

Faculté des Sciences de l'Education

LB
5.5
UL
1976
P753

thèse
présentée
à l'Ecole des Gradués
de l'Université Laval
comme exigence partielle
pour l'obtention
du grade de Maîtrise en Education
par

Charles-Henri Poirier,

détenteur d'une Licence d'Enseignement, d'un Baccalauréat en Pédagogie
et d'un Certificat d'Enseignement Secondaire
de l'Université Laval

La mathématique dans une nouvelle conception
de l'interdisciplinarité au premier cycle du
secondaire.

Avril 1976



Si tu donnes un poisson à un homme,
Il se nourrira une fois.
Si tu lui apprends à pêcher,
Il se nourrira toute sa vie.

Kuan-Tzu.

AVANT-PROPOS

Je voudrais d'abord présenter certaines justifications du présent travail et profiter de l'occasion pour remercier les principales personnes qui m'ont apporté leur aide intellectuelle, morale et pécuniaire tout au long des dernières années.

Après avoir enseigné la physique et la mathématique au secondaire, après avoir travaillé avec une équipe pour lancer un projet local et régional d'Initiation aux sciences expérimentales, après avoir agi comme chef de groupe, je me suis trouvé engagé dans le mouvement de réforme de l'enseignement au Québec. Mais je me suis alors demandé: comment y participer davantage? C'est ainsi que, à la recherche d'une plus grande efficacité d'enseignement, je me suis décidé à retourner aux études afin de bien repenser mes conceptions pédagogiques et de chercher à mettre mieux à profit mes années d'expérience.

Me voici arrivé au terme de deux années d'études à temps plein. Cette thèse agira, je l'espère, comme ambassadeur auprès de la Régionale de l'Amiante face à mes orientations futures d'éducateur et constituera un message pour certains éducateurs désireux de s'engager dans la réforme scolaire au Québec ou dans leur milieu.

Je veux remercier spécialement ma Commission Scolaire Régionale de m'avoir fourni l'occasion de poursuivre mes études. Je désire exprimer ma reconnaissance, particulièrement envers Claude Gaulin, mon directeur de thèse, qui m'a facilité la tâche par ses précieux conseils et par son enseignement ouvert sur l'actualité scolaire provinciale et internationale. J'ai aussi apprécié, durant mes études, la compagnie de mes collègues Pierre Carpentier et Léon Simard, avec qui j'ai eu d'agréables échanges d'idées et d'enrichissantes discussions sur la place et le rôle des mathématiques dans l'éducation d'aujourd'hui.

Il ne me reste plus qu'à dédier le présent travail à ma gracieuse épouse, Huguette, ainsi qu'à ma "grande" fille de quatre ans, Marie-Eve.

TABLE DES MATIERES

Avant-propos	i
Table des matières	iii
Chap. 1 <u>Présentation</u>	1
1.10	Le problème à l'origine de cette thèse.
1.20	Pourquoi m'être arrêté à ce problème?
1.30	L'objet et le plan général de cette thèse.
Chap. 2 <u>Nécessité d'un milieu enrichi.</u>	11
2.10	Environnement physique.
2.20	Centre de travail.
2.30	Centre technologique.
2.40	Utilisation de la bibliothèque de l'école.
2.50	Conclusion.
Chap. 3 <u>Nécessité d'un climat humain favorable.</u>	19
3.10	Empathie envers l'étudiant.
3.20	"Sécurisation" de l'étudiant.
3.30	Autonomie de l'étudiant.
Chap. 4 <u>Nécessité d'une philosophie renouvelée de l'apprentissage.</u>	24
4.10	S'inspirer d'une conception organique de l'apprentissage et de l'enseignement.
4.20	Viser des objectifs diversifiés: d'acquisition de connaissances, de développement intellectuel, de développement d'attitudes affectives, et d'efficacité sociale.
4.30	Favoriser l'investissement personnel de l'étudiant dans l'apprentissage.
4.40	Utiliser la dynamique du groupe pour favoriser un meilleur apprentissage.
4.50	Utiliser un grand nombre de situations concrètes ou familières pour stimuler l'apprentissage.
4.60	Conclusion.

Chap. 5	<u>Notre conception de l'interdisciplinarité pour le premier cycle du secondaire.</u>	32
5.10	Une première conception classique de l'interdisciplinarité.	
5.20	Une deuxième conception classique de l'interdisciplinarité.	
5.30	Notre conception de l'interdisciplinarité pour le premier cycle du secondaire.	
5.40	Conclusion.	
Chap. 6	<u>Dans notre conception de l'interdisciplinarité qu'arrive-t-il de l'apprentissage et de l'enseignement des mathématiques?</u>	44
6.10	Un travail concerté des professeurs-animateurs spécialistes en mathématique avec les collègues de d'autres disciplines.	
6.20	Un enseignement de la mathématique basé sur une philosophie renouvelée de l'apprentissage.	
6.30	La réalisation d'activités d'apprentissage très variées en mathématique.	
Chap. 7	<u>Conclusion</u>	57
Annexe 1	<u>Quelques réflexions supplémentaires à propos de l'implantation éventuelle de notre conception de l'interdisciplinarité.</u>	59
Annexe 2	<u>Quatre phases essentielles à respecter avant d'implanter notre conception de l'interdisciplinarité dans une commission scolaire donnée.</u>	67
Bibliographie		71

Chapitre 1

Présentation

1.10 Le problème à l'origine de cette thèse.

On entend souvent parler au secondaire des problèmes d'interdisciplinarité. Mais, on se rend vite compte que le mot "interdisciplinarité" s'emploie dans des sens très divers dans le milieu de l'enseignement.

Les uns se réfèrent surtout à *la coordination des programmes* de différentes disciplines, ou à une meilleure *articulation des activités et des notions* présentées aux étudiants dans plusieurs cours (par exemple: la physique et la mathématique.)

D'autres voient surtout l'interdisciplinarité se manifester à l'intérieur de l'enseignement d'une discipline, lorsqu'on y fait appel à *des situations empruntées à une autre discipline*, à titre d'exemples, d'illustrations ou d'applications. (Par exemple, on peut faire appel à une situation de caractère géographique dans le cours de mathématique.)

Plusieurs autres sentent que pour améliorer la situation de l'enseignement au secondaire, il ne suffit pas de s'en tenir à des conceptions aussi superfi-

cielles de l'interdisciplinarité. Il faut au contraire tenter d'aborder ce sujet dans une perspective différente et plus large. C'est là le problème qui est à l'origine de notre thèse.

1.20 Pourquoi m'être arrêté à ce problème?

Plusieurs raisons m'ont poussé à m'arrêter à ce problème, entre autres des raisons d'ordre pédagogique, méthodologique, idéologique, pratique et personnel, énumérées ici en vrac.

