août 1993

32e année

158

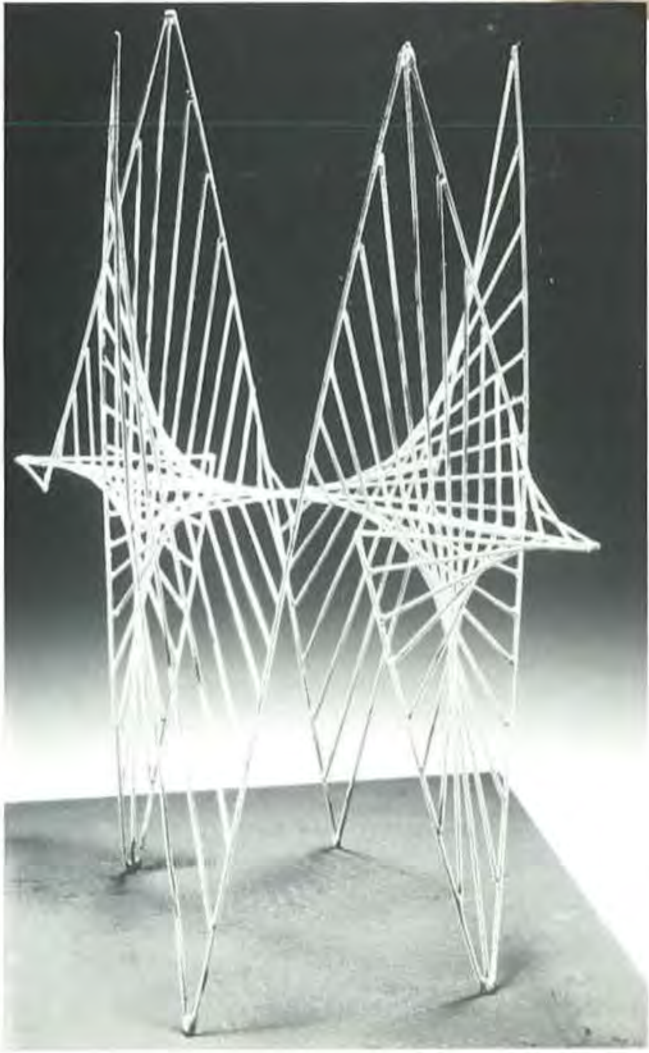
MATHEMATIQUES 93

MATH ECOLE

Le colloque mathématique 93

Interdisciplinarité : «Géomaths»

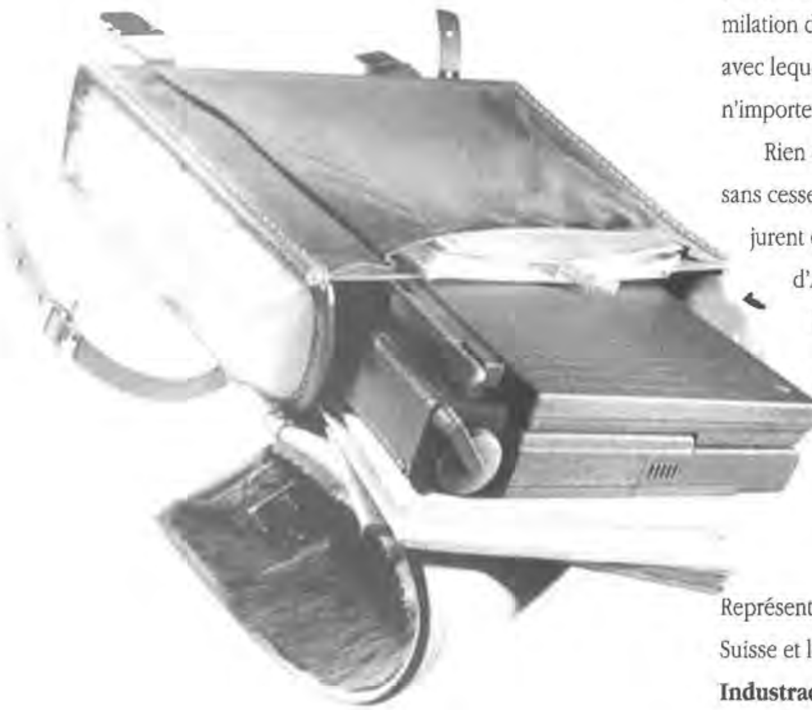
L'atelier mathématique



Le livre d'école d'Apple.

Le PowerBook - qui exerce une extraordinaire fascination sur les élèves - offre de toutes nouvelles perspectives pour optimiser l'assimilation des cours. C'est un livre avec lequel ils peuvent travailler n'importe où, n'importe quand.

Rien d'étonnant si un nombre sans cesse croissant d'élèves ne jurent que par le PowerBook d'Apple, le livre le plus branché, le plus stimulant et le plus excitant qui soit.



Représentant général pour la Suisse et le Liechtenstein:
Industrade SA
Apple Computer Division
Hertistrasse 31, 8304 Wallisellen
téléphone 01/832 81 11 ou
chemin du Bief, 1110 Morges,
téléphone 021/802 16 76.

Apple Computer

BBDO/BC

MATH-ECOLE

32e année 5 numéros par an

158

août 1993

Adresse
Rédaction de "Math-Ecole"
Case postale 54
CH - 2007 Neuchâtel 7

Administration
Institut romand de Recherches
et de Documentation Pédagogiques
Fbg de l'Hôpital 43
CH - 2007 Neuchâtel 7 - CP 54
Tél. (038) 24 41 91
Fax (038) 25 99 47

Fondateur
Samuel Roller

Rédacteur responsable
François Jaquet

Comité de rédaction
Michel Brêchet
Irène Bartholdi
Jacques-André Calame
Michel Chastellain
Roger Délez
Nicole Gremaud
Serge Lugon
Yvan Michlig
Frédéric Oberson
Luc-Olivier Pochon
Chantal Richter
Richard Schubauer
Janine Worpe

Abonnement annuel (5 numéros)
Suisse: Fr. 20.- Etranger: Fr. 25.-
CCP 12-4983-8

Imprimerie
Fiorina, rue de la Lombardie 4
CH - 1950 Sion
Tél. (027) 22 14 60

Couverture
œuvre d'Angel Duarte, Sion
photographie: Heinz Preisig, Sion

Graphisme: François Bernasconi

Sommaire

EDITORIAL, François Jaquet 2

Le colloque *MATHEMATIQUES 93* 4

Le programme-cadre de CIRCE III 9

Pour votre bibliothèque 11

Didactique des mathématiques
André Scheibler 14

La situation-problème 18

L'élève face à un problème concret
Michel Mante 21

Du transfert de connaissance
Extrait de *Le choix d'éduquer*
de Philippe Meirieu 30

L'enseignant et l'enfant
Extrait de *Le désir d'enseigner*
de Marie-Claude Baïetto 33

Qu'est-ce que faire des maths?
Extrait de *Faire de mathématiques: le plaisir du sens* de Bernard Charlot 39

Interdisciplinarité au niveau secondaire: «Géomaths»
M. Ditisheim, V. Zaslawsky, C. Tremblay 41

L'atelier mathématique: une activité signifiante pour l'élève
Michel Brêchet 54

Mathémilitarisme 58

Notes de lecture 59

Editorial

Vingt ans déjà!

Souvenez-vous. A la rentrée scolaire de 1973, d'Evolène à Boncourt, de Chancy à Bienne, chaque élève et chaque maître de première année recevait un ouvrage flambant neuf à couverture rouge sur laquelle un éléphant bleu allait résolument de l'avant.

Le graphiste était-il conscient de la portée symbolique de son motif? A posteriori, on peut penser que oui car il fallait bien un animal de cette puissance pour soutenir l'importance des enjeux: une des premières applications d'un programme romand, la réforme fondamentale d'un enseignement qui n'avait que très peu évolué depuis l'institution de l'école publique, des conceptions pédagogiques novatrices, la reconnaissance de l'activité de l'élève dans la construction de ses connaissances, etc. Sans être une révolution, c'était un véritable renouvellement, qu'on a aussitôt - et sans doute imprudemment - assimilé à l'introduction des «maths modernes» dans l'enseignement primaire.

L'opération n'était pas improvisée. Il y avait eu plusieurs années de réflexions et d'expérimentations locales, chez nous comme dans la plupart des pays voisins, puis la décision politique de coordonner l'enseignement de nos cantons, l'élaboration de plans d'études et de moyens d'enseignement communs, la formation des maîtres, la création d'une commission chargée d'évaluer l'innovation, la mise en place de dispositifs de gestion.

Et, en fait, le plan initialement prévu a été respecté dans ses grandes lignes: les évaluations scientifiques du curriculum romand ont conduit à la réécriture des programmes, à des adaptations successives des manuels et, plus généralement, à l'ébauche d'une dynamique d'échanges et de concertation.

Vingt ans, c'est une bonne tranche de vie qui invite à faire le point pour déterminer la route à suivre. Le regard sur le passé doit donc être le plus objectif possible et prendre en compte, aussi, les écueils et obstacles rencontrés. Ceux-ci existent, il ne faut pas le nier:

> La réforme de 1973 entreprise en première année d'école primaire s'est poursuivie jusqu'en sixième mais est venue buter sur les structures éclatées du secondaire. L'absence de coordination dans la création de moyens d'enseignement aux degrés 7 à 9 et les divergences entre les plans d'étude cantonaux en témoignent. Les programmes-cadres de CIRCE III, dont la qualité est unanimement reconnue, ont été adoptés en 1986. Leur mise en pratique s'avère plus problématique. Qu'à cela ne tienne, on doit pouvoir avancer dans cette direction.

Les décisions d'aujourd'hui et de demain seront de moins en moins dépendantes de modes, croyances individuelles ou charisme de quelques personnalités, elles devront s'appuyer sur de larges expérimentations scientifiques, dans le cadre de la formation des maîtres et de la recherche en didactique des mathématiques. Or, dans ce domaine, il faut bien reconnaître que la Suisse romande paraît encore «sous-équipée» par rapport à nos voisins d'outre-Jura dotés d'IREM et d'IUFM très actifs.

L'enseignement renouvelé ne fait pas encore l'unanimité. Il est l'objet de fréquentes attaques, il n'a pas eu d'effets sur les taux d'échecs, il n'a pas modifié sensiblement les conceptions pédagogiques dominantes. On est en droit de se poser quelques questions sur son efficacité et sur la réponse qu'il apporte aux besoins de notre société en évolution rapide. Marc Legrand[1] s'exprime ainsi à ce propos:

Une formation qui permette de s'adapter à la variabilité des situations, de transformer et d'enrichir ses connaissances initiales au contact de chaque situation nouvelle, telle est l'exigence actuelle à laquelle l'école ne répond pas. (...) Il faut dès aujourd'hui retrouver le chemin d'une certaine qualité de l'enseignement, qualité qui s'obtiendra par la découverte et le choix de méthodes dont on avait pu jusqu'à présent faire l'économie, car d'un côté l'école s'adressait à un public plus trié et de l'autre les exigences de la qualification professionnelle étaient beaucoup moins fortes.

La réécriture des manuels romands pour les degrés 1 à 4, la récente constitution de la CEM (Commission romande d'enseignement des mathématiques), de nombreuses expérimentations locales ont donné une nouvelle impulsion à la réflexion sur notre enseignement des mathématiques. Le colloque *MATHEMATIQUES 93*, va pouvoir relancer et renforcer le mouvement.

Comment pourrait-on fêter plus opportunément ce vingtième anniversaire?

Math-Ecole s'y associe en consacrant l'essentiel de ce numéro spécial à ces véritables "états généraux" de l'enseignement des mathématiques en Suisse romande.

François Jaquet
Directeur du colloque romand
MATHEMATIQUES 93

---

[1] Professeur de mathématiques et chercheur en didactique, Université de Grenoble, conférencier lors du prochain colloque *Mathématiques 93*, auteur de *La crise de l'enseignement: un problème de qualité* (Aleas Ed.), dont est tirée la citation.

Le colloque *MATHEMATIQUES 93*

Rappels généraux

Dans le cadre d'une concertation étroite entre les autorités scolaires et les associations professionnelles d'enseignants, l'organisation des colloques de disciplines a été décidée, sur une base expérimentale, par la Conférence des chefs des départements de l'instruction publique de Suisse romande et du Tessin, lors de sa séance du 27 novembre 1986.

L'organisation générale de ces colloques a été confiée par la CDIP/SR+TI à une commission, présidée par:
M. François LAVILLE, Adjoint au service de l'enseignement, Delémont,
et dont les sont autres membres sont, actuellement:
M. Claudio BERETTA, Expert en mathématiques, Locarno,
M. Maurice EHINGER, Délégué du CARESP, Lausanne,
M. Jean-Noël FRIOT, Délégué SPR, Lully,
M. Robert GERBEX, Délégué à la coordination scolaire, Lausanne,
M. François REYMOND, Chef du service de l'enseignement secondaire, Lausanne,
M. André SCHEIBLER, Délégué du CARESP, Aigle,
Mme Josiane THEVOZ, Présidente de la SPR, Genève,
M. Jacques-André TSCHOUMY, Directeur de l'IRDP, Neuchâtel,
M. Claude ZWEIACKER, Chef du service de l'enseignement primaire, Neuchâtel.

L'ambition des colloques est de créer un lieu de concertation et d'échanges entre les enseignants de Suisse romande concernés directement ou indirectement par l'application des programmes-cadres de CIRCE III.

Le premier colloque, consacré à l'allemand, s'est tenu à Montreux les 16 et 17 novembre 1989. Le deuxième, *Français 91*, a eu lieu à Fribourg, les 14 et 15 novembre 1991. Ces deux premières manifestations ont connu un indéniable succès et ont largement répondu aux attentes de leurs organisateurs et participants. La CDIP/SR+TI a donc donné son feu vert à la commission pour l'organisation d'un troisième colloque, consacré aux mathématiques.

Les buts de *MATHEMATIQUES 93*

En 1986, les autorités scolaires romandes ratifiaient l'organisation des colloques dans les termes suivants:

Dans la perspective générale de la coordination scolaire, le but des colloques est de favoriser:

- *un échange d'informations sur les principales tendances de chacune des disciplines d'enseignement, prioritairement de celles de CIRCE III (degrés 7- 9);*
- *une réflexion générale sur le développement des méthodes et des moyens d'enseignement s'appuyant à la fois sur les situations définies dans les programmes CIRCE III et sur leur application en classe;*
- *une mise en commun des problèmes généraux d'ordre pédagogiques touchant l'ensemble de la scolarité, y compris la formation post-obligatoire.*

Le colloque *MATHEMATIQUES 93* reprend ces buts, en termes d'actions pratiques, pour répondre aux besoins spécifiques de la discipline, de sa problématique actuelle et de ses maîtres:

- *créer une dynamique romande dans l'enseignement des mathématiques aux degrés 7 à 9;*
- *promouvoir de nouvelles formes d'enseignement au secondaire I;*

- *établir des liens entre le primaire,le secondaire I et le secondaire II, en vue d'une harmonisation des méthodes et attitudes pédagogiques.*

La dynamique à mettre en place est non seulement nécessaire, mais souhaitée par les maîtres et les associations qui sont conscients des limites de toutes les nombreuses initiatives prises au niveau cantonal. Le responsable du dossier «Mathématiques» de l'IRDP est assailli de demandes (cours de perfectionnement, expositions, rallyes et concours, informations, documentations, conseils, contacts avec les collègues étrangers, etc.). Cette dynamique est faite d'actions pratiques, d'ouvertures intercantonales ou internationales, de liens directs avec des collègues d'autres degrés, qui conduiront à coup sûr aux «échanges d'informations» du premier but des colloques romands.

Les nouvelles formes d'enseignement s'introduisent aux degrés primaires, on en parle beaucoup et elles suscitent de l'intérêt. (Situations mathématiques, prise en compte de l'erreur, autonomie de l'élève, différenciation pédagogique étaient les thèmes des forums suisses de mathématiques de ces dernières années). Plus personne ne conteste le besoin de changer radicalement les formes d'apprentissage en mathématiques, les expériences locales s'accumulent, il est temps de passer à une phase promotionnelle suscitant une réflexion à l'échelle supracantonale. C'est le second but défini en 1986.

Le troisième but, qui était aussi celui des deux colloques romands précédents, est l'harmonisation verticale des programmes et des conceptions pédagogiques. Ils peut être repris, a fortiori, en mathématiques, tant est grand le fossé entre la construction «rigoureuse» des savoirs scientifiques de cette discipline en vue des études universitaires et la «mathématisation» du réel par un élève de l'école primaire.

Le thème général:

FAIRE DES MATHEMATIQUES

Il y a longtemps que les didacticiens et les psychologues ont compris qu'on *apprend en faisant*. Il est inutile de rappeler ici cette thèse qui sous-tend toutes les pédagogies actives. Et ce n'est pas seulement l'élève qui doit *faire des mathématiques*. Cette activité est valable pour le maître aussi.

Aussi, le colloque pourrait-il être l'occasion de passer du discours à l'acte. Plutôt que de *parler sur* les mathématiques, de présenter des mathématiques *déjà faites* par les autres, de *regarder faire*, on proposerait aux participants d'en *faire eux-mêmes* et d'en *faire faire* préalablement à leurs élèves, pour constituer une pratique commune.

Pour *faire des mathématiques*, les participants seront appelés à conduire quelques activités - qui ont été préparées et préalablement expérimentées par les animateurs - dans leurs classes, avec leurs élèves, au cours des semaines qui précédent. Le premier jour du colloque, le travail s'organisera autour des productions d'élèves recueillies, des observations relevées, des premières analyses de cette pratique en classe. Ces travaux communs constitueront un support et une référence pour les discussions et échanges du deuxième jour, orientés sur les problématiques actuelles de l'enseignement des mathématiques en Suisse romande, à l'articulation entre le primaire et le post-obligatoire.

Organisation du colloque

La préparation et la conduite du colloque *MATHEMATIQUES 93* a été confiée à un comité d'organisation,sous la direction de: François JAQUET, Collaborateur scientifique au service de la recherche, IRDP, Neuchâtel, secondé par des animateurs de chaque canton romand et du Tessin:

BE Mme Cosette BOILLAT-JUILLERAT, professeure à l'Ecole normale de Bienne,
FR M. Frédéric OBERSON, animateur et professeur à l'Ecole normale de Fribourg,
VD M. André SCHEIBLER, animateur cantonal et professeur à l'Ecole secondaire d'Aigle,
VS M. Yvan MICHLIG, animateur cantonal et instituteur à Sion,
NE M. Jacques-André CALAME, professeur à l'Ecole secondaire de Neuchâtel,
GE M. Alain EMERY, animateur cantonal et professeur à Genève,
JU M. Michel BRÊCHET, professeur à l'Ecole secondaire de Delémont,
TI M. Gianfranco ARRIGO, animateur cantonal et professeur au Liceo de Lugano.

Le secrétariat est assuré par:
Mme Elisabeth EGGER, Institut romand de recherches et de documentation pédagogiques (IRDP), C.P. 54, 2007 Neuchâtel 7.

Le comité d'organisation s'est réuni régulièrement, depuis l'automne 1992, pour déterminer les thèmes des travaux de groupes et pour préparer les activités que chaque participant expérimentera en classe avant le colloque.

Les travaux de groupe

Comme l'illustre le programme du colloque (page suivante), les travaux sont organisés, pour l'essentiel, par groupes, d'une dizaine de personnes.

Les huit thèmes du **premier jour**, préparés par une pratique dans les classes de tous les participants sont en rapport étroit avec certains des objectifs de «catégorie I» du plan d'études de CIRCE III:

- L'appréciation du travail des élèves en situation ouverte
- Le rôle du maître en situation de recherche
- «Des chiffres et des lettres ou déchiffrer des lettres»
- «Une fonction dans tous ses états ... découverte par une classe ... dans tous ses états»
- Analyse d'erreurs et conceptions d'apprentissage
- Différenciation de l'enseignement: un essai de pratique immédiate en calcul littéral
- Activités en laboratoire de mathématiques
- La résolution de problèmes

Les thèmes de la **deuxième journée** recouvrent les problématiques majeures de l'enseignement des mathématiques en Suisse romande:

- La place de l'enseignement des mathématiques dans l'école obligatoire, programmes et objectifs, (réflexion sur les finalités: savoirs ou compétences, l'évolution des contenus en rapport avec le débat sur les «maths modernes», etc.)
- L'apport des jeux et concours à l'enseignement des mathématiques, (analyse critique des nombreuses pratiques actuelles dans ce domaine, etc.)
- L'évaluation des connaissances et des aptitudes de l'élève, (analyse critique des «banques» d'items et des épreuves cantonales, etc.)
- La problématique des moyens d'enseignement en Suisse romande, pour le secondaire inférieur,
- La formation des maîtres, contenus et modalités,
- La cohérence et la continuité du primaire au secondaire I, puis au secondaire II,
- La place de la recherche en didactique en Suisse romande, (peut-on imaginer un IREM romand? etc.)
- La différenciation dans l'enseignement des mathématiques (inventaire des pratiques cantonales et perspectives d'avenir).

MATHEMATIQUES 93

La Chaux-de-Fonds
18 et 19 novembre

premier jour		
	dès 9h	ACCUEIL
	10h	OUVERTURE Informations, directives générales
	10h30 - 12h30 14h30 - 16h45	GROUPES DE TRAVAIL "APPROCHE ACTIVE" A B C D E F G H
	17h - 19h	ATELIERS Expositions, films, jeux, etc.

SYNTHÈSE ET EMERGENCE DES PROBLÉMATIQUES

deuxième jour		
	8h 30 - 10h15	CONFÉRENCE INTERACTIVE
	10h30 - 11h	MISE EN COMMUN et EXPOSÉ DES PROBLÉMATIQUES
	11h - 12h30 14h30 - 15h45	GROUPES DE TRAVAIL "PROBLÉMATIQUES" I J K L M N O P
	16h - 17h	SYNTHÈSE ET PERSPECTIVES D'AVENIR sous forme de TABLE RONDE CLÔTURE

SYNTHÈSE DU COLLOQUE

Les activités communes

Pour assurer l'unité et les échanges nécessaires entre l'ensemble des participants, certaines mises en commun, séances d'information et de synthèses sont prévues, en particulier:

Lors d'une **conférence interactive**, située au début du second jour, M. Marc Legrand, de l'IREM de Grenoble, traitera des rapports entre les mathématiques et les autres domaines de la réalité. Il intégrera quelques conclusions de la veille et esquissera quelques perspectives comme introduction aux travaux de groupe du deuxième jour. Son intervention aura la forme d'un «atelier», regroupant tous les participants.

Au terme de ces deux journées, une **table ronde** s'inscrira dans le prolongement des travaux de groupe. Elle permettra d'établir une première synthèse des travaux et s'attachera à relever les «lignes de force de l'enseignement des mathématiques de demain». Présidée par le directeur du colloque, elle réunira deux maîtres secondaires, un professeur d'université, un ou deux invités étrangers qui ont accepté de se joindra à nos travaux.

Activités diversifiées

En fin de première journée, un choix d'**ateliers** offrira quelques ouvertures sur des sujets proposés par les invités étrangers et sur des manifestations organisées en ville de la Chaux-de-Fonds en marge du colloque.

