MATH ECOLE

SEPTEMBRE 1971
11e ANNÉE

49

La relation maître-élève dans le nouvel enseignement de la mathématique

«La part du maître...» Elise Freinet a toujours insisté là-dessus dans «L'Educateur» de Cannes et avec raison. Changer les contenus (passer d'une math à l'autre), changer les méthodes sont une chose, transformer la relation qui unit le maître à ses élèves en est une autre, complémentaire d'ailleurs de la première. Les travaux de Rogers notamment et des protagonistes de la dynamique de groupe ont à porter leurs fruits partout et, ici, particulièrement, dans l'enseignement de la mathématique. Il s'agit d'une optimisation des rapports fertilisants qui ont à s'établir entre l'adulte et l'enfant. Celui-ci, nous le savons, doit pouvoir se mouvoir et grandir dans un contexte d'autonomie dont le diamètre varie selon les capacités et les forces de chaque individu. Mais il importe aussi que la zone d'autonomie qu'on doit octroyer ne se transforme pas en zone de solitude qui serait stérile. Gottfried Keller, dans «Henri-le-Vert», déjà, nous avertissait. Henri, fils de veuve, avait, en solitaire, collectionné des pierres. Quand, arrivé au collège, il eut l'occasion de confronter sa collection avec celles de ses camarades, il put mesurer l'abîme qui s'était creusé entre son avoir trop personnel, demeuré infantile et médiocre et celui de ses camarades qui, eux, avaient pu bénéficier des conseils avisés de parents avertis et cultivés. Ils étaient déjà hommes, alors que lui, Henri, était encore immature. Le maître a donc pour fonction de mesurer l'amplitude de la zone d'autonomie et à faire en sorte que les gestes spontanés qui s'y accomplissent, soient, chaque fois qu'il est requis, amendés et convertis en gestes pleinement formateurs de la personnalité.

L'importance de la présence régulatrice et, bien sûr, animatrice du maître est si grande que le comité de rédaction de Math-Ecole s'est réjoui de pouvoir accueillir, sur ce thème, un texte d'un de ses membres, Monsieur Denis Froidcœur, licencié en mathématique de Louvain, psychologue de surcroît et chargé, depuis plus d'un an de présider à la mise en plan de l'enseignement de la mathématique moderne dans le canton du Tessin.

Le manuscrit original de M. Froidcœur comportait d'importantes considérations sur la conceptualisation du nombre et sur la structure de «filtre». Nous sommes autorisés à ne pas les publier dans ce numéro, les réservant à des livraisons ultérieures, cela afin de donner à son propos toute sa convenance au titre annoncé. *S. R.*

Introduction

On a dit et répété que la «Mathématique moderne» (... au niveau élémentaire) était nouvelle tant par les notions introduites, les problèmes soulevés, les procédés de recherche et de solution utilisés, que par la méthodologie de son enseignement:

— les programmes sont modifiés, mais parfois seulement dans leur détail, l'objectif du premier cycle reste la «conquête du nombre» et son utilisation par les opérations arithmétiques simples);

— la didactique s'est engagée dans des voies peu ou prou explorées (allant des essais de non-directivité, aux ébauches de l'enseignement programmé).

Tant et si bien que l'on propose actuellement le cadre suivant:

	«Mathématique moderne»	Mathématiques traditionnelles
Méthodologie nouvelle	(1)	(2)
Méthodologie traditionnelle	(3)	(4)

S'il est assez évident que partout l'on souhaite la disparition du couple (4), au profit du couple (1), on trouve plus de perplexité à choisir entre (2) ou (3) dont les termes sont cependant les plus fréquents.

Mais, le problème ainsi posé me semble dépourvu de sa dimension la plus importante. Sans doute est-il indéniable que la mathématique actuelle est caractérisée par des aspects axiomatique, structurel, a-numérique, qu'il importe de présenter dès le premier abord.

Sans doute aussi les connaissances actuelles en psychologie décrivent-elles une genèse de l'évolution mentale dont il faut tenir compte. Malheureusement, si la mathématique et la psychologie paraissent ainsi «grandir» (au point d'«avaler» d'autres sciences: linguistique, économie, etc.), il y a une science... qui n'est pas encore née (on ne semble même pas l'attendre!). Science que j'appellerais «Pédiatique» ou «Pédalogie», mais non «pédagogie». Parce qu'elle devrait précisément combler le fossé qui se creuse entre cette psychologie (descriptive) et une pédagogie (appliquée): entre la description des «stades mentaux» et les «méthodes» scolaires, il y a tout le désert du «comment l'enfant apprend». On a beau me décrire ses «structures mentales», tant que l'on ne me dira pas comment agissent, fonctionnent ces structures pour «digérer», assimiler les expériences, toute méthodologie ne sera que «diététique empirique» (on est bien plus loin dans la diététique physique, que dans cette diététique mentale que devrait être la pédagogie!). Science à naître donc, et dont je ne vois pas qu'aucune théorie psychologique, aucune recherche soit grosse.

Je ne prétendrai nullement ici en donner les germes. Tout au plus souhaiterais-je que le lecteur non seulement comprenne qu'il n'était guère possible de lui décrire des recettes (puisque les mets à servir sont même pas ensemencés), mais qu'il comprenne aussi que c'est la multiplicité même des procédés didactiques qui est le seul espoir de trouver quelque lumière sur le sujet.

Le rôle du maître dans chacun des moments d'une classe

1. La leçon

Sous ce vocable un peu démodé, je voudrais indiquer toute cette part où «un seul, le maître, parle et tous les autres, les élèves, écoutent». On a sans doute eu raison de caricaturer ce moment comme celui où «un seul est actif et les autres, passifs». Raison, dans la mesure où l'inaptitude à bien parler de l'un et l'incapacité à vraiment écouter des autres ravalait cette communication au niveau du communiqué. Mais l'on a eu grandement tort lorsqu'on a prétendu, par voie de conséquence, l'exclure comme inefficace et contraire à l'école «active». Tort, dans la mesure même où l'éducation à l'écoute attentive est et restera une des tâches primoriales, tant qu'ardues, de l'école. Que l'on m'entende bien cependant! Je ne réclame nullement le retour aux mornes classes où ne ronronne, comme un bourdon devant une vitre, que la voix sans timbre et sans écho du maître, seul à s'écouter (voire s'entendre!), ni le retour aux explications, aux exposés, aux exemples répétés sans fin... et sans résultat. Au contraire: ces «leçons» devraient constituer un des temps forts de la classe, un des moments où se reprend toute la vigueur du travail, un temps de cristallisation en quelque sorte. Pour cela, il est assez clair que plusieurs conditions sont à remplir.

La première, et non la moindre, est précisément que le maître **«dise, quand il parle,** mais **se taise quand il ne parle pas».** C'est-à-dire (mais je crois que la forme paradoxale de la musique en dit plus long et plus clair que je n'en pourrais expliciter), c'est-à-dire que le maître ne se perde pas en bavardages, en communications qui trop souvent ne servent à rien sinon à lui faire exercer un droit que, pas plus que ses élèves... il n'a pas; en incitations ou indications intempestives qui ruinent le lent échafaudage prudemment élevé par les élèves en recherche; en approbations ou désapprobations hors de mise parce que étrangères à la valeur de ce même échafaudage; en questions qui ne paraissent le plus souvent qu'oratoires (la preuve? A toute question, il en attend au moins une réponse, et quelle consolation (!) quand elle est immédiate, correcte, précise et unanime! Mais alors, à quoi bon cette question? Elle n'en était pas une, mais le simple moule en attente de la réponse...). Que le maître donc «se taise quand il ne parle pas» (on pourrait cependant ajouter qu'on peut bavarder aussi avec les gestes qui ne sont que des tics, avec les yeux qui furètent ou batifolent, avec les pas qui ne mènent nulle part, sinon en rond comme d'un lion pris au piège, avec tous ces bruits enfin dont chacun se fait l'émetteur... sans en être le moins du monde récepteur).

