choisi ces études d'emblée : il s'agit le plus souvent d'un deuxième choix, consécutif à un échec à l'université. Cela peut expliquer que ces étudiants soient parfois moins motivés, moins impliqués dans leurs études.

Cette remarque, formulée par certains inspecteurs, n'est cependant pas spécifique à

¹¹ Des propositions allant dans ce sens figurent dans le Rapport de la Commission des Rythmes Scolaires (octobre 1991).

l'enseignement des mathématiques.

- La question de la polyvalence des instituteurs est posée. Si l'on veut développer un enseignement qui s'articule à la résolution des problèmes, il faut que les enseignants maîtrisent bien les concepts qui fondent leur discipline, qu'ils soient particulièrement compétents dans leur matière et confiants en leur capacité à l'utiliser en situation concrète. Est-ce possible d'atteindre ce niveau de maîtrise dans l'ensemble des disciplines de l'école primaire ? Ne serait-il pas opportun de renoncer à la polyvalence des instituteurs, de former des enseignants compétents dans une partie de celles-ci, à condition que des équipes stables et bien coordonnées d'enseignants soient mises à la disposition de chaque classe d'élèves ? Cette question devrait être étudiée dans un cadre plus large que celui-ci.

Pour apporter des éléments de solution à ces problèmes, des pistes sont avancées.

Les inspecteurs insistent d'abord sur la nécessité de reconsidérer le métier d'enseignant, de former les futurs enseignants à l'exercice d'un métier plus collectif qu'il ne l'est aujourd'hui.

Il s'agit de promouvoir la coopération :

- Une coopération horizontale doit s'établir entre enseignants qui travaillent au même niveau, avec la même classe. Elle est notamment indispensable à la mise en œuvre d'un enseignement interdisciplinaire, étroitement lié à la résolution de problèmes.
- Une coopération verticale est nécessaire pour garantir la continuité des apprentissages. Elle sera basée sur la pratique systématique de l'évaluation continue : il importe de vérifier l'acquisition effective des compétences et des savoirs qui constituent la base pour les apprentissages ultérieurs. La réalisation d'un enseignement « en spirale¹² » s'inscrit aussi dans cette logique.

Mais il faut aussi favoriser et faciliter la coopération entre l'enseignement supérieur pédagogique et le terrain de l'enseignement primaire et secondaire, où vont évoluer, dès la fin de leurs études, les étudiants d'Ecole Normale.

2.5. La formation continuée des enseignants

Les inspecteurs souhaitent que la formation continuée soit rendue accessible à tous les enseignants qui sont actuellement en activité de service. C'est à travers elle que pourront être diffusées, expliquées, adoptées les innovations pédagogiques et les recommandations propices à améliorer la qualité de l'enseignement.

Ils insistent notamment sur l'articulation indispensable à opérer entre les socles de compétences et la formation continuée des enseignants. Au moment où les socles sont remis sur le métier, où une nouvelle version, obligatoire, va succéder à la première mouture expérimentale, il importe de garantir leur impact. Une politique coordonnée devrait être menée pour que les enseignants du terrain puissent s'approprier les socles, en comprendre l'utilité, en mesurer l'intérêt, en imprégner leur enseignement, les considérer comme des objectifs à atteindre avec tous les élèves. La simple diffusion du document écrit ne conduira à ce résultat que dans un nombre limité de cas. Il faut donc soutenir, conjointement à la publication des nouveaux socles, l'organisation de séquences de formation continuée destinées à soutenir les enseignants dans leur mise en œuvre.

¹² Voir plus loin, au point 3.1.2. (Rapport DAMBLON).

Deux axes de développement de la formation continuée sont évoqués. Ils ne sont pas incompatibles et peuvent être combinés :

- La « formation continuée classique » consiste en séquences de formation réunissant des enseignants et des formateurs, à l'extérieur de l'école.
L'intérêt de cette formule est qu'elle permet aux enseignants de se concentrer sur leur formation puisque, pendant son déroulement, ils n'assurent pas leur charge. En outre, le rassemblement de professeurs issus de différentes écoles complète la formation par des échanges de pratiques et des confrontations qui s'avèrent toujours enrichissantes.
Toutefois, cette formule comporte un inconvénient majeur : les professeurs en formation, absents de leur établissement, n'y sont pas remplacés. Cela crée chez eux une certaine culpabilité, à l'idée de ne pas assumer leur fonction. Cela complique aussi le travail des chefs d'établissements, qui se montrent dès lors réticents à autoriser la participation des enseignants à des formations. Et surtout, cela ne constitue pas un facteur favorable à l'apprentissage des élèves.
- La concertation et le travail quotidien en équipe de collègues d'une même école ou d'écoles proches comporte une dimension formative sur laquelle les inspecteurs veulent mettre l'accent.
A cet égard, des réalisations concrètes sont décrites. Par exemple, ici dans une école, là dans un district pédagogique, l'ensemble des enseignants d'une même année d'études rédige en commun les questions d'examens ou de contrôles à soumettre indistinctement à tous leurs élèves. Outre que cette pratique contribue à une meilleure égalité des résultats de l'enseignement, en harmonisant les exigences entre tous les élèves, elle incite les enseignants à réfléchir à leur pratique, à la remettre éventuellement en question. Elle contribue aussi à rendre l'enseignement plus cohérent.

2.6. L'évaluation des apprentissages

Malgré les nombreuses publications, les formations, les initiatives des inspecteurs et des pouvoirs organisateurs, le militantisme des chercheurs en sciences de l'éducation, la pratique de l'évaluation formative n'est pas généralisée dans les classes. Dans nombre d'écoles, on a toujours recours à un « enseignement culpabilisant », où les « fautes » commises par les élèves sont sanctionnées, sans qu'un profit réel pour leur apprentissage n'en soit tiré. Les inspecteurs regrettent profondément le succès de ce modèle, auquel ils voudraient voir substitué un « enseignement responsabilisant », où les « erreurs » des élèves constituent des indications importantes pour moduler l'apprentissage et atteindre les objectifs éducatifs.

La formation initiale et la formation continuée des enseignants devraient d'urgence développer la pratique de l'évaluation formative.

3. La conception et les finalités de l'enseignement des mathématiques

Des travaux récents ont été conduits, en Communauté française, pour élaborer des propositions visant à élaborer un meilleur enseignement des mathématiques.

Nous ferons plus particulièrement mention de trois études :

Le rapport « Perspectives sur l'enseignement des mathématiques dans la Communauté française de Belgique », coordonné par Paul DANBLON¹³.

¹³ Ministère de l'Education, Bruxelles, 1991.

Le rapport « Les mathématiques de la maternelle jusqu'à 18 ans – Essai d'élaboration d'un cadre global pour l'enseignement des mathématiques », réalisé par le CREM a.s.b.l.¹⁴

Le rapport « Mathématiques de 10 à 14 ans – Continuité et compétences », réalisé par la Commission « Mathématiques » de la Cellule de pilotage du Ministère de l'Education, de la Recherche et de la Formation¹⁵.

3.1. Le « Rapport DANBLON »

La Commission scientifique d'Etude des Mathématiques et des Sciences a été créée par le Ministre YLIEFF en mai 1989. Elle a été chargée de rechercher les moyens d'exercer « le pilotage de notre enseignement vers des formations riches de contenus, humanistes et rentables ».

De mai 1989 à juin 1990, la Commission s'est attachée à l'enseignement des mathématiques, faisant porter son analyse sur le programme et les personnes qu'il concerne. Elle a produit un rapport apportant surtout des indications et des recommandations.

3.1.1. Une conception des mathématiques

Apprendre des mathématiques revient à améliorer sa capacité à penser mathématiquement, à résoudre des problèmes, en mobilisant l'imagination, l'intuition, le flair, le sens esthétique, l'induction, la déduction, la logique.

Cet apprentissage des mathématiques ne peut se concevoir comme une accumulation de connaissances dont chacune serait « *définitivement acquise du premier coup* ». C'est pourquoi il ne faut pas envisager l'éducation mathématique seulement selon les niveaux d'enseignement (maternel, primaire, secondaire inférieur, secondaire supérieur), ni selon les matières (géométrie, algèbre, trigonométrie, probabilités, analyse, ...), ni non plus indépendamment des autres disciplines.

« Elle doit être construite dans sa cohérence globale d'un bout à l'autre de la jeunesse, avec des passages et repassages aux points clés, et chaque fois un approfondissement, une généralisation, une vue plus large. C'est ce qu'on appelle souvent « l'enseignement en spirale ». ».

Le problème majeur de l'enseignement des mathématiques est celui du sens. *« L'accident le plus fréquent, dans l'apprentissage des mathématiques est la perte du sens et le repli sur la forme sans contenu : ne plus penser et se contenter d'exécuter des algorithmes selon l'unique procédé permis devient rapidement insoutenable ».*

3.1.2. Les programmes

¹⁴ Document élaboré dans le cadre de conventions de recherche passées entre le CREM (Centre de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques) et le Ministère de la Communauté française de Belgique, 1995.

¹⁵ « Mathématiques de 10 à 14 ans – Continuité et compétences », Cellule de pilotage, Secrétariat général du MERF, 1996 (référence : Mathématiques/96).

Des reproches

La Commission formule à l'égard des programmes existants les reproches suivants :

- Il n'y a pas de coordination entre les programmes du primaire et ceux du secondaire. « *Il n'existe actuellement dans notre pays aucun organe chargé d'élaborer une vue coordonnée de l'enseignement des mathématiques, de la maternelle à l'université. C'est une lacune* ».
- Les programmes du secondaire général et technique, pour les groupes d'élèves qui suivent un cours à peu d'heures de mathématiques, correspondent souvent à une réduction des programmes conçus pour un plus grand nombre d'heures (on en a retranché certaines matières, on en a retiré de la profondeur en supprimant par exemple les démonstrations).
- Les programmes du secondaire professionnel sont conçus « à part », pour des élèves dont on assure qu'ils ont un esprit plus pratique que théorique. Ce faisant, on feint d'ignorer que l'accès en professionnel résulte généralement de relégations suite à des échecs qui ont souvent une origine sociale. On exclut ainsi la possibilité de récupérer des élèves qui pourtant, sont récupérables.