En effet, un **programme parallèle** d'activités, étalées sur une semaine, permettra aux maîtres, aux élèves et à la population de la région de participer à la réflexion sur les mathématiques et leur enseignement:
- plusieurs expositions avec des postes d'expérimentation et de manipulation,
- des démonstrations de programmes informatisés,
- des projections de films,
- un concert,
- plusieurs concours de résolution de problèmes pour les classes et la population,
- des stands de librairie,
- une conférence sur l'art et les mathématiques,
- un cours de perfectionnement des maîtres,
- etc.

Ces manifestations seront publiques et organisées indépendamment du colloque, tout en réservant des espaces d'information et de rencontre mutuels.

Après le colloque

Un colloque romand ne prend pas fin au moment où les participants se séparent. La manifestation doit avoir des suites et des retombées.

Une poursuite et un développement des activités du colloque est d'ores et déjà envisagée. Les activités prévues pour le premier jour sont conçues pour être **reproduites**, dans les cantons, lors de journées d'études ou dans la formation du corps enseignant. Les documents préparatoires, les conclusions des groupes de travail, les relances proposées constitueront les «actes» du colloque et seront à disposition de tous les cantons.

Comme pour les colloques précédents, *Allemand 89* et *Français 91*, le **rapport final** constituera les lignes directrices des futures orientations pour la conduite coordonnée de l'enseignement des mathématiques en Suisse romande.

Le mandat de la Commission romande pour l'enseignement des mathématique (CEM) lui assigne, entre autres tâches, d'**assurer le suivi** des colloques romands qui seront consacrés à la mathématique.

Et, plus généralement, les multiples liens tissés lors d'une rencontre de ce genre portent en eux, les prémisses d'échanges et de relations futures entre tous ceux qui se sentent responsables de l'enseignement de leur branche et de son amélioration.

Le programme-cadre de CIRCE III

A la suite des réformes des programmes de l'école primaire des années septante, une «Commission Intercantonale Romande de Coordination de l'Enseignement pour les années 7-8-9» (CIRCE III), a établi des programmes-cadres de français, d'allemand, de mathématiques, d'histoire et d'éducation civique.

Le travail d'élaboration a été long (près de dix ans), car il reposait sur une large concertation de tous les milieux intéressés. Ces programmes-cadres ont été adoptés par tous les cantons romands en février 1986.

Celui de mathématiques peut être considéré comme «révolutionnaire», en raison de la place qu'il accorde au «développement des aptitudes» (Objectifs de «Catégorie I»), par rapport aux acquisitions de connaissances («Catégorie II»).

OBJECTIFS DE CATÉGORIE I

Développement des aptitudes

La mathématique est action d'analyse du nouveau, réel ou imaginaire.

Le maître donne l'occasion à l'enfant, le plus souvent possible, de développer ses multiples facultés pour vivre toutes les phases d'une recherche et acquérir ainsi le caractère et les aptitudes que cela nécessite.

Enseigner les mathématiques pour:

- Développer des aptitudes à la recherche
- Développer des aptitudes à l'analyse
- Développer la logique du raisonnement
- Développer l'objectivité du jugement
- Développer un langage précis

Développer des aptitudes à la recherche

C'est-à-dire, faire en sorte que l'élève acquière des aptitudes lui permettant de démarrer dans une situation problématique.

Lors d'un échange sur la recherche, le maître veillera ainsi à ne pas porter seulement son attention sur les solutions, mais aussi sur les démarches de chacun pour y parvenir. Il mettra ainsi en évidence des activités d'élèves telles que:

- Se mettre au travail pour essayer.
- Ne pas renoncer après un essai infructueux,utiliser l'échec.
- Chercher dans sa mémoire ou dans les livres une situation semblable.
- Traduire la situation dans un autre langage, par exemple faire un dessin.
- «Casser» le problème en «petits morceaux»
- Particulariser la situation.
- Faire le profil d'une solution, supposer le problème résolu.
- Présenter les stratégies qui ont conduit à une solution.
- ...

Le maître mettra aussi en évidence les pièges que l'on peut rencontrer dans une recherche.

Développer des aptitudes à l'analyse

C'est-à-dire, être capable de traduire une situation du langage courant en langage mathématique, de structurer une donnée du point de vue mathématique.

Analyser, c'est au moins:

a) Tirer de sa mémoire et de son imagination des concepts qui sont en relation avec des faits de la situation, ainsi que des liens entre ces faits.

b) Classer ces concepts selon des catégories telles que:

symbole, codage, définition,
propriété d'objet,

axiome, hypothèse, prémisse,
conclusion,

le vrai,
le susceptible d'être vrai,
le syllogisme.

c) Elaborer un système cohérent et maîtrisable de la situation.

d) Vérifier sans cesse l'adéquation de la situation et du système créé (concept d'isomorphisme).

Le maître, lors d'échanges liés à l'étude de situations problématiques, aura soin de clarifier autant que faire se peut cette relation, ces concepts.

Développer la logique du raisonnement

La logique fait immanquablement usage d'un mode de communication et aucun mode de communication n'est rigoureux. Pour atteindre cet objectif, il faut ménager plusieurs étapes successives:

a) Aider l'élève à prendre conscience de la nécessité d'un langage astreint à certaines exigences de clarté, de cohérence.

b) Favoriser l'entraînement de ce langage pour transmettre, traduire, argumenter.

c) Clarifier à chaque occasion les catégories signalées plus haut, permettre à l'enfant de distinguer «ce dont on est sûr» de «ce qu'il faut justifier».

d) Entraîner l'induction et la déduction, d'abord de manière élémentaire, puis dans le but d'un raisonnement logique solide.

Développer l'objectivité du jugement

C'est-à-dire, donner les moyens à l'élève de se situer dans sa recherche, de corriger son chemin, de profiter des erreurs ou des blocages pour avancer.

Ainsi, toujours lors d'échanges liés à l'étude de situations problématiques, le maître mettra aussi en évidence les façons d'éviter quelques pièges classiques par la critique objective. Il y aura lieu de:

- Se demander si la solution trouvée convient au problème.

- Vérifier régulièrement si son approche est toujours liée à la situation.

- S'assurer que la démarche suivie n'est pas inspirée d'une autre démarche, vécue dans une situation sans rapport avec celle qui nous préoccupe.

- Se débarrasser de contraintes superflues, étrangères à la situation étudiée.

- ...

Développer un langage précis

C'est-à-dire, mettre sans cesse en évidence les conditions nécessaires à la bonne qualité d'un message, transmis sous des contraintes diverses.

OBJECTIFS DE CATÉGORIE II

Ces objectifs, plus traditionnels, s'organisent en trois tableaux (un par degré 7, 8, 9) de trois colonnes (correspondant à trois niveaux). Nous n'en donnons ici que quelques exemples tirés de 7e, niveau "moyen":

- Hiérarchiser une suite d'opérations (cas simples).
- Multiplier et diviser 2 nombres en code fractionnaire.
- Mesurer une longueur, un angle.
- ...

Pour votre bibliothèque

Cette liste d'ouvrages et de revues pourrait servir de base pour une bibliothèque personnelle de maître de mathématique ou pour celle d'un collège.

DES REVUES

Math-Ecole

Situations et activités mathématiques - notes bibliographiques - comptes rendus d'expériences - considérations d'ordre didactique et pédagogique - aperçus historiques.
Destinataires: Maîtres du primaire et du secondaire inférieur. (40 - 60 p. cinq fois par an, 20 FS)
Math-Ecole, CP. 54, 2007 Neuchâtel 7

Bulletin de l'APMEP

Comme *Math-Ecole*, présente des articles sur l'enseignement des mathématiques en général.
Destinataires: Tous les maîtres. (120 p. cinq à six fois par an, 390 FF)
A.P.M.E.P. 26 rue Duméril, 75013 Paris

Le Jeune Archimède

Jeux - problèmes - notices historiques - propositions d'expériences.
Destinataires: Elèves des collèges (degrés 6 à 9). (36 p. six fois par an, 25 FS, par *Math-Ecole*)
Ed. Archimède, 11 bis allée Henri Wallon, F.-95100 Argenteuil

Maths & Malices

Jeux - problèmes - notices historiques - tests - concours - exercices - défis - ouvertures sur le monde - rubriques très variées dans une présentation plaisante, en quadrichromie.
Destinataires: Elèves des collèges (degrés 6 à 9), (24 p. six fois par an, 128 FF)
ACL - Editions, 50 rue des Ecoles, 75005 Paris

Tangente

Jeux - problèmes - développements mathématiques - notices historiques.
Destinataires: Elèves des lycées (degrés 10 à 12) et les maîtres. (52 p. six fois par an, 165 FF)
Tangente, 76 Bld de Magenta, 75010 Paris

Recherche en didactique des mathématiques

Articles scientifiques convrant tous les aspects de la recherche en didactiqwue des mathématiques.
Destinataires: maîtres de mathématiques et chercheurs en didactique (400 p. par an, 280 FF)
Editions La Pensée Sauvage,B.P. 141 F - 38002 Grenoble

Repères

Revue des Instituts de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques (IREM). Des débats actuels aux applications concrètes pour les classes, articles destinés à faire le lien entre recherche en didactique et pratique.
Destinataires: maîtres de mathématiques, formateurs, chercheurs (144 p. quatre fois par an, 280 FF)
TOPIQUES Editions, 24 rue du 26e B.C.P., F - 54700 Pont-à-Mousson

DES PROPOSITIONS D'ACTIVITÉS POUR LES ÉLÈVES EN RAPPORT ÉTROIT AVEC LES PROGRAMMES

Développements 5e 6e

Office romand des éditions scolaires (1978)

Jeux I *(44)* ***Jeux II*** *(55)* ***Jeux III*** *(78)*
Activités mathématiques au collège *(58)*
Activités mathématiques en 4e-3e *(33)*
Publications de l'APMEP, Paris.

Mathématique cinquième année
Mathématique sixième année
M. Chastellain, F. Jaquet, Y. Michlig. Office romand des éditions scolaires (1984-85). (Les ateliers et autres situations mathématiques en particulier.)

Mathématique 7e
Mathématique 8e
Mathématique 9e
J.-A. Calame, F. Jaquet. Editions scolaires, Neuchâtel (1988-1991)

Pédagogie des situations en mathématique
Equipe du CVRP, Lausanne (1985)

300 problèmes, M. Gonnard
30 problèmes glanés pour les élèves de 6e et de 5e,
35 problèmes glanés pour les élèves de 4e et de 3e, A. Bouvier
IREM de Lyon, documents 55, 56 et 59 (1991)

Sur les pistes de la mathématique
Groupe mathématique du SRP, Genève, n° 40 (1991)

DES SOURCES D'IDÉES POUR RENOUVELER SA COLLECTION DE PROBLÈMES

Haha, La magie des paradoxes, Math'Circus, Math'Festival
M. Gardner. Bibliothèque pour la Science, Editions Belin (1980)

Jeux de l'esprit et divertissements mathématiques,
Nouveaux jeux de l'esprit et divertissements mathématiques
J.- P. Allem, Editions du Seuil, Paris (1975) (1981)

Jeux mathématiques et logiques
Annales des championnats de jeux mathématiques et logiques, de 1987 à 1992 (Vol. 3 à 11), FFJM, Hatier, Paris. (par *Math-Ecole* également)

Le monde de M.C. Escher
M.-C. Escher, Editions du Chêne, Paris (1972)

Logique sans peine
L. Carroll, Editions Hermann, Paris (1966)

Mathématiques et langage
Alpha Junior, Volume 10.

Problèmes et divertissements mathématiques, (Tomes I et II), ***Nouveaux divertissements mathématiques,***
Les casse-tête mathématiques de Sam Loyd,
M. Gardner, Dunod, Paris.

Problèmes plaisants et délectables qui se font par les nombres
C.G. Bachet, Editions Blanchard (écrit en 1612, revu en 1879)

Récréations mathématiques I, II, III, IV
E. Lucas, Editions Blanchard (réédité en 1975)

Rosaces, frises et pavages
Y. Bossard, Editions CEDIC, Nathan, Paris (1979)

Maths au jour le jour
J. Lubczanski, Editions CEDIC, Nathan, Paris (1979)

Le trésor de tonton Lulu (Vol. I et II)
J. Lubczanski, G. Chaumeil, Diffusion: *Tangente* - APMEP - *Math-Ecole*

DES OUVRAGES DE RÉFÉRENCE EN DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES

Construction de savoirs mathématiques au collège
Equipe de recherche de l'INRP, Rencontres pédagogiques, n° 30 (1991)

La mystification mathématique
A. Bouvier, Editions Hermann, Paris (1981)

La pratique du problème ouvert, Varions notre enseignement avec les problèmes ouverts
G. Arsac, G. Germain, M. Mante, D. Pichod, IREM de Lyon (1985)

L'enfant, la mathématique et la réalité
G. Vergnaud, Editions Lang, Berne (1981)

Problème ouvert et situations-problèmes
G. Arsac, G. Germain, M. Mante, IREM de Lyon (1988)

Initiation au raisonnement déductif au collège
G. Arsac, G. Champion, A. Colonna, G. Germain, Y. Guinchard, M. Mante, IREM de Lyon (1991)

Faire des mathématiques: le plaisir du sens
R. Bkouche, B. Charlot, N. Rouche, Bibliothèque européenne des sciences de l'éducation. A. Colin Editeur, Paris (1991)

Comment poser et résoudre un problème
G. Polya, Editions J. Gabay (1989)

La crise de l'enseignement, un problème de qualité
Marc Legrand, ALEAS Editeur, Lyon (1989)

Didactique des mathématiques: une présentation de la didactique en vue de la formation des enseignants
M. Henry, IREM de Besançon (1991)

DES OUVRAGES POUR ELARGIR SA CULTURE MATHEMATIQUE

Fragments d'histoire des mathématiques I (41) II (65) III (83)
Brochures de l'APMEP, Paris.

Le matin des mathématiciens, entretiens sur l'histoire des mathématiques
textes réunis par E. Noel, Editions Belin (1985)

Le nombre π
Publication de l'ACDS, Amiens (1980, réédité en 1992)

Mathématiques au fil des âges
J. Dhombres, Gauthier-Villars, Paris (1987)

Arithmétique pour amateurs
Livre I: Pythagore, Euclide et toute la clique
Marc Guinot, ALEAS Editeur, Lyon (1992)

Les aventures d'Anselme Lanturlu (Le géométricon, etc.)
J.-P. Petit, Editions Belin

Les chroniques de Rose Polymath (Les Fractals, Oh! catastrophe, Ah! les beaux groupes)
I. Stewart, Editions Belin

Didactique des mathématiques

par André Scheibler

Ndlr. La Revue «Diagonales» de nos collègues du Centre vaudois pour l'enseignement mathématique (CVEM) a publié, sous la plume de son rédacteur responsable, deux premiers articles sur la didactique des mathématiques dans ses numéros 2 et 3. Nous nous permettons d'en reprendre l'essentiel, avec l'accord de l'auteur, en vue des débats du colloque «Mathématiques 93».

SAVOIRS ET APPRENTISSAGE

Qu'est-ce qu'apprendre?

L'être humain est primitivement un système complexe d'instruments de mesure, de détecteurs selon les différents sens dont la nature l'a doté. Plongé dans les situations les plus diverses, son cerveau enregistre une multitude d'informations liées à la situation et aux actes qu'il met alors en jeu, informations concernant la globalité du monde dans lequel il vit, soit monde objectif, affectif et psycho-moteur. Toutes ces informations s'inscrivent dans une mémoire, à laquelle s'ajoute une caractéristique binaire du type agréable-désagréable, bon-mauvais, réussi-échoué. Et les expériences se succèdent. Joue alors un principe dit principe d'analogie: l'enfant, replongé dans une situation dont certains faits sont analogues à ceux déjà rencontrés dans une autre situation, fait appel, souvent inconsciemment, aux informations concernant cette situation et surtout aux décisions prises alors, avec leurs caractéristiques bonnes ou mauvaises, pour mettre en œuvre une nouvelle décision, suivie d'une nouvelle mémorisation. Ainsi l'enfant apprend en regardant le monde, il fait des hypothèses, compare à son expérience passée, expérimente à nouveau, s'accommode, rectifie, enregistre.

Dès qu'il y a reconnaissance d'un type de situation qui permette à l'enfant de puiser dans sa mémoire pour en exhiber la décision gagnante, il y a savoir.

Le savoir mathématique

Qu'est-ce qui qualifie un tel savoir mathématique? C'est une question difficile. Je pourrais m'en tirer par une entourloupette: on appelle savoir mathématique ce qui est reconnu en tant que tel par la communauté savante des mathématiciens. Bien que cette définition, vous en conviendrez, soit peu satisfaisante, il faut reconnaître qu'il n'y en a souvent pas d'autres dans le monde de l'enseignement des mathématiques, et que, entre initiés, elle a fonctionné longtemps et fonctionne probablement encore.

Je voudrais tout de même tenter, au cours de cette étude, de caractériser un tel savoir. Mais cela ne pourra pas se faire d'un coup. En voici, disons, une première ébauche.

Reprenons la notion de savoir telle qu'elle a été décrite au paragraphe précédent. Certains de ces savoirs vont petit à petit se dégager des situations qui les ont fait naître et qui leur ont donné du sens. Ils deviennent eux-mêmes des objets de pensée qui peuvent avoir leur définition propre, leur logique propre. Ces savoirs, qui ont donc subi une première transformation pour devenir des outils de pensée, sont des savoirs mathématiques. Notons au passage le fait important qu'ils ne sont pas toujours, à leur origine historique, des savoirs mathématiques, mais le fruit d'une transformation appliquée à des savoirs originaux.

Quelques individus, plus curieux, plus motivés, ou disposant de circonstances ou de conditions plus favorables que les autres, seront les premiers les détenteurs de ce savoir. Ils pourront en user pour leur profit, en vivre, en tirer du pouvoir. Ils pourront également le transmettre, le publier. Ce savoir est donc d'abord initialement une compétence de résolution associée à un problème ou une collection de problèmes présentant une analogie. Il est personnalisé, donc nécessitant pour sa mise en œuvre son détenteur et le problème concerné.

ENSEIGNER

L'intention d'enseigner

Dès lors il s'agit de se demander comment il sera possible de transmettre ce savoir à un autre individu. Car bien sûr, une vie ne suffirait pas chez lui pour développer, indépendamment de toute aide extérieure, à la manière d'un enfant sauvage, les connaissances mathématiques élémentaires qu'un écolier maîtrise véritablement à la fin de sa scolarité. Bien sûr, ce souci de transmission est le fruit d'un projet social, et il ne faudra pas négliger cette dimension. Il est en effet à la base des choix des connaissances que l'on souhaite transmettre, pour des raisons qu'il faudra analyser, aux élèves.

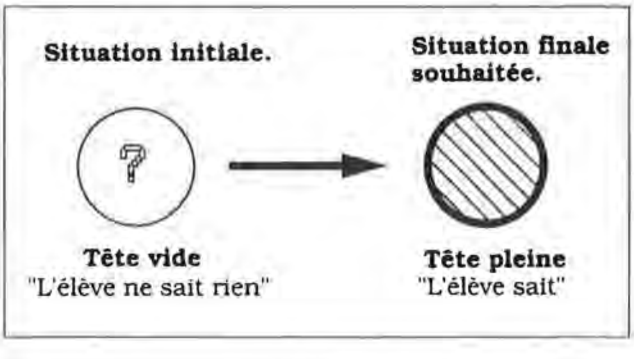
Il y a donc maintenant intervention du maître, de celui qui sait, et qui va, par un processus que nous voulons justement étudier, favoriser chez son élève la révélation d'un savoir. Le maître a l'intention de transmettre un savoir mathématique. Les conditions sont donc nettement différentes de celles vécues par un découvreur décrit dans le chapitre précédent. Cette intention exige donc une mise en scène du savoir se basant sur un modèle d'apprentissage.

Modèles d'apprentissage

L'histoire de l'enseignement des mathématiques est jalonnée de modèles d'apprentissage. En voici trois. J'en emprunte l'excellente présentation à l'équipe de l'IREM de Lyon, emmenée par Gilbert Arsac, Gilles Germain et Michel Mante. Le troisième modèle est le plus récent et sert actuellement les méthodologues qui rédigent les moyens d'enseignement de demain.

• le modèle de la tête vide

Pour passer de la situation initiale à la situation finale souhaitée, un moyen: créer une situation de communication optimale maître-élève. Cette communication reposera sur le principe suivant : «Ce que l'on énonce clairement sera bien compris par l'auditeur». Or exposer un savoir dépersonnalisé, décontextualisé, soit détaché de toute situation concrète qui pourrait lui donner du sens, et qui de plus ne peut se passer d'un langage symbolique conçu tout exprès pour lui, est, nous en avons la certitude maintenant, une méthode peu efficace. Elle peut tout au plus amener l'élève à une capacité de répétition d'un formalisme qui peut faire illusion jusqu'à la première confrontation sérieuse du candidat avec un vrai problème, en l'absence du maître. Certes cette méthode paraît avoir eu du succès à une certaine époque, et elle trouverait peut-être encore quelques défenseurs. Mais ce succès était, il faut le reconnaître, réservé à une certaine



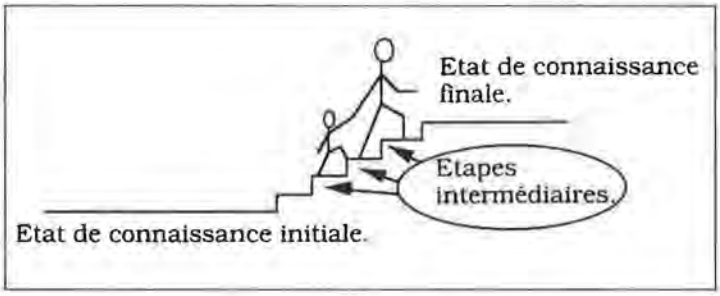
élite minoritaire. D'autre part, l'élève n'a de loin pas la tête vide, même dès ses premiers jours de scolarité. Dès sa naissance il a emmagasiné une quantité impressionnante de connaissances avec lesquelles il faudra compter. Le modèle de la tête vide ne peut plus être considéré comme suffisant.

Le modèle des «petites marches».

Cette conception repose sur l'idée que, pour faire passer l'élève d'un niveau de connaissance à un autre, il suffit de lui aménager un certain nombre d'étapes intermédiaires. Chacune de ces étapes comportera une petite difficulté que l'élève arrivera à vaincre facilement. Le maître va s'efforcer de faire correspondre à chaque concept mathématique qu'il veut transmettre toute une série de situations élémentaires qui, résolues par l'élève, le conduiront sans coup férir à la maîtrise souhaitée.

Les méthodologies actuellement utilisées dans l'enseignement des mathématiques en Suisse romande font souvent appel à cette conception. Par exemple on demandera d'abord à l'enfant de former une collection d'objets en tenant compte de la présence ou de l'absence d'un attribut choisi. Puis on le rendra capable de distinguer deux attributs dans une même collection. Des schémas lui seront proposés, qui permettront de coder des situations toujours plus complexes, dans lesquelles un même objet sera considéré selon plusieurs attributs. L'élève sera alors capable de classer un ensemble d'objets à l'aide d'un diagramme, et d'en tirer des conséquences.