Mais que **«lorsqu'il parle, il dise».** Il dise quelque chose de consistant; et ce sera alors toujours quelque chose écoutée parce qu'intéressante. Et ce sera parfois une question toute neuve comme un horizon qui se découvre, parfois un rappel à l'ordre senti tant qu'il était attendu comme le tonnerre un jour d'orage; parfois un encouragement chaud et vif comme un rayon de soleil dans un ciel trop gris; parfois une explication, un commentaire, clairs de netteté et de précision.

(Ce n'est pas ma muse poétique qui me souffle ces images de lumière... c'est la conviction que toute parole vraie est une déchirure dans le voile de nuit qui nous sépare et nous isole. Et que tout dialogue ne peut s'établir que par les baies ouvertes à coups de lucidité dans l'opacité de nos incompréhensions mutuelles).

Parfois question ou explication, ce que le maître «dira» sera plus souvent peut-être une anectode, un fait réel qu'il a vu et relate, une courte histoire, la description d'un personnage ou d'une situation, voire un bref raisonnement bien mené.[1]

Dans chacune de ces éventualités, ce pourrait être aussi un texte récité de mémoire, un texte lu. J'ai connu un maître qui enregistrait parfois de tels «textes»: l'intensité d'écoute des élèves pouvait y gagner bien sûr, grâce au... magnétisme de l'enregistrement. Et, ce simple moyen ne serait nullement à proscrire si, déjà, il apprenait à mieux écouter. Mais, plus encore, me paraissent importants les «modes du dire». C'est un talent qui ne s'acquiert que par l'apprentissage (et il serait souhaitable que cet apprentissage commence dès l'école normale, fût-ce au détriment de quelques heures de psychologie théorique). Que la récitation du maître soit une invite à mémoriser, que sa lecture soit une motivation à l'apprendre à lire, que sa diction soit un rêve qui s'ébauche et que chacun voudrait poursuivre.

(Je sais bien que l'on va me faire le reproche d'ouvrir les portes au danger de s'écouter parler. Mais on ne dira cependant jamais assez la primauté du bon langage sur la belle écriture, et jamais assez l'inutilité des exercices sans le ciment de l'exemple. Et puis, un orateur qui prend plaisir à s'écouter... au moins il s'écoute, et lui saura qu'il a dit et ce qu'il a dit, tandis que plusieurs seraient parfois bien en peine de se souvenir des paroles

[1] Et ce sera encore un peu de cette histoire des mathématiques et des mathématiciens tant négligée.

qu'ils ont prononcées dans l'indifférence des autres et l'incohérence de leur propre conduite !)

Et cela dit aussi que, de même qu'on pouvait «bavarder autrement qu'avec la langue», on dit aussi autrement que par les mots: on dit avec le ton sur lequel on parle (que ces maîtres criards ou inaudibles sont agaçants et... peu rares !), avec les inflexions d'une voix modulée qui sait se poser, avec le geste sobre, ou seulement esquissé, avec la mimique qui n'est point grimace, avec les yeux attentifs à la chose dite ou sous-entendue.

L'écoute alors, pour agréable qu'elle soit, n'en sera que plus active. Néanmoins, il reste aussi tout un apprentissage à l'écoute active. Et c'est la seconde condition pour que les «leçons» au sens que j'entends ici, soient productives. Cet apprentissage me paraît trop délaissé, sinon complètement ignoré: quels exercices un maître fait-il, au long de l'année scolaire, pour apprendre à ses élèves à écouter (... plutôt que de récriminer sans fruit qu'«ils n'écoutent pas») ? Quels exercices pourrait-il faire ?

— Sans doute n'est-il pas vain de rappeler l'activité proposée par la grande Montessori: «écouter le silence»: pendant une minute se taire, fermer les yeux et écouter ensemble le plancher qui craque, la mouche qui vole, le vent qui souffle (dans une classe qui ne serait pas au milieu du tintamarre abrutissant d'un centre de ville).

— «Ecouter avec tout son corps», c'est se mettre en condition, en position, en attente pour entendre, pour recevoir ce qui va être dit, comme un sillon qui s'ouvre à la semence. L'expression «s'asseoir pour mieux entendre» n'est pas qu'une boutade ! Je ne sais plus quel mathématicien de renom n'écoutait les cours universitaires que les yeux fermés. Si un maître, chaque fois qu'il parle», faisait aussi fermer les yeux à ses élèves, il saurait combien il parle pour ne rien dire.

— Répéter une phrase bien dite, bien tournée, merveilleuse de couleur et lourde de rêve:
    — «Le semeur sortit pour semer sa semence»;
    — «La canicule tombe des ormeaux bleus et noirs où éclate le cri d'une cigale» (Francis Jammes);
    — «Le jour a glissé sous la porte un rayon de soleil».

— Ecouter en essayant parfois d'anticiper, comme les conclusions d'un raisonnement, les faits connus dans un énoncé de circonstance:
    — «Quand Charlemagne s'est fait couronné à..., en..., par...»

— Continuer un récit en tenant compte de tous les éléments qu'une description précise aura fournis. Imaginer, c'est-à-dire «visualiser» (par exemple au moyen d'un dessin) une telle description (mais sans en dépasser la portée).

— Tout en écoutant vraiment ce qui est dit, rester éveillé aux incongruités, aux incohérences émises (par exemple le maître pourrait introduire dans un récit soit une erreur de fait, une date, un nom, un nombre pour provoquer la réaction de correction... quand il aura fini).

— Structurer d'une manière ou de l'autre un récit un peu long (par un résumé qui n'en perdra pas pour autant les détails nécessaires, les liaisons les plus subtiles).

Pas très «moderne», tout cela? Je n'en sais rien, et peu importe d'ailleurs; car ce que je sais de certitude c'est que si cela était traditionnel, c'est-à-dire traditionnellement dans les cartons de recommandations méthodologiques, alors cela était... tout aussi traditionnellement oublié sous la poussière de la routine quotidienne: pour s'en convaincre, il suffit de regarder un peu autour de soi les gens (et les maîtres...) «écouter avec attention et discernement!»

Pourtant ce n'est que dans le cadre d'une telle «leçon» que trouve sens et valeur formative la célèbre «maïeutique» tant décriée. Sans doute ne partageons-nous plus la conviction socratique que l'enfant «sait» déjà tout et qu'il suffit de mettre bas, par le langage, cette science innée. Nous prétendons plutôt que, riche d'énergie et d'invention, l'enfant peut être guidé à la «découverte» du monde scientifique.

Cependant il me paraît que mainte confusion régit cette «pédagogie de la découverte»:

a) Le reproche principal adressé à la maïeutique socratique (outre la conception qui lui sert de base) est de mener l'enfant, l'interlocuteur là où Socrate ou son émule le veut; et que cette «guidance» trop stricte devienne une sorte de bâton de voyageur duquel ensuite on ne peut plus se passer. La peur de tels risques semble actuellement faire que d'une part on laisse l'enfant se débrouiller seul, apprendre seul à marcher, boitillant et claudiquant sur les sentiers du savoir; avec le résultat qu'il n'arrive nulle part. Pire, et là j'y vois une véritable malhonnêteté, on voudrait faire croire que sont forêts majestueuses, les pauvres broussailles où il s'accroche, déserts, les plages où il s'enlise, mers et océans, les flaques d'eau où il barbotte; je pense à tel «texte libre» que l'on voudrait faire passer pour merveille:

Abre droit
qui penche au vent
avec ta croix de branches
au bout,
baisse,
baisse au vent
jusqu'à moi.