1.21 Raisons d'ordre pédagogique.

Sous l'angle pédagogique, mes raisons sont reliées à la fois au rôle de l'école, aux tendances de la société actuelle et surtout aux besoins des étudiants. Le désir d'une innovation pédagogique, touchant par exemple l'interdisciplinarité, est fortement ressenti chez certains professeurs. Il faut enseigner des concepts à partir d'un enseignement global et dans un milieu physique enrichi, de façon à faciliter le transfert des connaissances chez l'étudiant. La solution des grands problèmes de l'heure ne dépend-elle pas d'une approche et d'une saisie globale des choses?

1.22 Raisons d'ordre méthodologique.

Une raison d'ordre méthodologique est que l'enseignement "individualisé" et/ou "personnalisé" me paraît s'harmoniser parfaitement avec le mode de fonctionnement interdisciplinaire, en permettant à l'étudiant de cheminer à son propre rythme et en accordant aussi un caractère d'interdépendance aux développements individuel et collectif. Une méthode de travail basée sur le "tutorat" et sur le "team-teaching" peut être utilisée dans un enseignement interdisciplinaire où les étudiants et les professeurs-animateurs sont appelés à travailler sur un projet ou à partir de centres d'intérêts communs.

La meilleure méthodologie n'est-elle pas que tous travaillent à une même entreprise: l'interdisciplinarité? Ne remarque-t-on pas que l'étudiant du premier cycle du secondaire a besoin de s'identifier à un groupe où il puisse s'exprimer et s'affirmer?

1.23 Raisons d'ordre idéologique.

Selon le Rapport Faure [1], une spécialisation prématurée ne fait que "mutiler la formation générale". Sous prétexte de satisfaire des besoins de recherche

ou de spécialisation, on a mutilé la formation complète et générale de nombreux jeunes gens. De plus, dans un document intitulé "Les Orientations de l'Education au Québec", un groupe de travail de la D.G.E.E.S. (1) a défini la finalité de l'éducation comme "le développement optimum d'une personne autonome, sociale et engagée". En effet, on notera également que tous les auteurs qui s'inspirent du "modèle organique et mécaniste" (2) stipulent que les buts du niveau secondaire doivent être susceptibles de répondre aux besoins fondamentaux de l'étudiant (besoins de connaître, d'aimer et d'être aimé, de créer, de se connaître, de se faire connaître, de s'estimer, d'être estimé, d'être évalué et respecté, ...). Les fondements de l'interdisciplinarité s'inscrivent parfaitement dans le sens de la conception renouvelée de l'éducation, telle que définie par l'UNESCO (3) : "L'éthique nouvelle de l'éducation tend à faire de l'individu le maître et l'auteur de son progrès culturel". L'article 4-4.07,10 d'un Arrêté en Conseil (4) ne recommande-t-il pas d'étudier les "modalités de relations interdisciplinaires et de relations interdépartementales"?

(1) Direction Générale de l'Enseignement Élémentaire et Secondaire.

(2) L'Activité-Educative, Rapport annuel du Conseil Supérieur de l'Education, 1969-70.

(3) Publié par l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation en science et en culture.

(4) En langage syndical (le Décret du 15 décembre 1972, p. 29), cette recommandation concerne surtout le collégial, mais devrait aussi bien être appliquée au secondaire.

Est-ce sur la matière d'enseignement qu'on entend continuer la réforme au Québec ou vers une "méthodologie ouverte"? Jusqu'à présent, dans toutes les disciplines, la réforme des programmes scolaires a porté, dans la plupart des pays et de nos commissions scolaires, sur leur meilleure structuration théorique. De plus en plus d'enseignants et d'organismes provinciaux en éducation réagissent à cela. Pour que l'amélioration des contenus donne ses fruits, il faut y ajouter aussi un assortiment varié d'applications et "d'apprentissages significatifs" (5) pour l'étudiant.

Considérons plus près de nous, un groupe de responsables de l'enseignement des mathématiques au secondaire à la Commission Scolaire Régionale de l'Amiante.

(6) Après avoir élaboré un document de travail, Programme Expérimental en Mathématiques 1974-75, ils s'expriment ainsi:

"... Nous visons à donner à l'enseignant un programme suffisamment clair et précis pour qu'il puisse dorénavant dépenser ses énergies sur la didactique de l'enseignement des mathématiques. Nous

(5) C'est-à-dire en relation avec son expérience personnelle, afin d'assurer le potentiel affectif nécessaire à toute démarche de connaissance authentique.

(6) Il s'agit de la Commission Scolaire où j'enseigne.

voulons que les notions enseignées soient utiles à l'étudiant, voire nécessaires, pour rencontrer les exigences mathématiques de la vie.

Afin d'atteindre tous ces objectifs, il ne suffit pas d'établir un programme, il faut aussi déterminer une structure, un contexte, de telle sorte que le contenu du programme serve à l'épanouissement et à l'enrichissement de l'étudiant..."

C'est à la suite de cette demande de la Commission Scolaire que je me suis intéressé à une conception renouvelée de l'interdisciplinarité.

1.24 Raisons d'ordre pratique.

Du point de vue pratique, une conception nouvelle de l'interdisciplinarité devrait permettre d'éviter certainement les chevauchements des contenus de certaines disciplines cloisonnées, divisées parfois de façon assez arbitraire et conduisant à d'inévitables répétitions et empiètements. Ainsi, on assurera une formation générale et fondamentale de l'étudiant, plutôt qu'une formation hâtive de spécialisation. Les "enseignants" feront place à des éducateurs centrés non sur un contenu, mais sur le développement de l'étudiant. Ces derniers agiront

comme des personnes-ressources, comme des professeurs-animateurs qui aident les étudiants à explorer, à identifier des centres d'intérêts et à découvrir des voies d'avenir. Ne seront-ils pas les premiers à se réjouir de ce que l'étudiant développe sa faculté d'adaptation à la mobilité professionnelle et sociale? Il en résultera une meilleure collaboration entre les professeurs.

Les éléments qu'implique l'interdisciplinarité nous semblent réalistes et réalisables dans le contexte actuel; ils n'entraîneront pas un bouleversement radical des programmes et du milieu.

1.25 Raisons d'ordre personnel.

Mes raisons personnelles transparaissent dans les affirmations suivantes. L'enseignant est avant tout un éducateur... L'instruction au service de l'éducation ... Le secondaire constitue pour l'élève une période d'exploration... Le passé et le futur, en pédagogie, convergent vers le présent... C'est la personnalité du professeur qui inspire le plus l'étudiant... On ne tire pas sur les fleurs pour les faire pousser... On ne peut transmettre que ce que l'on vit... On ne donne que ce que l'on a... On réussit ce que l'on aime; on aime ce que l'on réussit... S'il en coûte toujours d'apprendre, il en coûte davantage de se transformer...