Nous connaissons les limites de ce modèle d'apprentissage: l'élève réussit assez facilement les tâches intermédiaires qui lui sont proposées, mais ne maîtrisera pas le concept dans sa globalité. Il ne saura pas l'appliquer à une situation qui pourrait s'y prêter sans les indications précises du maître. D'autre part, ses propres connaissances, peut-être plus avancées sur le sujet que pourrait le penser le méthodologue, ont été peu sollicitées, et l'élève va plutôt s'appliquer à satisfaire le projet du maître, étapes après étapes, sans y percevoir d'ailleurs d'autres sens que cette bonne ordonnance.



Cette conception des «petites marches» semble donc réservée à des activités de révision, qui s'adapteraient d'ailleurs bien d'un enseignement assisté par ordinateur, sous forme d'enseignement programmé.

Le modèle constructiviste.

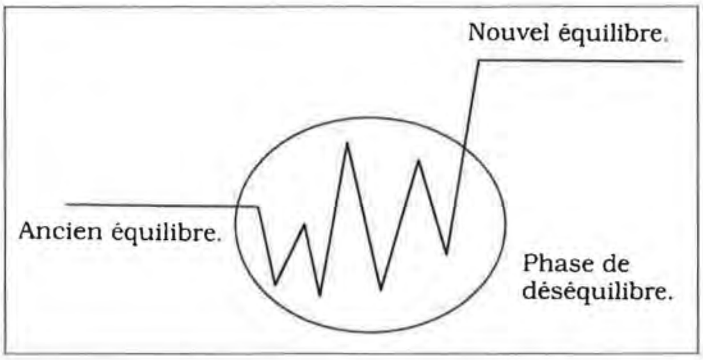
L'apprentissage est le fruit d'une action. Les connaissances antérieures de l'élève sont remises en cause par une situation nouvelle qui les met en déséquilibre. La maîtrise de la situation va entraîner une réorganisation des connaissances, de nouveaux acquis vont s'ajouter aux anciens. «On connaît contre une connaissance antérieure» dit Bachelard. C'est donc un obstacle qui sera déclenchant d'une construction de connaissances.

Le travail du maître va donc consister à mettre en scène des situations ayant les propriétés suivantes:

- Dans un premier temps, elles permettent à l'élève d'investir son ancien savoir.

- Dans un deuxième temps, elles permettent à l'élève de prendre conscience lui-même de l'insuffisance de ce savoir.

- Dans un troisième temps, elles permettent à l'élève de construire de nouvelles procédures.



Cette conception est donc en quelque sorte calquée sur un mode naturel d'apprentissage. C'est celle qui est actuellement adoptée et que nous étudierons de manière détaillée. Pour cela, je me référerai essentiellement aux travaux de Guy Brousseau, de l'IREM de Bordeaux.

(à suivre)

A propos de ce numéro spécial de *Math-Ecole*

Ce numéro 158 de *Math-Ecole* est fort différent des autres:

- son volume est plus important: 60 pages au lieu de 40 à 48,
- certaines rubriques habituelles sont repoussées au numéro suivant: *La revue des revues, Nouvelles brèves,* les informations sur les jeux et concours, etc.
- l'essentiel de son contenu concerne les degrés du secondaire I, il n'y a pas d'articles pour les petites classes cette fois-ci,
- certains textes sont repris d'autres ouvrages ou revues, comme le précédent et les suivants,
- la date de parution a été retardée, de mai à août.

Les lecteurs ont donc droit à quelques explications:

Ce numéro tient lieu de document préparatoire pour les participants au futur colloque *MATHEMATIQUES 93* (voir pages 4 à 8) et de document d'information pour tous ceux qui ne fréquenteront pas cette manifestation.

Nous espérons que chacun, non seulement comprendra les raisons de ces «perturbations» passagères de sa revue préférée, mais encore appréciera d'avoir des ouvertures sur les préoccupations du secondaireI.

Math-Ecole n°159 retrouvera une forme plus habituelle, sa parution est prévue pour la fin d'octobre.

Merci d'accepter ces modifications de l'«image» de *Math-Ecole.*

La rédaction

La situation-problème

Moyens d'enseignement romands - Mathématique 1 - 6

(Définition proposée lors de la séance constitutive de la Commission de lecture)

La «situation-problème» dans les futurs moyens d'enseignement «Math 1-6» de Suisse romande.

Les auteurs de la nouvelle édition des moyens d'enseignement romands de mathématiques pour les degrés 1 à 6 se réfèrent souvent à la notion de «situation-problème», utilisée comme modèle de structure pour certaines activités qu'ils élaborent.

Il faut savoir de quoi on parle pour se comprendre.

Comme tous les concepts issus de la didactique des mathématiques au cours de ces quinze dernières années, celui de «situation-problème» nécessite une définition claire et précise pour ceux qui sont appelés à collaborer dans sa mise en œuvre comme dans son analyse.

Pour les auteurs de «Math 1-6», la situation-problème est une activité qui doit permettre la construction de nouvelles connaissances et qui, par conséquent, est soumise aux conditions ou caractéristiques suivantes:

L'élève doit pouvoir démarrer seul.

- L'élève doit pouvoir s'engager dans l'activité, de manière autonome, par des consignes ou énoncés simples, une situation motivante lui permettant d'envisager des réponses possibles et de donner du sens à son engagement. Il ne faut pas que l'élève reste sans rien faire, parce qu'il ne sait pas où il va, qu'il ne comprend pas ce qu'on attend ou, finalement, parce qu'il ne voit pas le problème.

De nouvelles connaissances doivent être construites.

- L'entrée dans la situation ne doit exiger que des connaissances acquises par l'élève, mais cependant encore insuffisantes pour permettre la résolution du problème. Le réinvestissement de connaissances anciennes ne suffit pas (bien qu'il soit toujours utile); il doit y avoir de nouvelles acquisitions.

La situation doit susciter une démarche de recherche avec répétition d'essais, de conjectures, et de vérifications.

- La situation doit être assez riche pour susciter des conjectures et assez «consistante» pour que les premiers essais n'aboutissent pas immédiatement à la solution. il est souhaitable que le processus «essai-conjecture-test» se répète plusieurs fois avant d'atteindre les phases de formulation et de preuve.

La situation doit être autocorrective.

• La situation doit permettre à l'élève de décider si une solution trouvée est convenable ou pas. C'est à lui, en effet, de prendre conscience de l'insuffisance de ses premières connaissances investies pour en construire de nouvelles.

La situation-problème doit faire apparaître les connaissances prévues qui ne prennent du sens que si elles s'avèrent nécessaires et efficaces.

• La connaissance que l'on désire voir acquérir doit être l'outil le plus efficace ou le mieux adapté pour la résolution du problème. C'est à ce moment qu'elle prend du **sens**.

Cette condition est évidente et constitue la finalité même de la situation-problème, mais elle n'est pas facile à remplir. Des élèves peuvent résoudre le problème par d'autres méthodes qu'il faut avoir envisagées à l'avance pour effectuer les «réglages» nécessaires.

Comme on le constate à la lecture de ces conditions, la situation-problème repose sur une conception constructiviste de l'apprentissage qui exige une remise en cause, par celui qui apprend, de ses anciens savoirs, pour en construire d'autres, plus efficaces.

La gestion en classe d'une situation-problème

Les façons de gérer une situation-problème sont nombreuses, mais certaines phases s'y retrouvent toujours.

Un même problème peut être présenté de nombreuses manières, qui dépendent du maître, des élèves et de toutes les variables contextuelles (pratiques habituelles, programme, temps, vécu de la classe, etc.).

Mais que le travail soit organisé collectivement, par groupes, individuellement, qu'il se déroule sur plusieurs jours ou en une leçon, qu'il donne lieu à des présentations écrites ou à des exposés oraux, il y a toujours certaines phases de gestion qui se retrouvent dans toute situation-problème.

*Dans la **phase d'appropriation**, l'élève reformule le problème dans son langage.*

• La phase d'appropriation du problème par l'élève va au-delà de la simple lecture de l'énoncé ou de la transmission des consignes. La demande proposée par le maître doit être reformulée par l'élève, dans son langage, pour devenir son problème. C'est à ce moment que se redéfinissent les termes, que se précisent les consignes, que se développent et se lèvent les résistances, que se règlent les questions d'organisation pratique.

*Dans la **phase de recherche**, s'élaborent de nouveaux modèles et outils.*

• Dès le moment où le problème est devenu celui de l'élève, ce dernier peut alors y investir ses connaissances et entrer en action. C'est le temps de la recherche, des essais, des conjectures, des vérifications, du rejet des modèles erronés ou insuffisants, de la création d'outils nouveaux.

Pour surmonter les obstacles qui se présentent au cours de cette phase, le travail de groupe ou des périodes de concertation collective, aménagées par le maître, peuvent favoriser l'émergence de modèles plus efficaces.

*La **phase de formulation** permet d'expliciter les connaissances nouvelles et de les valider.*

- Lorsqu'une solution du problème est découverte, il faut la décrire, expliciter les connaissances mises en œuvre ou apparues au cours de la recherche. C'est la phase de formulation et de validation, qui doit permettre à l'élève de communiquer sa solution et de la justifier.

  C'est à ce moment que se développent les interactions entre les membres du groupe, lors de la rédaction, et l'ensemble des élèves de la classe, lorsqu'il s'agit de confronter les différentes solutions.

*Lors de la **phase d'institutionnalisation**, le maître précise les savoirs à retenir.*

- Dans les trois premières phases, le maître avait laissé la responsabilité de la recherche aux élèves, en essayant d'intervenir le moins possible sur le contenu et en se contentant de créer les conditions optimales de travail par la relance, le questionnement, la demande d'explications, le renforcement des solutions correctes. Il doit maintenant intervenir et s'assurer que les connaissances construites sont reconnues par tous, que les nouveaux savoirs et savoir-faire sont identifiés. Il doit également transmettre les conventions d'écriture.

  Cette phase d'institutionnalisation permet d'homogénéiser les connaissances de la classe et de préciser, dans les savoirs construits, ceux qui sont à retenir, et sous quelle forme.

*La **phase de structuration** des connaissances acquises comprend les exercices, les applications et l'évaluation.*

- Il faut encore aider l'élève à intégrer les nouvelles acquisitions parmi ses connaissances précédentes, à les intérioriser, à les faire fonctionner dans des situations diverses pour qu'il prenne conscience de leur champ d'application. C'est la phase de structuration au cours de laquelle le maître propose les entraînements nécessaires et les exercices d'application. La durée et l'ampleur de cette dernière sont réglées par l'évaluation des connaissances acquises.

L'élève face à un problème concret

par Michel Mante, IREM de Lyon

Précisons tout de suite que nous entendons par problème concret un problème dont l'énoncé contient des informations qui font référence à un vécu social. Ce vécu n'est pas forcément celui de l'élève. Ces problèmes sont très souvent utilisés à l'école primaire et au collège, tout particulièrement en 6ème et 5ème.

Cet article, s'appuie sur la problématique que le groupe de recherche «Problèmes concrets à l'école primaire»[1] de l'IREM de LYON a définie pour amorcer son travail. Ce texte est bien sûr le fruit de la réflexion de tout le groupe.

Au cours de cet article nous essayerons tout d'abord de préciser les différentes étapes par lesquelles un élève peut passer quand il cherche un problème. Nous dégagerons ensuite un certain nombre de difficultés que les élèves peuvent rencontrer au cours de cette recherche et enfin, nous proposerons quelques idées de pistes de remédiation.

De la lecture de l'énoncé à la résolution du problème

- **Construction d'une représentation du problème, choix d'une stratégie et production d'un résultat**

Contrairement à ce qu'on pourrait penser spontanément **la lecture ne se fait pas de manière linéaire**, l'élève (comme n'importe quel lecteur) n'accorde pas la même importance à tous les mots de l'énoncé: **la lecture est sélective.** Cette sélection est faite en fonction d'un but que l'élève se fixe. Voici à ce propos l'extrait d'un texte de N. Van Grunderbeeck et al. qui explicite clairement cette démarche:

«Le lecteur perçoit les signes graphiques. Toutefois cette activité perceptive n'est pas la seule à être pratiquée. Le lecteur doit également mettre en œuvre une activité cognitive au cours de laquelle sont traités les indices sélectionnés lors de la phase perceptive.

La sélection et le traitement des indices ne se font pas au hasard, ils dépendent du but que se fixe le lecteur.
[...]
La lecture est donc un processus actif dans lequel le lecteur essaie de comprendre un texte en fonction d'un but qu'il s'est préalablement fixé. Dans sa quête de signification, le lecteur ne part pas uniquement des stimulis visuels mais également de l'idée générale de ce qu'il pense rencontrer dans la texte. Il procède à une sélection d'indices à partir de ce qu'il connaît de la langue, de ses expériences antérieures et de sa connaissance du code. La lecture résulte de cette interaction entre processus visuels et cognitifs et méta-cognitifs.»
(N. Van Grunderbeeck et al, 1986).

L'anticipation que l'élève fait de l'énoncé qu'il est en train de lire est fonction des consignes données par l'enseignant[2], du

---

[1] Participent à ce groupe M. Chapus, M. Corbeil, C. Paiden, Y. Janin, Directeur d'école, J.Layral, M. Mante

[2] Ces consignes peuvent être très diverses: «Vous cherchez ce problème seul et il sera noté» ou «vous cherchez ce problème tout d'abord individuellement puis vous confrontez vos résultats avec votre voisin»...

décodage qu'il fait de la situation dans laquelle il est placé, de ses expériences sociales et scolaires qui sont stockées dans sa mémoire à long terme et, bien, sûr, des premiers mots qu'il rencontre dans l'énoncé. Les **indices** repérés sont stockés dans la **mémoire à court terme**.

Cette lecture permet à l'élève de se construire une **représentation du problème**, c'est-à-dire lui permet de donner un sens à ce problème en repérant un certain nombre d'indices qu'il met en relation. Dans cette représentation du problème intervient entre autre la représentation que l'élève se construit du but à atteindre. A partir de ce moment-là on parlera de compréhension du problème (Hoc, p. 51) ou plus exactement **première compréhension** dans la mesure où celle-ci, au cours de la recherche, peut évoluer.

Les expériences sociales et scolaires jouent donc un rôle essentiel dans la résolution de problèmes. On entend par **expériences sociales** l'ensemble des situations vécues de l'élève en dehors de la classe. Quant aux **expériences scolaires**, c'est le vécu de la classe et tout particulièrement l'ensemble des problèmes que l'élève a déjà résolus. Par rapport à certains problèmes, les expériences sociales peuvent jouer un rôle mineur. C'est par exemple le cas pour le problème suivant: *«Si tu prends trois nombres consécutifs et si tu les ajoutes, obtiens-tu toujours un multiple de 3?»* Par contre, pour les problèmes dits «concrets» qui nous intéressent ici nous faisons l'hypothèse que ces expériences jouent un rôle important.

Les expériences scolaires sont stockées dans la mémoire à long terme sous forme:

- De **problèmes de référence:** c'est-à-dire des problèmes dont l'élève a mémorisé l'énoncé et la procédure de résolution. La procédure est donc, dans ce cas, très contextualisée.
- De **procédures** en partie décontextualisées c'est ce que nous appellerons des **schémas généraux de procédure** (Hoch, p. 42). Ce sont des procédures au sens de systèmes d'opérations mais qui ne sont pas immédiatement exécutables parce que non contextualisées.

Nous allons prendre un exemple pour distinguer les problèmes de référence des schémas généraux de procédure. Un élève qui a résolu le problème suivant: *«J'ai 135 billes. Je désire en faire des tas de 15. Combien puis-je faire de tas?»* peut mémoriser cet énoncé et la procédure de résolution (ici la division de 135 par 15). S'il rencontre quelque temps plus tard le problème suivant: *«On range 273 œufs dans des boîtes de 12. Combien peut-on remplir de boîtes?»* il pourra éventuellement, grâce aux indices repérés dans cet énoncé, faire le lien entre ce problème et celui des billes et le résoudre en commençant par identifier les indices pertinents des deux problèmes: oeufs --> billes, boîtes de 12 --> tas de 15, 273 --> 135 et ensuite en plaquant la procédure du problème des billes à celui des oeufs.

Par contre après plusieurs problèmes de ce type il peut, en oubliant les énoncés, mémoriser la procédure de division qu'il lie à des problèmes de partage. Les schémas généraux de procédure sont plus intéressants que les problèmes de référence dans la mesure où ils peuvent s'appliquer à un plus grand nombre de problèmes.

Enfin les expériences scolaires sont aussi stockées sous forme de règles du **contrat didactique**. *«Nous appelons contrat didactique l'ensemble des comportements (spécifiques) de l'enseignant qui sont attendus de l'élève et l'ensemble des comportements de l'élève qui sont attendus de l'enseignant. Ce contrat est donc ce qui détermine explicitement pour une petite part mais surtout implicitement ce que chaque partenaire va avoir à gérer et dont il sera comptable devant l'autre».* (G. Brousseau). Le contrat est constitué d'un certain nombre de règles, la plupart de ces règles sont implicites et se sont établies par les faits. Voici quelques exemples de règles qui fonctionnent dans la plupart des contrats didactiques:

- Tout problème a une solution.
- Pour résoudre un problème il faut effectuer des opérations avec tous les nombres de l'énoncé et il faut utiliser au moins une fois la dernière opération étudiée.

A l'aide de ces règles les élèves peuvent parfaitement résoudre un problème sans se construire une représentation correcte de l'énoncé.

Les expériences sociales sont aussi stockées sous forme de problèmes de référence auxquels l'élève a pu être confronté en dehors de la classe ou aussi sous forme de schémas généraux de procédure.

L'élève s'est donc construit, au cours de la lecture de l'énoncé et de l'appropriation des consignes qui lui ont été données, une première représentation du problème. Cette représentation peut éventuellement être inadéquate dans la mesure où elle attribue au problème des propriétés qu'il n'a pas ou incomplète dans la mesure où elle n'attribue pas au problème toutes les propriétés nécessaires à sa résolution.

Ensuite l'élève passe à la recherche d'une **stratégie de résolution** c'est-à-dire la recherche d'un système de procédure qui lui permet d'atteindre le but qu'il s'est fixé. Ce choix se fait à partir des problèmes de référence, des schémas généraux de procédure et des règles de contrat didactique stockées dans la mémoire à long terme. Ce choix évidemment est directement lié à la représentation qu'il s'est construit du problème. Il se fait en fonction d'un certain nombre de critères, ce qui laisse à penser que l'élève met en place, de manière généralement implicite, un dispositif de contrôle. Les critères utilisés par les élèves s'appuient sur des méta-procédures (procédures qui parlent de procédures) que l'élève s'est construit au cours de la résolution d'autres problèmes.

La procédure étant choisie, il doit l'«instancier» au problème, c'est-à-dire l'adapter aux données de l'énoncé puis faire fonctionner cette procédure pour arriver au résultat.

Le problème étant résolu, il peut le stocker dans la mémoire à long terme sous forme de problème de référence ou bien renforcer un schéma général de procédure ou créer un nouveau schéma.

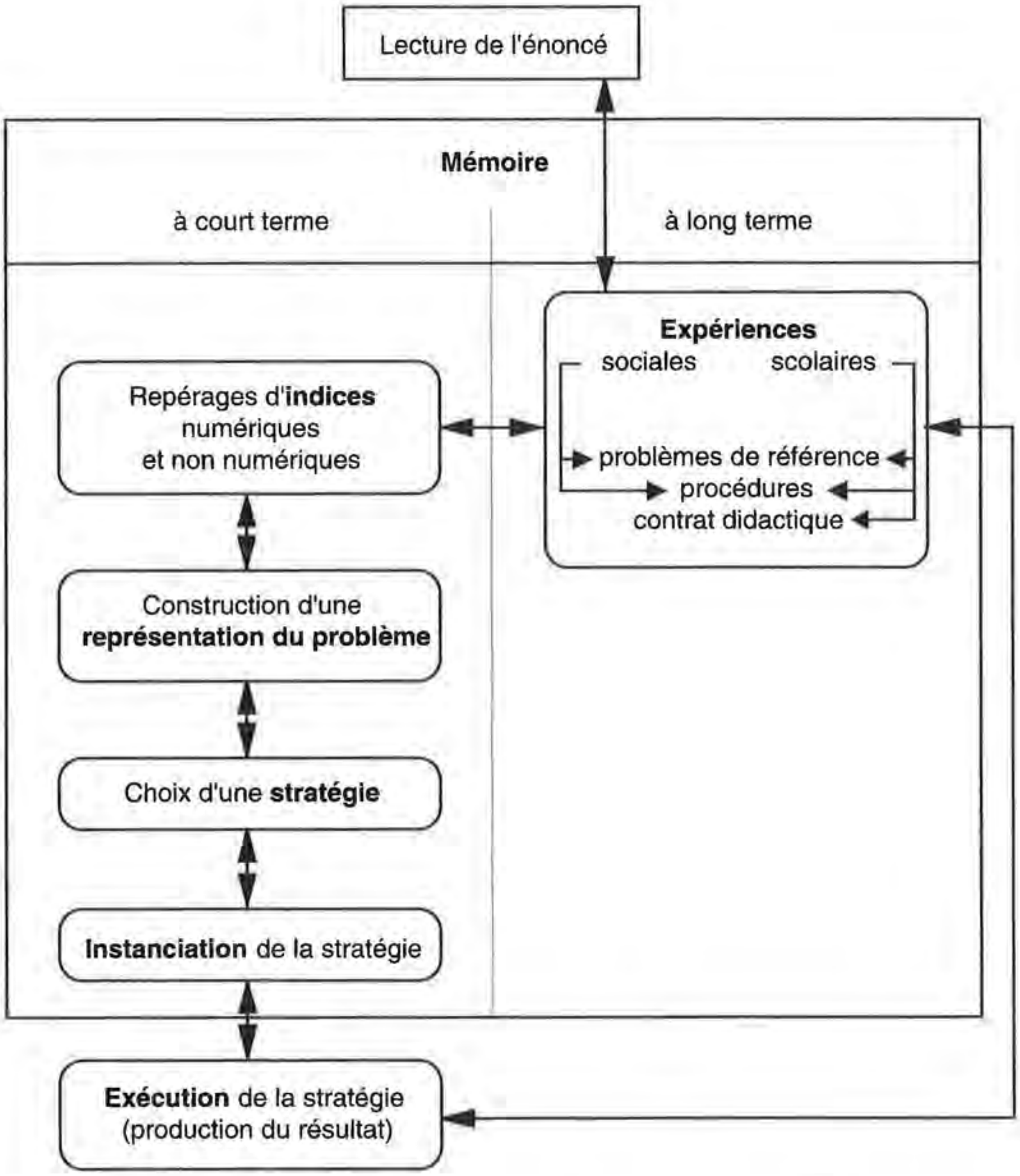
Ces différentes étapes peuvent être schématisées (voir page suivante). Cette description laisse penser que ces différentes étapes se déroulent linéairement et chronologiquement. Il n'en est rien même si certaines étapes chronologiquement se situent avant d'autres, il y a une interaction permanente entre elles.

Tout au long de ces différentes étapes peuvent intervenir des contrôles.

• Les contrôles

Ces contrôles peuvent intervenir tout d'abord **au moment de la construction de la représentation** du problème. L'élève, après s'être forgé une première représentation, peut chercher à la valider à l'aide de nouveaux indices qu'il repère dans l'énoncé.