Des propositions

La Commission détaille une série de propositions, propres à rencontrer les reproches énoncés :

- Il conviendrait de penser globalement les différents programmes à partir d'un unique noyau de base¹⁶. Il s'agirait ainsi de « *prévoir, pour chaque citoyen, de la maternelle jusqu'au terme de la scolarité obligatoire, un ensemble commun de connaissances et de capacités mathématiques fondamentales. (...) Selon les filières d'enseignement, ces notions fondamentales seraient soit naturellement intégrées dans un programme plus vaste, soit complétées par l'adjonction de matières plus générales et d'applications plus poussées, soit enfin enseignées comme telles. Dans les filières où elles apparaîtraient comme particulièrement difficiles à atteindre, elles devraient demeurer comme un objectif dont on se rapproche le plus possible* ».
- Les programmes devraient être élaborés en s'inspirant explicitement du principe de l'enseignement « en spirale ». D'abord parce qu'aucune connaissance mathématique ne saurait être définitivement acquise du premier coup. Ensuite, parce qu'en refusant d'enchaîner linéairement les acquisitions, on permet à l'élève qui décroche d'avoir une nouvelle chance de s'approprier une notion non acquise d'emblée.
- Les programmes devraient insister sur la résolution de problèmes et la capacité de penser mathématiquement. « *Enseigner les concepts et les théories dans des contextes qui leur donnent du sens, qui exhibent leurs tenants et aboutissants dans les mathématiques et dans les autres disciplines* ». Il y a lieu, à cet égard, de faire ressortir le statut particulier des mathématiques par rapport aux sciences de la nature et aux sciences humaines. « *Les modèles*

¹⁶ Il ne faut pas déduire de cette proposition qu'on pourrait regrouper tous les élèves pour acquérir le noyau de base, puis assurer des compléments séparément pour certains élèves. Il ne peut donc être question d'un tronc commun qui ne permettrait pas de rencontrer la spécificité des formations l

mathématiques de situations réelles sont souvent utiles, mais ont toujours un domaine d'application limité qu'il faut apprendre à cerner. Ceci implique que les programmes de mathématiques soient coordonnés avec ceux des autres disciplines, chose aussi importante que pratiquement difficile et qui n'a jamais été tenté dans notre pays ».

En outre, si l'on souhaite que les enseignants amènent leurs élèves à travailler sur des problèmes, à construire et à reconstruire les principaux concepts, il sera nécessaire de mettre à leur disposition des réserves de situations problématiques appropriées. Comme l'expliquent les auteurs du rapport, « *Nous pensons que l'enseignement des mathématiques est trop important socialement pour qu'on puisse continuer à le gérer sans l'appui d'un ou plusieurs groupes de recherche chargés de le penser globalement, puis d'en concevoir et d'en expérimenter les modalités détaillées. Ce qui est fait actuellement dans les universités et les écoles normales avec des moyens de fortune est insuffisant ».*

- Le rapport aborde aussi la question des manuels scolaires. Pour les auteurs, « *il est essentiel d'enseigner les mathématiques dans leur unité, et donc de ne pas rompre les liens entre leurs diverses parties. (...) Il faudrait essayer, même si c'est difficile, de mettre entre les mains des élèves certains ouvrages destinés à être utilisés tout au long de leurs études et favorisant la cohérence et la continuité de leur apprentissage ».*

3.1.3. La formation des enseignants

Les futurs enseignants doivent « *avoir des connaissances solides et se trouver à l'aise, capables de pensée autonome dans une mathématique nourrie de sens. Ils doivent être rompus à la résolution de problèmes ».*

Il doivent aussi être spécifiquement préparés à enseigner dans le technique et le professionnel, filières qui concernent un grand nombre d'élèves de l'enseignement secondaire : « *la quasi inexistence actuelle d'une telle préparation est une lacune grave. Elle est une cause, parmi d'autres, de ce que bon nombre de professeurs enseignent à ces classes sans enthousiasme et demandent à les quitter" ».*

Pour les agrégés de l'enseignement secondaire inférieur, le programme de formation initiale doit comporter une étude avancée des mathématiques élémentaires, sans se limiter à celles qui sont enseignées au degré inférieur. Leur formation, à l'école normale, devrait être assurée par une équipe diversifiée d'enseignants, ayant des expériences variées dans le niveau d'enseignement pour lequel ils les forment. « *Les étudiants tireraient bénéfice d'une telle variété de compétences et de la diversité des points de vue ».*

Pour les agrégés de l'enseignement secondaire supérieur, les études devraient davantage développer la capacité de résoudre des problèmes et la pensée mathématique autonome.

En outre, la Commission suggère d'étudier l'organisation institutionnelle de l'enseignement obligatoire, de manière à ce que les instituteurs, les régents et les licenciés puissent réellement collaborer pour assurer une formation mathématique globale et cohérente.

En ce qui concerne la formation continuée, la Commission suggère d'en confier une partie substantielle à des groupes de recherche. « *L'expérience belge, confirmée par celle de divers pays étrangers a montré que la formation continue la plus efficace est celle qu'acquièrent les enseignants lorsqu'ils travaillent en collaboration à la production des*

matériaux de leur propre enseignement. Dans l'organisation de la formation continue, il importe de stimuler les demandes et de favoriser les projets. Des demandes peuvent provenir par exemple de professeurs qui veulent apprendre de nouvelles matières mathématiques, ou d'écoles préparant l'ouverture de nouvelles options, ou de pouvoirs organisateurs à la recherche d'une politique originale. Ensuite, la formation continue, hautement souhaitable, devrait dorénavant être reconnue comme un droit et être intégrée harmonieusement à l'exercice de la profession. Il nous semble opportun aussi qu'elle soit, de quelque façon, reconnue et valorisée dans la carrière ».

3.1.4. La recherche

Aux niveaux du primaire et du secondaire, l'enseignement des mathématiques est cloisonné, pour son organisation comme pour les actions de recherche¹⁷.

La séparation des recherches relatives à ces niveaux justifie que « beaucoup trop peu de personnes, dans notre pays, s'efforcent de développer une vue cohérente de l'apprentissage des mathématiques depuis le plus jeune âge jusqu'à l'âge adulte. Cette lacune est très regrettable ».

La Commission propose de créer des groupes de recherche sur l'enseignement des mathématiques. Ils seraient composés de personnes, compétentes par leur connaissance des différents publics d'élèves, et aussi des mathématiques, de leur histoire, de leur épistémologie, et encore de la conduite des classes et de l'administration de l'enseignement. Elle insiste particulièrement sur la présence de « *mathématiciens à culture mathématique large* », disposés à « *accorder aux problèmes d'apprentissage une attention persistante* ».

De même, on devrait y trouver des instituteurs et des professeurs expérimentés, détachés à temps partiel (à mi-temps, par exemple), « *de façon à ce qu'ils conservent l'expérience intime de leur métier* ».

La mission de base de ces groupes de recherche serait « *la production critique et l'expérimentation de matériaux pour enseigner (des curriculums)*. Ils devraient en outre maintenir un lien supplémentaire avec l'enseignement sur le terrain en étant associés à la formation initiale et continue des maîtres ».

3.2. Le « Rapport du CREM »

Le CREM a.s.b.l. (Centre de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques) a pour missions principales la recherche sur l'enseignement des mathématiques de la prime enfance à l'âge adulte, et la formation continue des enseignants de mathématiques. Il a été chargé en 1993 par le ministère de l'éducation de rédiger un cadre global pour l'enseignement des mathématiques de la maternelle jusqu'à 18 ans.

3.2.1. Des constats, des explications

A l'origine de la recherche du CREM on trouve l'observation que l'enseignement des mathématiques conduit trop souvent à l'échec et à la relégation d'élèves. Pour l'expliquer, les raisons suivantes sont avancées :

- Les mathématiques sont enseignées dans leur forme déductive sans faire suffisamment de place à la genèse des théories, aux contextes problématiques

¹⁷ Les recherches sur l'apprentissage et l'enseignement des mathématiques sont menées séparément, pour le maternel et le primaire, en facultés de psychopédagogie, pour le secondaire dans les départements de mathématiques.

dans lesquelles elles sont applicables ou explicables, à l'activité mathématique des élèves.

- Elles se réduisent à un entraînement de routine, à l'application de règles strictes, sans prendre en compte leur origine et leur fonction dans la culture mathématique globale.
- L'enseignement mathématique n'est pas pensé comme un tout cohérent, mais par « *tranches horizontales étanches* ». Les commissions de programmes fonctionnent séparément, sans coordination, aux niveaux maternel, primaire et secondaire. Les enseignants sont formés dans des filières distinctes, avec en plus un compartimentage entre le secondaire inférieur et le secondaire supérieur. Les recherches sur l'apprentissage et l'enseignement des mathématiques sont menées séparément, pour le maternel et le primaire, en facultés de psychopédagogie, pour le secondaire dans les départements de mathématiques.

3.2.2. Une recherche

La recherche du CREM consistait à élaborer un projet comprenant les grands axes de la formation mathématique. Il ne se confond pas avec un programme. Il constitue plutôt « *une base de discussion aisément accessible qui permette à chacun de situer son effort et de le coordonner à ceux des autres. (...) Enfin, last but not least, ce cadre global devrait aussi aider à reconnaître comment s'acquièrent et s'expriment, à travers la matière mathématique, les compétences de base qui font aujourd'hui l'objet de beaucoup d'attention dans l'enseignement* ».

Son objectif était de rédiger, pour l'enseignement correspondant à l'obligation scolaire, un programme cadre comportant un noyau commun et une formation spécifique aux trois filières de l'enseignement général, technique et professionnel.

Que faut-il apprendre aux élèves ?

Les jeunes doivent s'approprier l'héritage des adultes et le marquer de leur empreinte pour l'avenir. Pour cela, il ne faut pas transmettre un « savoir achevé », mais construire un savoir en réponse à des interrogations, portant sur des situations-problèmes de la vie quotidienne. « *Débattre de telles questions avec des jeunes situe le savoir dans sa dimension éthique de patrimoine collectif, évoluant de génération en génération* ».

Comme les élèves ne sont pas fixés sur leur avenir, il faut leur ménager la possibilité de mûrir leurs choix, culturels et professionnels, tout en cultivant avec eux « *la soif de savoir et la joie de connaître qu'on voit s'éveiller chez les enfants dès l'âge de deux ou trois ans* ».

L'étude réalisée n'est pas un programme.

Son objectif est de proposer des principes susceptibles d'aider à l'acquisition d'une réelle compétence en mathématiques : « *apprendre à penser mathématiquement* ».

Pour l'atteindre, il faudra que la pratique des enseignants se modifie. « *Il ne suffira pas, pour y arriver, de documents tels que celui sur les socles de compétences, les nouveaux programmes ou la présente étude. Il faudra en plus d'authentiques curriculums au sens anglo-américain de ce terme, à savoir des recueils de situations-problèmes, mais accompagnés chapitre après chapitre d'une argumentation critique, d'exemples vécus dans des classes, de commentaires mathématiques et épistémologiques et d'indications méthodologiques, ainsi que de recommandations pour l'évaluation* ».

Il s'agira donc de :

- produire des curriculums s'inscrivant dans une pédagogie de construction des savoirs, et de renoncer à enseigner la science toute construite. Ces curriculums ne pourront être construits par des mathématiciens seuls, ni par des enseignants seuls. *"Il y faudra l'effort conjoint d'enseignants expérimentés de tous niveaux et de mathématiciens intéressés par l'éducation ».*
- former les enseignants pour qu'ils acceptent l'idée d'un apprentissage constructiviste, et reconnaissent une part suffisante d'autonomie aux élèves.

3.2.3. Les propositions du CREM.

Le CREM propose une conception globale de l'enseignement des mathématiques, « *d'un bout à l'autre de la jeunesse* », ou encore, comment faire accéder les élèves de tous âges à une activité mathématique authentique.

La philosophie générale qui inspire cette proposition est largement partagée au plan international, ce qui n'était pas le cas pour la réforme des mathématiques modernes.

Trois grandes questions sont soulevées et traitées.

Première question : alors que la distance entre la pensée commune et les mathématiques vivantes (celles des chercheurs) s'accroît, comment ces dernières peuvent-elles et doivent-elles intervenir dans l'enseignement élémentaire ?