(cité par Roger Nussbaum *in* L'expression écrite à l'école primaire (p. 53) Editions Payot - Lausanne 1969)

à telle «règle de grammaire» inventée sur l'accord des participes passés, à tel dessin que le jeune auteur lui-même désavouait tandis qu'on le louait...

b) D'autre part, dans le domaine des mathématiques, il serait sot de penser faire redécouvrir soit l'échafaudage axiomatique arbitraire, soit l'un ou l'autre maillon qui n'a de valeur que dans l'enchaînement des théorèmes, soit même une «loi» qui n'a de portée que dans un contexte par ailleurs ignoré.

On se trouve alors devant une situation qui n'offre que des issues telle la recommandation criante de duplicité: «Le maître doit faire comme si lui-même se posait des questions!!! (Congrès de Lyon - Août 1969...)

c) On dirait que l'ont veut, par cette attente totale du cheminement de l'élève, suppléer à la carence intellectuelle du maître (encore bien si le schéma n'est pas transposé au niveau de l'éthique, refusant au maître le droit de s'exprimer comme une personne adulte).

d) Quant à la pensée latérale ou divergente, base de la créativité, sans doute aurait-on tort de la négliger (voir sopra, mais tort aussi, d'oublier que c'est un mode de pensée auquel il faut précisément éduquer, entraîner et non attendre encore une fois et crier au miracle au premier résultat.

2. Le travail... groupe

Les points de suspension disent la multiplicité des situations possibles.

a) Travail **par** groupes.

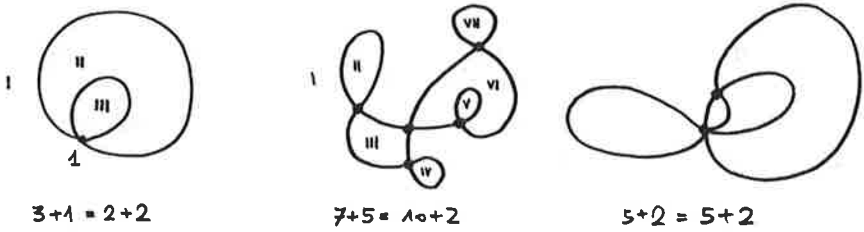
Appliquant le classique adage «diviser pour régner», c'est plutôt l'opération du maître répartissant sa classe en deux ou trois groupes auxquels il assigne des tâches adaptées. C'est la reproduction, au niveau monoclasse, de la situation journalière dans une pluriclasse. C'est la solution du bon sens à l'inégalité manifeste des aptitudes et des niveaux scolaires. C'est donc, finalement, la simple réduction d'une classe en fractions où le travail se poursuit selon les méthodes les plus diverses. Aussi, à part la recommandation de veiller avec soin à ce que ces fractions ne soient pas étanches l'une à l'autre, on renverra à ce qui est dit ailleurs.

b) Travail **en** groupe.

Ici, c'est surtout le mode de fonctionnement du groupe au travail, du groupe qui, devant une tâche donnée, s'est organisé dans les activités attribuées à chacun des membres. On voit bien comment cela peut se réaliser pour une tâche concrète, un dessin à faire, un texte à composer, un calcul à effectuer, une enquête, un compte rendu, etc.

Par exemple, s'il s'agit de découvrir la formule d'Euler pour les courbes fermées connexes: dans chaque groupe de 4 ou 5 élèves, l'un fait «tomber» la ficelle qui servira à l'expérimentation, un autre compte les régions en y déposant des jetons, un troisième les «nœuds», un autre les segments et puis il y aurait le «secrétaire» qui aligne les résultats, qui reconnaît une situation déjà transcrite, qui propose de voir si «avec 4 nœuds on pourrait obtenir tant de régions». Un groupe, organisé ainsi, ne tarderait pas à s'exprimer la relation:

nombre de nœuds + nombre de régions = nombres de segments + 2.



L'expérience semble supposer cependant qu'un tel travail n'est pas possible avant 9-10 ans (Freinet, Mory, Cousinet). D'autre part des études ont établi qu'un groupe a une efficience moindre que la somme des capacités de ses membres, sauf dans certains cas où la disparité d'orientations confluant cependant à une même fin, hâte et enrichit les résultats.

C'est dire assez l'importance du maître, non seulement dans la constitution de ces groupes, mais encore par sa présence tout au long du travail du groupe. Pas en tant que pôle autour duquel tout devrait graviter, mais plutôt comme ferment qui fasse lever les idées.

c) Travail **de** groupe

Je pense que l'on réserverait plus justement cette expression dans le même contexte que celui de la dynamique de groupe: il s'agit d'un groupe qui, se prenant en charge lui-même, prend, par le fait même, charge de chacun de ses membres. Réfléchissant par exemple sur sa tendance au «chahut», à l'occasion de l'incartade de l'un, sur sa passivité, à l'occasion de l'inactivité d'un autre. Il a bien loin entre cela et la prétendue autonomie des individus isolés de l'antiautoritarisme.

3. Le travail individuel sur fiche

a) L'élaboration d'un fichier exige la recherche d'une progression judicieuse en fonction, non tant de l'enchaînement déductif des sujets abordés, moins encore d'une échelle a priori des difficultés présentées, mais essentiellement du cheminement mental réel de l'enfant.

C'est donc toute une recherche par comparaison des succès et échecs rencontrés suivant les voies les plus variées.

Par exemple, l'acquisition du concept opérationnel de soustraction est lié aux composantes suivantes:

1. Idée de retrancher, ôter, enlever, «soustraire».
2. Inversion de l'opérateur additif.
3. Concept d'élément symétrique.
4. Notions de différence, reste, complément, partie.
5. Représentations sur un axe gradué à partir d'un «zéro» arbitraire, etc.

Il serait vain, et injustifiable, de prétendre déterminer un parcours «idéal» pour aboutir au concept le plus riche possible. Sans doute une analyse de ces composantes permettrait-elle d'en découvrir les interdépendances. Mais encore faudrait-il que ce soit des relations non **créés abstraitement** mais **abstraites créativement** à partir du comportement de l'enfant. Ce qui suppose que l'on établisse cette hiérarchie temporelle par essais et erreurs pour chaque élève individuellement; car c'est précisément l'expérience antérieure et contemporaine qui «détermine» le choix du trajet le plus économique et le plus enrichissant.

b) Outre cette exigence d'une progression, le fichier devra exploiter les diverses voies de la présentation du contenu mathématique et de sa pénétration par l'élève:
— fiches qui contiennent des exemples (exemples d'une définition donnée, exemples à vérifier);
— fiches d'exercices (sur un «canevas» établi par la manipulation concrète du travail de groupe); exercices d'assimilation, d'exploitation d'une notion donnée;
— fiches d'introductions intuitives à la formulation de définitions, de règles.

Mais encore les fiches «inverses» qui requièrent de l'élève un travail:
— de décodage du texte formel (et dès le début, la logorrhée mathématique actuelle en offre plus d'une occasion: arbre, diagramme...);
— de construction (et non plus vérification) d'exemples;
— de construction de schémas ou modèles d'une situation formalisée;
— d'interprétations intuitives.

c) Comme le note Zofia Krygowska, ces voies ne sont nullement remplaçables l'une par l'autre quant à leur issue psychologique. Il importe donc, réalisant une fois de plus le principe de variation indispensable, de les faire parcourir toutes, encore que, une fois de plus, suivant un ordre variable en fonction de l'objectif visé: motivation à la recherche, invitation à la découverte, recours à l'assimilation... Cependant, toutes exigent une reformulation précise de l'activité fournie: que ce soit une liste d'exemples, un constat de propriété, un inventaire de relations, un énoncé d'une découverte, un compte rendu d'une expérience, etc.