Afin d'être plus explicite, disons que "l'éducateur est l'agent éducatif extérieur au s'éduquant. Il est donc préoccupé par le développement de tous les aspects de la personne et se situe d'emblée au coeur de l'activité éducative". [1] Il est également préoccupé par les développements affectif, psycho-moteur et cognitif de l'élève. Il n'est donc pas avant tout un spécialiste d'une matière, mais une personne intéressée par l'éducation. Les contenus des programmes, les méthodes d'enseignement, l'instruction sous toutes ses formes, la formule de l'interdisciplinarité, l'évaluation des étudiants, les mass média, l'école en elle-même... ne sont pour moi que des "outils pédagogiques" et ils doivent le demeurer. L'étudiant, en contact continu avec ses éducateurs, saura profiter davantage de leurs expériences et de leur présence. Il ne faut plus s'attendre les uns les autres pour améliorer le système scolaire, ni attendre que les Etats-Unis nous donnent l'exemple ou encore que le Ministère de l'Education nous dicte notre rôle et nos responsabilités d'éducateur.

En revanche, il faut de plus en plus d'éducateurs responsables, audacieux dans leurs croyances et dans leur vie professionnelle d'éducateurs et qui se valorisent en trouvant des solutions aux problèmes qu'ils rencontrent. Claude Gaulin n'avait-il pas tout à fait raison de dire: "Les solutions viennent de l'action et l'action dépend de nous"? La sauvegarde même des jeunes à former ne s'obtient-elle pas au prix d'une "entreprise pédagogique d'interdisciplinarité"?

Plus mon expérience se fait grande dans le monde éducatif, plus mes réflexions semblent s'engager dans trois principales avenues: celles de la créativité de l'étudiant, de la résolution de problèmes et de l'intervention pédagogique du professeur. Ces avenues prennent leur origine dans le "savoir-être", le "savoir-faire" et le "savoir factuel". C'est pourquoi, à mes yeux, l'activité éducative se traduit plus correctement en termes de "conscience", de signification et de réalisations perçues et valorisantes qu'en termes de stimuli et de renforcements.

1.30 L'objet et le plan général de cette thèse.

Comme nous l'avons dit plus haut, le concept d'interdisciplinarité dans l'enseignement secondaire peut prendre des sens très différents. Nous en avons déjà mentionné deux dans la section 1.10.

L'objet de cet essai est d'esquisser une façon différente de concevoir l'interdisciplinarité au premier cycle du secondaire et quelques moyens de la réaliser concrètement.

Comme c'est le cas pour toute innovation pédagogique, ce que nous allons proposer ne manquera pas de soulever plusieurs questions. Jusqu'où peut-on aller dans la pratique de l'interdisciplinarité? Quel rôle peut ou doit jouer la mathématique dans une telle conception de l'interdisciplinarité? Dans quelles conditions et comment est-il possible d'implanter et de pratiquer une expérience d'interdisciplinarité comme celle que nous allons proposer? Quelles en sont les implications au niveau des élèves, des maîtres, des programmes et de l'école? ...

C'est à toutes ces questions que nous tenterons d'apporter des éléments de réponse dans les chapitres qui suivent. Dans les chapitres 2, 3 et 4, nous allons d'abord décrire des conditions qui nous apparaissent indispensables pour pouvoir appliquer notre conception de l'interdisciplinarité: un milieu physique "enrichi", un climat humain favorable et une philosophie renouvelée de l'apprentissage. Ensuite, dans les chapitres 5 et 6, nous esquisserons notre façon de concevoir l'interdisciplinarité au 1er cycle du secondaire. En annexe, nous avons enfin ajouté quelques réflexions à propos de l'implantation éventuelle de notre conception de l'interdisciplinarité dans une Commission Scolaire.

Chapitre 2

Nécessité d'un milieu physique enrichi

La conception de l'interdisciplinarité que nous allons présenter présuppose la présence dans l'école d'un milieu physique qui la rende possible et qui soit suffisamment riche pour favoriser des expériences personnelles et collectives d'apprentissage.

2.10 Environnement physique.

Concrètement, faut-il jeter à terre tous les murs de la polyvalente, pour ensuite en changer complètement le contexte physique? Il n'en est rien. Il s'agit plutôt de transformer, de modifier et d'utiliser mieux ce qui existe déjà... . Plus précisément, nous proposons de créer deux grands centres pour favoriser l'interdisciplinarité: *le centre de travail* et *le centre technologique*, pas nécessairement situés au même étage de la polyvalente. Nous allons ici en décrire les grandes lignes et le fonctionnement.

2.20 Centre de travail.

Le décroisement, qui sous-tend l'interdisciplinarité tel que nous allons le proposer, ne vise pas seulement à réduire les frontières entre les disciplines, mais aussi à faire éclater le mur qui existe entre l'école et la vie. Un système d'éducation

basé sur l'interdisciplinarité doit s'articuler sur la réalité dynamique de la vie qui, elle, n'est pas cloisonnée, mais conditionnée et façonnée par toute une série de facteurs en continuelle interaction.

Le centre de travail donnera l'occasion de réaliser un tel décroisonnement. Ce centre de travail est construit de telle sorte qu'étudiants et éducateurs de l'entreprise interdisciplinaire puissent travailler à toute heure de la journée. Il est composé de plusieurs locaux: *des alvéoles, des cabinets de travail, des classes-laboratoires et la "grande place"*.

2.21 La grande place, les alvéoles et les cabinets de travail.

La *grande place* est un lieu assez vaste pour recevoir 150 étudiants, qui peuvent venir y travailler, discuter, etc. Elle est meublée de grandes tables.

L'amélioration du cadre physique peut être réalisée de façon économique. Ainsi, des classes existantes sur un étage peuvent être aménagées en *alvéoles*, soit des endroits isolés par des murs flexibles et propices au travail individuel. Ou bien, les classes peuvent être aménagées en *cabinets de travail*, endroits plus grands que les alvéoles et pouvant accueillir jusqu'à une dizaine de personnes à la fois pour y travailler.

Il y a avantage à construire des alvéoles et des cabinets de travail facilement transformables, par exemple au moyen de "panneaux flexibles" d'une hauteur de 5 pieds. De même, il est commode et plus agréable de relier, en autant que faire se peut, ces deux genres de locaux à la grande place. Mais quelle que soit l'organisation du centre de travail, ses différentes parties doivent être garnies de tables, de chaises et d'un tableau, et il doit être conçu de façon à ce qu'on puisse facilement y utiliser certains appareils audio-visuels. Quant au nombre des alvéoles et des cabinets de travail, il doit être adapté aux besoins des étudiants et des professeurs-animateurs.

2.22 Les classes-laboratoires.

Certaines classes, déjà munies d'équipement spécialisé, peuvent être utilisées comme *classes-laboratoires*, lieux où les professeurs-animateurs peuvent dispenser un enseignement interdisciplinaire.

Les classes-laboratoires demeurent à la disposition des étudiants, en dehors des heures où elles sont réservées par des professeurs-animateurs. Elles demeurent constamment ouvertes durant tous les jours académiques, de sorte que les étudiants peuvent y venir afin de réaliser ou de terminer une expérience, d'u-

tiliser ou de créer du matériel spécialisé ou encore du matériel didactique, de poursuivre la réalisation d'un projet, etc.