Le contrôle peut aussi avoir lieu **au moment du choix de la procédure**. La pertinence de la procédure peut se faire soit par rapport à la représentation que l'élève s'est construit de l'énoncé ou éventuellement par rapport à l'énoncé lui-même. Dans tous les cas cela suppose de la part de l'élève une anticipation des effets de l'utilisation de cette procédure. Comme le précise J.E. Gombert et al.: *«Toutefois avant toute intervention d'un*



comparateur, le sujet doit anticiper les effets de l'utilisation de ses moyens. Le test d'adéquation présuppose donc à ce niveau une simulation au moins partielle de l'action visant au but.
[...]
Il s'agit pour le sujet de recourir a une action intériorisée pour tester les moyens choisis: Si cette stimulation ne donne pas de résultat le sujet devra modifier des étapes superordonnées (la représentation, la détermination du but ou (et) le choix des moyens) jusqu'à l'obtention d'un résultat interne. S'il n'y parvient pas, il sera arrêté à ce niveau de la résolution, il pourra alors soit s'en tenir là, éventuellement en déclarant le problème impossible à résoudre, soit tenter tout de même l'action pour dépasser une éventuelle erreur dans l'effectuation simulée.»

Le contrôle peut aussi avoir lieu **au moment de l'instanciation de la procédure**;

l'instanciation elle-même peut être un moyen de contrôle de la pertinence de la procédure.

Le contrôle peut aussi intervenir **au moment de la production du résultat**. Dans ce cas différents contrôles peuvent être envisagés:

- contrôle du résultat obtenu par rapport au résultat attendu (ce dernier résultat est lié à la représentation que l'élève s'est construit du problème);

- contrôle du résultat obtenu suite à une relecture de l'énoncé;

- contrôle de l'exécution des opérations elles-mêmes (recalculs ou preuves).

Un échec à l'un de ces contrôles peut amener l'élève à remettre en cause soit la représentation qu'il s'est construite du problème, soit les procédures utilisées, soit l'instanciation, soit enfin l'exécution de ces procédures.

Comme nous l'avons vu précédemment, la mémoire à court terme et la mémoire à long terme jouent un rôle important dans la résolution de problèmes. Essayons d'expliciter le rôle de chacune d'elles. Ici nous faisons référence à un article de J.F. Richard (Richard, 1982).

• La mémoire à court terme

Beaucoup d'informations circulent dans la mémoire à court terme, mais peu y résident. Sa capacité est limitée, les informations stockées s'effacent facilement, mais elles peuvent être facilement récupérables. On estime que la mémoire à court terme ne peut stocker que 7 à 8 informations (empan amnésique).

Des expériences de psychologie ont montré que si une activité cognitive interfère entre le stockage de l'information dans la mémoire à court terme et sa restitution, il y a une déperdition d'environ 50% des informations stockées.

Il y a donc ce que J.F. Richard appelle une compétition entre le stockage de l'information et l'exercice d'activités cognitives non automatisées. Cette compétition serait due au fait que, pour maintenir l'information en mémoire à court terme, une activité de type révision périodique est nécessaire. Ainsi une activité cognitive pendant cette phase peut empêcher l'activité d'entretien de l'information, ce qui entraîne sa perte.

• La mémoire à long terme

Elle est plus sélective: «*C'est une mémoire à grande capacité, la conservation de l'information est durable et elle offre une énorme résistance à l'effacement. Mais c'est une mémoire dans laquelle il y a beaucoup d'interférences entre les informations. Celles qui y rentrent peuvent transformer celles qui y sont déjà et être à leur tour transformées par elles: ce qui est récupéré n'est pas nécessairement ce qui a été stocké. Par ailleurs, une information présente en mémoire à long terme peut ne pas être récupérable, comme le montre le phénomène du mot sur le bout de la langue: on est sûr de l'avoir en mémoire mais on peut mettre très longtemps à le retrouver.*» (J.F. Richard, p. 9 et 10, 1980).

«De nombreuses expériences ont montré que la possibilité de retrouver une information en mémoire dépend considérablement de la différence qui existe entre le contexte dans lequel cette information a été enregistrée en mémoire et le contexte dans lequel il est demandé de la rappeler.
[...]
L'efficacité d'un indice pour la récupération de l'item tient plus à sa proximité par rapport au contexte d'apprentissage qu'aux relations sémantiques qu'il peut avoir avec l'item. Dans cette perspective, l'oubli est un échec

de la récupération dû à une trop grande distance entre le contexte d'encodage et le contexte de rappel.
[...]
Tout laisse à penser qu'en mémoire à long terme les connaissances sont organisées en réseau et que finalement répondre à une question consiste à faire un cheminement dans ce réseau pour accéder aux connaissances qui sont nécessaires à l'élaboration de la réponse, en utilisant comme indice des éléments de la question.»(Ibid, p.15).

Dans certains problèmes, il peut y avoir des indices dans l'énoncé ou dans le contexte qui donnent accès directement aux connaissances nécessaires. Par exemple si dans un problème la question contient le mot total il appelle immédiatement chez les élèves l'addition. Par contre, dans d'autres problèmes ce type d'indices n'existe pas.

Quelles sont les difficultés que les élèves peuvent rencontrer pour résoudre un problème?

A chaque étape définie précédemment peuvent intervenir des obstacles ou difficultés:

• Difficultés au niveau de la construction de la représentation du problème

L'élève peut parfaitement se construire une représentation inadéquate ou incomplète du problème. Nous faisons entre autres l'hypothèse que la prégnance de certaines règles du contrat didactique peuvent être un obstacle à l'élaboration d'une représentation adéquate du problème. C'est le cas par exemple des règles citées précédemment qui vont inciter l'élève à ne chercher dans l'énoncé que les indices numériques, sans donner du sens aux autres indices.

D'autre part, nous constatons que certains élèves, lors de la lecture des premiers mots de l'énoncé se construisent une représentation qu'ils ont ensuite beaucoup de peine à changer, car dans la suite de l'énoncé ils ne repèrent plus que les indices qui vont dans le sens de la représentation qu'ils ont commencé à se construire. Certains élèves vont même jusqu'à faire des erreurs de lecture pour arriver à faire coïncider l'énoncé avec leur première représentation. Ce qui nous amène d'ailleurs souvent à dire, dans ce cas, que la difficulté des élèves est la lecture alors qu'en réalité la difficulté serait plus au niveau d'une réticence à changer de représentation peut-être par manque d'expérience stockée dans la mémoire à long terme.

• Difficultés au niveau du choix de la procédure

La procédure choisie peut être adaptée ou non à la représentation du problème que l'élève s'est construite. Une représentation convenable du problème n'entraîne pas forcément le choix pertinent d'une procédure.

• Difficultés au niveau de l'instanciation de la procédure

L'élève peut parfaitement avoir choisi une procédure convenable et ne pas savoir «l'instancier» convenablement. Par exemple, dans le problème suivant: «*On désire couper 5 morceaux de même longueur dans une planche de 2m de long. Quelle sera la longueur de chaque morceau?*» un élève peut parfaitement penser à mobiliser la division pour résoudre ce problème et effectuer 5 divisé par 2 car il est habitué, dans le cadre de division, à avoir le dividende supérieur au diviseur.

• Difficultés au niveau de l'exécution de la procédure

Ici l'on retrouve les erreurs classiques liées à la non-acquisition de techniques opératoires.

- **Difficultés à contrôler la représentation, la procédure choisie, l'instanciation de cette procédure, le résultat produit.**

- **Difficultés liées à la limite de la mémoire à court terme**

Nous avons vu que cette mémoire est limitée et que des activités cognitives peuvent entraîner l'effacement de certaines informations. Ces limitations ont plusieurs conséquences au niveau de la résolution de problèmes:

- Un élève qui a des difficultés pour lire l'énoncé va être obligé de mobiliser une partie importante de sa mémoire à court terme pour cette activité. Cela risque fort d'entraîner des difficultés de stockage de l'information compte tenu de la compétition entre activité cognitive et activité de stockage d'informations en mémoire à court terme.

- Un élève qui a des difficultés à faire le tri des indices pertinents peut essayer de tout mémoriser. Lorsque la mémoire à court terme sera saturée, ce qui sera rapidement le cas, des informations pertinentes seront oubliées.

- Un élève peu sûr de lui mettra peut-être en œuvre de nombreux contrôles qui vont prendre beaucoup de place dans la mémoire à court terme, ce qui pourra entraîner ici encore, l'oubli d'informations pertinentes ou la perte de contrôle de l'enchaînement des opérations qui constituent la procédure choisie.

- Enfin, les limites de la mémoire à court terme ont pour conséquences, en cours de résolution, la perte du contrôle de l'exécution d'un algorithme de résolution lorsque celui-ci est complexe et non automatisé par l'élève. Nous avons tous repéré des élèves qui maîtrisent bien les techniques opératoires lorsqu'on leur demande uniquement d'exécuter des opérations et qui font des erreurs de calculs lorsqu'ils résolvent des problèmes. Peut-on dire qu'ils maîtrisent vraiment les techniques opératoires?

- **Difficultés liées à la récupération des informations dans la mémoire à long terme**

Nous avons vu le rôle joué par les expériences sociales et scolaires stockées en mémoire à long terme. La difficulté ici n'est pas tant le stockage des informations que leur récupération: «*L'idée importante qui est derrière cette distinction (stockage - récupération) est qu'une information présente en mémoire ne peut pas être accessible à un moment donné mais ce qui paraît être de l'oubli n'est en fait qu'un échec de la récupération.*» (J.F. Richard, 1980). Des études sur la mémoire montrent que l'aptitude à retrouver des éléments en mémoire à long terme dépend surtout de la différence entre le contexte dans lequel cette information a été stockée et le contexte dans lequel il est nécessaire qu'elle soit rappelée.

- **Difficultés liées à la plus ou moins grande richesse des réseaux de connaissances stockés en mémoire à long terme**

Un élément essentiel qui intervient dans la résolution de problèmes, c'est le stockage des expériences scolaires et sociales. A priori on peut penser que tous les élèves (au moins d'une classe) ont les mêmes expériences scolaires, mais le stockage de ces expériences ne se fait certainement pas de la même façon: les élèves doivent avoir plus ou moins de facilité pour stocker ces expériences et surtout les réactiver de manière opportune. Ici intervient ce qu'on pourrait appeler la qualité du réseau des connaissances; reste à définir ce que nous entendons par qualité et ce qui peut favoriser cette qualité.

En ce qui concerne les expériences sociales, elles ne sont évidemment pas les mêmes pour tous les élèves. Des différences importantes existent entre eux qu'il est certainement bien difficile de combler.

Quelques pistes de remédiation

Il faudrait pouvoir reprendre ici les différents types de difficultés énoncés précédemment et imaginer les types de réponses adaptées à chacune d'elles mais il nous semble qu'actuellement ce travail reste à faire. Ici nous reprendrons seulement quelques pistes de difficultés et essayerons de proposer des idées de remédiation.

Disons tout de suite qu'il semble que face à une erreur d'un élève lors de la recherche d'un problème, il faut pouvoir la situer par rapport aux différentes étapes présentées en début d'article: S'agit-il d'un problème au niveau de la construction de la représentation du problème ou d'une difficulté au niveau du choix d'une stratégie ou de l'instanciation de cette stratégie ou enfin de l'exécution de la stratégie? Il est bien clair que, suivant la réponse que nous apportons, les remédiations ne sont pas les mêmes.

Un questionnement de l'élève est donc nécessaire pour pouvoir répondre aux questions précédentes. Ici il semble important que l'élève prenne conscience de la représentation qu'il s'est construite du problème (et en particulier du but à atteindre), de la stratégie qu'il a choisie et des critères qui ont présidé à ce choix. Pour cela, un questionnement du type: **«questionnement d'explicitation»** mis au point par P. Wermesch peut être très utile. Il serait trop long ici de détailler ce type de questionnement qui s'appuie sur la théorie de la prise de conscience de Piaget; un livre est en cours de publication sur ce thème.

L'aide à la prise de conscience de la représentation que l'élève s'est construite du problème et des processus qu'il a mis en jeu pour le résoudre peut l'aider à changer sa représentation ou à changer de stratégie. Mais cela n'est pas toujours suffisant. Aussi nous allons passer rapidement en revue les différentes étapes présentées précédemment et indiquer quelques pistes de remédiation.

• La représentation du problème est inadéquate

La difficulté peut être liée à une activité de déchiffrage du texte non automatisée chez l'élève. Dans ce cas, la remédiation porte évidemment sur l'automatisation de la lecture (voir le professeur de français). En attendant des progrès dans ce sens, on peut lire plusieurs fois le problème devant l'élève en évitant bien sûr d'insister sur les indices pertinents!

Difficultés liées à une saturation de la mémoire à court terme dans la mesure où l'élève n'arrive pas à discerner les indices pertinents du problème. On peut alors demander à l'élève de dessiner la situation. Cette représentation imagée diminue la charge de travail de l'élève (cf. J.F. Richard, p. 13). Attention, c'est l'élève qui doit exécuter le dessin et non pas l'enseignant. On peut aussi demander à l'élève de raconter l'énoncé. L'expression orale peut l'aider à mieux mémoriser certains indices de l'énoncé. Si cela ne suffit pas pour débloquer la situation, on peut matérialiser le problème (dans le cas où c'est possible bien sûr!).

La difficulté est liée à la prégnance de certaines règles du contrat didactique. Les règles citées dans la première partie de l'article sont souvent des obstacles à la constitution d'une représentation adéquate du problème dans la mesure où l'élève le résout en repérant uniquement les indices numériques sans entrer dans le sens du problème. Il s'agit dans ce cas de «casser» ces règles du contrat didactique en proposant aux élèves, de temps en temps, des problèmes sans solution, des problèmes avec des données supplémentaires, des problèmes qui n'utilisent pas les dernières opérations étudiées, par exemple des problèmes ouverts... Pour inciter les élèves à travailler sur les indices non numériques de l'énoncé et du même coup leur faire prendre conscience de l'importance de ces indices, on peut leur proposer des problèmes sans questions ou leur proposer la solution d'un problème dont il faut qu'ils trouvent l'énoncé.

Difficultés liées à la taille des nombres figurant dans l'énoncé. Des grands nombres peuvent être un obstacle pour les élèves pour se construire une représentation adéquate du problème dans la mesure où ils n'arrivent pas à «imaginer» la situation associée au problème. Dans ce cas, le passage à des nombres plus simples peut débloquer la situation.

• La stratégie choisie n'est pas correcte alors que la représentation est adéquate

Ici se pose le problème du sens, des opérations. Ce qui permet à l'élève de donner du sens à une opération c'est le champ des problèmes que l'élève a résolus avec chacune d'elles. Mais il est hors de question de proposer aux élèves tous les problèmes possibles qu'ils peuvent résoudre à l'aide de chacune des 4 opérations. Par contre, une réflexion est certainement à mener pour choisir un certain nombre de problèmes-types. On peut aussi proposer aux élèves d'inventer des problèmes dont la résolution passe par l'utilisation d'une opération donnée.

On rencontre aussi assez souvent des élèves qui se sont construit une représentation correcte du problème, qui imaginent une stratégie correcte mais qui sont persuadés qu'ils vont se tromper dans son exécution parce qu'ils maîtrisent mal une opération. Ils préfèrent alors changer de stratégie. Dans ce cas, la possibilité d'utiliser la calculette peut débloquer la situation, la remédiation se situant au niveau des techniques opératoires.

• L'exécution de la la stratégie est incorrecte

Dans ce cas, le travail de remédiation se situe au niveau des techniques opératoires. Dans tous les cas, il semble souhaitable de développer chez les élèves des outils d'autocontrôle de leur représentation, de l'exécution de la stratégie et du résultat trouvé. Ce travail est souvent négligé.

Enfin, il semble important qu'après la résolution de certains problèmes «types», d'aider les élèves à mémoriser correctement ces problèmes pour qu'ils deviennent soit des problèmes de référence soit qu'ils complètent le champ de problèmes qui donne du sens à une opération. Pour cela, on peut proposer aux élèves de prendre du recul par rapport à l'activité de recherche: «Qu'est-ce qui vous a permis de résoudre le problème? Qu'est-ce qui a été obstacle pour vous? Avez-vous déjà résolu des problèmes de même type?»...

Tout ceci ne sont bien sûr que des pistes de remédiation qu'il faudrait évidemment affiner, compléter et surtout dont il faudrait expliciter la gestion dans la classe ou hors de la classe. Enfin il faudrait étudier les effets de ces différentes situations.

Bibliographie:

Gombert J.E. et Fayol M. *Auto-contrôle par l'enfant de ses réalisations dans des tâches cognitives* Revue française de pédagogie n° 82 (1988)

Hoc J.M. *Psychologie cognitive de la planification* Ed. PUG (Presse universitaire de Grenoble)

Richard J.F. *Mémoire et résolution de problèmes* Revue française de pédagogie n° 60 (1982)

Du transfert de connaissance

extrait de l'ouvrage de Philippe Meirieu *Le choix d'éduquer* (chapitre 23)
ESF éditeur, Paris 1991

Ndlr. Un point de vue de pédagogue qui provoque toutefois quelques résonances avec ceux des articles précédents écrits par des didacticiens des mathématiques!

Ainsi donc ce n'est pas d'abord à la périphérie du système éducatif, dans quelques marges socio-culturelles, quelques parenthèses ludiques ou subversives, quand on échapperait enfin aux contraintes de l'apprentissage, que se joue l'émancipation d'un sujet. L'émancipation est bien plutôt dans ce mouvement difficile par lequel le sujet s'approprie des objets culturels qui lui permettent de penser le monde autrement que comme un ensemble de situations insaisissables; elle est aussi dans tout ce que cette appropriation autorise, dans le fait qu'elle rende le sujet auteur de sa propre intelligence, capable de l'exercer en dehors des dispositifs et de la présence de son éducateur, capable de s'arracher à la dépendance de ses maîtres et aux facilités de la reproduction mimétique.

C'est pourquoi la question du transfert des connaissances, dans la mesure où cette expression est entendue comme signifiant la possibilité d'utiliser à bon escient un savoir ou un savoir-faire dans un autre contexte que celui où il a été appris, n'est pas d'abord une question de psychologie. Elle est, en premier lieu, une question éthique constitutive de la possibilité même d'une éducation émancipatrice. S'il n'y a pas de transfert possible, il n'y a pas de liberté possible mais la simple duplication d'acquisitions spécifiquement didactiques, c'est-à-dire dépendantes de la situation scolaire de leur apprentissage. Ce n'est donc pas à la psychologie de décréter la possibilité ou l'impossibilité du transfert, mais à la pédagogie de s'interroger sur les moyens à mettre en œuvre pour le rendre possible... à charge pour elle, évidemment, de solliciter les éclairages psychologiques susceptibles de lui permettre d'identifier au mieux les conditions de cette possibilité. Mais il n'y a aucune raison pour qu'elle renonce à ses fins propres devant l'affirmation péremptoire et de l'extérieur de la difficulté de son entreprise.

Peut-être avancerait-on, là encore, si l'on tirait toutes les conséquences de la substitution de la notion de «problème» à celle d'«exercice» ou de «devoir» scolaires? Ce qu'il est important d'apprendre, en effet, ce n'est pas la possibilité de refaire toujours plus vite et plus exactement un exercice scolaire ou une tâche proposée dans une démarche de formation; ce qu'il est important d'apprendre, c'est à identifier, derrière les intitulés didactiques, les structures des problèmes qui se posent et la nature des solutions à mettre en œuvre pour chacun d'eux. En bref, il s'agit de substituer à des objectifs correspondant à l'énoncé de notions des objectifs formulés en termes de «résolution de problèmes».

Ainsi, par exemple, «apprendre à faire une contraction de texte pour acquérir l'esprit de synthèse» représente un énoncé d'intention pédagogique tout à fait respectable mais il n'est en rien un objectif opérationnel - au sens propre de ce terme - pour un formateur. En effet, on retrouve, sous un intitulé unique (la «contraction de texte»), des problèmes radicalement différents, appelant des solutions complètement hétérogènes, selon qu'il s'agit d'un texte argumentatif, d'un texte descriptif, d'un texte narratif ou injonctif, d'un compte rendu d'expérience ou de celui d'une réunion-débat... Or l'efficacité intellectuelle consiste précisément à identifier le type de problème posé dans chaque cas et à mettre en œuvre l'outil spécifique et pertinent. On voit bien, ici, qu'un texte argumentatif exigera que l'on sache distinguer les exemples et les arguments et que l'on puisse hiérarchiser ces derniers; en revanche, un texte narratif supposera plutôt la capacité à discriminer les éléments descriptifs, dont dépend la trame narrative, de ceux qui n'y jouent qu'un rôle secondaire; le compte rendu d'une réunion contradictoire sollicitera, pour sa part, la capacité d'identifier et de classer les différents points de vue ainsi que les arguments afférents à chacun d'eux; le compte rendu d'une expérience requerra, enfin, le repérage des corrélations qu'elle cherche à faire apparaître, la distinction de la corrélation et de la causalité, etc. Il s'agit là, chaque fois, de ce que l'on peut appeler des «familles de problèmes» différentes, que l'on peut d'ailleurs parfaitement retrouver dans des tâches pour lesquelles on ne parlera jamais de «contraction de texte». Et le transfert efficace sera précisément le pouvoir d'utiliser les mêmes outils, ou des outils très proches, dans ces situations nouvelles... et de ne pas tenter de faire la contraction d'un texte narratif comme celle d'un texte argumentatif.

Dans cette perspective, on le voit, un élément essentiel du discours pédagogique contemporain peut trouver une nouvelle définition: il s'agit de la notion d'«objectif opérationnel». L'opérationnalité d'un objectif ne peut plus être garantie, en effet, par la seule qualité formelle de son intitulé. Certes, il ne s'agit pas de renoncer à cette qualité et on ne saurait trop, à cet égard, souligner toute l'importance de la clarification de nos intentions quand on leur fait subir l'épreuve des quatre conditions de Tyler[1]; mais ce qui, au-delà de la formule, garantit qu'il s'agit bien d'un objectif pédagogique - c'est-à-dire que son appropriation contribue à l'émancipation d'un sujet - c'est le fait qu'il se présente comme l'apprentissage du pouvoir d'associer une classe de problèmes, identifiable à des caractéristiques repérables, avec un outil mental ou un ensemble d'outils mentaux - impliquant les dimensions cognitives, psychosociales et motrices - qui peuvent être utilisées pour leur faire face. Un objectif opérationnel, dans ce sens, a donc toujours vocation à permettre un transfert de connaissances dans la mesure où il rend possibles simultanément le repérage d'une famille de problèmes et la maîtrise d'un ou de plusieurs outils qui lui sont associés.