De ce point de vue, on ne peut que louer et regretter qu'elles n'aient pas plus de rivales, les «fiches d'élèves» réalisées sous les auspices de la Nuffield (et, en général, les fiches d'origine anglaise, dont le «pragmatisme» si souvent décrié est de loin compensé par la thésaurisation patiente mais efficace de faits, menus mais dûment dégagés de la gangue de l'implicte).

Qu'on m'entende bien! Je ne veux nullement me faire ici l'apôtre d'une verbalisation prématurée; ce qu'il importe, à ce moment, de faire exprimer par l'enfant, ce sont les résultats de son activité, et non le détail explicite des moments de cette activité. J'admets volontiers qu'ainsi je ne fais que souhaiter un «compte rendu scientifique» (c'est-à-dire des objets eux-mêmes) et non un exposé mathématique (qui serait réflexion sur les actions personnelles effectuées sur ces objets). Mais anticiper une verbalisation de ce type «mathématique» risquerait précisément de faire renaître les «blocages» dont on se plaît à constater la disparition grâce au nouvel enseignement, grâce, plus exactement, au caractère non verbal de tel enseignement. Cependant, ne pas introduire par quelque biais la composante «verbale» serait appauvrir les acquisitions et se préparer de pénibles réajustements ultérieurs. C'est tout ce que je proclame en soulignant la nécessité de «verbaliser les résultats».

d) Pour «suivre» individuellement ses élèves le long des chemins sur lesquels il les a orientés, le maître devrait dresser leur «tableau de marche» de manière à pouvoir déceler les faux pas, les détours nécessaires, les reprises souhaitées. Ceci ne sera possible que si, au départ, il a clairement établi les coordonnées respectives de chacun à l'endroit des multiples facteurs en jeu.

4. Pour terminer, je ne peux mieux faire que de citer, sans céder à la tentation du commentaire, quelques passages du très beau livre de Colette Hug:

L'enfant et la mathématique. Expérience originale de rénovation de l'enseignement mathématique à l'école primaire. Bordas-Mouton. Paris 1968.[1]

> Dans l'optique traditionnelle, «suivre la pensée enfantine», ... c'est chercher à aider l'enfant malgré lui, pourrait-on dire. Mais on fait plus! On veut lui plaire! On choisit une histoire de petits ours parce que c'est gentil et qu'il aimera bien. On lui fait compter des bonbons parce que l'évocation lui en sera salivairement agréable. On lui promet bons points, images, bonnes notes, récompenses de toutes sortes. Il faut en effet le «motiver»... C'est vraiment flatter ce qu'il y a du petit animal en lui et méconnaître l'humain. (p. 243).
>
> Nous sommes étonnés de voir que même chez certains novateurs, par ailleurs très modernes dans leur pédagogie, persiste ce souci lancinant des «motivations»: «Il ne faut pas que ce soit gratuit» disent-ils.
>
> Mais la recherche de la vérité se suffit à elle-même! La découverte est sa propre récompense, autrement satisfaisante qu'une bonne note.
>
> Avec toutes ces «motivations», on cherche à faire plaisir à l'enfant, et on y réussit souvent, mais on le prive de sa joie.
>
> La «motivation» consiste pour quelques pédagogues (...) à proposer des situations qui flattent les goûts de l'enfant afin de l'intéresser. Là encore nous avons observé que cette inquiétude n'est pas fondée. Ce qui plaît à l'enfant c'est de faire fonctionner son esprit. (p. 244).

[1] Voir Math-Ecole, No 44, septembre 1970, p. 23.

Pour une pédagogie de la mathématique, la référence à la nature même de la mathématique prime la référence à la pédagogie générale. L'essentiel est de fournir à l'enfant des situations qui lui permettent de découvrir, d'inventer. Le reste est secondaire, en particulier les conditions matérielles. (p. 245).

Conclusion

Au terme de cet article, je voudrais rêver un peu à ce que serait un enseignement respectant les notations faites... Peut-être ainsi le maître de mathématique cessera-t-il de se sentir dans les atours de l'entraîneur de gymnastique mentale, jaugeant ses élèves en fonction de leur capacité à «franchir le pont aux ânes» comme à effectuer un double saut périlleux; et serait-il enfin délivré de ce relent de sadisme que l'on ne peut s'empêcher de déceler dans le choix des «petites questions-pièges» comme autant de difficultés semées sur un parcours Hébert.

Peut-être verra-t-il ses élèves comme de jeunes esprits intéressés aux problèmes soulevés, parce qu'ils en percevront **toute la portée,** comme de jeunes êtres riches d'expériences mais pauvres aussi parce que en perpétuelle écoute du monde inexploré, en continuelle attente des découvertes insoupçonnées. Peut-être la classe de mathématique cessera-t-elle d'être un champ de bataille jonché des carcasses inertes des laissés-pour-compte, ou un champ de course le long duquel tous s'essoufflent en vain, pour devenir le rassemblement d'une équipe où chacun apporte son écot de rigueur, d'intuition, d'invention, de fantaisie, de chaleureuse participation.

Peut-être encore ces élèves ne seront-ils plus, «puissants ou misérables» en admiration béate ou en repli craintif, devant cet homme, leur maître, qu'ils devineront en recherche de sa vérité, conscient de ses moyens comme de ses limites, mais surtout, ouvert à toute requête, ferme en chacun de ses pas et confiant en l'issue de son chemin.

Et alors s'établira entre maître et élève une relation vraie, celle des compagnons de route, claire du but poursuivi, fière des étapes parcourues et cordiale des pas marqués ensemble.

Et le vœu de Gaston Berger dans «L'homme moderne et son éducation», (p. 136) (Paris PUF 1967) deviendrait réalité:

«... Alors nous aurons formé des hommes libres et heureux, prêts à affronter les grandes tâches qui les attendent.

Alors l'éducation reprendra, à côté et au-dessus de l'instruction, sa grande place.

Alors peut-être aussi retrouverons-nous cet enseignement dont rêvent tous les professeurs, qui ne serait pas fait pour l'ennui, pour l'accablement, pour la répétition, mais pour la nouveauté, pour l'invention et pour cette chose moins futile que le plaisir, moins incertaine que le bonheur, et qui s'appelle la joie.»

Bibliographie

1. Pour une pédagogie d'éveil, 1er cahier:

Enseignement individuel et travail par groupes
Cahiers de documentation - Série pédagogique
Publication de l'institut pédagogique national. Brochure No 6 CD - Paris 1969.

Présentation de courts textes essentiels, soit des instructions officielles françaises, soit des tenants de l'enseignement individuel (Dalton - Winnetka - Ferrière - Claparède - Dottrens) ou du travail par groupes (Sanderson - Petersen - Cousinet - Mory - Freinet); le recenseur P. Maréchal, confrontant les principes idéateurs et les résultats expérimentaux, établit ensuite, et toujours par une série de citations, les conditions pour que ces techniques inspirées des méthodes «actives» soient complémentairement préparatoires à la vie:

— de la part du maître:
  — attitude confiante à l'égard des enfants mieux connus comme personnes dont les ressources sont trop peu exploitées;
  — attitude modeste du chercheur et non arrogante de l'«enseigneur» (Cousinet);
— du côté du matériel:
  — milieu, environnement doivent pouvoir être étudiés in concreto, et in vitro (dans un «musée scolaire»);
  — bibliothèque enfantine, bibliothèque de travail, et fichier convenablement programmé sont des outils indispensables.