Dans une classe-laboratoire, on peut trouver un éventail d'instruments, d'appareils, d'outils, de jeux et de matériel didactique, tels que: règles à calcul, mini-calculatrices, formes en carton ou métalliques représentant diverses figures géométriques, tableaux d'affichage, balances, récipients, différents bécchers, lavabos avec eau courante, produits chimiques divers, microscopes, globes terrestres, rouleaux de corde, montages électriques, plantes, cages d'élevage, animaux, cartes géographiques, maquettes diverses, un choix de livres (de sciences, de mathématiques, d'histoire, ...), grands tableaux noirs, armoires vitrées de rangement, etc... .

2.30 Le centre technologique.

Le centre technologique est caractérisé surtout par son outillage d'enseignement et d'apprentissage qu'utilisent les s'éduquants et les professeurs-animateurs selon leurs besoins respectifs. Un tel centre comprend au moins: *une salle avec un terminal (ou un mini-ordinateur), une salle de documentation, un centre de distribution d'appareils, une salle de montage ou d'exposition.*

2.31 Salle avec un terminal (ou un mini-ordinateur).

Dans ce centre technologique, nous proposons de prévoir une première salle équipée d'au moins un terminal (relié à un ordinateur) qui sera utilisé à différentes fins. Cette salle est appelée à jouer un rôle-clé dans un apprentissage interdisciplinaire et il en sera question plus spécifiquement au chapitre 5.

2.32 Salle de documentation.

Il faut prévoir aussi une salle de documentation, contenant une variété de documents écrits (livres, fiches de travail, textes programmés, etc.), de documents audio-visuels (films, bandes d'écoute, bandes magnétoscopiques, etc.), des trousseaux, du matériel d'expérimentation, Cette salle jouera également un rôle très important; elle sera probablement constamment achalandée.

2.33 Centre de distribution d'appareils.

Une autre salle sert à entreposer divers appareils que les élèves peuvent utiliser au besoin. Afin de mieux épauler les s'éduquants, le responsable du

centre de distribution voit à leur faciliter l'emprunt ainsi que le bon usage des appareils: projecteurs, magnétoscopes, rétro-projecteurs, caméras, magnétophones, machines à écrire, calculatrices, etc. . Les étudiants recevront, tout au long du premier cycle du secondaire, des instructions pour actionner ces appareils, afin qu'ils en connaissent l'utilité et la valeur pédagogique. D'ailleurs, la manipulation de tels appareils leur fournira des occasions magnifiques de s'initier à certains phénomènes.

2.34 Salle de montage ou d'exposition.

Le centre technologique proposé doit comprendre également une salle de montage ou d'exposition, servant surtout pour des activités interdisciplinaires à caractère culturel et éducatif. Il en sera davantage question au cinquième chapitre. Il est bon de dire pour l'instant que ce local doit être dirigé par les étudiants eux-mêmes. Son arrangement physique et son contenu sont entièrement de leur ressort. Cette salle est assez grande pour permettre à plusieurs étudiants à la fois d'effectuer des travaux manuels. Le local est ouvert à tous les étudiants et en tout temps de la journée scolaire, ils peuvent venir y travailler ou y exposer leurs travaux.

2.40 Utilisation de la bibliothèque de l'école.

En plus des deux grands centres, la bibliothèque centrale de l'école devient un outil de soutien d'une importance capitale pour la recherche personnelle de l'étudiant dans le cadre de certains projets interdisciplinaires.

2.50 Conclusion.

Le milieu physique enrichi, que nous venons de décrire et qui nous apparaît indispensable dans notre conception de l'interdisciplinarité, a principalement pour raison d'être de faciliter un climat humain favorable et l'application d'une philosophie renouvelée de l'apprentissage, dont il sera question maintenant.

Chapitre 3

Nécessité d'un climat humain favorable



La conception de l'interdisciplinarité que nous voulons proposer suppose encore un autre élément extrêmement important: la présence d'un climat humain favorable dans l'école et, en particulier, dans le milieu physique enrichi que nous venons de décrire.

3.10 Empathie envers l'étudiant.

D'abord, l'éducateur doit être empathique [25] envers l'étudiant, de façon à lui accorder "l'espace psychologique" dont il a besoin pour apprendre par lui-même et à l'aide des ressources présentes dans son environnement. Dans un contexte interdisciplinaire, de nouvelles attitudes tendent alors à s'installer profondément chez les professeurs-animateurs et dans leur enseignement, et également chez les étudiants et dans leur apprentissage.

3.20 "Sécurisation" de l'étudiant.

L'éducateur doit aussi créer un climat favorable à la concentration (pas nécessairement une concentration silencieuse). De cette façon, l'étudiant pourra mettre mieux à profit les capacités cognitives qu'il

possède pour trouver des solutions aux problèmes qui lui sont posés et utiliser, à bon escient, le matériel à sa disposition. C'est là tout un art; car il faut que les professeurs-animateurs se montrent discrets et effacés, attendant souvent que l'étudiant progresse par lui-même. Se taire est certes une intervention pédagogique de la part du professeur-animateur, intervention des plus efficaces, mais aussi des plus difficiles d'application.

"Sans doute, il faudra le guider un peu; mais très peu, sans qu'il y paraisse. S'il se trompe, laissez-le faire, ne corrigez point ses erreurs, attendez en silence qu'il soit en état de les voir et de les corriger lui-même; ou tout au plus, dans une occasion favorable, amenez quelques opérations qui les lui fassent sentir. S'il ne se trompait jamais, il n'apprendrait pas si bien." (Jean-Jacques Rousseau)

Dans un tel climat, l'éducateur ne cherche pas à tout mesurer, à tout évaluer, à tout contrôler... l'étudiant n'a pas toujours un sentiment d'infériorité en regard de ce qu'il apprend, mais il devient conscient qu'il est responsable de sa réussite ou de son échec. Il faut démystifier l'enseignement, et par là, "sécuriser" l'étudiant. Ce

climat humain nécessaire implique un changement de mentalité à l'égard de la prétendue hiérarchie de certaines disciplines, à l'égard des programmes et des résultats académiques.

L'étudiant devient davantage sécurisé lorsqu'il prend conscience qu'il a la possibilité, par exemple, d'exprimer ses incertitudes; d'essayer de clarifier ses problèmes, afin de mieux comprendre la signification réelle de ses expériences; de faire des erreurs sans avoir la hantise ou le sentiment de l'échec (1), et de savoir les utiliser avec profit [11]; etc...

Bien entendu, le professeur-animateur veillera à ce que l'atmosphère ne tourne pas au laisser-faire, au pur activisme ou à l'amusement.