Bien sûr, je comprends que l'usage du terme de «transfert», pour désigner l'opération que je viens de décrire, soit contesté. Il évoque plutôt, en effet, l'idée d'une acquisition quelque peu désincarnée qui serait l'objet d'habillages successifs différents au gré des circonstances et des disciplines. Or ce n'est évidemment pas dans ce sens que je l'entends, même si je comprends que cet usage puisse être légitime dans des entreprises de formation où il convient d'organiser une cohérence minimale des enseignements et où l'urgence impose de postuler a priori l'existence de cette cohérence. Certes, en toute rigueur didactique on ne peut pas justifier une telle démarche et l'on doit, au contraire, s'en tenir, pour éviter des confusions qui peuvent nuire à l'apprenant, à la recherche a posteriori des problèmes communs que l'on peut trouver dans les différentes disciplines... car rien ne dit d'avance, par exemple, qu'«apprendre à démontrer» en géométrie et en philosophie, en biologie et en histoire pose exactement les mêmes problèmes et requiert la maîtrise des mêmes outils! Mais il reste que l'atomisation me-

[1] rapidement résumé: la définition de l'intention en termes de comportement observable

nace effectivement bien des cursus de formation, que c'est bien, quoi qu'il en soit, le même sujet qui est appelé à s'approprier des problèmes différents et des disciplines différentes et que, donc, il existe au moins une réalité interdisciplinaire incontestable qui est précisément l'intelligence de l'apprenant. Par ailleurs, en dépit de nos meilleures intentions et de l'effort pour définir les disciplines scolaires à partir des problèmes que l'on veut apprendre à résoudre au citoyen - et non l'inverse -, la prégnance des secteurs disciplinaires organisés dans le domaine universitaire est telle que l'on peut toujours craindre un alignement sur le «savoir savant appauvri»... ce qui signifie à coup sûr, pour l'élève qui est incapable d'en percevoir les enjeux, la fossilisation d'exercices sans intérêt ni signification.

Aussi faut-il peut-être accepter que la démarche pédagogique s'appuie sur des «capacités» assez générales que l'on se donne pour fin de faire acquérir aux élèves, mais à condition que ces capacités soient en permanence mises à l'épreuve des tâches spécifiques et des problèmes particuliers. En d'autres termes, la notion de «capacité générale» - savoir démontrer, faire une synthèse, être attentif, chercher une information, construire un plan de travail, etc. - doit fonctionner comme un «principe régulateur» de la raison pédagogique: on doit viser ces capacités tout en sachant que, sous cette forme très évasive, elles n'existent pas mais que l'on peut les voir à l'œuvre à travers des situations très concrètes, dans la manière dont un sujet affronte un problème déterminé, dont il dégage la structure spécifique et pour lequel il utilise un «programme de traitement» adéquat. Quoi qu'il en soit, au demeurant, et malgré tous les efforts possibles, les capacités n'existent que par hypothèse, puisque leur présence n'est observable qu'à travers leur mise en œuvre dans des situations concrètes et sur des matériaux spécifiques dont on ne peut jamais savoir avec certitude si elles leur sont tributaires ou non. Même en multipliant les contextes et en croisant les conditions de leur mise en œuvre, on n'obtiendra jamais la garantie qu'une capacité est maîtrisée, puisqu'en elle-même, c'est-à-dire désincarnée et sans objet, elle n'existe pas.

C'est pourquoi l'usage de la notion de capacité et de celle d'objectif, comme le projet de rendre un apprenant capable de spécifier progressivement des «programmes de traitement» par rapport à des «familles de problèmes» imposent des précautions infinies. Mais plutôt que de multiplier les interrogations suspicieuses ou les dispositifs techniques de contrôle - toutes choses qui restent dans les mains du maître et sont susceptibles de renforcer son emprise - je propose que la formation intègre pleinement - et pas seulement aux marges, dans des structures complémentaires d'«aide au travail personnel» - la réflexion méthodologique de l'apprenant sur son propre travail. Et sans doute vaudrait-il mieux même écarter, ici, le terme de «méthode» tant celui-ci est porteur d'ambiguïtés et peut laisser supposer qu'il existe des méthodes indépendantes des contenus. Il vaudrait mieux dire que le travail pédagogique, en ce qu'il vise l'émancipation d'un sujet à travers l'appropriation d'objets culturels, est constitutivement un travail d'élucidation des problèmes que l'on rencontre, de ce qui les spécifie, de ce qui permet de les retrouver dans des situations différentes, de ce qui aide à les résoudre ailleurs et sans aide. Le travail pédagogique est ainsi, indissolublement, apprentissage et «métacognition». Et ce que je nomme ici «métacognition» n'est nullement en extériorité par rapport aux savoirs eux-mêmes; c'est exactement ce par quoi les connaissances transmises deviennent outils d'émancipation. La métacognition fait corps avec elles tout en leur donnant corps. Dans un même temps, elle constitue l'objet et libère le sujet.

L'enseignant et l'enfant

extrait de l'ouvrage de Marie-Claude Baïetto *Le désir d'enseigner,* Les Editions ESF, 1982

Ndlr. Au-delà des processus d'apprentissage, des caractéristiques d'une situation, des procédures de résolution des problèmes, du transfert des connaissances,... il ne faut pas négliger la variable «relations enseignant - enseignés».

Quand l'enseignement est organisé en vue de faire des élèves des enseignés, les partenaires sont alors réduits à leur fonction, la première, celle de l'*enseignant* où le participe présent exprime bien que l'action est de son côté, la seconde, celle de l'enseign*é*, où l'élève a une fonction réceptive, passive même. Entre eux devrait circuler le savoir. Jusqu'alors dans la classe non-directive, nous nous sommes axée sur les «objets» d'enseignement qui se rapportent à l'acte pédagogique, c'est-à-dire l'autorité de l'enseignant, le savoir à communiquer, la structure pédagogique et les méthodes employées. Nous voudrions dorénavant examiner de manière plus approfondie que nous l'avons fait jusque-là le rapport pédagogique, c'est-à-dire la relation enseignant-enseignés. Plusieurs aperçus nous en ont été donnés au cours des pages précédentes quand l'acte pédagogique venait en masquer l'importance.

Le pivot de notre travail reste l'enseignant et c'est lui qui nous parle de l'élève comme enseigné, de sa relation avec lui, et de ce qu'il en attend. C'est donc le parcours que va lui faire faire l'enseignant qui nous arrête à cet endroit.

L'ENSEIGNÉ

L'enseignant se préoccupe-t-il de faire des adolescents ou des enfants qui lui sont confiés des enseignés? Ce que nous avons envisagé précédemment montre que ce ne peut être son premier objectif, et nous devrions plutôt parler d'«éduqué». Avant d'en venir à la relation privilégiée à l'enfant, ce qui nous intéresse ici, c'est de voir comment l'enseignant parle de l'élève.

Les nouvelles valeurs de l'enseignant

Corrélativement au changement qui consiste à favoriser l'éducation, on peut dire qu'il y a un renversement des valeurs proposées à l'enseigné.

L'élève n'est plus réduit à ses seuls résultats scolaires et l'enfant est pris en compte avec son caractère et son comportement. Cela détermine dans la classe non-directive, *deux types d'élèves.*

> «... dans une classe, on a toujours les éléments... *dynamiques, ceux qui en veulent,* comme on dit !... *la masse molle, ceux qui vont suivre* de toute façon que ce soit à gauche, à droite, non-directif, pas non-directif, *ils sont là, ils sont là pour apprendre, ce sont les élèves-types,* ceux que l'on peut appeler, ceux que l'on peut cataloguer sous... en fin de compte, *névrose obsessionnelle institutionnalisée!* ce sont *les bons élèves!* bons élèves dans la mesure où ils sont *bien intégrés,* non pas bons parce qu'ils ont des résultats faramineux! bien intégrés! ceux qui... à la fin de l'année *passeront...*»

Si l'enseignant toutefois s'attarde sur les «bons élèves », contrairement à son collègue traditionnel, ce n'est pas pour les louer. Ceux qui «marchent bien» quelle que soit la méthode pédagogique, qui sont là comme enseignés, c'est-à-dire pour travailler et retenir le savoir inculqué, sont dits également *«sans caractère», apathiques* devant les événements, dans la mesure où ils ne les suscitent pas, tout en sachant cependant s'y adapter.

> «... *cette masse bien scolarisée*... ils attendaient... de voir ce que... moi j'allais dire... par rapport à ça ou ne pas dire, pour faire quelque chose ou ne rien faire! et puis au fur et à mesure des séances... *en fonction... des éléments dominants dans la classe*... ça se structurait...»

Remarquons que ces élèves plus réceptifs et dociles, timorés peut-être, sont souvent timides, voire inhibés et devraient constituer pour l'enseignant-thérapeute des cas sur lesquels il pourrait se pencher. Ce ne sont pourtant pas ceux-là qui intéressent l'enseignant. En effet, le «cas difficile» sur lequel on s'appesantit, ce sera le chahuteur, *intelligent et bon parleur*, celui qui a toujours régné sur les classes en tenant tête aux enseignants traditionnels, pour qui l'enseignant non-directif dit sa prédilection.

> «... celui qui est *le petit chahuteur, avec 10,* on lui demandera d'aller voir à côté ce qui s'y passe! et puis il y a *ceux qui étaient de mauvais élèves et ceux qui avaient... ce dynamisme... ça marchait* comme sur des roulettes!...»

Ce qui peut étonner à cet égard, c'est que l'enseignant continue à ranger les élèves en deux catégories mais avec une inversion complète *des critères d'évaluation* tant qu'il va jusqu'à s'interposer lorsqu'un élève en fait trop à ses yeux.

Et quand *c'est l'élève protestataire qui est bien vu* de l'enseignant non-directif, celui-ci ne sacrifie-t-il pas à certaines idées reçues (même si ce ne sont pas celles du corps enseignant) concernant le «self-made man» et le «cancre» débrouillard?[1] C'est ce que pense d'ailleurs l'un de nos interlocuteurs.

> «... j'étais ce qu'on appelle une bonne élève... ça se dit plus maintenant! *tout le monde veut être absolument le mauvais élève!...*»

On aperçoit bien l'inconvénient du choix de tels critères de jugement: car l'élève dynamique, c'est celui qui saura prendre la parole devant le groupe, qui saura faire des choix qu'il fera souvent entériner par la classe,

> «... c'est encore ici comme ailleurs une juxtaposition d'individus... c'est-à-dire *la loi du plus fort,* peut-être pas toujours la loi du plus fort physiquement, mais *la loi du plus fort peut-être intellectuellement,* c'est-à-dire *celui qui a la plus grande facilité d'élocution...*»

On tente alors de trouver une explication sociologique de ce phénomène et l'on reprend une des critiques formulées habituellement contre la non-directivité: *le groupe-classe non-directif favoriserait les «déjà favorisés»,*

> «... je me pose la question pour le moment!... en particulier... sur l'attitude que les jeunes de 4e, 3e ont... on s'aperçoit que ce sont les gosses qui *ont un milieu très libertaire chez eux, qui ici essayent de régner... de partout!* et puis les gosses qui ont... *une atmosphère répressive* à la maison... *travaillent scolairement... ne s'expriment pas,* ceux-ci ne s'expriment pas! ils travaillent scolairement! pourquoi? c'est peut-être leur seule planche de salut! alors que les autres qui sont issus d'un milieu... favorisé, *ils foutent rien! mais ils s'en sortiront quand même!...*»

---

[1] On pourrait répondre: sans doute! Comme nous l'avons montré, l'enseignant non-directif est réceptif à une certaine idéologie «gauchisante» qui trouve son origine en partie pour lui dans les événements de Mai 1968.

à savoir que loin de pallier les inégalités socio-culturelles, la non-directivité les accentuerait. La critique est sévère venant d'un de ses adeptes. Est-ce dire plutôt que c'est la manière dont elle est appliquée qui est contestable, donc qu'il y aurait une autre façon d'être non-directif?

C'est possible car celui qui remet en cause là un certain conservatisme social, sait faire parler chaque élève à tour de rôle, mais alors il lui en fait l'obligation.

La non-directivité, une fois de plus, nous apparaît comme accentuant les contradictions de toute pédagogie.

Le dégagement de valeurs nouvelles par l'enseignant est conforme à son idéologie, la question se pose de savoir ce qu'en font les élèves.

Les valeurs de l'enseigné

Il nous faut préciser que c'est progressivement que le nouveau système de valeurs se dégage des événements vécus par le groupe. Après tout il est légitime qu'un groupe en voie de structuration élabore ses propres normes, mais il y a un moment où les élèves encore accoutumés aux jugements à l'emporte-pièce des enseignants traditionnels ne savent plus très bien où ils en sont. Le groupe est en friche, en vacance de valeurs:

> «... ce qui a changé, c'est qu'il n'y avait plus... *cette autorité rassurante* de savoir à tout moment s'ils étaient dans le vrai ou s'ils ne l'étaient pas! s'ils étaient *bons* ou *mauvais* garçons! mauvaises filles enfin... tout ça, c'est tombé!...»

Les normes que le groupe, aidé par son moniteur, va progressivement adopter le seront conformément à celles que l'enseignant s'est choisies. Nous le montrerons plus loin.

Cependant les élèves qui ont bien saisi où l'animateur voulait en venir, s'en montrent tout compte fait indépendants, quand par exemple ils ne le suivent pas dans son effort de changement,

> «... ils n'arrivent *pas eux, à sortir de leurs statuts d'élèves!* ... je pense pas qu'il faille les forcer!...»

ou bien encore quand ils réclament de réussir leurs examens après un détour par la non-directivité:

> «... à partir de Pâques, il y eut une panique monumentale, et une classe de bac alors... même à ce moment-là, *ça tournait au bachotage complètement idiot...*»

Après tout, cette autonomie de l'élève par rapport à ce qu'il lui propose, c'est bien ce que l'enseignant recherche.

Seulement, son projet n'est pas toujours clairement perçu par les enseignés quand ils confondent vacance du pouvoir et laisser-faire! *La libre expression tourne alors au chahut* où chacun se donne à voir en se créant un nouveau personnage aussi factice que celui de l'élève faussement docile.

> «... les gosses, *ils sortent tout de suite ce qu'ils ont, ce qui leur passe par la tête,* et quand on est nombreux... quand chacun se met à sortir ça... et même à dire aux copains: «tu m'emmerdes!» ou à se mettre à crier!... ou *à se mettre à faire du bruit!* comme ça toujours spontanément, je trouve que c'est fatigant... et que finalement à la limite *on arrive à dire n'importe quoi! chacun fait son numéro...* un peu trop!...»

L'enseignant conclut qu'on «souffre de spontanéisme» et souhaite «plus de raffinement».

Nous formulions plus haut une réserve concernant l'application de la psychosociologie des groupes restreints à des enfants. Des limites auraient pu être mises et des modifications auraient pu être apportées. Fidèles à leurs modèles, les enseignants ne l'ont pas fait; si bien que la «prééminence de l'action, la supériorité du conflit» aboutissent à des tableaux de classe qui détonnent par rapport aux classes traditionnelles. Il est question dans ce cas de beaucoup de bruit, de disputes, d'effervescence, de désordre et d'élèves jouant au «petit-chef» dans la classe non-directive.

«... ça faisait un drôle de *bruit* quelquefois! (rires) le bruit, *les gosses qui volaient* dans tous les azimuts! ou deux ou trois *affalés* contre une porte comme des clochards! en train de *fumer* leur clope!...»

«... il y a des moments où je trouve que *c'est dur!* des gosses *s'engueulent,* se menacent et il y a *des fortes têtes qui font peur aux autres...»*

«... il y a un groupe de trois ou quatre individus qui cherchent *à tout foutre en l'air!* et aujourd'hui par exemple! pour être concrète! quand je suis arrivée à trois heures, *c'était le grand bordel!...* et oui, ils étaient dans *un état d'excitation!...»*

«... ce que j'aime pas, c'est quand ils se mettent *à se crier* l'un après l'autre d'un bout à l'autre de la classe, *à essayer d'aller se donner des coups, quand ils veulent jouer les caïds...»*

Ces élèves qui jouent «les caïds» *ont pris en quelque sorte le relais de l'enseignant* et exercent leur propre autorité, malheureusement dans le sens du tumulte plutôt que dans celui de l'organisation. «L'abolition d'un certain type de pouvoir du maître dans la classe peut conduire à toute autre chose qu'à de l'autogestion... à des rivalités dont la gestion s'avère impossible»[1].

Quand l'enseignant bat en brèche les objectifs du système scolaire pour prôner d'autres acquisitions, il est pour ainsi dire *pris au mot par les élèves* qui laissent tomber tout acquis.

«... ils *refusent de bosser,* ils *intimident* les autres...»

Nous retrouvons le problème déjà posé des élèves récalcitrants qui perturbent le groupe au travail... et l'enseignant dont l'endurance est mise à l'épreuve.

«... quand ça va pas bien, c'est-à-dire quand les gosses... veulent pas bosser, *quand ils commencent à faire n'importe quoi, à chahuter,* ça, je le vis aussi mal quoi! j'ai cette impression de *fatigue, d'avoir perdu* mon temps, ou... *le bruit,* ce *spontanéisme* en ce moment, la *grossièreté,* la *vulgarité* que je trouve pénibles...
Q.- ... quand ils se bagarraient?
R.- je les séparais! je *leur courais après,* il y en a quand même qui sont *très instables...»*

Que se passe-t-il? L'enseignant s'est fixé une image de l'enseigné telle qu'il veut la voir advenir dans la classe, conformément à son choix pédagogique.

Or l'élève va au-delà des valeurs proposées. La liberté devient anarchie, la place laissée vide par l'enseignant est prise par «les plus forts», et les acquisitions sont souvent abandonnées. L'enseignant est effectivement débordé. Est-ce à dire que les élèves découvrent d'autres valeurs? Il ne le semble pas, disons plutôt qu'ils dépassent, qu'ils caricaturent même celles apportées par l'enseignant. Nous connaissons quelles sont ses réactions.

Toutefois malgré le rejet du perturbateur qu'il opère alors à bout de patience, *il évite d'en outrer la figure* et de lui faire tout en-

[1] D. Hameline et M.J. Dardelin, *La liberté d'apprendre,* Ed. Ouvrières, 1967.

dosser. Autrement dit malgré son comportement déplaisant, le perturbateur est compris et excusé quelquefois;

> «... l'élève de 4e qui redouble, qui a presque 16 ans, qui en a marre qui veut apprendre un métier et qui est obligé de s'ennuyer jusqu'à ses 16 ans...»

à moins qu'il ne s'agisse là que d'une mise à distance par l'enseignant de sa propre agressivité à l'égard de l'élève.

Il dit savoir cependant que *tel enseigné n'est pas figé* dans son attitude protestataire, et qu'il est susceptible de la modifier. En cela l'enseignant non-directif nous semble différent de l'enseignant traditionnel qui a souvent une opinion bien affirmée et tout compte fait malveillante de ce type d'élèves.

> «... j'en ai retrouvé un de l'année dernière, il vient travailler avec moi le lundi après-midi, *il a vachement changé!* une *peur devant le boulot,* c'est-à-dire qu'il fallait toujours, dès qu'il avait le dos tourné, *il faisait l'imbécile!* il *ne pouvait travailler tout seul!* ou alors *il m'appelait, il fallait que je sois toujours là!* et dès que je pouvais pas m'occuper d'eux, *ils se battaient, ils se lançaient des craies!* c'étaient des comportements vraiment affolants!
> Q.- Qu'est-ce que vous faisiez?
> R.- *J'essayais tout le temps de les ramener au boulot,* de les garder par là, *d'être avec eux...* et c'est tout! *c'était tuant! quoi!...»*

L'enseignant par conséquent n'enferme pas l'élève dans un schéma pré-établi; il assimilera par exemple son refus du travail à une peur de la tâche scolaire. *L'élève* en effet *ne travaille qu'assisté de l'enseignant;* en son absence, il se déchaîne, comportement qui paraît contraire à celui que nous analysions antérieurement comme une peur de faire... son ouvrage devant l'enseignant. Mais dans ces agissements d'élèves, il y a bien autre chose, c'est-à-dire l'enjeu de la relation de *dépendance vis-à-vis de l'enseignant* où le savoir est objet d'échange que l'élève garde, ou qu'il troque.

Nous reviendrons sur cette relation que l'enseignant souhaite moins conflictuelle, moins «tuante» pour lui-même.

> «... dans la mesure où des gosses qui travaillent bien, avec qui c'est facile la relation, *on les voit s'intéresser à la bio,* c'est formidable... cette année, *j'avais un petit groupe qui se débrouillait impeccable... un petit groupe de filles...»*

Il peut effectivement en être ainsi, quand par exemple, des filles, à l'image de leur enseignante s'intéressent à sa discipline et y réussissent. Est-ce retrouver les valeurs traditionnelles? Disons du moins qu'en dépit de nouveaux mérites, les anciens ne se laissent pas éliminer si aisément.

L'enseigné, miroir de l'enseignant

On peut se demander à quoi renvoie chez l'enseignant le nouveau système de valeurs qui dessine les contours *du bon enseigné, celui qui saura lui plaire*. Nous l'avons dit, le plus souvent c'est l'élève dynamique, entreprenant et indépendant des autres. Si l'enseignant apprécie ces dispositions, c'est qu'elles étaient *les siennes en tant qu'élève:* «... le bon élève, semeur de merde!...», qui «n'acceptait pas l'injustice» dit de ses enseignés préférés: «les 4e, les emmerdeurs!».

Ainsi l'image de *l'autre-élève en réfère à l'image de «soi-élève»* et en cela elle est rassurante. L'enseignant *demande* à l'enseigné[1] de s'identifier à cette image idéale de l'élève qu'il a pu être et qu'il lui présente.

[1] J.Filloux, *Position de l'enseignant et de l'enseigné,* in Fantasme et formation, Dunod, 1973.

Cette demande d'identification vise aussi ce que l'enseignant croit être, c'est-à-dire *son Idéal-du-moi forgé de ses propres identifications:*

> «... je me rends compte que... on induit vachement les réactions des élèves, finalement c'est pas du tout gratuit ce qui se passe dans une classe et que dans ce type de relations une réciprocité folle, quoi!... *c'est formidable l'importance que...* on peut avoir... et d'ailleurs je remarque aussi que ceux qui restent avec moi, même en 4e, ceux qui sont venus, c'est les braves! (rires) les braves... qui n'ont pas des envies de bosser folles! qui sont pas très dynamiques (rires)... et peut-être qu'ils me ressemblent! j'en sais rien...»

En conséquence l'enseignant *méprise et rejette les élèves* qui ont le tort de ne pas le confirmer dans cette image idéale; ainsi l'un d'eux qui parle de son «désir d'être quelqu'un» auprès de ses élèves pour se «faire mettre sur un piédestal», nous a déjà dit de lui-même: «quand je me lance dans quelque chose, je m'y lance à corps perdu», mais cet allant et cette disposition à conduire les autres, il ne les retrouve pas chez tous les élèves évidemment, d'où sa résistance à les prendre en charge.

> «... *la masse molle!* ceux-là, c'est profondément débilitant! pour eux oui! pour eux certainement et pour moi! et pour eux dans la mesure où leur proposant pas une structure traditionnelle, donc sécurisante, *je les laisse en plan!...*»

Dédain et refus de l'autre marquent cette position paranoïaque de l'éducateur déjà rencontrée et qui s'enracine dans l'histoire du sujet.

> «... je ne me sentais pas à l'aise à l'école...
> Q.- Vous vous sentiez différente?
> R.- Ah oui! complètement! étrangère! complètement étrangère!... je *détestais* l'école primaire, mais je ne m'en étais jamais rendue compte parce que au moins *je me valorisais terriblement,* parce que je les détestais toutes tellement que *j'avais la motivation de les dépasser largement!* il fallait que je sois la première!...»

Nous pouvons nous interroger ici sur cette volonté aiguë de transformer l'enseigné qui va jusqu'à la détestation de ce qu'il est au moment où l'enseignant le rencontre.