Les autres cahiers de la même série ne sont pas de moindre valeur:
— cahier 2: les centres d'intérêt;
— cahier 3: les méthodes actives;
— cahier 4: les activités dirigées.
Pas moins que d'autres:
— l'enseignement pratique par les techniques manuelles;
— le tiers-temps pédagogique.

2. Jacob M. Lévy

Maîtres et élèves. Essais de Psycho-Pédagogie Affective.

Cherchant à connaître de l'opportunuité ou du moins de l'influence sur le rendement scolaire des facteurs affectifs dans la relation maître-élèves, l'auteur examine les raisons explicites d'ordre personnel, moral, scolaire tant chez l'élève que chez le maître des rapports établis. Il ne décide cependant pas entre Claparède («L'antipathie pour un maître peut se manifester par une inaptitude de l'élève dans la branche qu'il enseigne) et Alain («Le maître doit être sans cœur, insensible à la gentillesse du cœur qui, à l'école, n'a plus de valeur»).

3. Quelques textes exemplaires fondamentaux:

1. Z. P. Dienes

An experimental study of mathematics learning.
Hutchison and Co Ltd. London, 1963.
Y suivre, par exemple, les différentes étapes vers l'acquisition de la notion de carré (au sens arithmétique: $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$):
Exemples:
— 15 «Arrêt de l'intuition»;
— 16 $(x + 1)^2$ sur la balance;
— 23 le problème du carré (généralisation et analyse);
— 25 idem (symbolisation et interprétation).

2. William Lamon

L'exploration de la pensée mathématique et la valeur de la recherche clinique. in Revue Française de Pédagogie No 14, 1971 (pp. 19-26)
On y trouvera, en particulier la construction d'un espace vectoriel sur les blocs logiques.

3. Madeleine Goutard

in **«Mathématique sur mesure»** - Hachette - Paris 1970
7) Genèse d'une classification
C'est une classification plus fine que la «traditionnellement prétendue moderne» des quadrilatères convexes: trapèze - parallélogramme - rectangle ou losange - carré.
Il serait profitable au lecteur d'étendre cette classification aux quadrilatères non-convexes, et d'y inclure les propriétés de symétries (axiales et/ou centrales) d'in - ou circonscriptibilité par rapport à un cercle avec lesquelles il eut à se débattre pendant ses études!
Le lecteur qui possède quelques éléments de la langue italienne pourra naturellement poursuivre avec Corrado Comper in Scuola Italia Moderna - Brescia, Anno 1971, No 14-17).
Iniziazione matematica nel secondo ciclo

4. Nicole Picard

in **«Activités Mathématiques I»** - OCDL, Paris 1969,
pp. 87-96: *La récurrence dans le système de numération de position.*
pp. 135-140: *Types d'ordre: omega ou êta.*

La bibliographie de langue franaçise, la plus complète publiée à ce jour, doit être celle du No 40 des **Recherches Pédagogiques.** Institut pédagogique national. SEVPEN, Paris, 1970.

Denis Froidcœur

Anniversaire

Georges Cuisenaire auquel nous devons les réglettes et auquel des milliers d'enfants et de maîtres doivent de s'être réconciliés avec la mathématique, vient de fêter, alertement, ses quatre-vingts ans. La rédaction de Math-Ecole se réjouit de pouvoir féliciter cet ami de toujours, de lui redire sa reconnaissance et de lui adresser ses vœux ardents pour de belles années à venir, toutes de joie sereine et de plein bonheur. *S. R.*

LES PROGRAMES BELGES

1. **Le plan d'études actuellement en vigueur** dans nos écoles de l'Etat (en ce qui concerne la mathématique) date de 1958. Il avait été précédé du fameux plan d'études de 1936 qui a marqué une importante évolution de l'enseignement primaire en Belgique.

   Le plan d'études de 1936 mettait au premier plan des activités éducatives à partir de l'observation du milieu où l'enfant vit. Tout était «problème de vie». Toute connaissance devait venir du réel, de l'expérience vécue, et le plus possible d'un apport de l'enfant. L'abstraction était une sorte de point d'arrivée et le chemin pour y arriver était rocailleux et plein d'embûches. D'où ces fameuses phases d'acquisition: le concret, le semi-concret, l'abstrait. C'est ainsi que le matériel Cuisenaire a été admis par certains pédagogues: c'était le lien entre le concret et l'abstrait, entre la vie et la mathématique. Le fameux semi-concret avait trouvé un instrument idéal: les réglettes en couleurs. Les livres de Madeleine Goutard et les nôtres ont heureusement remis les choses en place: le matériel Cuisenaire est un matériel de recherche qui favorise le développement de l'imagination créatrice. C'est un outil de choix pour individualiser l'enseignement: chaque enfant travaille à son rythme; chaque enfant est mis dans une situation favorable pour créer une mathématique à sa mesure.

2. **Vint le plan d'études de 1958**

   Si ce plan ignorait encore Cuisenaire, il ignorait aussi qu'un mouvement formidable, celui de la mathématique moderne, se déclanchait partout de par le monde, ébranlait les fondements de la mathématique et proposait aux maîtres du primaire et du secondaire le problème difficile de l'enseignement d'une mathématique nouvelle.

   A dire vrai, les plans d'études de 36 à 58 avaient insisté lourdement sur les acquisitions de techniques. On n'était pas parvenu à se débarrasser de cette formule humiliante attachée à l'enseignement primaire: lire, écrire et calculer. On en était arrivé au stade de «calculer vite et bien». C'est à peine si quelques lignes, de-ci, de-là faisaient appel aux vertus éducatives de la mathématique.

Le rôle de l'école primaire est essentiel dans la formation de l'enfant. L'instituteur a la mission de favoriser l'éclosion et le développement des jeunes intelligences qui lui sont confiées. C'est lui qui a la plus grande part de responsabilité pour faire de l'enfant un adulte.

3. Il s'agit donc maintenant de dire ce que l'enseignement de la mathématique va nous apporter, de dire **le pourquoi** de nos innovations, en fonction du **but** que nous poursuivons. Il y aura aussi les méthodes à utiliser, toute une pédagogie à créer pour rendre efficace l'outil nouveau mis entre nos mains.

J'ai déjà rappelé à plusieurs reprises les idées exprimées par le mathématicien Jean Dieudonné, doyen de la Faculté des Sciences de l'Université de Nancy, dans la préface de son ouvrage: «Algèbre linéaire et géométrie élémentaire» (2e édition corrigée, Hermann, Paris).

«... doit-on considérer que l'Enseignement secondaire est destiné à accumuler toute une série de connaissances particulières, plus ou moins hétéroclites, en vue de préparer à toutes les professions imaginables; ou au contraire, faut-il essayer avant tout **d'apprendre aux enfants à penser,** sur un petit nombre de notions générales bien choisies, et laisser les techniques spéciales se ranger plus tard sans effort dans «une tête bien faite...?»

Oui, le but que nous poursuivons dans nos classes est de former la pensée — de former aussi l'esprit mathématique —, de développer l'imagination constructive, le raisonnement déductif; de susciter surtout l'esprit de création pour former des hommes susceptibles de s'adapter à des situations nouvelles et imprévisibles.

Nous voulons aussi que nos élèves sachent encore calculer et appliquer leurs connaissances au réel. Nous voulons enfin que la mathématique moderne, si riche de substance, si pleine de finesse, soit enseignée dans un esprit nouveau avec des méthodes nouvelles que les maîtres ont pour mission d'inventer et de perfectionner sans cesse.