3.40 Autonomie de l'étudiant.

De plus en plus, le s'éduquant fait la conquête de son autonomie. Plus dégagé et engagé, plus maître de lui, il est confiant. Il est prêt à affronter les difficultés et les défis inhérents à toute in-

(1) "Le sentiment d'échouer ne prouve pas que l'on a échoué et l'échec dans une épreuve ne fait pas de nous des ratés."

Le professeur n'est pas là pour rappeler sans cesse à l'étudiant son ignorance ou ses échecs!

novation pédagogique. C'est souvent le coeur de la motivation. L'intérêt engendre la joie de la découverte, puisée à la fois dans ses expériences personnelles et collectives ou dans l'observation de la réalité. A son tour, cette joie de connaître et de découvrir a pour effet de susciter une plus grande quantité de travaux effectués, de réalisations personnelles et un plus grand souci de la qualité du travail.

Chapitre 4

Nécessité d'une philosophie renouvelée de l'apprentissage

Pour réaliser une interdisciplinarité dans le sens que nous allons le proposer, il faut non seulement un milieu physique enrichi et un climat humain favorable. Il faut encore et surtout une philosophie sous-jacente renouvelée de l'apprentissage. Nous allons, dans ce chapitre, esquisser cette philosophie à l'aide de cinq principes méthodologiques.

4.10 S'inspirer d'une conception organique de l'apprentissage et de l'enseignement.

Suivant ce premier principe, nous privilégions une conception "organique" de l'apprentissage et de l'enseignement [1]; c'est-à-dire que, selon nous, c'est l'étudiant lui-même qui doit construire et organiser ses propres connaissances, en interaction avec son environnement (1). Le rôle du professeur consiste alors à organiser l'environnement de l'étudiant, de façon à faciliter et à stimuler sa démarche. Le professeur devient ainsi beaucoup plus un guide, un animateur et une personne-ressource qu'un transmetteur de connaissances.

(1) L'environnement est pris ici dans son sens le plus large: environnements physique et humain, environnements d'information et didactique.

Nous cherchons donc à nous éloigner de la conception "mécaniste" de l'enseignement, consacrée par la tradition. Selon cette conception, l'enseignement vise surtout à transmettre aux élèves un savoir organisé à priori, qu'il s'agit de mémoriser et d'appliquer, ainsi que des techniques qu'on apprend à l'aide d'exercices stéréotypés puis qu'on applique.

Selon nous, la principale tâche du professeur est donc d'organiser l'environnement de l'étudiant. Toutefois, il faut demeurer bien conscient du fait que l'action de l'étudiant sur un environnement ainsi aménagé ne suffit pas en soi à garantir certains apprentissages. Par exemple, ce n'est pas parce qu'un étudiant fait beaucoup de manipulations de matériel qu'il arrive nécessairement à former certains concepts. Il est essentiel que le professeur veille à ce que l'utilisation de matériel ou d'appareils du milieu enrichi soit réellement une occasion d'expériences et d'explorations suffisamment bien dirigées pour qu'elles soient significatives et profitables aux étudiants. La conscience de l'étudiant ne doit pas se perdre dans une multitude d'objets et de faits... .

4.20 Viser des objectifs diversifiés: d'acquisition de connaissances, de développement intellectuel, de développement d'attitudes affectives, et d'efficacité sociale.

Par le passé, on a surtout fait un enseignement axé sur une transmission verbale des connaissances, tout en souhaitant que les étudiants développent du même coup des capacités et des attitudes intellectuelles. On a eu tendance généralement à négliger, au secondaire, la formation socio-affective de l'étudiant, laquelle demeure essentielle, quelle que soit la discipline enseignée.

Notre second principe méthodologique vient souligner la nécessité, dans l'enseignement, de diversifier les objectifs visés, en au moins quatre grandes catégories: acquisition de connaissances, développement intellectuel, développement d'attitudes affectives et objectifs d'efficacité sociale.

4.30 Favoriser l'investissement personnel de l'étudiant dans l'apprentissage.

Ce troisième principe méthodologique nous apparaît d'une importance capitale.

Selon nous, il est essentiel que l'environnement de l'étudiant l'invite continuellement à prendre conscience de *l'importance cruciale de l'investissement personnel dans l'apprentissage*. En effet, lorsqu'on investit de sa propre personne dans une activité donnée, on peut y gagner beaucoup de plusieurs points de vue:

intérêt accru, motivation et compréhension plus grandes, meilleures rétention et capacité de transfert. Par exemple, des recherches effectuées en Allemagne sur l'efficacité de diverses méthodes d'enseignement indiquent que quelqu'un qui apprend retient:

- 10% de ce qu'il lit,
- 20% de ce qu'il entend,
- 30% de ce qu'il voit,
- 50% de ce qu'il entend et voit en même temps,
- 75% de ce qu'il dit lui-même,
- 90% de ce qu'il fait lui-même. (2)

Le principe dont il est question ici a surtout été emprunté à Carl Rogers, auteur du magnifique livre intitulé "Liberté pour apprendre". [20] Il est basé avant tout sur la confiance que l'on place dans la capacité d'un individu ou d'un groupe de créer un environnement éducatif et de rester en interaction avec lui. Selon Rogers, les seules connaissances qui peuvent influencer le comportement de l'étudiant sont celles qu'il découvre lui-même et qu'il s'approprie. Il est donc nécessaire d'être personnellement engagé pour pouvoir créer et apprendre. L'étudiant acquiert ou améliore ainsi sa méthode personnelle de travail. Ce thème est d'ailleurs repris par plusieurs auteurs, par exemple par Bruner.

(2) Ces données ont paru dans un texte intitulé "Mit Erfold studieren", publié par EKSF - Zentralstelle, Cologne, 1973.

Pour mettre ce principe en application, le professeur-animateur s'assure, par exemple, que le s'éduquant demeure en continuelle interaction avec son environnement physique et social. Ainsi surgiront, de façon naturelle, divers problèmes, qui pourront être la source de motivation réelle pour les étudiants et qui stimuleront, ou rendront plus significatifs (3) certains apprentissages. De même, le professeur cherchera à favoriser, chez les étudiants, des apprentissages davantage individualisés.

4.40 Utiliser la dynamique du groupe pour favoriser un meilleur apprentissage.

Ce quatrième principe vient souligner l'importance que nous voulons accorder aux activités de groupes.

On reconnaît généralement qu'il existe une interdépendance, d'une part entre les différents individus d'un groupe, d'autre part entre le groupe considéré comme une entité autonome et chacun de ses membres. Par exemple, dans une classe, élèves et professeur forment un groupe homogène; il s'établit entre eux un ensemble d'interactions et d'influences mutuelles. Il serait dommage et irréaliste d'ignorer

(3) Le mot *significatif* veut dire ici "suffisamment intégré aux résultats d'apprentissages antérieurs".

cette dynamique du groupe, car celle-ci peut être utilisée de plusieurs façons pour favoriser un meilleur apprentissage chez les étudiants.

Pour respecter ce principe, il faudra éviter de faire appel à des formules d'individualisation trop poussée.