> «... je me rends compte que ce... qui me plaît pas chez les gamins, c'est souvent des trucs que je veux pas voir chez moi, ça me renvoie toujours... ça me renvoie vachement à moi, d'ailleurs ce métier-là!...»

> «... si j'avais choisi une classe qui vienne de C.E.G., maintenant je comprends pourquoi ce choix! c'est parce que je voulais extirper... *tout ce qui pouvait être encore relent de cette école primaire* parce que surtout à A., le C.E.G. était àl'époque... le fief des instituteurs!... avec ce que ça comporte *de rigidité, de culte de la docilité, de choses que je n'ai jamais aimées!...* il y avait en moi une sorte de refus de ça! le refus très, très fort...»

Dans ce cas précis, l'enseignant pense se retrouver dans la même situation que celle qu'il a connue enfant; et l'on peut remarquer qu'il choisit justement pour son expérience non-directive des élèves qui lui rappellent ceux de l'école primaire abhorrée,

> «... moi-même, j'avais beaucoup souffert à l'école primaire étant petite fille, je n'avais pas trouvé ma place dans une classe... je n'aimais pas non plus la relation qu'on avait à la maîtresse... de dépendance bébête...»

avec le projet bien affirmé de les sortir de leur «aliénation» pour les conduire vers ses propres idéaux.

...

Qu'est-ce que faire des maths?

extrait de l'ouvrage de R. Bkouche, B. Charlot et N. Rouche *Faire des mathématiques: le plaisir du sens,* (Quatrième partie, Pratiques d'enseignement des mathématiques), Armand Colin Editeur, Paris, 1991

Qu'est-ce que faire des mathématiques? Ma réponse globale sera que faire des maths, c'est les FAIRE, au sens propre du terme, les construire, les fabriquer, les produire, que ce soit dans l'histoire de la pensée humaine ou dans l'apprentissage individuel. Il ne s'agit pas, bien sûr, de faire réinventer par les élèves des mathématiques qui existent déjà mais de les engager dans un processus de production mathématique où leur activité ait le même sens que celle des mathématiciens qui ont effectivement forgé des concepts mathématiques nouveaux.

Cette idée que faire des mathématiques, c'est les FAIRE, n'est pas la conception dominante dans l'univers scolaire actuel. La conception la plus courante postule que les mathématiques n'ont pas à être produites, mais à être découvertes. Les êtres mathématiques existent déjà, quelque part, dans le ciel des Idées. Dès lors, le rôle du mathématicien n'est pas de les créer, de les inventer, mais de les découvrir, de *dévoiler* des vérités mathématiques qui existaient déjà mais n'étaient pas encore connues. Les vérités mathématiques ne peuvent être énoncées que grâce au travail du mathématicien, mais elles sont ce qu'elles sont, données de toute éternité, indépendamment de ce travail. L'enseignement classique des mathématiques repose sur une épistémologie et une ontologie platoniciennes, que la réforme des maths modernes a encore confortées: les Idées mathématiques ont une réalité en soi. Le mathématicien René Thom n'hésite d'ailleurs pas à affirmer explicitement que «l'hypothèse d'idées platoniciennes informant l'univers est - en dépit des apparences - la plus naturelle et - philosophiquement - la plus économique» (Thom, 1974).

Une fois dévoilée, la vérité mathématique est exposée au regard de qui sait regarder assez haut dans le ciel des Idées. Le rôle du professeur de mathématiques consiste alors à faire partager à l'élève la vision à laquelle il a déjà accédé, à tourner l'esprit de l'élève - «l'œil de l'âme», disait Platon - vers le monde mathématique. Dans cette conception, la vérité mathématique est *donnée* à qui sait la voir, à qui a un pouvoir d'abstraction suffisant. Le vocabulaire pédagogique quotidien, resté très platonicien, véhicule constamment cette métaphore du regard, de la vision, de la lumière. Comme disent les élèves, «je vois» ou «je ne vois pas», «j'ai juste» ou «j'ai pas juste», et en matière de mathématiques, il n'y a pas à discuter, à hésiter, si on ne vise pas dans le mille on est à côté de la plaque. Le vocabulaire professoral, pour être plus riche, n'en relève pas moins du même registre. Certains élèves sont des lumières, ils sont brillants, étincelants, éclairés, et voient du premier coup. D'autres, hélas, sont bouchés, voire aveugles, et pour eux tout reste obscur. Il y a, en somme, des élèves cent watts et des élèves quarante watts et le professeur n'y peut rien dès lors qu'il a présenté son cours aussi «clairement» que possible.

Sur cette métaphore du regard se greffent deux discours interprétatifs. Tout d'abord, l'interprétation de type biologique qui s'habille aujourd'hui d'arguments à prétentions génétiques mais reprend en fait le discours sur l'intelligence que tenait déjà Platon il y a vingt-cinq siècles: les mathématiques sont données à ceux qui ont un *don*, une capacité d'abstraction suffisante pour apercevoir les contenus conceptuels qui leur sont proposés - ce que la phrénologie (théorie qui prétendait repérer les aptitudes naturelles à partir de la forme du crâne) appelait, il y a un siècle et demi, la «bosse des maths». La seconde interprétation, proposée par la sociologie de l'éducation, explique que certains enfants subissent des handicaps socioculturels, manquent du *capital* culturel nécessaire pour manier un langage abstrait et accéder ainsi à l'univers mathématique. Ces deux thèses, bio-génétique et socio-culturelle, sont très différentes mais partagent pourtant un postulat commun: les concepts, les connaissances, les cultures sont conçus comme *donnés*, transmis à des héritiers sous forme de don naturel ou de capital socioculturel.

A cette idée de mathématiques données, sous une forme ou une autre, j'oppose l'idée de mathématiques construites, je dirai même, en utilisant ici de façon quelque peu provocatrice le vocabulaire de la technique, de *mathématiques fabriquées*. L'activité mathématique n'est pas regard et dévoilement, mais création, production, fabrication. Les concepts mathématiques ne sont pas un bien culturel transmis héréditairement comme don ou socialement comme capital mais le résultat d'un *travail* de la pensée, celle des mathématiciens à travers l'histoire, celle de l'enfant à travers son apprentissage. Le Don et le Capital d'un côté, le Travail de l'autre: c'est évidemment à dessein que j'emploie ces termes, pour bien faire comprendre quel est le problème de fond posé par la démocratisation de l'enseignement des mathématiques. Cette démocratisation implique une rupture qui ne traverse pas le monde des aptitudes «naturelles» ou de l'environnement socio-culturel au sens vague du terme, mais qui est une rupture sociale au sein des pratiques d'enseignement elles-mêmes. Faire des maths n'est pas une activité qui permettrait à un petit nombre d'élus par la nature ou la culture d'accéder à un monde très particulier de par son abstraction. Faire des maths, c'est un travail de la pensée, qui construit des concepts pour résoudre des problèmes, qui pose de nouveaux problèmes à partir des concepts ainsi construits, qui rectifie ces concepts pour résoudre ces nouveaux problèmes, qui généralise et unifie peu à peu ces concepts dans des univers mathématiques qui s'articulent entre eux, se structurent, se déstructurent et se restructurent sans cesse. Démocratiser l'enseignement des mathématiques suppose d'abord que l'on rompe avec une conception élitiste d'un monde abstrait qui existerait en soi mais ne serait accessible qu'à certains et que l'on pense l'activité mathématique comme un travail dont la maîtrise est accessible à tous moyennant le respect de certaines règles.

...

Ce qui est important pour l'élève, ce n'est pas de connaître la solution, c'est d'être capable de la trouver *lui-même* et de se construire ainsi, à travers son activité mathématique, une image de soi positive, valorisante, face aux mathématiques. La récompense du problème résolu, ce n'est pas la solution du problème, c'est la réussite de celui qui l'a résolu par ses propres moyens, c'est l'image qu'il peut avoir de lui-même comme quelqu'un capable de résoudre des problèmes, de faire des maths, d'apprendre.

L'image de soi face aux mathématiques, et, plus généralement face au savoir et à l'école, face au monde adulte et à l'avenir: c'est là un enjeu terriblement sérieux, qu'il ne faut pas contourner en parlant de jeu ou de rentabilité immédiate des mathématiques. Cet enjeu est psychologique, très profondément,et culturel, car qu'est-ce que la culture sinon, d'abord, la capacité à *se* situer comme autonome, actif et créateur dans le monde environnant? Cet enjeu et aussi social et politique. Face aux statistiques, aux sondages, aux indices, à l'utilisation de plus en plus fréquente de l'argument mathématique dans le discours social et politique, il n'est pas sans importance que les élèves conçoivent les mathématiques comme un univers très particulier qui n'est accessible qu'à certains ou comme une activité qui engendre ses résultats selon certaines règles, vérifiables par tous. De l'éducation civique à travers les mathématiques? Bien sûr, dès lors que l'apprentissage des mathématiques repose sur une épistémologie implicite qui définit l'homme face au savoir, à la culture, à l'histoire et aux autres hommes.

Interdisciplinarité au niveau secondaire

Les Grandes découvertes, un projet de l'Ecole de la Grande Ourse

Deuxième partie: "GEOMATHS"

par Mona Ditisheim, Véra Zaslawsky et Catherine Tremblay

L'intégration des matières constitue un des objectifs des écoles et des enseignants qui ne se satisfont pas du découpage traditionnel en disciplines (français, maths, géographie...), en chapitres (géométrie, fonctions, nombres fractionnaires...), en registres (théorie, application, créativité...). L'Ecole de la Grande Ourse à La Chaux-de-Fonds a mis sur pied un projet, «Les explorateurs et les Grandes découvertes», dont le but était de permettre des apprentissages dans différentes matières: en histoire et en géographie, bien sûr, mais aussi en mathématiques et en français, sans oublier les moyens d'expression (dessin, bricolage, musique). Cet article, «Géomaths», fait suite au texte publié dans notre dernier numéro, «Histomaths», qui présentait d'autres éléments du projet.

Nous sommes toujours en 1992, sur les traces de Christophe Colomb et des autres explorateurs de notre planète. Le projet entraîne les élèves à remonter dans le temps[1] et à explorer l'espace: histoire et géographie se côtoient et s'entrecroisent, étayés par le français et les maths.

Rappelons brièvement qu'une des options pédagogiques de l'Ecole est d'aborder la géographie, l'histoire et certains chapitre des sciences par le biais de projets, articulés autour de centres d'intérêt. Les thèmes d'étude sont généralement choisis par les enseignants en fonction d'objectifs d'apprentissage. Cependant, le déroulement du projet, où alternent travaux de groupe et productions individuelles, permet aux élèves d'explorer leurs propres questions et de s'approprier le thème. Cet article relate le travail effectué avec les élèves du **niveau secondaire (12-15 ans).**

Raconter un projet, c'est le découper en morceaux afin qu'il soit intelligible. C'est la raison pour laquelle nous avons choisi de présenter séparément les activités rattachées plutôt aux dimensions historiques des grandes découvertes et celles touchant plus spécifiquement la géographie. Au lecteur de rétablir la dynamique et les relations entre ces éléments qui, dans le quotidien, ont été vécus très souvent de manière contemporaine.

Nous sommes à La Chaux-de-Fonds, canton de Neuchâtel, Suisse. Un bilan de départ permet d'évaluer les lacunes géographiques des élèves, qui ont de la difficulté à se situer sur le globe. Avant de se lancer sur les traces des explorateurs, de se pencher sur leurs découvertes et leurs exploits, de comparer cartes anciennes et contemporaines, il semble essentiel de permettre aux élèves de s'orienter sur une mappemonde et d'aborder en profondeur quelques notions de géographie générale.

Que trouve-t-on sur notre belle planète bleue? Des terres et des mers, des continents et des pays, plissés en reliefs et recouverts d'une végétation qui varie selon le climat, lequel varie selon les latitudes... Et puis des hommes de toutes les couleurs, dont le nombre croît à une vitesse vertigineuse, des

[1] Voir «Histomaths», *Math-Ecole* n°157, avril 1993

hommes qui ont exploré le monde, dessiné des cartes, mesuré des distances, imaginé des systèmes de coordonnées...

Nous n'exposerons ici que quelques-unes des notions abordées et des activités organisées, celles qui ont permis un travail mathématique.

Les terres et les mers

La terre est ronde. Oui mais encore? Peut-on en déterminer les dimensions? Quelles unités va-t-on utiliser? Deux fiches de travail (figure n° 1 *Géomaths I* et figure n° 2 *Grands nombres*, page 43) donnent une idée des questions géomathéma-tiques qu'il est possible de proposer aux élèves: calcul des **dimensions d'une sphère**, travail sur les **grands nombres**[1], définition de **l'unité «mètre»**.

Qu'est-ce qu'un continent? Une plaque tectonique? Un océan? Quels sont les mouvements de l'écorce terrestre? Divers phénomènes géophysiques sont expliqués, puis on s'interroge: Les étendues marines et océaniques sont-elles plus ou moins importantes que les étendues terrestres? La fiche *Géomaths II* (figure n° 3, page 43) amène les élèves à travailler **proportions** et **graphiques** à partir de données sur lesquelles ils se penchent en géographie.

Climat et végétation

Le désert d'Atacama est l'un des plus arides du monde, il n'y pleut jamais, il n'y pousse pas même un cactus, pourquoi? A Montréal, l'été est étouffant, chaud et humide, l'hiver y est glacial et long, pourquoi? Ailleurs, c'est la forêt vierge, dense et humide; en Suisse il neige ou le soleil brille, cela dépend des régions... Pourquoi?

Les phénomènes sont expliqués (influence des continents, des courants marins, de la latitude, etc.). On définit les climats (polaire, équatorial, etc.) et les zones (tempérées, tropicales, etc.). Les différents types de végétation sont étudiés (forêts denses, steppe, savane, etc.). Puis un jeu est organisé, qui permet aux élèves d'intégrer de manière active les connaissances nouvelles (figure n° 4, page 44).

Puis on peut s'amuser à compter. Par exemple:

Un quart de la surface émergée de la terre est inhabitable, soit parce qu'elle est gelée en permanence (déserts humides, hautes montagnes), soit parce qu'elle est constituée de zones arides, de déserts secs ou de forêts denses tropicales. Si l'on sait que les terres émergées représentent 29% de la surface totale de la terre (qui est de 5,1 millions de km^2), quelle est la superficie des terres habitables?

Et revoilà les élèves aux prises avec les proportions (**fractions**, **pourcentages**), et les calculs avec des **grands nombres**.

Démographie [2]

Nous sommes de plus en plus nombreux, mais inégalement répartis sur terre. Et c'est

---

[1] Les grands nombres sont abordés simultanément sur la base de données historiques. Voir *Math-Ecole* n°157, avril 1993.

[2] Les auteurs des manuels de mathématique ont saisi l'intérêt et la pertinence d'effectuer un travail de réflexion et de calcul à partir de ces données. Voir par exemple: DIP-NE, classeur de 9e année, chapitre *Fonctions*, p.244, fiche utilisée dans le cadre de ce projet.

GEOMATHS I

1. La longueur du mètre a été choisie au XVIIIe siècle. C'est la 10'000'000 nième partie de cette distance ⇒
2. L'équateur mesure donc __________ km.
3. Quel est le rayon de la Terre?
4. Calcule maintenant la surface totale de la Terre en arrondissant tes chiffres à chaque étape. (Formule pour le calcul de la surface d'une sphère: $A = 4\pi r^2$)

figure 1

GRANDS NOMBRES: $X \cdot 10^n$

$9{,}3 \cdot 10^7 = ...$	$1{,}6 \cdot 10^3 = ...$
$11{,}82 \cdot 10^5 = ...$	$2{,}432 \cdot 10^9 = ...$

1. Chaque jour, la Terre reçoit environ $1{,}17 \cdot 10^7$ kg de poussières célestes. Ecris ce nombre dans sa forme extensive et ensuite en lettres.
2. Il faudrait 3'000'000'000'000'000'000'000'000'000 de bougies pour donner autant de lumière que le soleil. Ecris ce nombre sous sa forme scientifique.
3. A chaque minute, il tombe plus de $8{,}4 \cdot 10^{11}$ gouttes d'eau en bas des chutes du Niagara. Chaque goutte contient $1{,}7 \cdot 10^{21}$ molécules. Combien de molécules d'eau passent les chutes en une minute?
4. En 1626, Peter Minuit a acheté l'île de Manhattan à une tribu indienne. Il l'a payée 24 $. Aujourd'hui, s'il recouvrait toute l'île de billets de 1 dollar, il en faudrait $5{,}94 \cdot 10^9$ et ça ne suffirait pas pour l'acheter. Ça fait combien de dollars? Et combien de francs suisses? (cours du dollar au 22.9.92: FS 1.30)
5. En une année, la Terre traverse environ $10 \cdot 10^8$ km dans sa révolution autour du soleil. Quelle est la distance parcourue par la Terre en 1000 ans?

figure 2

GEOMATHS II

Voici, exprimée en millions de km², la superficie de chaque continent et de chaque océan:

Asie:	44	Pacifique:	180
Amérique:	42	Atlantique:	106
Afrique:	30	Océan indien:	75
Antarctique:	14		
Europe:	10		
Océanie:	9		

1. Imagine un modèle concret pour représenter les proportions entre la superficie totale des terres émergées et la superficie totale des océans.
2. Invente un graphique qui représente les proportions comparées des différents continents et des différents océans.

figure 3

Un géo-jeu pour étudier la climatologie

L'objectif géographique du jeu est de permettre aux élèves de réviser et de consolider de manière active certaines connaissances. Par déduction, ils doivent trouver ou retrouver certains facteurs explicatifs des climats.

L'objectif mathématique est de travailler la lecture et l'interprétation de données présentées sous forme de diagrammes à trois entrées (diagramme ombro-thermique, sur lequel on trouve, en abscisse, les mois de l'année et en ordonnée, les températures et les précipitations; les températures sont représentées par une courbe, les précipitations par des colonnes).

Déroulement: Les élèves sont regroupés, par équipe de 4 à 6, autour d'une carte du monde. Ils reçoivent chacun un ou plusieurs diagrammes qui indiquent les températures et les précipitations mensuelles de diverses localités. Sans autre explication, on leur demande de placer leur(s) diagramme(s) au bon endroit sur la carte. Ils peuvent discuter, comparer, s'entraider. L'enseignant observe et guide la réflexion par le dialogue, afin que les objectifs du jeu soient atteints. Par exemple: lecture du graphique; analyse et interprétation: chaleur + baisse des précipitations = été; les mois d'été permettent de déterminer l'hémisphère; absence de précipitations = zones désertiques; la variation des températures fournit des indices d'éloignement de l'équateur, etc.

Anecdote: Dans un premier temps, les élèves de notre groupe ont centré leur attention sur les diagrammes et se sont disputés, en capitalistes avertis et sans chercher à comprendre, les vignettes sur lesquelles les précipitations sont uniformément importantes (graphiques présentant un maximum de colonnes hautes!). Les enfants avaient le sentiment que c'était de «bonnes vignettes» parce qu'il y en avait «plus»... mais de quoi? Ils n'en avaient pas la moindre idée! Lire un graphique à trois entrées n'est pas évident, et les repères offerts par les noms et les latitudes n'ont pas été spontanément utilisés. Ils ont mis quelques minutes à saisir, puis ont été surpris de voir certaines régions sans pluie, d'autres avec des précipitations régulières et abondantes. Ils ont essayé d'imaginer la vie dans ces différentes régions...

figure 4

la croissance démographique (**fonctions, courbes, proportions**), la densité (**rapport** population/superficie), la répartition de la population en fonction des continents, des langues, des religions, du développement, de la richesse, etc., les **taux** de natalité et de mortalité, (**graphiques, pourcentages, statistique**). Voir, aux figures 5, 6 et 7 des pages 45, 46 et 47, quelques-uns des problèmes posés aux élèves.

On a aussi demandé aux élèves:

Quelle proportion de la population mondiale représentent les Suisses, si l'on sait que nous sommes 5 milliards sur terre et 7 millions en Suisse?

Surprise face au petit 0,14% trouvé... qu'ils ont peine à imaginer!

La démographie débouche sur des considérations historiques et politiques lorsqu'on constate, par exemple, qu'il y a 100 ans, 2'000'000 Indiens vivaient au Brésil, alors

DÉMOGRAPHIE

1. Population suisse:

en 1500:	800'000 habitants
en 1800:	1'700'000 habitants
en 1900:	3'315'443 habitants
en 1992:	6'900'000 habitants

a) Dessine un graphique en arrondissant ces données.

b) En combien de temps la population de 1500 a-t-elle doublé? quadruplé? etc.

c) Le taux actuel des naissances en Suisse est de 12,5 o/oo et le taux des décès de 9,5 o/oo. Combien sommes-nous cette année?

2. Dessine sur le même graphique l'accroissement de la population dans les pays suivants:

	1970	**1980**	**1990**
Mexique	52,8 mio	70,4 mio	88,6 mio
France	50,8	53,9	56,4
Nigeria	56,5	78,4	108,5

3. Dessine le graphique de la croissance démographique mondiale.

Année:	0	1700	1900	1987	2000
Millions d'hab.:	250	500	1'000	5'000	*

* Le taux de croissance actuel est de 1,8 %. A calculer de 3 ans en 3 ans.

figure 5

qu'ils ne sont plus que 200'000 aujourd'hui. Une étude de l'Amazonie (qui couvre les 2/5 de l'Amérique du Sud) et du taux de déboisement (17 millions d'hectares par an ces dernières années) amène d'autres calculs et suscite des réflexions écologiques.

Lecture de cartes, coordonnées

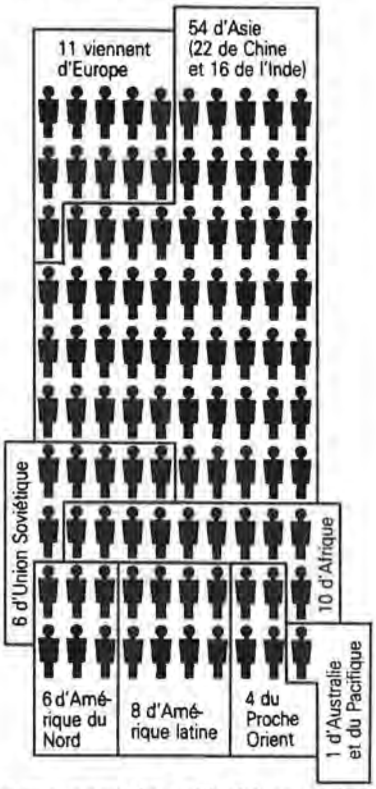
Comment fabrique-t-on une carte géographique actuellement? Anciennement, comment s'y prenait-on? Les différents types de **projection** sont expliqués (projection cylindrique, cônique, polaire), les **échelles** révisées. Et puis, nous sommes habitués à voir des mappemondes dont le centre est l'Europe (ce qui - anecdote - nous amène régulièrement à sous-estimer la taille de l'Océan Pacifique!). Mais comment voit-on le monde depuis l'Australie? depuis l'Amérique? Les élèves observent des cartes dont le centre est ailleurs (le monde vu de la Chine, de l'Amérique du Nord, de l'Antarctique, de la Russie, dans différentes projections) et découvrent par là-même l'ethno-centrisme de la culture et la relativité des savoirs: nous sommes le centre du monde, et le monde «est» tel que nous le percevons.