4. Voyons maintenant les **programmes nouveaux** (1971) des écoles primaires de l'Etat. Il s'agit du programme de mathématique des classes de première et de deuxième année (premier degré primaire; enfants de 6 à 8 ans).

Ce nouveau plan d'études proposé aux instituteurs est imprégné de l'esprit de la mathématique moderne: les ensembles et relations y ont une place de choix; les propriétés des opérations sont mises en évidence; la géométrie est celle des transformations; on va vers les structures et particulièrement vers la structure de groupe (groupe additif des entiers relatifs, groupes finis d'ordre 2, d'ordre 3 et d'ordre 4, résolutions d'équations dans certains groupes).

En voici d'ailleurs les différents chapitres:

I. Ensembles et relations; II. Les nombres; III. Géométrie; IV. Système métrique; V. Structures; VI. Mathématique appliquée.

Le premier chapitre se divise en deux parties:

1. **Les ensembles:** parties d'un ensemble, inclusion, partition, opérations sur les ensembles, connecteurs logiques (et, ou)
2. **Les relations:** graphes fléchés, fonction et application, ordre, ordre strict, équivalence, bijection, permutation; relation réciproque, composition de relations.

Le deuxième chapitre (nombres) se rapporte à l'étude des entiers naturels et des opérations sur ces nombres. Il y a l'introduction des entiers négatifs, des fractions (opérateurs), des nombres décimaux.

Les propriétés des opérations sont progressivement dégagées: commutativité, associativité et distributivité.

Il y a aussi l'initiation au calcul dans différentes bases de numération.

Le troisième chapitre (géométrie) est essentiellement l'introduction à la géométrie affine (géométrie du parallélogramme). Les droites sont représentées par des diagrammes de Venn.

Le quatrième chapitre (système métrique) est dans la ligne des programmes classiques.

Le cinquième chapitre (structures) consiste en une prise de contact avec la structure de groupe. On commence déjà à résoudre des équations dans un groupe.

Le sixième chapitre (mathématique appliquée) se rapporte surtout à des problèmes mis en équations et résolus à l'aide de graphes, de relations numériques.

Il y a aussi l'initiation à la notion d'échelle.

5. Ce nouveau plan d'étude est facultatif à partir du 1er septembre 1971. Il sera rendu obligatoire après deux ans d'expérience, soit le 1er septembre 1972 (il sera évidemment remanié pour cette date).

   Le programme des classes de 3e et 4e sera rédigé durant la prochaine année scolaire.

   L'important problème de «reconversion» des maîtres du primaire n'est pas complètement résolu. **Les cours d'enseignement par correspondance de l'Etat** ont fourni un gros effort pour apporter une aide substantielle aux instituteurs désireux de se «recycler». Les cours de mathématique moderne ont été rédigés en tenant compte de leur application au primaire, en tenant compte surtout de leurs implications pédagogiques.

Il y a aussi les expériences réalisées dans certaines écoles, **les cours et conférences** organisés ou patronnés par l'Inspection et l'Administration de l'Education Nationale (tels les cours de **l'Association Cuisenaire-Belgique,** organisés dans les grands centres et suivis par des milliers de maîtres du primaire).

Ce qui est remarquable, c'est l'intérêt manifesté par ces maîtres aux cours et aux conférences organisés à leur intention, malgré certaines controverses, malgré la prise de position de professeurs traditionalistes opposés à l'introduction de la mathématique moderne dans l'enseignement secondaire.

Pour nous, il n'est pas douteux que nous allons vers un enseignement plus efficace quant à la formation des enfants. Les parents ne manquent pas de nous en témoigner leur reconnaissance. Les maîtres nous ont déjà marqué leur confiance enthousiaste.

6. **L'enseignement catholique** a, de son côté, publié un nouveau programme en novembre 1970.

Pour le **premier degré primaire** on y trouve les rubriques suivantes:
I. Logique, ensembles, relations, structures; II. Etude des nombres; II. Découverte de l'espace; IV. Vocabulaire mathématique.

Ce programme reste beaucoup plus proche de la tradition, dans la lettre et dans l'esprit, que le programme de l'Etat. La rédaction est par ailleurs, mieux adaptée aux possibilités actuelles des maîtres du primaire.

Les nombres négatifs n'y sont pas introduits. Il n'y est pas question des puissances entières des nombres. Les relations et les structures y ont une place qui paraît bien mince. Tout cela est fort en-deçà de ce qui a déjà été réalisé dans certaines classes de l'enseignement catholique.

Il est vrai que ce programme reste provisoire, comme il se doit. Il reste à voir ce que les maîtres en feront. Car tant vaut le maître, tant vaut le programme!

Louis Jeronnez

COURS DE MATHEMATIQUE DESTINE AU CORPS ENSEIGNANT

(2e année, 8-9 ans)

Lausanne, Département de l'instruction publique et des cultes du canton de Vaud; Service de l'enseignement primaire; 1971.

Cet important document, publié en offset, format A4, fait suite au cours destiné au corps enseignant de 1re année, cours présenté aux lecteurs de Math-Ecole dans le numéro 43 de mai 1970. Il a été pensé et rédigé par Théo Bernet, maître de didactique, pour la mathématique, au Séminaire pédagogique de l'enseignement secondaire du canton de Vaud.

Chaque leçon comprend trois parties: **un aide-mémoire** qui fournit de l'information (pages vertes), **des exercices** (pages blanches) et **les corrigés** des exercices (pages orangées).

L'ouvrage se clôt par des **Réponses à quelques questions:** Quelles sont les buts visés par un enseignement moderne de la mathématique? Quelle sera la place du calcul dans l'enseignement rénové? Et les réglettes Cuisenaire? Tout cela n'est-il pas trop abstrait pour nos élèves? Pourquoi ce jargon et tous ces signes? Faut-il dire «la mathématique» ou «les mathématiques»? Comment se fait-il qu'on en soit là? Les ensembles, n'est-ce pas une mode?

La première de ces questions donne lieu à une réponse particulièrement riche. Nous pensons bien faire en la proposant aux méditations de nos lecteurs.

Quels sont les buts visés par un enseignement moderne de la mathématique?

Pour toutes sortes de raisons, il est maintenant nécessaire de revoir complètement la question des objectifs de l'enseignement mathématique. Sans prétendre être complet, mentionnons les suivantes, que nous développerons ensuite.

— Le libellé des programmes en termes de connaissances conduit à la surcharge de ceux-ci: il y aurait intérêt à définir de nouvelles lignes directrices qui soient d'un type différent.

— Le champ des applications de la mathématique s'est considérablement élargi. En particulier, la mathématique est devenue l'un des outils de la décision. A ce titre, elle peut rendre service à chacun, d'où une série d'objectifs de l'enseignement mathématique qui n'étaient pas pris en considération jusqu'ici.

— De plus en plus on s'intéresse aux «savoir faire» que l'enseignement permet d'exercer, plutôt qu'aux simples «savoir».

— La mathématique est un des outils de la recherche. Le plus important des «savoir faire» est de savoir chercher et découvrir. Il faut donner une place importante à cette sorte d'activité, à tous les degrés de l'enseignement, même avec des élèves dont les aptitudes intellectuelles sont relativement restreintes.

— Chacun reconnaît l'apport de l'enseignement mathématique à la formation de l'esprit. Il s'agit de mieux discerner cet apport, afin d'en faire l'objet de l'enseignement.

— La mathématique est un réservoir de schémas de pensée. L''usage conscient de certains de ces schémas est l'un des buts de l'enseignement mathématique.

Chacune de ces remarques concerne autant l'enseignement primaire que l'enseignement secondaire, car chaque sujet, même difficile, possède des aspects, des cas particuliers élémentaires qui sont à la portée de petits élèves.)