La réponse donnée à cette question est développée selon quatre axes :

Elaguer

Il faudrait écarter des programmes les matières devenues « *branches mortes des mathématiques* », à condition qu'elles ne contribuent pas, de façon essentielle, à la reconstruction des mathématiques et qu'elles ne soient pas utiles dans des activités humaines importantes, quoiqu'extérieures aux mathématiques¹⁸.

Introduire des notions nouvelles

Les mathématiques ont produit naguère et produisent encore aujourd'hui des concepts simples et utiles, devenus des instruments de pensée quotidiens, et des outils indispensables dans la plupart des activités humaines. Ce fut le cas, dans le passé, pour les nombres décimaux à virgule, des fonctions, des graphiques, des nombres négatifs. Aujourd'hui, il s'agit plutôt des transformations et des algorithmes.

Aller plus loin

Des matières nouvelles (les vecteurs, les dérivées, les intégrales, les statistiques et les probabilités) devraient être enseignées de façon progressive et dans des contextes qui leur donnent sens, aux élèves des trois dernières années du secondaire.

Privilégier les éléments indispensables

Certaines matières élémentaires disparaissent des mathématiques constituées ou sont absorbées dans un chapitre plus général, plus abstrait. Il ne faut pas pour autant les évacuer des programmes de l'enseignement obligatoire. Il faut ménager aux éléments indispensables à la formation la place qu'ils méritent et qu'ils ont largement perdue dans les programmes du primaire. Il s'agit de la manipulation des grandeurs, la géométrie qui étudie les propriétés des solides et des figures inscrits dans l'espace, la mesure des aires et des volumes.

¹⁸ Le CREM évoque notamment à cet égard la multitude des propriétés des triangles, les très nombreux exercices sur les coniques, la recherche des lieux géométriques.

En conclusion pour cette question, les auteurs du rapport considèrent que « *le système d'enseignement a la responsabilité d'apprendre à tous les jeunes les mathématiques élémentaires, pertinentes et utiles aujourd'hui. De plus, certains d'entre eux doivent être préparés efficacement à la carrière de chercheur. Et enfin, il importe que les autres, la grande majorité, aient la possibilité d'un dialogue avec les premiers et donc une idée honnête des mathématiques actuelles. Il est malsain pour la démocratie qu'une nation développe une intelligentsia trop à l'écart des citoyens ordinaires* ».

Deuxième question : comment développer le sens, et exercer l'autonomie de la pensée en enseignant les mathématiques.

Deux aspects sont abordés, dans le cadre de cette question : la prise en compte de situations-problèmes, et celle du contexte.

Les situations-problèmes.

Apprendre aux jeunes à penser mathématiquement ne peut se faire qu'en présence de situations qui y invitent, qui posent problème. Ces situations-problèmes « *doivent représenter pour chaque élève un défi mesuré, pas trop dur car ce serait décourageant, pas trop facile car il n'y apprendrait pas grand chose et ne serait pas stimulé* ».

L'élève doit apprendre la pensée autonome : prendre des initiatives, agir, réfléchir avec une « *intention personnelle* ». Cette perspective n'est pas propre à l'enseignement des mathématiques. Elle devrait traverser tout l'enseignement. « *Il n'est pas acceptable que, sous prétexte de préparation à la vie et aux professions, l'école transmette des savoirs dont le plein sens ne puisse apparaître qu'après l'école. Celle-ci prépare d'autant mieux à la vie qu'elle est elle-même une tranche de vie où chaque jour apporte sa part d'activités pourvues de sens dans le présent*¹⁹ ».

C'est en étant explicitement intégrée à la vie que l'école peut être pleinement motivante pour les élèves. Elle peut l'être encore en amenant les élèves à porter un regard curieux et profond sur les phénomènes apparemment banals : en supposant qu'ils ne vont pas de soi, on les met en cause par un questionnement approprié.

La pratique scientifique fait fréquemment appel à cette technique de distanciation qui stimule l'esprit.

Les contextes

Les situations-problèmes doivent se situer sur le terrain de l'élève, dans le domaine de son savoir quotidien et de ses acquis scolaires. « *Elles doivent faire sens pour lui et en même temps l'inviter à se dépasser* ».

Les situations-problèmes trouvent leurs matériaux dans un contexte. On peut y développer trois types d'activités : l'exploration, l'extraction (se focaliser sur un phénomène particulier, le cerner, l'exprimer, le traduire en concepts donnant prise au raisonnement, conjecturer, formuler des hypothèses), et l'explication (vérifier les hypothèses). « *Il est important que ces trois registres soient exercés à tous les âges de la jeunesse, car ils sont ceux de la pensée mathématique au sens plein* ».

Les contextes, dans lesquels les élèves sont invités à travailler relèvent du champ des mathématiques, mais aussi de la vie quotidienne et des autres disciplines scolaires. Pour ces dernières situations, « *une partie importante du travail consiste [dans ce cas-là] à*

¹⁹ Dans son premier avis, relatif aux objectifs généraux de l'enseignement et de la formation, le CEF défendait lui aussi cette idée : il préconisait de poursuivre les objectifs au présent (CEF, Rapport 1991-1992).

mathématiser la situation, (...) à en construire un modèle mathématique. Le modèle doit représenter le mieux possible la réalité tout en demeurant traitable mathématiquement. Le compromis entre la fidélité et la commodité du modèle doit être mis au point par va-et-vient entre la situation réelle et son image mathématique ».

La modélisation de situations réelles est indispensable à l'apprentissage des mathématiques élémentaires car

- les mathématiques constituent une forme de pensée et un ensemble de moyens d'analyse largement applicables : cela doit s'apprendre.
- elles « *puisent en partie leur substance en dehors d'elles-mêmes et leur compréhension profonde s'appuie sur des images, des analogies, des intuitions issues de la réalité* ».

La conception d'un enseignement mathématique lié à des contextes requiert que divers matériels soient mis à la disposition des élèves ; en cette matière, un laboratoire est aussi nécessaire qu'en sciences. « *Le contact avec la réalité extérieure aux mathématiques est important à tous les âges. Les objets et les phénomènes réels sont toujours et pour tout le monde sources de questions et de clartés. Il n'est pas vrai que le passage du maternel au primaire implique que l'on relègue la plupart des activités manuelles et d'observation pour se concentrer sur une pensée mathématique exprimée surtout en symboles. La même remarque vaut pour le passage du primaire au secondaire, et pour celui du secondaire inférieur au supérieur. Il n'est jamais a priori infantilisant de construire, d'expérimenter, d'observer des choses matérielles* ».

L'enseignement des mathématiques devrait donc associer, de manière équilibrée, la prise en compte du contexte qui pousse aux observations, aux manipulations, et la structuration déductive des mathématiques. Il conjugue la construction par étapes d'un savoir théorique ferme et son enracinement dans des contextes divers.

Troisième question : selon quelle progression peut-on réaliser la construction du savoir ? Quel type d'apprentissage assurer ?

Une progression est indispensable dans la construction des savoirs mathématiques. Il importe de commencer par les « objets mentaux » ; ce sont des notions de type mathématique qui, soit appartiennent à la pensée commune, soit sont intermédiaires entre celle-ci et les mathématiques constituées. Ce sont « *les instruments de la pensée mathématique en formation. Ils servent à comprendre et organiser la masse des phénomènes qui surgissent dès qu'on se pose, dans des contextes familiers, des questions qui vont « vers les mathématiques* ». ».

Le terme « d'objet mental » s'oppose à celui de « concept²⁰ ». Pour les auteurs du rapport, « *on ne peut pas commencer l'enseignement par les concepts. Ceux-ci constituent un objectif, et les objets mentaux sont un chemin pour y parvenir* ».

Si on tente d'enseigner les concepts sans passer par les objets mentaux, les élèves risquent de ne pas comprendre ce qu'on leur veut : ils vont considérer que les mathématiques sont une science arbitraire.

Un autre écueil consiste à enseigner des concepts importants, à forte connotation technique, dans des contextes pauvres : les élèves ne peuvent alors comprendre les raisons de la

²⁰ Concept : objet techniquement défini dans une théorie axiomatisée.

technicité : « *Ainsi, notre enseignement est assez souvent une entreprise de conceptualisation prématurée. (...) On enseigne souvent des concepts longtemps avant d'en montrer le véritable usage* ».

Dès lors, les recommandations suivantes sont formulées : « *des objets mentaux avant des concepts, et des concepts motivés par les progrès de la pensée* ».

L'apprentissage qui procède de cette logique se pratique « en spirale ». Il s'agit d'un enseignement qui prend en compte et organise la construction (reconstruction) par étapes des mathématiques dans chaque esprit. « *Chaque question importante est étudiée plusieurs fois, et chaque fois on en découvre de nouvelles facettes, on l'élabore davantage. Il faut pour cela programmer des suites de situations-problèmes de complexité croissante et qui motivent à chaque étape la montée d'un degré dans l'échelle de sophistication mathématique* ».

3.2.4. Les mathématiques du citoyen

Des connaissances sont nécessaires pour que chacun puisse non seulement agir à l'aise dans la société, mais encore pratiquer une citoyenneté responsable dans une société démocratique. « *Les citoyens doivent comprendre les rouages de plus en plus complexes de la société, car c'est d'eux que dépend son évolution. La démocratie serait menacée si les savoirs d'intérêt général avaient tendance à se concentrer dans une partie seulement de la situation* ».

Les auteurs évoquent à ce propos la notion de « bagage minimum du citoyen », constitué non pas d'une « *boîte à outils à usages particuliers définis une fois pour toutes* », mais de « *connaissances susceptibles de se démultiplier* ».

Il s'agit de connaissances qui s'appuient sur des acquis antérieurs, s'y articulent pour former un tout structuré, contribuant ainsi à la capacité de penser mathématiquement et de progresser dans cette capacité.

« *Certaines connaissances clés y contribuant plus que d'autres et sont comme des tremplins de départ vers de nouvelles acquisitions* ». Il faut les identifier et les privilégier dans la formation initiale des citoyens.

Pour asseoir cette formation minimale, il convient de mettre fin à la « peur des mathématiques » que manifestent tant de personnes, mais à favoriser, chez chaque personne, l'aptitude à aborder toutes les questions avec confiance, à développer des réflexes d'exploration, d'expérimentation, de recherche, de questionnement. « *Cela implique de mettre fin à la pratique encore trop répandue qui consiste à enseigner les mathématiques comme une discipline où il faut toujours trouver l'unique bonne réponse par l'unique bonne méthode, celle que le professeur a exposée* ».

3.3. Le « Rapport de la Cellule de pilotage » du Ministère de l'Éducation, de la Recherche et de la Formation (MERF).

En 1996, la Cellule de pilotage du MERF rendait public un rapport intitulé « Mathématiques de 10 à 14 ans – Continuité et compétences »²¹.

Ce travail, produit par la Commission « Mathématiques » de la Cellule de pilotage, aborde « *la science ou l'art de trouver des solutions, la pensée mathématique en action et la superposition de vérités mathématiques depuis celles de l'école maternelle jusqu'à celles de l'école secondaire* ».

²¹ « Mathématiques de 10 à 14 ans – Continuité et compétences », Cellule de pilotage, Secrétariat général du MERF, 1996 (référence : Mathématiques/96).