Les **coordonnées** géographiques sont étudiées, à partir de l'équateur (degré zéro) et des tropiques. Latitude, longitude, fuseaux horaires, lecture de cartes... (voir *Test de connaissances*, figure 8, page 48)

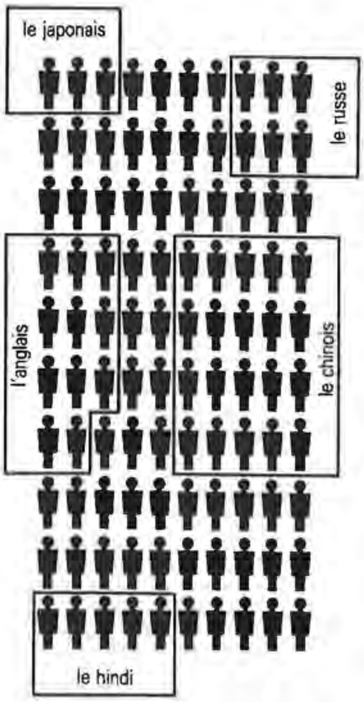
POPULATION MONDIALE

4500 millions d'êtres humains habitent actuellement notre Terre.

Sur 100 personnes qui représentent cette population...



Sur 100 personnes qui vivent sur cette Terre, voici celles qui parlent...



a) Estime combien d'habitants de la Terre parlent le japonais.

b) 90 millions de personnes parlent le français. Combien de personnages du diagramme de droite faudrait-il pour les représenter?

c) Y a-t-il un personnage du diagramme de gauche pour représenter les Suisses?

d) $\frac{1}{3}$ des êtres humains ont moins de 15 ans. Combien sont-ils au total? Et combien faut-il de personnages pour les représenter dans un des diagrammes ci-dessus?

e) Représente la population par continents au moyen d'un diagramme en barre.

figure 6

tiré de *Mathématique Sixième année*, M. Chastellain, F. Jaquet, Y. Michlig, Office romand des éditions et du matériel scolaires, 1985

Test d'évaluation des connaissances en mathématique acquises en cours de projet

1. Complète le tableau suivant:

50 %	1/2	0,5
		0,33
	2/5	
		0,125
4 %		

2. Calcule: le 5 % de 1250
le 25 % de 560
le 6,2 % de 850
le 40 % de 1600

3. Une paire de chaussures à Fr. 120.-- est soldée à Fr. 80.--.
Quel est le taux de la réduction?

4. Un atlas est soldé au prix de Fr. 212,50.
Le rabais annoncé est de 15 %.
Combien coûtait-il au départ?

5. Dessine un graphique en disque qui représente la situation réelle suivante:

Sources d'énergie en Suisse (1992)

produits pétroliers:	63 %
électricité:	21 %
gaz:	10 %
charbon, bois, déchets:	6 %

6. Un sous-marin plonge suivant une pente de 24 %.
De combien s'enfonce-t-il sur une distance horizontale de 8,400 km?
A quelle distance horizontale correspond une plongée de 1080 mètres?

7. La population de Fantasyland a passé de 4,5 millions d'habitants en 1989 à 4,8 millions en 1992.
Quel est son taux de croissance démographique?
Combien y a-t-il d'habitants en 1993?

figure 7

La carte murale

Les élèves reproduisent la carte du monde sur une grande nappe de plastique souple (figure 9, page 48). Travail graphique de précision qui amène les élèves à parler des **échelles**. Une mappemonde modèle est projetée sur la nappe à l'aide d'un épidiascope, les élèves en reportent le tracé au stylo feutre. Afin d'établir l'échelle de la carte qui apparaît ainsi, il s'agit, dans un premier temps, de **calculer l'agrandissement** produit par la projection. Les trajets des explorateurs seront reportés sur la carte, puis mesurés: on évaluera, en fonction de l'échelle, les **distances** parcourues puis, selon le temps pris à les parcourir, la **vitesse,** ...

D'autres activités

Bien d'autres activités ont été organisées, qui ont donné de l'étoffe au projet... sans passer par les mathématiques. En voici quelques-unes:

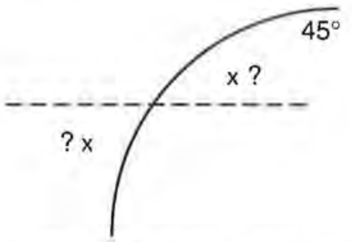
• **Présentation de documents audio-visuels**

La géographe québécoise qui co-anime le projet est une grande voyageuse, qui promène dans ses bagages de nombreuses diapositives ainsi qu'une collection d'anecdotes surprenantes, drôles, pittoresques ou tragiques. Paysages et récits apportent ainsi une dimension concrète et donnent vie à la matière étudiée. La projection de

Coordonnées géographiques: test

1. A quelle latitude se trouvent les *Iles Canaries* ?

2. Nomme deux grandes villes près du croisement du *Tropique du Capricorne* et du méridien de *45° ouest* ?



3. Quel est le *nom de la chaîne de montagnes* qui s'étend sous ces coordonnées: 30° Lat. N. - 90° Long. E.?

4. Donne les coordonnées de *Guatémala City*.

5. Voici des chiffres indiquant la *population* de certaines villes. Additionne celles d'un même *continent*. Quelles sont les unités utilisées?

New-York:	16,2
Calcutta:	9,2
Moscou:	8,2
Rio:	5,5
Londes:	6,7
Tokyo:	11,7
Los Angeles:	11,5
Sao Paulo:	8,7
Mexico:	20
Bombay:	10
Chicago:	8
Québec:	650'000
San Francisco:	6,1
Paris:	10
Montréal:	3

figure 8

films (par exemple «Christophe Colomb» de Lattuada que les enseignantes ont préféré à la version de R. Scott qui passe dans les cinémas de la ville) illustre d'autres aspects. Certains didacticiels sont aussi utilisés.

• Un jeu de simulation

Au moment où Christophe Colomb aborde de nouveaux rivages et se trouve face à des êtres si différents de lui, que ressent-il? De même, qu'éprouvent les habitants de .., en voyant débarquer ces hommes pâles, sales et fatigués, couverts d'étranges tissus et qui ne s'intéressent qu'à leurs bijoux?

figure 9

Afin d'appréhender, de l'intérieur, certaines dimensions humaines et relationnelles des grandes découvertes, un jeu de simulation[1] est organisé, qui place les élèves dans une situation analogue à celle des explorateurs: divisés en deux «groupes culturels» obéissant à des «règles de vie» strictes et très différentes, les élèves doivent entrer en relation, tenter de comprendre les normes de l'autre groupe sans se faire rejeter ni exploiter...

• De la musique

Le monde est aussi présenté aux enfants dans sa dimension musicale. Ils apprennent en particulier un chant de Robert Charlebois: «Cartier», qui a l'avantage de permettre des questions et des recherches sur les climats et les grandes villes:

Jacques Cartier
Si t'avais navigué à l'envers de l'hiver
Si t'avais navigué du côté de l'été
Aujourd'hui, on aurait Montréal à Tokyo, Kyoto ou Kobé
Montréal à Hong-Kong, Canberra ou Sydney ...

Lors de la présentation de certains pays par diapositives, de la musique régionale est écoutée, musique folklorique (musique guatemaltèque par exemple) ou contemporaine (Dissidenten, groupe rock proche-oriental par exemple).

La vie d'un explorateur

Les enseignants ont placé dans le corridor de l'école une trentaine d' «affichettes publicitaires», où l'on trouve une photo, quelques indications, une devinette... Les «produits» auxquels on cherche à intéresser les élèves? Une palette d'explorateurs, qui vont de Ulysse à Armstrong, en passant bien sûr par Magellan, Cook, Amerigo Vespucci, Bering, Livingstone, Marco Polo, Jacques Cartier, etc. Chaque élève doit choisir un explorateur à propos duquel il fera un travail de recherche personnel.

Les branches travaillées sont le français (recherche documentaire, résumés, rédaction), la géographie, l'histoire, le dessin. Ce projet, qui amène chaque élève à constituer un dossier richement illustré, trouvera son «point d'orgue» lors d'une soirée avec les parents, où chacun présentera «son» explorateur (sa vie, ses voyages, les régions découvertes, les aventures, exploits, incidents cocasses...), à l'aide de la carte du monde réalisée collectivement. Certains dossiers seront en outre présentés dans *La P'tite Gazette*, le journal des élèves.

Pour clore le projet, un vrai voyage d'explorateurs [2]

Fin mai, les élèves partent à la découverte du monde pour une dizaine de jours. Ce voyage, qui leur pemettra d'explorer une région de France, propose un genre de «jeu de simulation», dont l'objectif est de permettre aux élèves, autant que possible, de vivre

---

[1] «Bafa bafa», distribué par le Service Ecole Tiers Monde, Lausanne.

[2] Le financement du voyage, assumé dans sa quasi totalité par les élèves, a permis un autre travail mathématique, de l'ordre de la **comptabilité**: les élèves ont fabriqué des autocollants en quadrichromie (activité créatrice et manufacturière) qu'ils ont vendus, ils ont cherché et trouvé des petits «jobs», ils ont confectionné de la pâtisserie et des pop-corns qui ont été vendus au Carnaval, etc. Nous n'insisterons pas sur cette dimension, car il ne s'agit, pour des élèves de niveau secondaire, que de consolidation ou d'utilisation d'acquis.

une expérience similaire à celle des grands découvreurs qu'ils ont étudiés.

Avant le départ, les enfants savent qu'ils partent «loin», à plus de 1000 km de La Chaux-de-Fonds, en direction de l'ouest. Ils savent aussi que sur place, ils auront à «explorer» et à réaliser une carte de la région. Ils disposeront de papier, de crayons, d'une boussole... de leurs jambes et de leurs yeux! Le secret sur la destination est essentiel afin de couper court à la tentation de se documenter à l'avance et d'éviter une «contamination des représentations» par ce que pourraient raconter des parents enthousiastes...

Les élèves reviendront de la presqu'île de Crozon (Bretagne) avec une carte réalisée collectivement, qui témoigne des nombreuses observations faites sur le terrain. Une carte construite de proche en proche, qui rappelle étrangement celles des premiers des premiers explorateurs où certains endroits (ceux qu'ils ont particulièrement aimés!) sont disproportionnés par rapport à d'autres. (figures 10 et 11, pages 51 et 52)

Quelques réflexions en guise de conclusion

La vie, l'ensemble des êtres et des événements qui en font la richesse, sont éminemment complexes et font appel à des dimensions multiples en constante interaction. Pour comprendre et analyser cette complexité, il est généralement nécessaire de découper la globalité, d'isoler certaines données, d'étudier et de modéliser certains fonctionnements.

Si ce découpage en domaines, en matières, en chapitres s'avère utile, l'école en a trop souvent fait une règle absolue, qui apporte certes la clarté et la simplicité dans la présentation des notions, mais dévitalise complètement l'acte de découvrir et d'apprendre. On apprend à additionner, à orthographier, on mémorise les os du squelette, les capitales du monde, le nom des œuvres de Michel-Ange et le tableau de Mendeleïev... afin de réussir l'épreuve, mais ensuite? Quel intérêt présentent ces apprentissages qui **n'ont plus de sens pour les élèves**, parce qu'ils ne se rattachent à aucun vécu et qu'ils n'ont pas de liens entre eux?

Les expériences d'intégration des matières cherchent à remettre ensemble ce qui a artificiellement été découpé par les sciences et l'institution scolaire. C'est dans cette optique que l'Ecole de la Grande Ourse organise ses **projets**, qui permettent aux enfants d'entrer dans une démarche qui a du **sens** pour eux parce qu'elle est greffée sur du vécu, traitée en convergence à partir de données provenant de différentes matières, et parce que chacun peut y intégrer ses questions et ses intérêts personnels.

L'interdisciplinarité est relativement aisée à réaliser au niveau primaire, car l'enseignant est seul maître à bord: il enseigne toutes les matières et organise l'ensemble des activités. Au niveau secondaire, le défi est plus important: l'interdisciplinarité demande une **coordination** de chaque instant, un travail d'équipe exigeant qui comporte une dimension formelle (planification du projet et bilans par étapes) et surtout de nombreux échanges «de couloir», informels, afin de coordonner les efforts et d'aboutir à une réelle interdisciplinarité:

> Le prof de géo: *«En comparant les proportions de terres et de mers, je me suis rendu compte que tel élève ne comprend toujours pas les fractions, il serait intéressant de reprendre ça avec lui, en maths.»*
>
> Le prof de maths: *«J'ai des données «historiques» pour travailler les grands nombres et les fonctions, pourrais-tu me fournir des données géographiques, pour compléter?»*

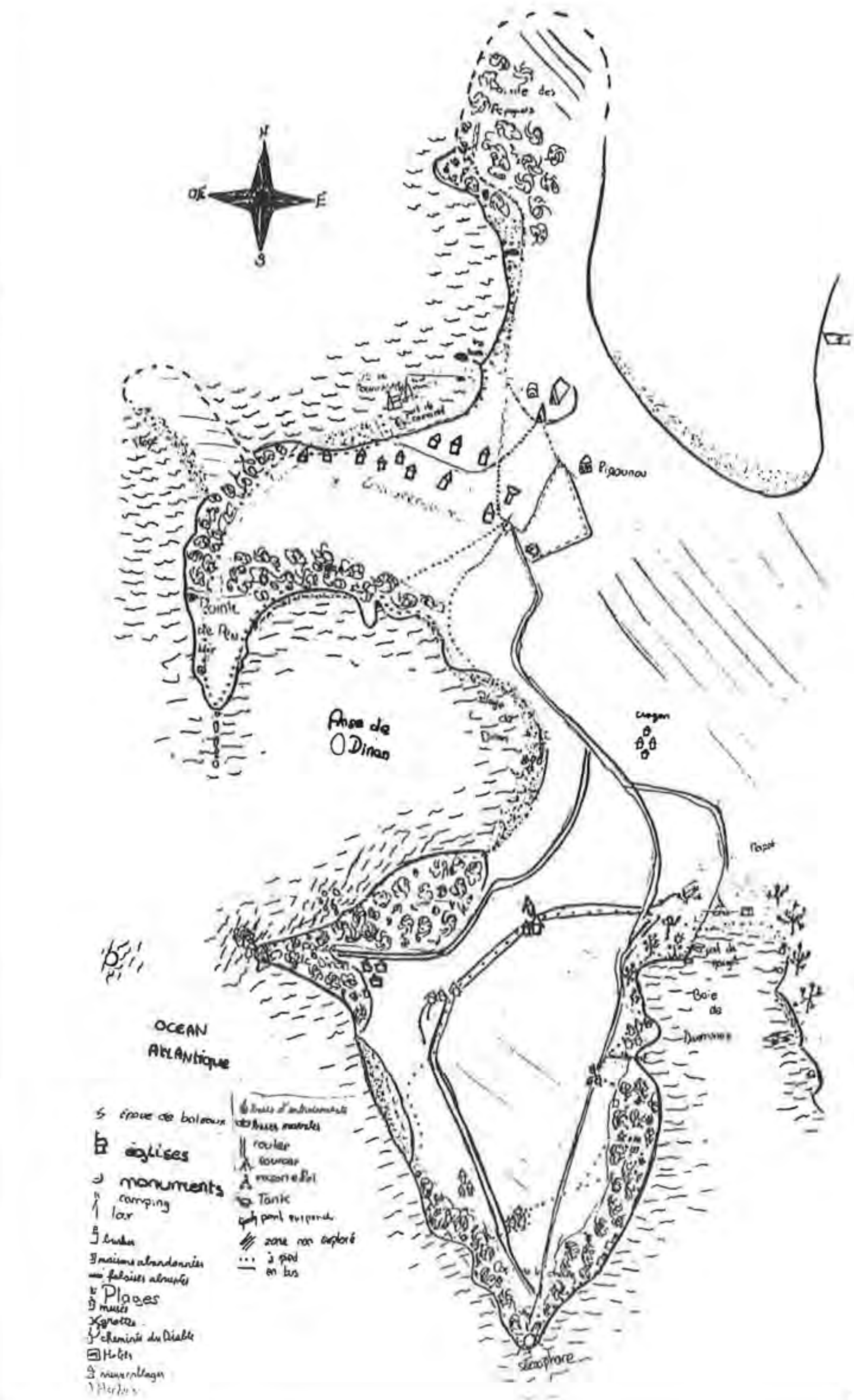

N
E
S
Pointe
Pipounou
Anse de
Dinan
Baie
de
sémaphore
OCEAN
AtLANtique
églises
monuments
camping
Plages
grottes
cheminée du Diable
routes
Tank
zone non exploré
à pied
en bus

figure 10

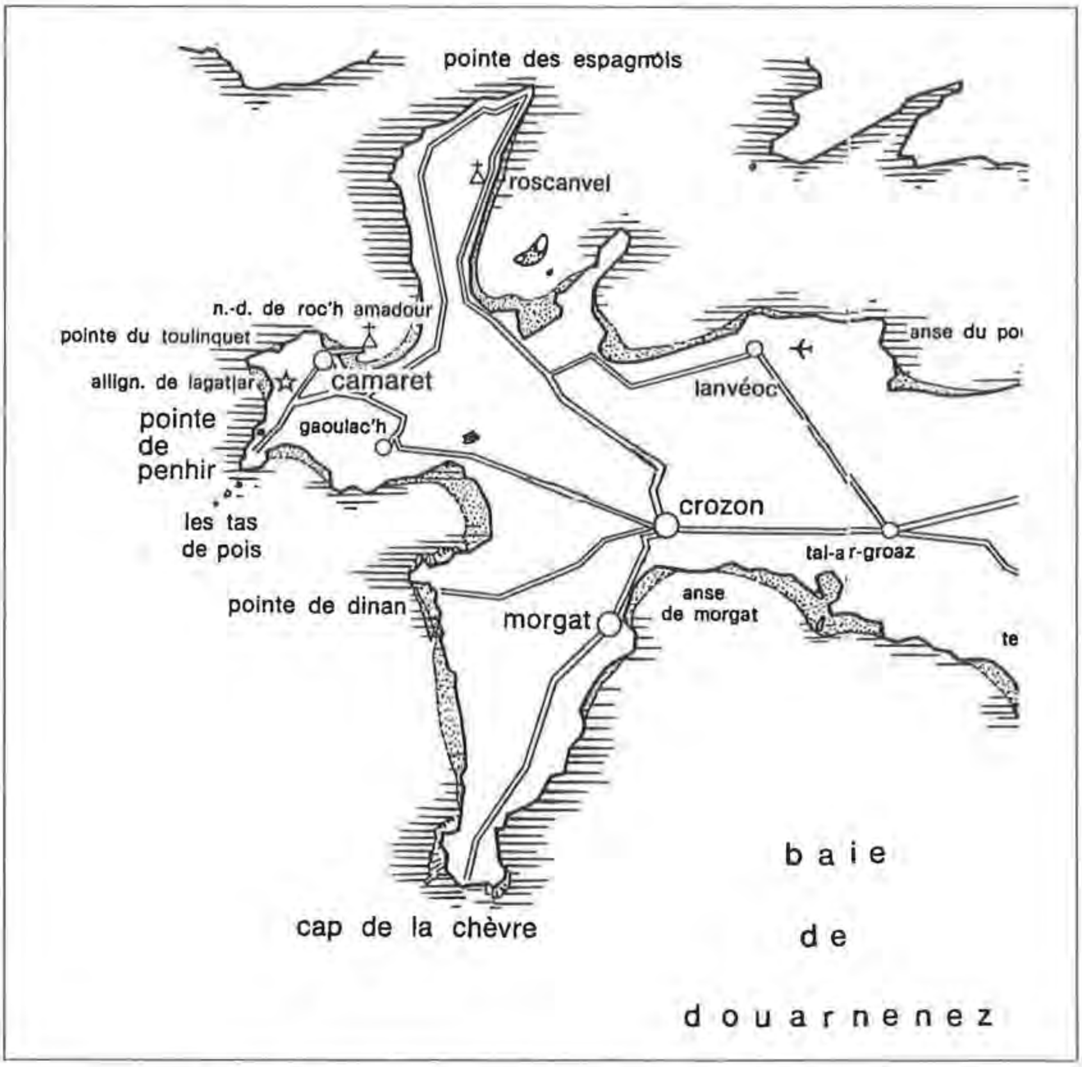


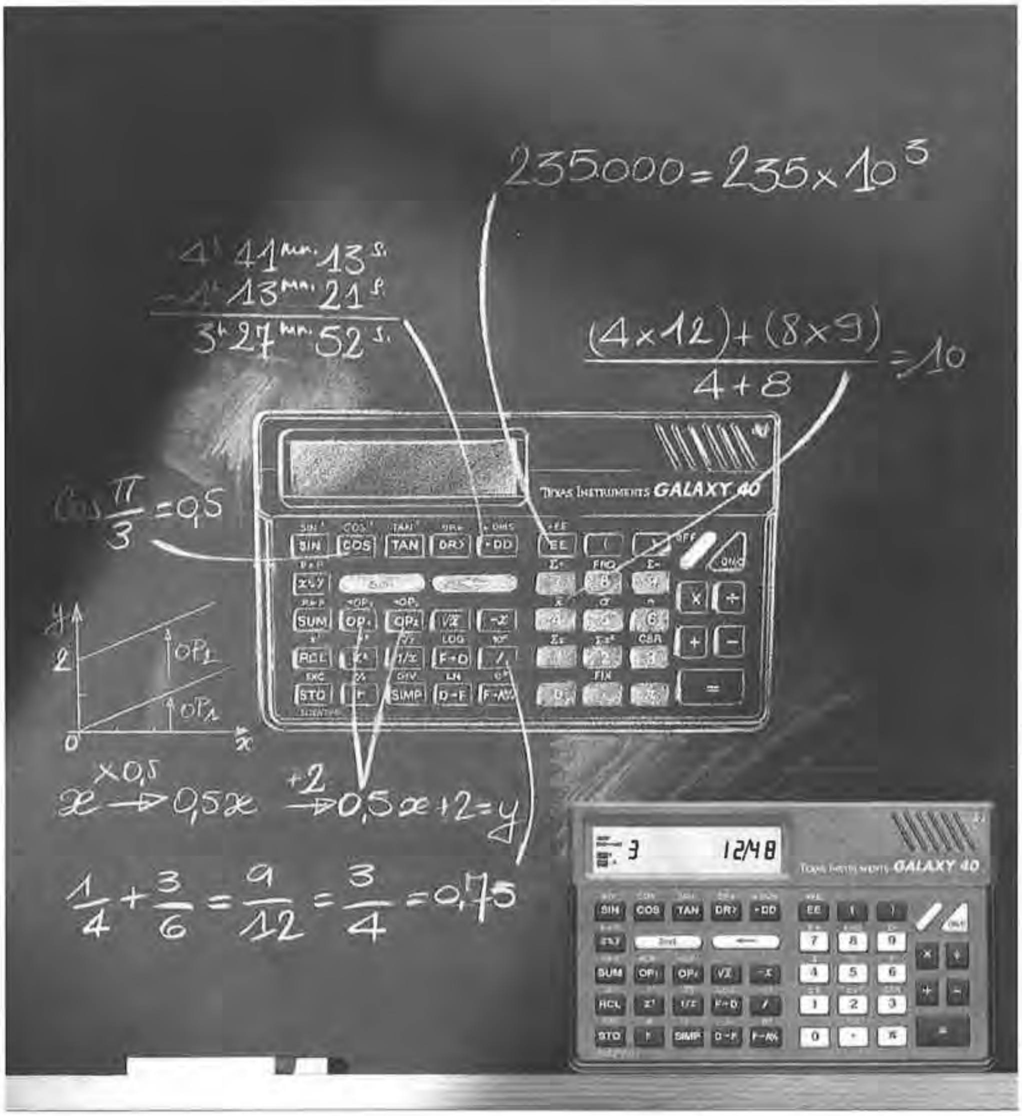
figure 11

Le prof d'histoire: *«Les élèves ont commencé leurs recherches sur les explorateurs, pourrais-tu, durant tes heures de français, les aider à faire un résumé, travailler la syntaxe et l'orthographe?...»*

En guise de synthèse, nous reprendrons une réflexion concernant plus particulièrement les mathématiques. Le travail tel que nous l'avons organisé dans ce projet nous paraît riche et formateur, car les mathématiques sont abordées:

- à partir de données qui ont du **sens** pour les élèves: elles les concernent directement ou sont issues d'une réalité socio-historique à laquelle ils ont été fortement sensibilisés,
- à partir de données qui sont traitées **en convergence** avec d'autres (géographiques, historiques ou littéraires).