Sans vouloir signifier qu'ils soient critiquables, voici quelques exemples d'objectifs découlant des programmes traditionnels: savor compter jusqu'à 100, savoir multiplier un nombre de quatre chiffres par un nombre de trois chiffres, savoir trouver le prix moyen d'un litre de mélange connaissant le prix du litre et la quantité de chacun des constituants, savoir résoudre une équation du premier degré à coefficients entiers,...

On peut formuler des centaines de tels objectifs, mais l'évolution de la mathématique (il y a toujours plus de notions dont l'étude peut entrer en ligne de compte) et l'accroissement du nombre de ses applicaions font que, très vite, on arrive à une impasse. La liste ainsi obtenue comprend quantité de procédés — valables, bien entendu — mais qui n'ont qu'un nombre restreint d'applications (savoir calculer l'aire d'un trapèze, savoir trouver la moyenne proportionnelle de deux nombres, savoir additionner deux fractions dont les dénominateurs dépassent 20, ...) ou qui n'intéressent qu'un petit nombre d'utilisateurs (tel problème est propre à l'agriculteur, au libraire, au mécanicien, au programmeur, ...). Plus il y a d'objectifs de cette sorte, plus le maître se disperse et moins il y a de chances de les atteindre. Il est devenu nécessaire de réorganiser la matière de manière à satisfaire les divers utilisateurs des mathématiques, mais sans laisser chacun d'eux imposer ses propres problèmes.

La solution se trouve dans l'étude de procédés généraux (savoir utiliser une table numérique, un graphique, une règle à calcul plutôt que savoir extraire une racine carrée «à la main», savoir utiliser un formulaire plutôt qu'apprendre la formule de l'aire du trapèze) et probablement surtout dans le choix de lignes directrices, à la place de l'habituelle mosaïque constituant les programmes.

Une de ces lignes directrices pourrait être: **savoir communiquer avec autrui.**

Exemples pratiques: convenir par téléphone d'un rendez-vous à la gare de Lausanne; libeller une commande; expliquer le fonctionnement d'un appareil ou les règles d'un jeu; s'expliquer à l'aide d'un croquis; décrire un cheminement sur une carte ou dans le terrain; commander la confection d'une pièce de machine à l'aide d'un dessin d'atelier; expliquer la solution d'un problème; rédiger une démonstration.

Toutes ces activités relèvent d'une même exigence — l'univocité du message — qui en fait une application de notions mathématiques. Pour les réussir, il faut savoir repérer un objet dans un système de repérage choisi, classer des objets, identifier des objets, créer un code rendant compte d'une classification, schématiser, etc.

L'apprentissage correspondant commence avec l'école enfantine (exercices d'exploration de l'espace, par exemple) et ne se termine pas au gymnase. Quelle que soit la filière suivie par l'élève, qu'il interrompe sa scolarité à 15, 16 ou 23 ans, si ses maîtres successifs ont eu en vue cette ligne directrice, cet élève se sera exercé à communiquer avec autrui.

Autre ligne directrice possible: **savoir choisir.**

Exemples pratiques: choisir un itinéraire; au charret, aux dames, décider quel est le prochain coup à jouer; choisir la disposition des pièces d'un patron sur un coupon d'étoffe; choisir le procédé le plus commode pour effectuer de tête un calcul donné; choisir une méthode pour résoudre un problème, pour effectuer une construction géométrique; choisir l'achat le plus avantageux; trier des fruits selon leur qualité ou leur grandeur et choisir ceux qui ne peuvent être vendus.

Choisir et communiquer sont des aptitudes nécessaires dans la vie et constamment exercées dans toute activité mathématique. Pour savoir choisir il faut, par exemple, savoir dresser une liste d'éventualités ou de cas possibles, savoir déterminer si elle est complète ou non, choisir un code pour désigner les différents cas, se donner un critère pour le choix, attacher à chaque cas une valeur, comparer ces valeurs, etc.

Là aussi l'apprentissage commence à l'école enfantine (choisir un cheminement dans un labyrinthe, par exemple) et se poursuit tout au long de la scolarité.

Autre ligne directrice: **savoir coder une situation concrète ou mathématique, savoir exploiter un modèle mathématique.**

Il s'agit de l'application consciente de la mathématique à la réalité, dont l'apprentissage est évidemment nécessaire. Nous y revenons ailleurs de façon plus détaillée (par exemple dans la partie XIII) et nous nous contentons ici d'indiquer les phases de ce processus que l'on rencontre pratiquement à chaque leçon: en présence d'une situation donnée, choisir et retenir l'un des aspects, faire abstraction des autres; par un codage convenable, obtenir un modèle mathématique rendant compte de l'aspect retenu; contrôler si le modèle convient; si aucun modèle connu ne convient, en construire un nouveau; tirer des renseignements du modèle: prévoir en direction de l'avenir ou de l'inconnu.

Il ne se passe pas de leçon sans que les élèves soient confrontés à ces problèmes.

Autre ligne directrice encore: **savoir déduire.**

En présence d'un raisonnement, prendre conscience de ce qui s'y trouve présupposé. Mettre dans l'ordre logique une suite de déductions. Reconnaître ce qui change dans les conclusions d'un raisonnement lorsqu'on modifie les hypothèses dont il part.

Il est clair que la déduction se développe surtout en fin de scolarité, mais rien n'empêche de concevoir des exercices préparatoires avec des élèves jeunes: par exemple, étudier l'effet d'une modification des règles d'un jeu, ou faire de petites déductions localisées.

Concluons cette première approche du problème des objectifs: choisir, coder, utiliser des modèles mathématiques, déduire, communiquer, ... ce sont là toutes des activités nécessaires pour **chercher** et **découvrir.** L'enseignement traditionnel de l'arithmétique est principalement un apprentissage de recettes. On y exploite des résultats et des procédés trouvés par d'autres. Les élèves y ont peu souvent l'occasion de faire eux-mêmes des découvertes. Si l'on veut que les adultes de demain soient en état d'aborder leur époque sans en être les jouets, il faut leur donner dès l'enfance l'habitude de penser par eux-mêmes, de se poser des questions et de les résoudre. L'enseignement mathématique peut être le lieu de telles activités. L'entraînement de techniques y aura sa place, nécessaire mais non prépondérante.

Prenons maintenant le sujet d'un autre point de vue. Il y a longtemps que l'on parle, à propos de l'enseignement de l'arithmétique, de formation de l'esprit, ou du raisonnement. Mais, chose curieuse, ces objectifs-là sont généralement mentionnés dans les préambules des programmes, non dans les programmes eux-mêmes.

Consciemment, et selon le programme, on enseigne le livret, la multiplication des nombres décimaux, les heures et les minutes, la résolution des problèmes de courriers... Tout se passe comme si l'essentiel, qui n'est pas mentionné au programme, dont on sait qu'il existe mais qu'on a de la peine à définir avec précision, que l'essentiel donc soit attendu comme un sous-produit de l'enseignement, par dessus le marché, espéré par le maître, mais en quelque sorte en marge de son action délibérée.

«Non pas des têtes bien pleines, mais des têtes bien faites.» Il est temps de se conformer à cette excellente maxime en donnant explicitement à l'enseignement mathématique la mission de former le raisonnement. D'où un renversement de la situation: les éléments de cette formation deviennent les véritables objectifs de l'enseignement mathématique, alors que les diverses techniques qu'il est souhaitable d'étudier en deviennent des sous-produits.