Objectifs poursuivis

L'introduction du rapport décrit les objectifs poursuivis par ses auteurs :

- « *Montrer les mathématiques actuelles, décrire des continuités et des progressions entre 10 et 14 ans ;*
- *Réunir les points de vue d'universitaires de la recherche pédagogique et d'inspecteurs du Fondamental et du Secondaire, à propos de contenus, d'activités, de compétences mathématiques ».*

Dans cette perspective, les auteurs ont voulu privilégier la recherche de l'unité et de la continuité de l'enseignement mathématique de 10 à 14 ans, dans les matières et dans les pratiques pédagogiques.

L'étude s'appuie sur de nombreux exemples, qui illustrent les démarches d'une pensée mathématique en action. Elle montre comment, entre 10 et 14 ans, on part des modèles et des réalités et on y revient, chaque fois que c'est possible ou que l'intuition le réclame. Elle indique aussi comment amener les élèves à percevoir aussi les mathématiques comme une branche autonome, les notions s'éloignant des réalités et des besoins de la vie quotidienne par des généralisations, des abstractions, des raisonnements. « *Cette marche vers l'abstrait est un élément majeur de la progression entre 10 et 14 ans* ».

On retrouve ici la préoccupation des inspecteurs, lorsqu'ils dénoncent le fossé qui s'est creusé, entre la 5^{ème} primaire et la fin du 1^{er} degré du Secondaire (vide supra, point 2.2.).

Des comparaisons internationales

Le Rapport consacre un de ses chapitres (chapitre 7, pp.49-53) à la description des conceptions de l'enseignement des mathématiques entre 10 et 14 ans, en application dans différents pays.

Des constantes se dessinent nettement.

Les objectifs généraux correspondent, pour tous les pays examinés²², à l'acquisition de connaissances, la contribution à la formation générale et l'apprentissage de la résolution de problèmes.

Pour certains d'entre eux²³, ils concernent aussi la construction d'une réelle relation entre les élèves et les mathématiques, et la participation au développement personnel des élèves.

Dans deux pays²⁴, l'accent est mis, à travers des objectifs socio-économiques sur les mathématiques citoyennes : rendre les travailleurs « *mathématiquement lettrés* », favoriser l'épanouissement de compétences sociales, la formation à l'indépendance et à la responsabilité dans une société démocratique.

Les méthodes présentent de nombreuses convergences. L'ensemble des pays s'accorde pour préconiser la résolution de problèmes, l'action, et situer l'apprentissage des mathématiques dans des contextes.

²² Communauté flamande de Belgique, Etats-Unis, Land de Rhénanie-Westphalie en Allemagne, Angleterre, Pays de Galles, France.

²³ Communauté flamande de Belgique, Etats-Unis, Land de Rhénanie-Westphalie en Allemagne.

²⁴ Etats-Unis, Land de Rhénanie-Westphalie en Allemagne

La Rhénanie-Westphalie parle d'enseignement en spirale (vide supra, dans le Rapport DANBLON, au point 3.1.). La Communauté flamande de Belgique, la Rhénanie-Westphalie et la France mettent en évidence la relation avec d'autres matières.

Sur le plan des **contenus**, tous les pays accordent de l'importance aux manipulations, comparaisons, composition de grandeurs avant toute idée de mesure. Ils introduisent les calculatrices dès l'école primaire, sans pour autant renoncer au calcul mental ou écrit, remis à leur juste place.

Dans quelques pays²⁵, certaines étapes de l'algèbre sont abordées à l'école primaire, ainsi que des aspects de la géométrie (la représentation plane des solides). On y retrouve aussi au Secondaire une première approche des probabilités et des statistiques. Aux Etats-Unis, en Angleterre-Pays de Galles, le traitement des données a sa place en primaire.

²⁵ Etats-Unis, Angleterre et Pays de Galles, Land de Rhénanie-Westphalie en Allemagne

Deuxième partie :

AVIS DU CONSEIL

Analyse et propositions

Comme il l'a fait pour l'enseignement des sciences, dans l'avis qu'il a rendu en mars 1998²⁶, le CEF souhaite être exhaustif dans l'examen des différents aspects de l'enseignement des mathématiques en Communauté française de Belgique.

Aussi son avis envisage-t-il successivement les objectifs, les contenus, les méthodes, les moyens humains, les moyens matériels et l'évaluation.

1. Les objectifs

1.1. Inscrire l'enseignement des mathématiques dans les missions de l'école

La formation mathématique doit contribuer de façon essentielle à la poursuite des objectifs généraux de l'enseignement, définis par le monde politique dans le **décret-missions**.

Comme les autres activités éducatives, cet enseignement visera donc à

- *Promouvoir la confiance en soi et le développement de la personne de chacun des élèves ;*
- *Amener tous les élèves à s'approprier des savoirs et à acquérir des compétences qui les rendent aptes à apprendre toute leur vie et à prendre une place active dans la vie économique, sociale et culturelle ;*
- *Préparer tous les élèves à être des citoyens responsables, capables de contribuer au développement d'une société démocratique, solidaire, pluraliste et ouverte aux autres cultures ;*
- *Assurer à tous les élèves des chances égales d'émancipation sociale.*

Les analyses et propositions des experts, mentionnées dans le rapport au CEF, mettent particulièrement en évidence certains aspects de ces objectifs.

La formation du citoyen

L'enseignement des mathématiques, dans le Fondamental et dans le Secondaire, doit assurer à la fois des connaissances et des compétences spécifiques aux diverses disciplines, mais aussi réaliser une formation qui permette à l'élève aujourd'hui, et plus tard, à l'adulte, d'exercer pleinement ses responsabilités de citoyen. Cet aspect est précisément développé dans le rapport du CREM. Ses auteurs insistent notamment sur le rôle des mathématiques dans l'exercice d'une citoyenneté responsable dans une société démocratique. Il importe pour eux que les savoirs d'intérêt général ne soient pas réservés seulement à quelques-uns. Certes, tous les jeunes n'envisagent pas de faire carrière dans une discipline mathématique.

Mais il est toutefois nécessaire que chacun soit équipé d'un « *savoir de base*

²⁶ Conseil de l'Education et de la Formation, « Avis n°54 relatif à l'évaluation des résultats des élèves en sciences », 6 mars 1998.

*indispensable*²⁷ » dans lequel la dimension mathématique est bien présente. C'est ce que les auteurs du rapport du CREM appellent le « *bagage minimum du citoyen* », constitué de connaissances susceptibles de se démultiplier.

Le Rapport DANBLON aborde aussi cet aspect, quand il propose de « *prévoir, pour chaque citoyen, de la maternelle jusqu'au terme de la scolarité obligatoire, un ensemble commun de connaissances et de capacités mathématiques fondamentales* ». Cet ensemble serait pensé globalement à partir d'un unique noyau de base.

Cette préoccupation est présente aussi dans des pays étrangers (Etats-Unis et Land de Rhénanie-Westphalie en Allemagne²⁸).

L'acquisition de la confiance en soi

Pour acquérir la confiance en soi évoquée dans le premier objectif général, il faut résolument s'attaquer à la « peur des mathématiques » qu'éprouvent nombre de jeunes et d'adultes. Le Rapport du CREM, à ce propos aussi, prend clairement position : l'enseignement des mathématiques doit amener les élèves à s'intéresser à toutes les questions avec confiance, à vouloir expérimenter, essayer, questionner, chercher. Pour ce faire, les enseignants devront développer des attitudes d'ouverture, d'accueil aux initiatives des élèves, sans attendre d'eux l'application convergente d'une méthode imposée, sans exiger toujours la « bonne réponse prévue » alors que d'autres voies de résolution sont envisageables et acceptables.

L'appropriation, mieux, la construction des savoirs

L'objectif d'appropriation des savoirs occupe lui aussi une place importante dans les études récentes consacrées à l'enseignement des mathématiques en Communauté française. Dans l'esprit des objectifs généraux définis par le CEF en 1992, c'est même la « construction des savoirs » qui retient l'attention des experts.

Le rapport DANBLON l'évoque à propos de « l'enseignement en spirale ». Il propose que l'éducation mathématique soit « *construite dans sa cohérence globale d'un bout à l'autre de la jeunesse, avec des passages et repassages aux points clés, et chaque fois un approfondissement, une généralisation, une vue plus large. C'est ce qu'on appelle souvent l'enseignement en spirale* ».

Il recommande en outre d'articuler l'enseignement des mathématiques à la résolution de situations-problèmes, et de construire, et reconstruire avec les élèves les principaux concepts.

Le rapport du CREM abonde dans le même sens, lorsqu'il s'oppose à la transmission d'un « savoir achevé », mais invite à construire avec les élèves un savoir qui réponde à leurs interrogations, portant sur des situations-problèmes de la vie quotidienne. Dans cet esprit, il est essentiel que les élèves apprennent la pensée autonome, soient mis en situation de prendre des initiatives, d'agir, de réfléchir avec une « *intention personnelle* ».

1.2. Une réflexion sur les objectifs repris aux socles de compétences²⁹

²⁷ Avis du CEF relatif aux objectifs particuliers à l'enseignement secondaire (5février 1992).

²⁸ « Mathématiques de 10 à 14 ans – Continuité et compétences », Cellule de pilotage, Secrétariat général du MERF, 1996 (référence : Mathématiques/96).

Pour ***l'enseignement primaire***, le cadre général précise que l'étude des mathématiques « *s'effectue au départ d'objets, de faits vécus et observés dans le réel. L'accent est mis, non sur une accumulation quantitative et répétitive d'exercices, mais sur une véritable formation mathématique au travers de la construction et du développement d'une compétence essentielle : relever des défis à l'intelligence, résoudre des situations problématiques et recourant tant à l'intuition qu'à la mise en évidence de liens logiques. La réflexion portée sur cette résolution de situations problématiques conduit à mathématiser le réel et à procéder à des abstractions au départ de celui-ci* ».

Qu'elles soient d'intégration ou spécifiques, les compétences à acquérir s'articulent à la résolution de situations-problèmes et correspondent aux « *savoir-calculer, savoir-mesurer, savoir-structurer l'espace et ses composantes* ».

Même s'ils insistent sur le recours à des situations-problèmes, les socles n'en présentent pas, se limitant à énumérer des compétences à atteindre telles qu'elles figurent généralement dans des programmes. Le rapport DANBLON (quand il suggère de disposer de « réserves de situations problématiques appropriées »), le rapport du CREM (qui propose que des chercheurs et des enseignants produisent ensemble des « curriculums ») sont précis dans leur demande : il serait souhaitable que les groupes de travail chargés de rédiger les futurs socles s'en inspirent.

Au ***premier degré de l'enseignement secondaire***, les Socles soulignent d'entrée de jeu que « *l'enseignement des mathématiques s'adresse à des élèves qui ont des acquis très variables, tant au niveau des notions disponibles que des démarches d'apprentissage* »

Cette affirmation ne laisse pas d'étonner, quand on sait que l'enseignement fondamental n'est pas un enseignement qui se différencie par des choix possibles d'options et de filières. Il est connu – mais cet aspect est généralement déploré – que l'enseignement belge francophone est très hétérogène dans ses résultats, précisément parce qu'il pratique peu l'hétérogénéisation des publics.