4.50 Utiliser un grand nombre de situations concrètes ou familières pour stimuler l'apprentissage.

Par le passé, trop souvent, les professeurs ont eu tendance à utiliser en classe un grand nombre de situations artificielles ou tout à fait "abstraites". On reconnaît aujourd'hui de plus en plus la nécessité de faire appel à des situations concrètes ou familières pour stimuler l'apprentissage chez les étudiants. Ceci fait l'objet de notre cinquième principe méthodologique.

Par l'application de ce principe, on peut augmenter la motivation de nombreux étudiants et ainsi favoriser chez eux une meilleure compréhension et rétention ainsi que des apprentissages plus significatifs.

4.60 Conclusion.

S'il peut être facile d'adhérer aux principes méthodologiques qui précèdent, néanmoins, il demeure difficile de les appliquer intégralement dans le contexte scolaire que nous connaissons. Aussi, dans la conception de l'interdisciplinarité que nous allons proposer, insisterons-nous sur certaines modalités pratiques de leur mise en application.

Notre conception de l'interdisciplinarité

pour le premier cycle du secondaire

Les considérations des chapitres précédents mettent en relief l'environnement nécessaire à notre conception de l'interdisciplinarité au premier cycle du secondaire. C'est cette conception que nous allons esquisser dans ce chapitre, après avoir rappelé brièvement deux autres conceptions classiques de l'interdisciplinarité déjà signalées d'ailleurs au premier chapitre.

5.10 Une première conception classique de l'interdisciplinarité.

On parle d'interdisciplinarité, dans ce premier sens, lorsqu'un professeur spécialiste dans une discipline emprunte à d'autres disciplines des situations et des notions, afin de donner des exemples ou des applications de ce qu'il enseigne.

Il est certain que, sans toujours s'en rendre compte, plusieurs professeurs spécialistes font de l'interdisciplinarité dans ce sens, lorsqu'ils utilisent des manuels scolaires contenant des situations empruntées à d'autres disciplines.

Nous trouvons certains avantages à ce genre d'interdisciplinarité. Par exemple, le fait d'attirer l'attention de l'étudiant sur des applications possibles, dans d'autres domaines, de ce qu'il est en train d'apprendre, lui permet d'établir des rapprochements entre les disciplines.

Nous trouvons cependant bien insuffisante cette conception de l'interdisciplinarité. D'abord, l'interaction visée entre certains concepts nous apparaît plutôt aléatoire, en particulier avec certains types d'étudiants. Ensuite, le professeur risque de devoir expliquer aux étudiants plusieurs notions ou techniques empruntées à d'autres disciplines, ce qui peut exiger de sa part des capacités ou des connaissances exceptionnelles. Enfin, nous croyons que cette espèce d'interdisciplinarité risque de demeurer artificielle.

5.20 Une deuxième conception classique de l'interdisciplinarité.

Suivant cette seconde conception de l'interdisciplinarité, il s'agit d'assurer une certaine *coordination des programmes* de plusieurs disciplines, de façon à réaliser une *bonne articulation des activités éducatives et des notions enseignées*.

Cette conception présente des avantages. En effet, les programmes peuvent alors être organisés de façon à éviter des répétitions ou des juxtapositions non pertinentes dans les contenus enseignés par différents professeurs. Par ailleurs, une meilleure coordination des programmes facilite les apprentissages des étudiants et peut susciter chez eux une plus grande motivation et sécurité. Également, lorsque des professeurs travaillent ensemble à la coordination des programmes, ils peuvent par la suite faire un enseignement de meilleure qualité.

Malgré ces avantages, nous trouvons que cette conception de l'interdisciplinarité est insuffisante. D'abord, la coordination et la synchronisation des programmes et l'articulation des activités dans les différentes disciplines ne garantissent pas une intégration suffisante des connaissances chez l'étudiant, lesquelles risquent de demeurer "juxtaposées". Ensuite, les professeurs de disciplines différentes peuvent bien s'entendre pour coordonner leurs programmes, mais encore faut-il qu'ils arrivent à s'entendre aussi sur les méthodes et le langage utilisés dans l'enseignement de certaines notions, ce qui est déjà beaucoup plus exigeant.

5.30 Notre conception de l'interdisciplinarité pour le premier cycle du secondaire.

La conception de l'interdisciplinarité que nous proposons pour le premier cycle du secondaire se distingue des deux conceptions précédentes, tout en les englobant. Elle se définit par la réalisation simultanée des trois conditions suivantes:

- 1^o- le travail concerté d'une équipe pluridisciplinaire de professeurs-animateurs, afin d'atteindre à une formation générale des étudiants qui déborde le cadre des disciplines;
- 2^o- la mise en application véritable d'une philosophie renouvelée de l'apprentissage et de l'enseignement, déjà évoquée au chapitre quatre;
- 3^o- la réalisation par les étudiants d'activités d'apprentissage très variées, entre autres d'activités favorisant divers types d'interactions entre les disciplines.

Nous allons maintenant décrire les principaux éléments en jeu dans cette nouvelle conception de l'interdisciplinarité.

5.31 Le milieu physique enrichi.

Nous avons déjà décrit, au chapitre deux, le milieu physique "enrichi" indispensable pour la réalisation de notre conception de l'interdisciplinarité.

Nous voulons cependant souligner ici le fait que, dans le vaste équipement technologique dont peuvent être équipés le centre de travail et le centre technologique, les appareils audio-visuels sont désormais appelés à jouer un rôle de plus en plus important.

L'utilisation de tels appareils audio-visuels dans le cadre d'un cours peut permettre d'atteindre non seulement des objectifs cognitifs, mais également des objectifs de caractère affectif. L'étudiant est alors amené, dès le premier cycle du secondaire, à démystifier l'environnement technologique. Il en vient à prendre conscience que cette technologie est complexe, mais qu'au niveau de son utilisation, cela dépend de la volonté des personnes qui s'en servent... .

5.32 Une équipe pluridisciplinaire de professeurs-animateurs.

Nous supposons ici que chaque professeur-animateur est un spécialiste dans l'une des disciplines concernées au premier cycle du cours secondaire. Cependant, nous voulons insister sur une condition essentielle, à savoir que ces spécialistes doivent accomplir un véritable travail d'équipe.

En tant que membres d'une équipe pluridisciplinaire, les professeurs-animateurs doivent favoriser la coordination des diverses disciplines impliquées, tout en soulignant le caractère propre et l'omniprésence de chacune. Il devient donc évident que notre conception de l'interdisciplinarité requiert la concertation de tous les professeurs, afin qu'ensemble ils arrivent à aménager des programmes éducatifs réalistes et suffisamment articulés.

En tant que spécialiste au sein d'une équipe, chaque professeur-animateur est le premier responsable de l'apprentissage et de l'enseignement de sa discipline. A ce titre, il est amené à accomplir plusieurs tâches spécifiques, dont nous reparlerons au chapitre 6.