Dans le cadre des travaux du CREPS, travaux auxquels le professeur André Delessert, de l'Université de Lausanne, a pris une part active, le groupe «220-2, objectifs» se préoccupe actuellement de définir les objectifs de l'enseignement mathématique en se plaçant à ce point de vue. Sans vouloir préjuger des résultats de ce travail qui n'est pas terminé (au printemps 1971) il nous semble utile de présenter quelques aspects de cette recherche.

Les objectifs de l'enseignement mathématique peuvent être classés selon quatre niveaux qui ne s'excluent pas mutuellement. En effet, une même activité, bien conduite, peut répondre en même temps à des objectifs de chacun des niveaux.

Dans un premier niveau se situent les objectifs ayant trait à **l'attitude générale** des élèves. On y trouve, parmi d'autres, les idées suivantes.

L'école doit:

— apprendre à penser par soi-même;
— donner envie d'y voir clair;
— donner envie de «faire par soi-même»;
— donner envie de se corriger;

— préparer à la recherche, à l'exécution en équipe;
— ne pas éteindre la curiosité de l'enfant, ni son esprit d'initiative, d'invention, ni son imagination...

Au niveau II figurent les objectifs se rapportant à la **prise de conscience par l'élève de son activité mentale.** Voici quelques exemples de tels objectifs.

L'élève doit s'exercer à:

— reconnaître qu'on peut, qu'on doit choisir, qu'on a choisi, qu'on se réserve de choisir;
— reconnaître qu'il faut s'informer;
— aller en quête d'informations, les organiser;
— transmettre des informations, en vérifier la transmission;
— adopter consciemment une convention de langage, de figuration, d'omission ou d'identification;
— désigner un objet par une lettre;
— mémoriser pour un instant;
— rechercher une analogie, l'exploiter, ne pas en abuser.

Le niveau III correspond à **l'acquisition de méthodes de pensée et d'action.** Là encore, nous ne donnons qu'un choix d'objectifs, pour en montrer l'allure générale.

L'élève doit apprendre à:

— ordonner suivant un critère donné ou choisi;
— classer suivant un critère donné ou choisi;
— comparer suivant un critère donné ou choisi;
— prévoir les changements impliqués par une modification de critère;
— déduire;
— analyser les hypothèses implicites d'une déduction;
— imiter;
— inventer par analogie;
— extrapoler;
— organiser des tentatives de solution;
— constituer des stocks d'expériences;
— questionner;
— illustrer par des diagrammes;
— soumettre une solution à l'expérience, à la vérification.

Au niveau IV se trouvent les **pouvoirs techniques** tels que les suivants.

L'élève doit:

— acquérir le sens de l'espace;
— assimiler la notion de repérage dans un ensemble;
— savoir lire et utiliser diverses tables numériques;
— savoir lire et utiliser les diagrammes cartésiens;
— pouvoir effectuer des opérations de tête;
— pouvoir utiliser divers codages mathématiques en vue de prévisions ou de descriptions portant sur des systèmes non mathématiques;
— pouvoir s'assurer qu'un objet vérifie ou non une définition;

— formuler un problème;
— être capable de présenter une solution.

Ces objectifs ont été libellés pour l'école primaire et l'école secondaire à la fois; ils peuvent paraître ambitieux pour la première. Nous mettons en garde contre ce jugement, s'il est énoncé par référence au programme actuel, dans lequel chaque sujet figure dans l'année où il peut être assimilé en tant que technique entraînée. Les mêmes sujets peuvent être de passionnants objets de recherche si on les situe là où ils sont à la portée des élèves sous cette forme.

Pour illustrer cette affirmation, mentionnons deux exemples. Les maîtresses travaillant avec les réglettes Cuisenaire savent bien ce que les élèves de 2e année peuvent faire avec des puissances, alors que ce sujet ne figure qu'au programme des classes supérieures. L'analyse combinatoire était traditionnellement enseignée au gymnase. Pourtant la question «une saynette comprend trois rôles et voici les trois acteurs; dresser la liste de toutes les manières différentes d'attribuer les rôles aux acteurs» est une jolie question pour des petits.

L'évolution de la société, de la science, des métiers, du public est actuellement telle qu'il y a sans cesse un désaccord entre l'un ou l'autre de ces interlocuteurs de l'école. Celle-ci ne peut les satisfaire tous à la fois si elle insiste par trop sur les matières des programmes, elles-mêmes en constante évolution. D'autre part, tant que la discussion restera au niveau de ces matières, le risque de conflits de générations entre enseignants sera grand. Pour éviter à l'enseignement mathématique une suite cahotique et pénible de reconversions, il faut le fonder sur des buts de valeur permanente. Ceux-là, on ne les trouve pas du côté des programmes. Il nous semble que des objectifs tels que ceux que nous venons de définir sont susceptibles d'offrir un meilleur terrain d'accord.

Alice Cullaz et Liliane Pache

«Mathématique»

Notes méthodologiques pour la deuxième année enfantine, Genève, Département de l'instruction publique. Service de la recherche pédagogique (11, rue Sillem, 1207 Genève), août 1971.

Voici un important et précieux document qui se situe à l'intersection de l'éducation préscolaire et de l'enseignement de la mathématique. Il est le fruit de travaux expérimentaux poursuivis avec clairvoyance et ferveur par l'équipe genevoise animée par Raymond Hutin. Il montre tout ce que l'on peut entreprendre avec des enfants de 5-6 ans et laisse présumer le bénéfice que ceux-ci peuvent tirer, pour leur formation générale, d'activités de pensée proposées dans un climat de jeu et de liberté. S. R.

Un éminent confrère, la revue NICO

NICO, la revue en langue française du Centre Belge de Pédagogie de la mathématique est destinée aux enseignants de la mathématique à tous les niveaux.

La revue paraît trois fois par an.

Au sommaire du No 9 (180 pages), juillet 1971:

Papy, «Graphes et groupes — Frédérique, «Première leçon de probabilité» — F. Plastria, «Un enseignant moderne de la mathématique en 4e année primaire» — Etc.

L'abonnement annuel est de 30 FB ou $ 6 à virer au CCP 302.10 du Centre Belge de Pédagogie de la Mathématique, 224, av. Albert - B - 1180 Bruxelles.

André Calame

«Introduction aux mathématiques modernes»

La Neuveville, 5, place de la Gare; Editions du Griffon, 1971; un volume de 198 pages, en deux couleurs.

Cet ouvrage s'adresse à tous ceux qui s'intéressent aux mathématiques modernes par curiosité intellectuelle ou par nécessité professionnelle. La matière traitée ici a fait l'objet de plusieurs cours destinés à des membres du corps enseignant. A partir des expériences vécues dans ces cours pour adultes, il a paru utile de mettre cette introduction aux mathématiques modernes à la disposition de cercles plus étendus. Nous pensons aux parents qui connaissent les mathématiques classiques et qui désirent se mettre au courant de l'évolution de l'enseignement élémentaire, aux élèves qui n'ont pas reçu la formation nécessaire pour aborder les autres ouvrages de cette collection.

L'auteur, M. André Calame est membre du Comité de rédaction de Math-Ecole. Nos lecteurs, se reportant au numéro 46, p. 2, se remémoreront ses titres et qualités. Belle carrière à ce nouveau produit du génie inventif et pédagogique de notre collaborateur et ami!

Comité de rédaction:

Mlle A. Grin, MM. B. Beauverd, L. Biollaz, F. Brunelli, A. Calame, D. Froidcœur, G. Guélat, F. Oberson, L. Pauli, S. Roller, rédacteur.

Abonnements:

Suisse F 7.—, Etranger F 8.—, CCP 20 - 6311. Paraît 5 fois par an. Institut romand de recherches et de documentation pédagogiques; 43 fbg de l'Hôpital, 2000 Neuchâtel (038 / 24 41 91).