Le texte des Socles poursuit en affirmant que « *Au départ de cette diversité, les établissements eux-mêmes déploient des projets et des méthodes propres* ». On peut espérer qu'ils le font pour réduire les différences, puisque le texte ajoute « *Programmes et socles de compétences ont néanmoins pour but de donner à tous une base de formation commune* ».

On retrouve sans doute ici les recommandations déjà formulées par le CEF, quand il introduit la notion de « savoir de base indispensable », à faire acquérir par tous les élèves au sortir de l'enseignement de base, ou le « bagage minimum du citoyen », cher au CREM. Il s'agit là d'un aspect essentiel, qu'il convient d'affirmer sans réticence.

Pour ce niveau d'enseignement, les socles détaillent aussi une série de compétences, à savoir :

- comprendre un message
- traiter, argumenter, raisonner
- communiquer
- appliquer
- généraliser, structurer, synthétiser.

²⁹ « Socles de compétences dans l'enseignement fondamental et au premier degré de l'enseignement secondaire », MERF, 1994.

Ces compétences, présentées dans un ordre différent, s'identifient à celles qui sont décrites dans les Socles pour l'enseignement scientifique. Pour celles-ci, le CEF a montré qu'elles ne correspondent pas totalement à la démarche scientifique³⁰. Leur présentation juxtaposée ne fait pas apparaître leurs mutuelles relations, leur interdépendance. Par exemple, aucun lien n'est mis en évidence entre « appliquer » et « généraliser ».

1.3. Au lieu d'un outil de sélection, faire des mathématiques un outil de promotion.

Le titre de cette partie est emprunté à une récente interview de Nicolas ROUCHE, Directeur du CREM³¹. Il reconnaît qu'actuellement, on utilise largement les mathématiques pour opérer une sélection entre les élèves, à tous les niveaux de l'enseignement. Il considère qu'on peut faire autre chose : *« en faisant des mathématiques qui ont du sens, qui donnent un pouvoir d'interprétation de situations diverses, que celles-ci se trouvent dans des disciplines extérieures aux maths ou dans les maths elles-mêmes. Car il y a des questions intéressantes et stimulantes aussi dans les mathématiques ! Ceux qui ont été éduqués de manière à aimer vivre avec une préoccupation mathématique ont une possibilité de bonheur intime : on réfléchit, on s'enfonce dans sa réflexion, on trouve un petit peu, un peu plus, davantage ... Tout cela est finalement très agréable. (...) Si vous donnez au citoyen ordinaire une maîtrise de son environnement, dans la mesure où celui-ci se prête à une approche mathématique, vous lui donnez une assurance, une clairvoyance dans la vie qu'il n'aurait pas eue autrement ».*

Pour remplacer la sélection par la promotion, il faut mettre fin à la « peur des mathématiques », en développant chez tous les élèves la confiance en leur possibilités de comprendre les mathématiques, de trouver du plaisir à les pratiquer, de l'utilité à y recourir. Les enseignants ont un rôle majeur à jouer dans le revirement à opérer. Il en sera question plus loin, dans la partie consacrée aux moyens humains.

2. Les contenus

Il faut d'abord remarquer que, contrairement à la situation qui prévalait pour les sciences, les programmes de mathématiques de la Communauté française correspondent largement (85%) à la moyenne des programmes des autres pays. Cela n'empêche qu'il serait judicieux de revoir certains contenus, comme le suggère le point 2.1. ci-dessous.

Les analyses formulées par les inspecteurs de l'enseignement et celles qui sont contenues dans le Rapport DANBLON et dans l'étude du CREM convergent pour préconiser une formation mathématique cohérente sur l'ensemble de l'obligation scolaire. Cet aspect doit inspirer les propositions avancées.

2.1. Un noyau de base

Il faut apprendre aux jeunes des mathématiques élémentaires, pertinente et utiles aujourd'hui. Pour certains d'entre eux, cette première étape de formation débouchera sur un

³⁰ Conseil de l'Education et de la Formation, « Avis n°54 relatif à l'évaluation des résultats des élèves en sciences », 6 mars 1998.

³¹ A-M. PIRARD, « Nicolas Rouche – Apprendre les mathématiques du citoyen », L'Ecole 2000 – janvier, février 1998, pp.4-5.

approfondissement, conduisant par exemple à une carrière de chercheur. Pour beaucoup d'autres, qui n'adopteront pas cette voie, elle doit rendre possible un dialogue avec les premiers : les spécialistes et les simples citoyens doivent pouvoir établir des échanges, s'entendre et se comprendre.

Les différents programmes devraient être pensés à partir d'un unique « noyau de base », comportant un ensemble commun de connaissances et de capacités mathématiques fondamentales. Ce noyau pourra être complété, intégré dans un programme de formation plus vaste, donner lieu à des applications selon les orientations que choisiront les élèves, au terme de l'enseignement de base ou de l'enseignement secondaire.

Dans cette conception, il faut revoir en profondeur les contenus enseignés, de manière à circonscrire le noyau de base : écarter des programmes actuels certaines matières, devenues des « branches mortes », introduire des notions nouvelles. Ces modifications seront apportées en tenant compte de l'évolution de la recherche en mathématiques, mais aussi de leur utilité dans les activités humaines importantes, et comme instruments de pensée quotidiens.

2.2. Un enseignement de continuité

Cet aspect du contenu de la formation mathématique est souligné avec force par les inspecteurs et par les chercheurs.

Les premiers regrettent particulièrement la rupture qui caractérise le passage primaire-secondaire (elle se manifeste notamment par les différences de langage entre instituteurs et régents).

Les chercheurs du CREM recommandent une conception globale de l'enseignement des mathématiques « *d'un bout à l'autre de la jeunesse* ». Ils signalent aussi que cette conception est largement partagée, sur le plan international.

Le groupe de travail de la Cellule de pilotage³² propose très concrètement d'entamer la continuité des apprentissages dès l'école maternelle. Intégré à des situations de vie, l'apprentissage « préscolaire » des mathématiques permet de construire une première approche de notions à travers des activités ludiques : apprentissage des nombres, des grandeurs, des formes, introduction du vécu, du représenté, du conceptualisé. Mais aussi « *acquisition d'un bon moral à l'égard des mathématiques* ».

2.3. Aborder des situations-problèmes

Evoqué déjà dans les objectifs, à propos de la construction des savoirs, la résolution de problèmes constitue un contenu essentiel de la formation mathématique.

Tous les experts, pédagogues et chercheurs, chez nous et dans d'autres pays partagent ce point de vue, comme cela figure dans la première partie de cet avis.

Pour l'enseignement fondamental, les socles de compétences³³ préconisent que l'étude des mathématiques s'effectue au départ d'objets, de faits vécus et observés dans le réel. « *L'accent est mis, non sur une accumulation quantitative et répétitive d'exercices, mais sur une véritable formation mathématique au travers de la construction et du développement*

³² « Mathématiques de 10 à 14 ans – Continuité et compétences », Cellule de pilotage, Secrétariat général du MERF, 1996 (référence : Mathématiques/96).

³³ Page 53.

d'une compétence essentielle : relever des défis à l'intelligence, résoudre des situations problématiques en recourant tant à l'intuition qu'à la mise en évidence des liens logiques. La réflexion portée sur cette résolution de situations problématiques conduit à mathématiser le réel et à procéder à des abstractions au départ de celui-ci ».

Pour le 1^{er} degré de l'enseignement secondaire, les socles de compétences³⁴ proposent que « *Au départ, les thèmes et situations mettent en route une pédagogie de la recherche (...). Les activités des élèves, déclenchées par les situations proposées utiliseront et développeront des compétences spécifiques à la résolution de problèmes (...). Le travail de structuration, de généralisation et de synthèse consiste à dégager des activités, les matières qui figurent dans le noyau du programme ».*

Une précision s'impose cependant. S'approprier les mathématiques en traitant des situations-problèmes ne signifie pas qu'on se limite à examiner les situations de la vie quotidienne des élèves. Il s'agirait là d'une dérive utilitariste, qui compromettrait fondamentalement l'acquisition des savoirs mathématiques. Lorsqu'on évoque des situations-problèmes, on envisage celles qui « font problème à l'élève ». Elles se trouvent certes dans la vie personnelle des élèves, mais aussi dans d'autres disciplines scolaires et, nécessairement, dans le champ mathématique lui-même.

Ce type de contenu comporte deux phases de traitement. Il convient d'abord d'apprendre à « poser le problème », à l'identifier en formulant les bonnes questions. Ensuite, on pourra passer à la résolution du problème, en recherchant les bonnes réponses.

Pour concrétiser ces propositions, il faut réunir des conditions de réalisation, en matière de formation et d'accompagnement des enseignants, de matériel, de supports documentaires, d'organisation. Ces aspects seront abordés plus loin, lorsque seront examinés les moyens humains et matériels.

2.4. Les contenus spécifiques

Il n'appartient pas au CEF de décrire les différentes matières qui devraient intervenir dans les contenus de la formation mathématique de l'enseignement de base.

Ces questions sont abordées de manière précise dans plusieurs des publications qui ont été utilisées pour rédiger cet avis. Il s'agit principalement du Rapport du CREM et du Rapport de la Cellule de pilotage du Ministère de l'Éducation, de la Recherche et de la Formation (MERF). Ces deux documents, très riches et détaillés, sont tout à fait complémentaires : plusieurs personnes ont travaillé dans les deux équipes de rédaction. Composés de chercheurs en mathématiques et en pédagogie, d'inspecteurs, de membres de l'administration du MERF et d'enseignants du terrain, ils ont produit un travail remarquable qui mériterait une très large diffusion auprès des enseignants.

3. Les méthodes

3.1. La construction des savoirs et l'enseignement en spirale

Par un enseignement articulé à la résolution de problèmes, on met quotidiennement les élèves aux prises avec des difficultés à repérer, à analyser, à lever. En programmant judicieusement la succession des situations présentées, on peut conduire les élèves à

³⁴ Page 128.

édifier eux-mêmes, pas à pas, leur propre savoir. Il ne s'agira cependant pas de leur faire tout redécouvrir : ce serait impossible, et de toute façon peu efficace.

Cette construction procède selon un schéma général appelé « enseignement en spirale ». Préconisé dans le Rapport DANBLON, il a été présenté dans la première partie de ce texte. Une description intéressante en est fournie dans une publication récente du CREM³⁵ : « *Le savoir ainsi construit progressivement ne l'est pas comme un mur ou une maison, par l'adjonction, chaque fois définitive, d'une nouvelle brique. Les concepts s'élaborent à partir des notions quotidiennes, par ajustements successifs, pour servir dans des situations problématiques de plus en plus difficiles. Les ajustements permettent de franchir des obstacles nouveaux, les concepts s'élaborent techniquement pour répondre aux besoins des démonstrations. La rigueur n'est pas une exigence imposée a priori, comme propriété ou condition bien définie de la pensée mathématique. Au contraire, elle s'élabore aussi par paliers comme un moyen de cette pensée en progrès* ».

3.2. La maîtrise des langages

Les inspecteurs de mathématiques, consultés par le CEF sont préoccupés par l'excès de formalisme qui caractérise souvent l'enseignement des mathématiques, et dans lequel le sens disparaît. On constate d'ailleurs que les élèves, invités à utiliser un langage mathématique fait de symboles et de signes spécifiques se montrent incapables d'établir des liens, une correspondance entre ce langage et leur propre langue. Or, « *le véhicule constant de la pensée mathématique est la langue naturelle. C'est pourquoi le professeur de mathématiques doit aussi être un professeur de français. Bien entendu, les symboles et formules sont très souvent utiles, voire nécessaires, mais ils doivent s'inscrire dans des phrases et des paragraphes qui reflètent la pensée*³⁶ ».