Rappelons enfin que, dans l'esprit d'une conception organique de l'apprentissage, que l'on suppose appliquée ici, le rôle du professeur-animateur n'est pas d'étaler ou de transmettre des connaissances à l'étudiant, mais surtout de jouer auprès du s'éduquant un rôle d'animateur, de guide, d'ami et de conseiller (d'où l'appellation "professeur-animateur").

5.33 Une formation générale des étudiants, qui déborde le cadre des disciplines.

Au premier cycle du secondaire, évidemment, on vise d'abord et avant tout une formation générale des étudiants. En ce sens, les professeurs-animateurs doivent agir beaucoup plus comme des éducateurs que comme de simples spécialistes, au sein de l'équipe pluridisciplinaire. Cette formation générale consiste non seulement en l'acquisition de connaissances (*savoirs* et *savoir-faire*), mais également dans le développement d'attitudes (affectives, sociales et intellectuelles) et dans certaines prises de conscience (*savoir-être*). L'objectif visé n'est pas de former des techniciens ou des spécialistes d'une discipline!

Plusieurs situations ou travaux proposés aux étudiants peuvent être de véritables carrefours où se croisent plusieurs disciplines et partant, fournir aux élèves l'occasion de déborder le cadre de ces disciplines.

5.34 L'étudiant, principal agent de son apprentissage.

Dans la perspective de l'interdisciplinarité que nous proposons ici, l'étudiant est beaucoup plus un créateur qu'un consommateur. Il doit imaginer et réaliser plus de choses que dans les cours traditionnels, où l'enseignement est plutôt verbal. La démarche de l'étudiant n'est pas linéaire; il s'agit plutôt d'une démarche en spirale, conforme à la philosophie renouvelée de l'apprentissage à laquelle nous avons fait référence au chapitre quatre.

5.35 Des activités d'apprentissage très variées.

Notre conception de l'interdisciplinarité exige une grande variété d'activités d'apprentissage.

Cette variété est d'abord nécessaire pour que soient atteints divers types d'objectifs et réalisés divers principes méthodologiques généraux. (1)

(1) a) "Quelques principes méthodologiques généraux pour l'enseignement des mathématiques au secondaire", Claude Gaulin, bulletin du G.R. M.S., Montréal, mars 77.

Mais cette variété s'impose également afin de mettre les étudiants en présence de situations où les disciplines sont en interaction de diverses façons. En ce sens, l'équipe pluridisciplinaire de professeurs-animateurs peut faire appel occasionnellement à des situations familières ou empruntées à d'autres disciplines. Elle peut également inviter les étudiants à réaliser certains "projets" définis à partir de thèmes, de "centres d'intérêts" (1) ou de situations problématiques. De telles activités offrent d'autres avantages. Par exemple, elles fournissent aux étudiants des occasions de réaliser des recherches personnelles, des travaux en équipes, des discussions, des expériences, des voyages, des visites, des cueillettes de données, des consultations de livres, des manipulations d'instruments ou d'appareils,

(1) Voici quelques exemples de "centres d'intérêts" pour le premier cycle du secondaire: les jeux olympiques, la conquête de l'espace,

5.36 Notre conception englobe les deux conceptions classiques évoquées plus tôt.

Puisque nous faisons occasionnellement appel à des situations ou à des concepts empruntés à d'autres disciplines, notre conception de l'interdisciplinarité englobe donc d'abord la conception classique décrite en 5.10.

Par ailleurs, grâce au travail concerté de l'équipe pluridisciplinaire, les professeurs veillent à réaliser une bonne coordination des programmes et une certaine articulation des activités d'apprentissage proposées dans différentes disciplines. En ce sens, notre conception de l'interdisciplinarité englobe donc également la conception classique décrite en 5.20.

5.37 Remarque méthodologique.

Le contenu à apprendre doit être suffisamment souple et diversifié, de façon à permettre à l'étudiant, dans la mesure du possible, de procéder suivant son rythme et selon les modes d'apprentissage qui correspondent à ses besoins de communication du moment. (1) Le milieu physique enrichi décrit au chapitre deux vient faciliter la réalisation de cet objectif.

(1) Audio Tutorial System : film disponible à la cinémathèque de U. Laval, Posllet Wait, Purdue, Indiana, U.S.A.

5.40 Conclusion.

Il s'agit donc de réaliser, dans un milieu physique enrichi, un climat humain favorable et suivant une philosophie de l'éducation renouvelée, une véritable " *entreprise pédagogique d'interdisciplinarité* " impliquant l'engagement et la collaboration tant des étudiants que des professeurs-animateurs.

Dans notre conception de l'interdisciplinarité,
qu'arrive-t-il de l'apprentissage et de
l'enseignement des mathématiques ?

Dans notre conception de l'interdisciplinarité, qu'arrive-t-il de l'apprentissage et de l'enseignement des mathématiques? Pour répondre à cette question, nous allons revenir successivement sur chacune des trois conditions caractéristiques de notre conception de l'interdisciplinarité (cf. 5.30).

6.10 Un travail concerté des professeurs-animateurs spécialistes en mathématique avec les collègues d'autres disciplines.

Il existe dans l'école, au premier cycle du secondaire, un plan d'étude en mathématique (composé d'un ensemble d'activités d'apprentissage) ainsi qu'une équipe de professeurs-animateurs spécialistes en mathématique.

Déjà, dans le chapitre précédent (cf. 5.32), nous avons insisté sur le fait que de tels spécialistes (en mathématique) doivent s'intégrer à une équipe pluridisciplinaire de véritables éducateurs, dont la responsabilité collective est d'organiser l'environnement scolaire et d'animer le milieu afin que chaque étudiant acquière une formation générale de base. A ce titre, les professeurs-animateurs en mathématique doivent contribuer, comme les autres professeurs, à la définition des objectifs généraux visés au secondaire et à la détermination des modalités d'encadrement des étudiants dans l'école.

Par ailleurs, les professeurs de mathématique sont amenés continuellement à agir comme spécialistes de leur discipline. Ils demeurent dans l'école les premiers responsables de l'enseignement des mathématiques au premier cycle du secondaire. A ce titre, ils ont des tâches plus spécifiques à accomplir, ensemble ou individuellement, telles que:

- l'élaboration d'un plan d'étude en mathématique: définition d'objectifs généraux, puis d'objectifs plus spécifiques pour l'apprentissage des mathématiques; choix de principes méthodologiques généraux, puis de stratégies et de moyens d'enseignement des mathématiques; etc.
- l'élaboration d'activités d'apprentissage en mathématique et la préparation de matériel didactique correspondant
- un travail effectif d'animateurs et de personnes-ressources auprès des étudiants, pour stimuler leurs apprentissages en mathématique.

6.20 Un enseignement de la mathématique basé sur une philosophie renouvelée de l'apprentissage.

Voici quelques éléments qui nous apparaissent essentiels pour appliquer une philosophie renouvelée de l'enseignement et de l'apprentissage (telle que nous l'avons évoquée au chapitre 4) en mathématique.