A notre sens, cette approche constitue une démarche véritablement culturelle.



La Galaxy 40 est une calculatrice, mais c'est surtout un outil pédagogique qui fait mieux comprendre les concepts mathématiques aux élèves du collège. Elle ne se contente pas d'afficher les résultats, mais elle transmet à l'élève, à chaque étape de l'opération, des informations qui lui permettent de comprendre la logique du processus. Outre les fonctions mathématiques, trigonométriques et statistiques, deux opérateurs constants indépendants permettent de programmer des fonctions telles que les fonctions affines. Elle offre également une approche innovante de l'étude des fractions et rend plus compréhensible ce sujet que les élèves trouvent ardu.

GALAXY 40.

Pour emmener vos élèves encore plus loin avec votre enseignement.

Des calculatrices conçues pour penser comme vous.

TEXAS INSTRUMENTS

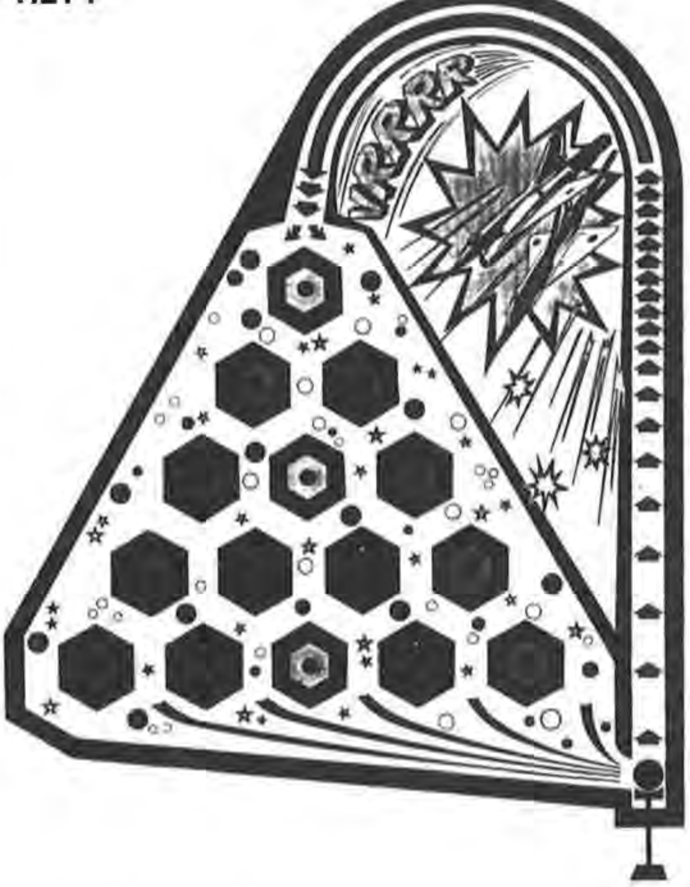
L'atelier mathématique: une activité significative pour l'élève

par Michel Brêchet, Ecole secondaire de Delémont

Un atelier est une situation mathématique qui plonge les élèves dans un climat de recherche très ouverte et qui devrait avoir un sens pour eux. Lors de cette activité, le maître valorisera les procédures trouvées par les élèves pour résoudre un problème, avant de les faire évoluer vers des techniques jugées plus économiques.

Au degré 6, l'atelier *Tilt!* est proposé:

TILT !



Imagine ce billard posé verticalement. La bille ne rebondit jamais: elle ne peut que descendre.
Combien y a-t-il de chemins possibles pour la bille?

Dans le cadre d'un atelier, l'élève fait réellement des mathématiques. Il est amené à adapter ses connaissances car leurs conditions d'utilisation habituelles ne sont que partiellement satisfaites. L'énoncé n'induit pas la méthode et ne fait pas appel uniquement à des notions déjà vues. La recherche de la solution ne nécessite pas forcément l'emploi du dernier théorème appris ou la dernière opération étudiée en leçon. L'élève se trouve donc plongé dans un problème décontextualisé.

Il peut ainsi librement mettre en œuvre une stratégie qui lui est propre, se lancer dans une voie de recherche qui lui semble appropriée, travailler à son rythme, résoudre un problème qui est le sien et qui a un sens pour lui. Indéniablement, ce type d'activité lui permet de construire ses connaissances et sa personnalité.

Analyse de quelques travaux d'élèves

L'énoncé de l'atelier *Tilt* est déstabilisant, car

TILT !

Patricia

Cette forme est un hexagone régulier.
Il a six côtés.
Dans ce flipper il y a 15 hexagones identiques au premier donc ils ont aussi six côtés.
Si on fait 15 hexagones x 6 côtés = 90 chemins possibles pour la boule
On compte encore les deux chemins possibles dans les deux extrémitées.
Cela nous donnes que la boule peut effectuer 92 chemins possibles.

il ne comporte aucune valeur numérique. Dès lors, l'attitude d'un certain nombre d'élèves cherchant à résoudre ce problème consiste à examiner le billard et repérer des indices permettant d'effectuer une des quatre opérations. Ainsi en témoignent les comptes rendus de Patricia et de Muriel.

Dans une certaine mesure, ces deux travaux révèlent le type d'activités pratiquées le plus fréquemment en classe: des activités évitant soigneusement de placer l'élève dans une situation inhabituelle, voire inconfortable.

Par la pratique de cet atelier, ces deux élèves ont été amenées à réfléchir sur le sens et la portée réelle des opérations effectuées. Ainsi, je n'ai eu aucune peine à faire admettre à Patricia que son raisonnement ne menait pas à la solution. En dessinant quelques chemins possibles pour la bille, elle s'est convaincue d'elle-même que sa démarche n'avait aucun rapport avec le problème posé.

Fabrice, lui, s'est visiblement approprié le problème (voir au bas de la page 56). Cependant, comme le billard électrique compte trop de «champignons», il a constaté qu'il ne pourrait pas dénombrer tous les chemins possibles. Il continue de la manière suivante (voir page 57):

Atelier 28 p.33 Mathématique 651 Muriel

1er essais

2

4 J'ai aditionné les deux côtés de

6 hexagones, puis, j'ai aditionné les sorties

8 (30 +6) = 36 possibités il y a 36

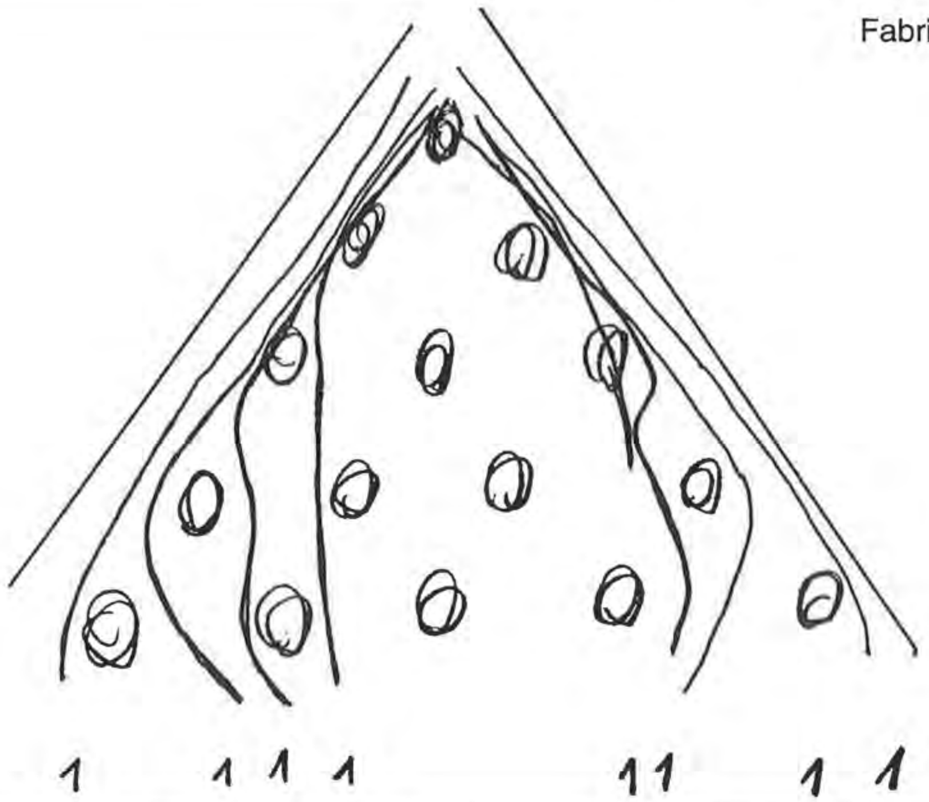
10 chemins, possibles

\+ 6

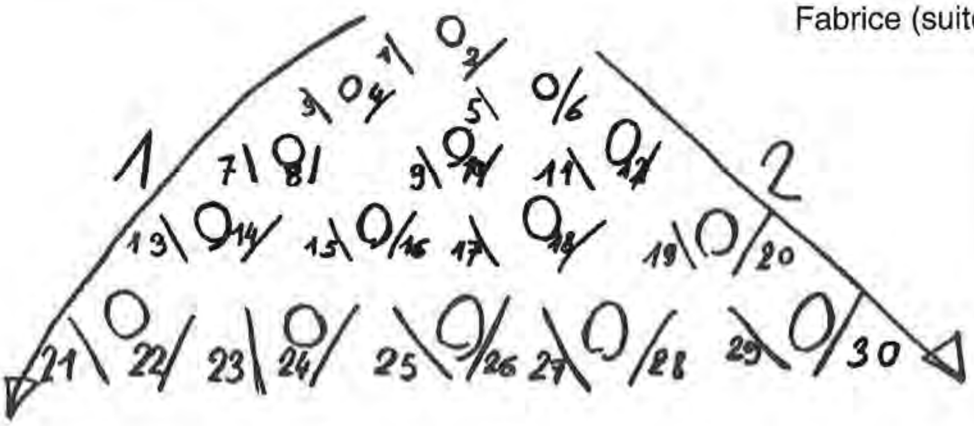
36

les deux côtés aditionnés de l'hexagone

Fabrice



Fabrice (suite)



30 + 2 = 32

Il y a 32 chemins

Son premier essai ayant montré ses limites, Fabrice se voit contraint d'inventer une autre procédure: il construit un modèle de la situation et tente de résoudre le problème de manière plus générale: voilà un exemple qui montre bien que cet atelier développe chez l'élève l'aptitude à la recherche. Pour le maître, le dernier compte rendu de Fabrice est quelque peu embarrassant, car la démarche est erronée et elle amène pourtant au bon résultat. Fabrice compte le nombre de tronçons que la bille peut emprunter, mais ne les met pas en relation les uns avec les autres. Curieusement, lorsque la bille ne zigzague pas, son raisonnement est correct: les deux chemins ne sont pas fractionnés en plusieurs tronçons.

A ce stade, ma position est délicate: comment faire pour relancer la recherche en évitant toutefois de donner trop d'indications à l'élève? J'essaie de repartir du travail de Fabrice et lui pose la question suivante: *Et si le billard ne comptait que 6 «champignons», combien y aurait-il de chemins possibles pour la bille?*

Quelques minutes de travail lui permettent de constater qu'il y aurait 8 chemins possibles. Il imagine ensuite un billard à 10 «champignons» et dénombre 16 chemins. Par déduction, il arrive alors tout naturellement à la réponse demandée, c'est-à-dire 32 chemins.

Au cours de cette dernière démarche - et ce point est important - Fabrice a pu remarquer de lui-même que la procédure consistant à compter le nombre de tronçons existants est erronée.

L'analyse des travaux d'élèves pourrait se poursuivre car d'autres comptes rendus se sont révélés tout à fait intéressants: création d'un arbre généalogique (!), dénombrement des chemins à l'aide de couleurs, ...

En plus de la richesse des stratégies mises en œuvre par les élèves, la pratique des ateliers présente encore un avantage non négligeable: elle suscite l'enthousiame et l'intérêt de la classe. Ce type d'activité aura par conséquent certainement des répercussions positives sur les résultats des élèves en mathématiques.

Mathémilitarisme

par François Jaquet, IRDP (NE)

Tiré du courrier des lecteurs, *Le Nouveau Quotidien* du 12 juillet 1993:

> *En tête de la page 3 de votre édition du 7 juin, vous prétendez que: «Le mouvement antimilitariste, qui avait obtenu 35,6% de suffrages en 1989 lors du vote pour la suppression de l'armée progresse à 42,8% aujourd'hui.»*
>
> *C'est faux, je regrette de devoir vous le dire!*
>
> *Je vous invite à suivre mon raisonnement strictement mathématique:*
>
> *En 1989, 35,6% de 69 votants on dit «oui» ce qui donne: 24,6 «oui» sur 100 électrices/électeurs.*
>
> *En 1993, 42,8% de 55 votants ont dit «oui», ce qui donne: 23,5 «oui» sur 100 électrices/électeurs.*
>
> *Où est la progression, je vous le demande?*
>
> *Je le rappelle, mon raisonnement est strictement mathématique.*

Suivent quelques considérations sur la nature des «oui» et sur celle des questions posées lors des deux consultations, qui renforcent encore la thèse soutenue par la lettre de ce lecteur.

Les calculs sont justes: 35,6% de «oui» avec une participation de 69% représente bien 24,6% des inscrits (0,356 x 0,69 = 0,24564).

De même, 42,8% de «oui» avec un taux de participation de 55% donne 23,5% des inscrits. D'où, comme le remarque l'auteur, on constate une diminution de 0,9% des inscrits ayant voté «oui».

Ce que ce lecteur a omis de calculer, c'est le pourcentage correspondant des «non»:

- en 1989, 64,4% de 69%, c'est-à-dire 44,4% des inscrits;

- en 1993, 57,2% de 55%, c'est-à-dire 31,5% des inscrits, d'où une diminution des «non» de 12,9%!

L'omission est-elle involontaire ou l'auteur de la lettre postule-t-il que tous les abstentionnistes auraient voté «non»?

Savoir effectuer des calculs de pourcentages est un objectif de l'enseignement des mathématiques, dans le domaine des techniques de calcul. Développer l'objectivité du jugement en est un autre, dans le domaine des compétences générales. Peut-on dissocier ces deux types d'objectifs et accepter le diktat d'une opinion assenée au nom d'un «raisonnement strictement mathématique», mais partiel?

L'ironie du sort veut que cette lettre soit publiée dans un journal qui, récemment, alertait l'opinion publique romande sur les méfaits des «mathématiques modernes» et prédisait leur prochain abandon. «Développer l'objectivité du jugement» est précisément un des buts de l'enseignement apparu dans les programmes à l'époque des «mathématiques modernes».

Je propose à la rédaction du journal de vérifier si l'auteur de la lettre qu'elle a bien voulu publier a moins de 26 ans (entrait en 1ère primaire après 1973).

Si c'est le cas, elle pourra affirmer qu'un des objectifs de la réforme de l'enseignement des mathématiques de 1973 n'a pas été atteint par un de ses lecteurs au moins!

Notes de lecture

ARITHMÉTIQUE POUR AMATEURS
Livre I
Pythagore, Euclide et toute la clique
Marc Guinot
ALEAS Editeur, 15 quai Lassagne, Lyon 1992

Le titre est engageant, mais il ne faut pas se faire trop d'illusions, le concept d'«amateur» doit se doubler du qualificatif «éclairé» et nécessite un bagage mathématique du niveau du baccalauréat scientifique ou, mieux, d'une année d'études universitaires.

Le sous-titre titille l'intérêt. C'est, en fait, le thème du Livre I d'une série qui en comptera sept, selon le plan général. Les six suivants seront consacrés à Fermat, Euler, Lagrange et Legendre, Gauss, «Le stupide XIXe siècle», «Et le XXe siècle?»

L'auteur est donc ambitieux. Il propose une initiation à la théorie des nombres au cours de laquelle il compte aborder quelques unes des grandes questions qui ont agité et qui agitent encore les arithméticiens: les nombres premiers et leur diversité, quelques aspects de la divisibilité, les sommes de carrés, le problème de Fermat (d'une grande, actualité) et celui de Waring, jusqu'au théorème plus récent de Mordell-Weil.

D'un style alerte et dans un langage accessible, le premier livre parle des nombres premiers, du théorème fondamental de l'arithmétique (existence et unicité de la décomposition d'un nombre naturel en facteurs premiers), des nombres irrationnels, de développements décimaux, de l'*équation de Pythagore*, de nombres *congruents*, etc.

Bien souvent, plusieurs démonstrations d'un même théorème sont proposées, accompagnées de remarques historiques pertinentes. Certaines notions sont présentées sous des aspects différents. Les triplets pythagoriciens, par exemple, sont obtenus de manière arithmétique traditionnelle mais aussi comme *points rationnels* d'une courbe du second degré, avec des développements fort intéressants.

Rien de plus tonique que de prendre un crayon, ou une calculatrice et de se mettre à suivre l'auteur dans son exposé, jamais ennuyant. On est assuré de rencontrer des notions «élémentaires» de nos programmes du secondaire I, voire du primaire, et qui, pourtant, ont encore des facettes à nous faire découvrir.

Destinataires: maîtres et amateurs de mathématiques.

Mots-clés: arithmétique, mathématiques, nombre, histoire.

F.J.

LA CRISE DE L'ENSEIGNEMENT: UN PROBLÈME DE QUALITÉ
Marc Legrand
ALEAS Editeur, 15 quai Lassagne, Lyon 1989

Marc Legrand est enseignant universitaire et chercheur en didactique des mathématiques tout à la fois. Frappé par l'ampleur du taux d'échec scolaire, par la crise de vocation pour le métier de professeur de disciplines scientifiques, par l'inadaptation des formations aux contraintes de l'emploi, par une certaine inefficacité de la production industrielle (dont un tiers présente des défauts ou va au rebut) et par une insatisfaction générale dans les relations entre maîtres et élèves ou entre société et école, il tente tout d'abord d'identifier les obstacles à une meilleure qualité des acquisitions scolaires.

Si son analyse peut paraître sombre ou alarmiste, il ne tombe toutefois pas dans le pessimisme et esquisse systématiquement des propositions constructives:

- face à l'accroissement du volume des connaissances nécessaires et au constat d'une relative stabilité de la capacité d'apprendre, il propose d'accepter ce décalage et d'alléger les programmes en conséquence par une «sélection» d'un ensemble de matières «suffisamment cohérent et équilibré pour que l'action d'apprendre demeure humaine tout en étant efficace»;

- devant l'évolution des métiers et la complexité croissante de la société qui exigent une qualité beaucoup plus grande des connaissances transmises par l'école, il suggère que l'abstraction et la conceptualisation développées au cours de la formation ne soient plus seulement *culturelles* (ou scolaires) mais efficaces, c'est-à-dire qu'elles permettent l'action dans la vie professionnelle;

- il considère la nécessité d'élargir l'éventail de personnes devant assurer des tâches complexes comme un défi que la société impose à l'école et, par conséquent, comme une incitation ou une chance de renouveau.

Dans un deuxième chapitre, l'auteur décrit avec une grande perspicacité deux modèles d'acquisition des connaissances:

- celui qui domine actuellement - le modèle cognitif empirique - induisant une *thèse pessimiste* selon laquelle on estime inutile de vouloir faire accéder une partie des élèves à un certain niveau de conceptualisation, considéré comme hors de leur portée,

- en guise de proposition mieux adaptée aux besoins actuels de l'enseignement des mathématiques, le modèle constructiviste, avec toutes ses exigences au plan de la formation des maîtres et l'inventaire des obstacles à son application en classe.

Un troisième chapitre relate deux expériences cruciales de l'auteur:

- le paradoxe d'une classe de sixième moderne *qui ne semblait rien comprendre aux mathématiques que je leur enseignais et m'apparaissait comme stupide, alors que dans la cour de récréation, les mêmes enfants savaient «bigrement bien» réfléchir et inventer pour jouer!*

- quinze ans plus tard, la confrontation avec la recherche en didactique et une équipe pluridisciplinaire de collègues, pour mettre sur pied un dispositif permettant d'instaurer un véritable *débat scientifique* en situation de cours, en première année d'études universitaires.

Avec modestie et rigueur, l'auteur invite le lecteur dans une démarche de réflexion qui domine ces premiers chapitres comme les suivants et qu'il exprime en ces termes: *analysons ensemble pourquoi les choses ne se produisent pas comme nous le voulons et pourquoi nos élèves ou nos étudiants sont rarement passionnés par ce que nous leur proposons.*

Lecture tonique, constructive, à déguster par petites parties, cet ouvrage intéresse au premier chef tous les maîtres de mathématiques qui se posent des questions sur les perspectives de rénovation d'un enseignement scientifique présentant de nets symptômes de crise.

Destinataires: tous les maîtres de disciplines scientifiques, chercheurs en didactique, formateurs et responsables pédagogiques

Mots-clés: enseignement scientifique, mathématiques, pédagogie, didactique.

F.J.

JAB
1950 Sion 1

envois non distribuables
à retourner à
Math-Ecole, CP 54
2007 Neuchâtel 7

clixi®

... la géométrie animée

Ce nouveau matériel, à base de surfaces planes, permet de passer du plan au volume grâce à un système d'assemblage solide qui laisse néanmoins les pièces mobiles.

Avec CLIXI tout est possible!

En vente en Suisse romande:

INTERLUDE
Rue André-Piller, 33B
Z.I.3 1762 Givisiez
Tél / Fax: 037 / 26.71.10

Verkauf in der Deutsch Schweiz:

CS-HANDEL, C. Schickdanz
Binningerstr. 46
4153 Reinach / BL
Tel / Fax: 061 / 711.50.05

PHYSIQUE – CHIMIE

SCIENCES EXPÉRIMENTALES

21 x 27,5 cm, 446 p.

20 x 27,5 cm, 170 p.

■ **LIVRE DE RÉFÉRENCE**
permettant une grande souplesse d'utilisation. Unités indépendantes enrichies de documents.

■ **CORRIGÉ DES EXERCICES**
complété de variantes permettant de poursuivre la réflexion.

■ **CD ROM POUR MACINTOSH**
Version informatisée du livre de référence permettant à l'utilisateur de s'approprier certains éléments pour créer ses propres documents.

LEP
Loisirs et Pédagogie

VENTE EN LIBRAIRIE