Il convient aussi d'insister sur la capacité de lire des textes mathématiques. Les élèves éprouvent souvent, en effet, des difficultés à lire un texte mathématique au langage précis et rigoureux.

Les enseignants doivent être attentifs à ces aspects, et en faire une exigence constante dans leur enseignement.

3.3. La préoccupation du sens

En relation immédiate avec le point précédent, il faut recommander, avec tous les experts consultés par le CEF, d'amener un supplément de sens dans les cours de mathématiques.

En effet, elles sont trop souvent enseignées dans leur forme déductive sans faire suffisamment de place à la genèse des théories, aux contextes problématiques dans lesquelles elles sont applicables ou explicables, à l'activité mathématique des élèves.

Des difficultés surgissent cependant dans la réalisation de cette volonté de modifier cette situation.

- Même si les appels au développement d'une pensée autonome chez les élèves se multiplient, il faut se rendre compte que nombre d'enseignants insistent encore sur l'inculcation de routines de calcul. « *Imposer l'exécution selon des règles invariables de calculs qui n'ont d'autres objectifs qu'eux-mêmes, c'est-à-dire qui ne répondent à aucune*

³⁵ N. ROUCHE, « L'enseignement des mathématiques d'hier à demain », CREM a.s.b.l., mars 1995, p. 34.

³⁶ Id. p.35.

question dans aucun contexte, c'est placer les élèves à côté du sens. En ce faisant, on leur apprend l'insignifiance, on les prive d'occasions de penser sérieusement et on leur donne des mathématiques une idée fautive et affligeante³⁷ ».

N. ROUCHE étudie les causes – à ses yeux multiples – de cette véritable déviation de l'enseignement.

Elle est liée à des conceptions que partagent des enseignants, et qu'ils ont généralement héritées de leurs années d'études. Ce sont par exemple :

- Les mathématiques consistent à calculer juste ;
- Il faut savoir calculer sans faute pour faire des mathématiques avancées ;
- Il faut préparer les élèves à pouvoir suivre dans l'année suivante par un apprentissage intensif des techniques de calcul.

Elle s'explique aussi par le fait qu'enseigner des routines de calcul est sécurisant, et ne fait courir aucun risque à l'enseignant. Ces activités permettent une cotation objective, quantitative. « *Mais à quoi sert de coter objectivement des acquisitions négligeables ?* »

Le calcul n'est cependant pas en soi une activité inutile ou accessoire. « *Ce ne sont donc pas les calculs qu'il faut éviter, mais bien l'inculcation de règles de calcul hors des contextes où elles peuvent servir. Ces règles s'acquièrent de façon intelligente et durable par un usage régulier dans des contextes significatifs, c'est-à-dire des contextes où les fautes de calcul portent à conséquence, où elles entravent le sens. Ce qui est dorénavant fondamental, c'est d'apprendre où, quand et comment il faut demander à une machine de calculer, c'est aussi de comprendre le sens des opérations qu'on lui demande et de les contrôler³⁸ ».*

- Une seconde difficulté est liée à l'abandon, par certains enseignants, de toute considération des structures axiomatiques. Echaudés par l'expérience des mathématiques modernes, ils veulent faire travailler les élèves exclusivement dans leur univers quotidien. Le danger de cette démarche est de maintenir les élèves dans des mathématiques empiriques, de ne pas assez intégrer la théorie dans l'exercice de la pensée, dans la résolution de problèmes.

« Les concepts, les théories, les structures sont les instruments de la pensée efficace. Il faut donc y tendre sans cesse et les enseigner, moins comme objets de contemplation que, précisément, comme instruments de pensée³⁹ ».

Remarque :

Si l'excès de formalisme, dénoncé notamment par les inspecteurs de l'enseignement secondaire, est effectivement condamnable, il faut toutefois rappeler la nécessité d'une certaine formalisation, qui facilite la réflexion et la communication. Pour que la formalisation soit assimilée et utile, il faut qu'il y ait matière à réfléchir et à communiquer, et que les difficultés de réflexion et de communication soient suffisamment importantes pour justifier d'introduire un nouveau vocabulaire et/ou de nouvelles notations. Dans ces conditions, la formalisation n'est pas gratuite, mais elle a du sens et facilite la poursuite du travail, notamment du travail de conceptualisation. L'introduire trop tard serait aussi mauvais que l'introduire trop tôt .

³⁷ Id. p. 36.

³⁸ Id. p. 37.

³⁹ Id. p. 38.

3.4. Une organisation générale de l'enseignement

Comme le CEF l'a déjà mentionné dans l'avis relatif à l'évaluation des résultats en sciences⁴⁰, il convient d'articuler l'enseignement des mathématiques et des sciences, et d'établir des relations étroites entre théorie et pratique.

Le recours à la résolution de problèmes permet de concrétiser ces recommandations. Il ne faudrait cependant pas limiter la formation mathématique à la fourniture d'outils pour résoudre des problèmes à caractère scientifique : même si cette dimension est intéressante, elle n'est pas suffisante pour atteindre les objectifs du cours de mathématiques.

C'est probablement par la modélisation de situations réelles que des synergies entre sciences et mathématiques trouveront le mieux à se développer, de manière réellement coopérative. La démarche expérimentale, qui sous-tend l'enseignement des sciences que le CEF a recommandé, est tout à fait appropriée à l'enseignement des mathématiques, comme l'explique le Rapport du CREM (voir 1^{ère} partie de cet avis, point 3.2.3.).

Les situations réelles, les « contextes » dans lesquels on propose de faire travailler les élèves peuvent relever de la vie quotidienne des élèves, ou d'autres disciplines scolaires (par exemples, les sciences et les techniques). Mais il ne faut pas négliger à cet égard les contextes qui relèvent du champ même des mathématiques, qui peut fournir des situations « posant problème pour l'élève ».

Dans cette logique, le passage aux concepts ne doit pas être trop rapide : il faut éviter toute conceptualisation prématurée. On n'enseignera pas les concepts avant d'en montrer le véritable usage. Comme le propose le CREM, il vaut mieux commencer par les « objets mentaux », intermédiaires entre la pensée commune et les mathématiques constituées, et ne passer aux concepts que lorsqu'ils sont motivés par les progrès de la pensée.

4. Les moyens humains

4.1. Le rôle des enseignants

Dans un enseignement mathématique conçu en relation étroite avec la résolution de situations-problèmes, le rôle des enseignants est particulier.

Ils doivent être d'abord des « facilitateurs d'apprentissage », accompagnant les élèves dans la construction de leurs savoirs, plus que des transmetteurs de connaissances.

Dans cet esprit, ils développeront aussi des collaborations avec leurs collègues : travailler dans des contextes rend nécessaire le recours à l'interdisciplinarité. De même, ils seront nécessairement amenés à ouvrir leur enseignement vers l'extérieur.

Il ne sera pas facile, pour les enseignants, de remplir ce rôle difficile. Comme l'évoque N. ROUCHE⁴¹, « pour qu'un professeur puisse proposer des situations-problèmes à ses élèves, il faut qu'il ait lui-même l'habitude de travailler des questions ouvertes. Il faut qu'il ait une connaissance approfondie à la fois de la matière mathématique et de ses avatars dans un esprit de recherche. Le plus simple pour qu'il ait ces capacités-là serait qu'on les ait développées en lui tout au long de ses études. On est habituellement loin du compte. Et de plus on voit le paradoxe : pour que l'enseignement se renouvelle dans notre génération, il faudrait qu'il ait déjà été renouvelé dans la génération précédente ».

⁴⁰ Avis n°54 : « Evaluation des résultats des élèves en sciences », 6 mars 1998.

⁴¹ N. ROUCHE, « L'enseignement des mathématiques d'hier à demain », CREM a.s.b.l., mars 1995, p. 38.

4.2. La formation des enseignants

Les différents experts que le CEF a consultés pour rédiger cet avis accordent une grande importance à la formation des enseignants, qu'elle soit initiale ou continuée. Cette partie de l'avis du CEF dresse l'inventaire des propositions émises par les inspecteurs et les chercheurs, telles qu'elles ressortent des analyses détaillées dans la première partie.

La formation initiale

Le Rapport DAMBLON est explicite, en cette matière. Pour ses auteurs, les futurs enseignants doivent posséder des connaissances solides, être capables de pensée autonome, être rompus à la résolution de problèmes. Le CREM quant à lui insiste sur la nécessité de former les enseignants qui acceptent l'idée d'un apprentissage constructiviste, et reconnaissent une part suffisante d'autonomie aux élèves.

La formation des futurs instituteurs devrait donner lieu à une réflexion approfondie. Si certains restent très attachés à la polyvalence des instituteurs, d'autres considèrent qu'elle constitue un objectif quasi impossible. Pour ces derniers, il serait opportun de former deux sortes d'instituteurs, spécialisés dans des disciplines distinctes, qui travailleraient de manière collégiale avec les élèves.

Ils justifient cette proposition par l'exigence, faite aux enseignants qui auraient recours systématiquement à la résolution de situations-problèmes, d'avoir une connaissance étendue et une compétence sans faille dans la matière enseignée. Cette exigence ne pourrait être réalistement posée pour l'ensemble des disciplines.

Le CEF considère que cette question devrait être examinée de façon générale, dans un cadre plus large que celui du présent avis.

Pour les étudiants de l'agrégation de l'enseignement secondaire inférieur, le programme devrait comporter une étude avancée des mathématiques élémentaires, sans se limiter à celles qui sont enseignées au degré inférieur. Leur formation devrait être placée sous la responsabilité d'une équipe diversifiée d'enseignants, ayant des expériences variées dans le niveau d'enseignement pour lequel ils les forment.

Il importe aussi qu'ils soient spécifiquement préparés à enseigner dans le technique et le professionnel. Ces filières concernent un grand nombre d'élèves de l'enseignement secondaire, or les futurs enseignants ne sont que rarement préparés à y enseigner. : « *la quasi inexistence actuelle d'une telle préparation est une lacune grave. Elle est une cause, parmi d'autres, de ce que bon nombre de professeurs enseignent à ces classes sans enthousiasme et demandent à les quitter* ».

Des liens étroits devraient relier les départements d'enseignement supérieur pédagogique des Hautes Ecoles, et le terrain de l'enseignement fondamental et de l'enseignement secondaire inférieur⁴². En outre, pour assurer la continuité des apprentissages, il faudrait aussi décroiser les niveaux du Fondamental et du Secondaire inférieur. Il s'agit là d'aspects par lesquels les inspecteurs sont très préoccupés.

Des relations devraient être établies sur différents plans :

⁴² L'évaluation IEA ayant été effectuée avec des élèves de 14 ans (fin du 1^{er} degré de l'enseignement secondaire), le CEF a limité son analyse à l'enseignement de base. La formation des enseignants à l'Université n'est donc pas prise en compte dans cet avis.

- Les professeurs de l'enseignement supérieur devraient avoir une connaissance réelle du terrain pour lequel ils forment leurs étudiants. Cette connaissance pourrait s'opérer par le moyen de collaborations concrètes et ciblées entre enseignants du Fondamental et du Secondaire inférieur et enseignants du Supérieur pédagogique : élaboration de réserves de situations-problèmes, d'épreuves d'évaluation critériées, de documents pédagogiques ou de textes de référence. Ce faisant, l'enseignement supérieur serait amené, au-delà d'une meilleure connaissance du terrain, à accentuer son implication dans la recherche appliquée tandis que les enseignements fondamental et secondaire bénéficieraient d'une assistance technique et pédagogique bienvenue.
- Des collaborations devraient également s'établir entre les corps d'inspecteurs des différents niveaux (fondamental, secondaire inférieur et supérieur pédagogique). Ils pourront ainsi favoriser et encourager les rapprochements préconisés ci-dessus.
- Des lieux de rencontre formalisés devraient être prévus pour réunir dans un travail commun les enseignants du supérieur pédagogique des différentes sections (maternel, primaire, secondaire). Ce faisant, on pourrait rendre plus proches certains aspects de la formation initiale des futurs enseignants, avec la perspective de rendre plus probable leur future coopération sur le terrain. On pourrait profiter de ces rencontres pour souligner la nécessaire continuité verticale des apprentissages, notamment pour les mathématiques où les ruptures sont fréquentes et regrettables.
- Aux niveaux du primaire et du secondaire, l'enseignement des mathématiques est cloisonné, pour les actions de recherche⁴³. La séparation des recherches relatives à ces niveaux justifie que trop peu de personnes, en Communauté française, s'efforcent de développer une vue cohérente de l'apprentissage des mathématiques depuis le plus jeune âge jusqu'à l'âge adulte. Cette lacune est dénoncée par la Commission DAMBLON.

Une manière d'y mettre fin consisterait à regrouper des enseignants et des chercheurs, intéressés aux différents niveaux d'enseignement, pour concevoir ensemble des outils à caractère didactique. Il y sera fait mention dans la suite du texte (moyens matériels).

La formation continuée

Les inspecteurs souhaitent que la formation continuée soit rendue accessible à tous les enseignants qui sont actuellement en activité de service, pour qu'à travers elle soient diffusées, expliquées, adoptées les innovations pédagogiques et les recommandations propices à améliorer la qualité de l'enseignement.

Ils insistent particulièrement sur l'articulation à opérer entre les prochains socles de compétences et la formation continuée des enseignants. Ils proposent qu'une politique coordonnée soit menée pour permettre aux enseignants de s'approprier les socles, d'en comprendre l'utilité, d'en mesurer l'intérêt, d'en inspirer leur enseignement, et les amener à les considérer comme des objectifs à atteindre avec tous les élèves.

Il est probable que la simple diffusion du document écrit ne produira ce résultat que dans un petit nombre de cas. Il faudrait donc soutenir, conjointement à la publication des nouveaux socles, l'organisation d'actions de formation continuée destinées à soutenir les enseignants dans la mise en œuvre des prochains socles.

Deux axes de développement de la formation continuée sont évoqués par l'inspection :

⁴³ Les recherches sur l'apprentissage et l'enseignement des mathématiques sont menées séparément, pour le maternel et le primaire, en facultés de psychopédagogie, pour le secondaire dans les départements de mathématiques.

La formation continuée classique (séquences de formation réunissant des enseignants et des formateurs, à l'extérieur de l'école) permet aux enseignants de se concentrer sur leur formation et de participer à des échanges de pratiques et des confrontations qui s'avèrent toujours enrichissantes.

Toutefois, cette formule comporte un inconvénient important par le fait que les professeurs en formation, absents de leur établissement, n'y sont pas remplacés. Cet aspect mériterait une recherche de solution. Toutefois, il concerne des domaines beaucoup plus larges que le seul enseignement des mathématiques, et ne sera donc pas traité dans ce cadre-ci.

La concertation et le travail quotidien en équipe de collègues d'une même école ou d'écoles proches comporte une dimension formative sur laquelle les inspecteurs tiennent à mettre l'accent. Elle s'apparente à ce que préconise la Commission DAMBLON.

Ses membres considèrent que la formation continue la plus efficace est celle qu'acquière les enseignants lorsqu'ils travaillent en collaboration à la production des matériaux de leur propre enseignement.

Pour être efficace, la formation continue doit être reconnue comme un droit et être intégrée harmonieusement à l'exercice de la profession.

5. Les moyens matériels

5.1. Organiser les cours dans le temps

Pour l'enseignement des sciences, le CEF avait mis en évidence, dans l'enseignement fondamental, que les volumes horaires prévus pour certaines activités n'y étaient pas effectivement affectés. Cette situation n'est pas perceptible pour l'enseignement des mathématiques, considéré dans tout l'enseignement de base comme une matière importante, voire primordiale.

Toutefois, si les volumes prévus pour la formation mathématique y sont effectivement affectés, la question de l'organisation des apprentissages dans le temps (hebdomadaire et journalier) le concerne tout autant que les autres disciplines. L'enseignement est officiellement et légalement atomisé en séquences artificielles de 50 minutes dans le secondaire. Il semble que cette pratique contamine aussi l'enseignement fondamental, alors que la présence d'un enseignant unique pour la plupart des matières permettrait de concevoir un enseignement non cloisonné, intégrant l'ensemble des disciplines dans des activités interdisciplinaires.

La Commission des Rythmes Scolaires⁴⁴ avait attiré l'attention sur ces aberrations. Elle avait notamment dénoncé le saucissonnage des matières en séquences artificielles de 50 minutes, et leur dispersion dans la grille horaire, sans aucune logique pédagogique.

La succession artificielle d'un cours de mathématiques et d'un cours de français ou d'histoire, qui sera lui-même suivi d'une activité consacrée à une autre discipline, ne comporte aucune cohérence.

Pour réaliser un enseignement articulé à la réalité, intégrant les diverses disciplines en favorisant leur complémentarité, il faudrait revoir fondamentalement l'aménagement du temps scolaire. Renoncer au découpage en unités de 50 minutes, incompatibles avec le développement d'activités où les élèves sont acteurs. Organiser les horaires de manière à

⁴⁴ Commission des Rythmes Scolaires, Rapport final (octobre 1991).

encourager la collaborations d'enseignants travaillant ensemble, avec les élèves, à la résolution de problèmes interdisciplinaires.

On pourrait adopter – au moins pour l'enseignement de base – une conception de l'enseignement articulée, non pas aux disciplines, mais aux thématiques problématiques dans la résolution desquelles ces disciplines interviennent.

Pour concrétiser des propositions de ce type, il n'est pas indispensable de légiférer : des marges de manœuvre existent, dans l'organisation de l'enseignement. Elles seront exploitées si les chefs d'établissement, convaincus de leur intérêt, acceptent d'envisager une certaine souplesse dans l'organisation, et si les équipes pédagogiques envisagent l'innovation comme une amélioration possible, pas comme un danger probable.

5.2. Disposer de locaux équipés

Le CREM considère que la conception d'un enseignement mathématique reposant sur la résolution de problèmes, lié à des contextes requiert que des matériels divers soient mis à la disposition des élèves. A ce propos, un réel laboratoire est aussi nécessaire en mathématiques qu'en sciences. Le passage du maternel au primaire ne doit pas entraîner la relégation des activités manuelles et d'observation pour se concentrer sur une pensée mathématique exprimée surtout en symboles. La même remarque vaut pour le passage du primaire au secondaire. Il demeure primordial de construire, d'expérimenter, d'observer des choses matérielles.

Cela ne signifie pas nécessairement que des locaux spécifiques doivent être réservés aux activités mathématiques. En cette matière aussi, l'interdisciplinarité est de bon aloi, et des locaux et équipement communs peuvent être prévus, dans l'enseignement de base, pour les mathématiques, les sciences et la technologie.

5.3. Favoriser le travail personnel des élèves

Un enseignement des mathématiques édifié sur l'autonomie des élèves, la construction par eux de leur savoir, leur implication active dans la résolution de problèmes exige de leur part un travail personnel approfondi.

En l'occurrence, comme cela a été mentionné dans la première partie, il importe de distinguer les notions de « travail personnel » et de « travail à domicile ». S'il est indispensable, en mathématiques comme dans d'autres disciplines, de demander aux élèves d'effectuer un réel travail personnel, il n'est pas sain d'exiger d'eux qu'ils le réalisent à la maison. Le travail à domicile discrimine en effet les enfants qui disposent chez eux d'un local d'étude, d'un environnement documentaire, de l'aide d'adultes, voire de temps, et ceux qui ne possèdent pas ces éléments essentiels.

Il serait dès lors opportun de ménager des plages de temps, utilisables pour effectuer du travail personnel, dans les écoles (où locaux, livres, documents, aide des condisciples et des enseignants sont utilisables), pendant le temps scolaire⁴⁵.

5.4. Soutenir les enseignants par des matériaux pédagogiques

⁴⁵ Des propositions allant dans ce sens figurent dans le Rapport de la Commission des Rythmes Scolaires (octobre 1991).

S'il faut effectivement renoncer à enseigner « les mathématiques toutes construites », mais s'inscrire dans une pédagogie où les élèves édifient eux-mêmes leur savoir, il faudra construire des curriculums compatibles avec cette conception. Il faudra aussi qu'ils s'appuient sur des outils méthodologiques compatibles avec cette conception.

Produire les curriculums et la outils nécessite la collaboration de chercheurs, en mathématiques et en pédagogie, et de praticiens de terrain.

Dans cette logique, la Commission DAMBLON propose de créer des groupes de recherche sur l'enseignement des mathématiques. Ils seraient composés de personnes, compétentes par leur connaissance des différents publics d'élèves, et aussi des mathématiques, de leur histoire, de leur épistémologie, et encore de la conduite des classes et de l'administration de l'enseignement.

Elle insiste particulièrement sur la présence de mathématiciens à culture mathématique large, disposés à accorder aux problèmes d'apprentissage une réelle attention. De même, on y trouverait des instituteurs et des professeurs expérimentés, détachés à temps partiel (à mi-temps, par exemple), de manière à ce qu'ils maintiennent l'expérience intime de leur métier.

La mission de base de ces groupes de recherche serait de produire et d'expérimenter des matériaux pour enseigner, susceptibles d'aider à l'acquisition d'une réelle compétence en mathématiques : Ils devraient être constitués d'authentiques curriculums au sens anglo-américain de ce terme, à savoir des recueils de situations-problèmes, accompagnés d'une argumentation critique, d'exemples vécus dans des classes, de commentaires mathématiques et épistémologiques et d'indications méthodologiques, ainsi que de recommandations pour l'évaluation.

Ils devraient en outre maintenir un lien authentique avec l'enseignement sur le terrain en s'associant à la formation initiale et continuée des enseignants.

En plus, comme on souhaite que les enseignants amènent leurs élèves à travailler sur des problèmes, à construire et à reconstruire les principaux concepts, il sera nécessaire de mettre à leur disposition des réserves de situations problématiques appropriées. L'enseignement des mathématiques est socialement trop important pour qu'on le gère sans l'appui de groupes de recherche auxquels on demanderait de le penser globalement, puis d'en concevoir et d'en expérimenter les modalités.

5.5. L'environnement documentaire des élèves

La question des manuels scolaires est actuellement à l'ordre du jour. Elle dépasse largement la problématique de l'enseignement des mathématiques⁴⁶. Il faut pourtant souligner que le développement d'un enseignement qui s'articule à l'action autonome des élèves dans la résolution de situations-problèmes et dans la construction des savoirs s'accommode difficilement d'ouvrages tels que les manuels scolaires classiques. En la matière, des livres de référence, des ouvrages de synthèse reprenant la progression logique des concepts pourrait convenir davantage.

Le rapport DAMBLON aborde cette question. Pour les auteurs, il est essentiel d'enseigner les mathématiques dans leur unité, et donc de ne pas rompre les liens entre leurs diverses parties. Il faudrait essayer, même si c'est difficile, de mettre entre les mains des élèves certains ouvrages destinés à être utilisés tout au long de leurs études et favorisant la cohérence et la continuité de leurs apprentissages.

⁴⁶ Le CEF envisage de lui consacrer un avis dans les prochains mois.

6. L'évaluation

6.1. Développer une réelle évaluation formative

Lorsque les inspecteurs de mathématiques s'expriment à propos de l'évaluation, ils sont souvent inquiets, voire amers. Certains constatent que l'évaluation pervertit les apprentissages, comme si les objectifs de formation s'effaçaient devant les critères de jugement.

Malgré tout le travail de persuasion, de conviction, d'incitation mené à l'initiative des inspecteurs et des pouvoirs organisateurs, en dépit du militantisme des chercheurs en sciences de l'éducation, la pratique de l'évaluation formative n'est pas généralisée dans les classes. Dans beaucoup d'écoles, on pratique encore toujours un « enseignement culpabilisant », où les élèves commettent des « fautes » qui sont sanctionnées, sans profit réel pour leur apprentissage. Les inspecteurs regrettent profondément la prééminence de ce modèle, qu'ils voudraient voir remplacé par un « enseignement responsabilisant », où les « erreurs » des élèves constitueraient des indications utiles pour moduler l'apprentissage et atteindre les objectifs éducatifs.

Si l'on veut renverser la situation à cet égard, et favoriser une réelle évaluation formative responsabilisante, il faudrait mobiliser de l'énergie en faveur de la formation initiale et la formation continuée des enseignants.

6.2. Utiliser les enquêtes internationales comme des tremplins

La participation de la Communauté française de Belgique à des enquêtes internationales comme celle de l'IEA constitue une opportunité intéressante. Disposer des résultats d'une telle étude, pouvoir les comparer à ceux d'autres pays, aujourd'hui, à ceux des élèves de notre pays, il y a quelques années doit alimenter notre réflexion autocritique, favoriser l'émergence de pistes d'action, encourager notre remise en question, susciter des progrès potentiels.

Certes, les résultats en mathématiques des élèves de notre Communauté restent supérieurs à la moyenne. Mais ils manifestent une tendance nette à la diminution régulière, depuis 1964. Cette évolution invite à s'interroger.

D'autre part, les résultats des épreuves d'évaluation conduites sous l'égide de la Cellule de pilotage du MERF suscitent aussi quelques inquiétudes.

L'ensemble de ces données doit donner lieu à une réflexion globale. Elle ne doit pas s'apparenter à l'autoflagellation, ni au refus de voir l'évidence.

Le CEF, en s'intéressant à la question, en réunissant les différents partenaires concernés pour en débattre, en produisant un avis destiné à susciter réflexion et réaction, espère faire œuvre utile. Ce faisant, il joue son rôle traditionnel de « caisse de résonance ».

Mais ces initiatives n'auront une utilité que si son avis entre effectivement en résonance avec l'attention, l'ouverture d'esprit, la vigilance des décideurs, des acteurs.

Il leur appartient de choisir entre redresser la situation, ou se contenter de la satisfaction d'être encore, même de peu, au dessus de la moyenne.

Conclusion : synthèse des propositions

L'examen des résultats de l'enquête IEA de 1995 sur les résultats des élèves en mathématiques, ainsi que les travaux de la Cellule de pilotage du Ministère de l'Éducation, de la Recherche et de la Formation incitent le CEF à recommander avec insistance que l'on réforme l'enseignement des mathématiques au niveau de l'enseignement de base.

Dans cette perspective, il formule principalement les propositions suivantes :

1. Une formation mathématique globale et citoyenne

Dans l'esprit des objectifs généraux de l'enseignement fixés par le décret-mission, l'enseignement des mathématiques assurera à chaque élève un ensemble commun de connaissances et de compétences fondamentales, pensé globalement autour d'un unique noyau de base. Cet acquis – correspondant à un savoir de base indispensable, ou « bagage minimum du citoyen » – sera constitué de savoirs susceptibles de se démultiplier.

La formation mathématique se déploiera de manière continue sur l'ensemble de la scolarité, sans rupture, dans une réelle cohérence.

2. Construction des savoirs et résolution des problèmes

La formation mathématique amènera les élèves à s'intéresser à toutes les questions avec confiance, à vouloir expérimenter, essayer, questionner, chercher, en dépassant la traditionnelle « peur des mathématiques ».

Tout au long de la scolarité, elle impliquera la participation effective des élèves à la construction de leurs savoirs, et se fondera sur la résolution de situations-problèmes. La marche des apprentissages adoptera la forme d'une spirale, en pratiquant des ajustements successifs, en évoluant par paliers, en faisant progresser la pensée à son rythme.

Ce faisant, l'enseignement des mathématiques cessera d'être un outil de sélection, pour s'inscrire dans la promotion de tous les élèves.

3. La préoccupation du sens

Il faut mettre fin à l'excès de formalisme qui se déploie souvent au détriment du sens. Au lieu d'enseigner les mathématiques dans leur forme déductive, il convient de les relier aux contextes problématiques dans lesquels elles sont applicables ou explicables, et favoriser une réelle activité mathématique des élèves, nourrie de pensée autonome. Ceux-ci devront être entraînés à traduire le langage des mathématiques en langage familier, et à utiliser aussi leur langue naturelle pour faire des mathématiques.

Dans cet esprit, les enseignants renonceront à inculquer aux élèves des routines de calcul hors des contextes où elles peuvent servir. Ils éviteront tout autant les dérives utilitaristes qui consisteraient à faire des mathématiques uniquement à partir des situations de la vie courante, ce qui en limiterait cruellement l'intérêt.

Les situations-problèmes utilisées seront choisies dans la vie quotidienne, certes, mais aussi dans le domaine des autres disciplines scolaires et naturellement dans le champ des mathématiques elles-mêmes.

La conceptualisation ne sera jamais prématurée : il est intéressant de prendre d'abord en compte des « objets mentaux » intermédiaires entre la pensée commune et les mathématiques constituées, et ne passer aux concepts qu'au moment où leur utilisation s'impose logiquement.

4. Le rôle des enseignants et leur formation

Facilitateurs d'apprentissage, les enseignants accompagneront les élèves dans la résolution des situations-problèmes, et leur prêteront main forte dans la construction de leurs savoirs.

Pour exercer un tel rôle, il devront posséder une connaissance étendue et une compétence exercée des mathématiques, au-delà de ce qui figure au programme de leurs élèves. Ils doivent être capables de pensée autonome, et être entraînés à la résolution de questions ouvertes. Il importe aussi qu'ils soient acquis à la perspective d'un enseignement constructiviste, et reconnaissent à leur élèves le droit à l'autonomie intellectuelle.

Enfin, ils doivent être capables de travail en équipe avec des collègues d'autres disciplines, la résolution de problèmes étant par essence une activité interdisciplinaire. De plus, dans la volonté de réaliser un enseignement continu et cohérent, ils reconnaîtront la nécessité de coordonner leur action éducative à celle de tous leurs collègues de l'établissement.

Leur formation initiale les équipera pour remplir leur rôle si elle est clairement articulée au terrain de l'enseignement fondamental et secondaire. Il importe à cet égard que les professeurs de l'enseignement supérieur pédagogique connaissent bien ces niveaux d'enseignement. Il importe aussi que les sections d'école normale (maternelle, primaire, secondaire) soient décloisonnées, afin d'amener les futurs enseignants à se connaître mutuellement, et à collaborer dès leurs études.

La formation continuée, dont les modalités pratiques d'organisation devraient être étudiées sans retard, devra s'articuler à une politique coordonnée de promotion des réformes et innovations. Ainsi, la prochaine publication des nouveaux socles de compétences devrait être assortie de séquences de formation pour les enseignants qui devront les mettre en application.

En outre, on insiste sur le caractère formatif des activités menées en équipe par des enseignants, que ce soit la confrontation d'expériences, l'échange de pratiques ou la réalisation en commun de questions ou de curriculums.

5. L'organisation générale de l'enseignement

Réaliser un enseignement ayant du sens implique aussi de l'organiser de manière sensée, en mettant fin à son caractère artificiel : saucissonnage des matières, horaires et succession des cours sans souci pédagogique, etc. Cette organisation, acceptable dans un enseignement de la transmission est en effet pratiquement incompatible avec un enseignement ouvert sur l'extérieur, centré sur la résolution de problèmes et la construction de savoirs.

Dans l'aménagement du temps scolaire, on prévoira aussi des plages de temps où les élèves pourront s'adonner, à l'école, à des activités de travail personnel.

Des locaux équipés pour développer un enseignement appliqué, interdisciplinaire et concret seront nécessaires.

Les écoles devront se doter d'un environnement documentaire de qualité, à destination des élèves mais aussi des enseignants.

Pour les élèves, la question des livres de référence doit être posée. Ils pourront, selon les cas, être constitués d'ouvrages de synthèse, ou de manuels scolaires. Dans ce dernier cas,

il serait souhaitable qu'ils favorisent la continuité et la cohérence des apprentissages, et qu'en tout cas, ils n'introduisent pas les ruptures que l'on veut éviter.

Pour les enseignants, des matériaux pédagogiques spécifiques devraient les soutenir dans la réalisation de l'enseignement préconisé ici. Ces outils pourraient être produits par des équipes pluridisciplinaires, associant des chercheurs en mathématiques et en pédagogie, et des praticiens de terrain. Ces équipes maintiendraient en outre un lien avec les utilisateurs des outils produits, en s'associant à la formation initiale et continuée des enseignants.

6. Pour une réelle évaluation formative

Il faut décidément remettre en question les pratiques d'évaluation culpabilisantes, où les fautes sont sanctionnées, pour mettre à l'honneur l'évaluation formative, responsabilisante, qui utilise les erreurs comme facteurs de progrès et de réussite.

Pour ce faire, on préconise de mobiliser les acteurs de la formation initiale et de la formation continuée des enseignants.

Il importe aussi de prendre en considération les résultats des enquêtes internationales ou des évaluations externes dans un esprit d'évaluation formative.

En examinant attentivement les indications qu'ils contiennent, nous pourrions tirer profit des nos erreurs pour améliorer nos performances et garantir la formation de tous nos élèves. Si nous ne le faisons pas, alors là, nous aurons commis une faute !

Remarque finale

On suggère que l'annexe, jointe à l'avis 54 du CEF relatif à l'enseignement des sciences, soit ajoutée aussi à cet avis-ci : elle explique en effet la motivation du CEF à traiter la problématique générale de l'évaluation des élèves, la démarche qu'il entend adopter