6.21 S'inspirer d'une conception organique de l'apprentissage et de l'enseignement.

Voici trois éléments caractéristiques d'une telle conception organique:

- a) l'étudiant construit et organise ses propres connaissances mathématiques, en interaction avec l'environnement;
- b) le rôle du professeur est d'organiser l'environnement de l'étudiant de façon à faciliter et à stimuler sa démarche;
- c) l'évaluation devient un processus qui fournit à l'étudiant la rétroaction (feedback) nécessaire pour faciliter ou stimuler sa démarche d'apprentissage, au lieu d'être un simple mécanisme de contrôle externe exercé par le professeur.

Cette conception organique doit transparaître dans le choix de principes méthodologiques généraux (1) que fait l'équipe de professeurs-animateurs de mathématiques. D'autre part, les méthodes et les moyens d'enseignement utilisés, ainsi que les attitudes affichées par les professeurs de mathématique, doivent refléter et incarner véritablement une telle conception organique.

(1) Voir à ce sujet l'article de Claude Gaulin, intitulé "Quelques principes méthodologiques généraux pour l'enseignement des mathématiques au secondaire". (Bulletin du G.R.M.S., mars 1977)

Dans une interview publiée dans le numéro de septembre 1974 du Bulletin de l'Association de Mathématique du Québec, Paul Fillion élabore plus longuement sur une conception organique souhaitable dans l'apprentissage et l'enseignement des mathématiques:

[...] le professeur de mathématique ne trouve ni son succès ni son plaisir dans la théorie mathématique. Il aura donc tendance, si on lui donne la chance de le faire, à s'orienter vers les applications de la mathématique. D'autant plus, que l'intérêt de l'enfant nous indique la même direction. La conjoncture scolaire oriente globalement vers de tels changements: on propose partout un apprentissage dans la multidisciplinarité. On valorise les démarches constructives et expérimentales. On veut que les sujets d'étude gratifient les étudiants et soient pertinents aux problèmes et intérêts de l'enfant et de la société [...]

Les contenus actuels de nos programmes vont en prendre un coup. Adieu, calculs interminables sur les expressions algébriques! Adieu, étude à n'en plus finir d'une nomenclature géométrique! Adieu, calcul à bras sur les décimaux et les fractions! Adieu, manipulation de symboles vides de sens!

Pour l'étudiant, je vois très tôt une initiation aux outils fondamentaux de la science: fonctions, opérations, nombres, mesures, vecteurs, systèmes de coordonnées, matrices, représentations graphiques de toutes sortes, algorithmes, modèles. Je vois la statistique et la probabilité prendre du relief et l'ordinateur nous imposer de nouvelles formes d'apprentissage et de nouveaux contenus.

Je vois aussi la pédagogie accorder de l'importance au "problem solving", aux processus de la pensée, à la dynamique de l'acte d'apprentissage autant qu'à sa forme.

Je vois qu'on se dévouera davantage à créer des hommes convaincus de leur valeur personnelle, capables de penser, qui ont confiance dans leur esprit, se connaissent eux-mêmes, s'acceptent et prennent avec assurance les responsabilités en fonction de leur compétence et de leur conscience sociale. Cette orientation, c'est la société elle-même qui va nous l'imposer. On ne peut plus soutenir une école qui a pour but de sélectionner des étudiants et de dire à 90% d'entre eux qu'ils sont des ratés de quelque chose. L'école finira par soutenir et développer chaque individu dans ce qui le valorise et l'anime. [...]

[...] Concrètement, le professeur prendra vite goût et habileté à remplir son nouveau rôle qui consistera à animer et à diriger l'acte d'apprentissage de l'étudiant à travers des situations. Les rên-

veurs sont ceux qui prétendent faire des mathématiciens des professeurs de mathématiques du secondaire.

[...] La conjoncture actuelle permet d'espérer le meilleur dans un avenir très près de nous. La disponibilité des professeurs est extraordinaire et les moyens dont nous disposons excellents: associations, groupes, recherches, cours, organes d'information, ..., services universitaires [...]

[6]

6.22 Favoriser l'investissement personnel de l'étudiant dans l'apprentissage.

Dans ses interventions pédagogiques, il s'agit pour le professeur-animateur de mathématique de chercher à placer l'étudiant en situation de construire activement ses connaissances mathématiques.

Le professeur de mathématique peut, par exemple, recourir à certaines formes d'enseignement heuristique [8] . Cette façon de faire présuppose des démarches personnelles, avec des périodes de "découverte" dirigée, de tâtonnements, d'essais et d'erreurs, de compromis, etc., afin que progressivement se développent les connaissances et la pensée mathématique de chaque étudiant. Pour que le professeur puisse jouer en ce sens un rôle plus efficace d'animateur, il doit chercher à exploiter grandement et le mieux possible tous les éléments du milieu physique enrichi (appareils, matériel didactique, etc.) dans lequel il opère.

6.23 Utiliser la dynamique du groupe pour favoriser de meilleurs apprentissages en mathématique.

Il se crée ordinairement en classe un ensemble d'interactions, d'influences mutuelles et une interdépendance, d'abord entre les différents individus du groupe, ensuite entre le groupe (considéré comme entité autonome) et chacun de ses membres. Il est important de tenir compte et d'exploiter positivement cette dynamique du groupe, dans le cadre de nombreuses activités d'apprentissage en mathématique.

Les professeurs-animateurs de mathématique doivent à cette fin user de beaucoup de discernement, afin de faire place à une quantité suffisante d'activités d'apprentissage collectives ou en petits groupes et d'éviter de trop se limiter à des activités individuelles.

6.30 La réalisation d'activités d'apprentissage très variées en mathématique.

Ce que nous avons déjà écrit en 5.35 s'applique en particulier dans le domaine des mathématiques.

D'abord, il faut prévoir dans les plans d'étude de mathématique des activités d'apprentissage suffisamment variées pour poursuivre différentes espèces d'objectifs généraux (1):

- des objectifs généraux d'acquisition de connaissances et d'habiletés mathématiques
- des objectifs généraux de développement de capacités et d'habitudes intellectuelles
- des objectifs généraux d'amélioration d'attitudes socio-affectives et de développement d'habitudes de travail efficace.

(1) Voir l'article de Claude Gaulin intitulé "Une catégorisation des objectifs généraux de l'apprentissage des mathématiques au secondaire" (Bulletin du G.R.M.S., à paraître).

Ensuite, dans le cas de l'apprentissage de connaissances (savoir) et d'habiletés (savoir-faire) mathématiques, il faut prévoir des activités d'apprentissage suffisamment variées pour que soient atteints des objectifs spécifiques de différents niveaux (au sens de la taxonomie de Bloom par exemple).

Il faut encore veiller à assurer une variété suffisante d'activités d'apprentissage qui favorisent divers types d'interaction entre la mathématique et d'autres disciplines. Par exemple, on peut inviter les étudiants à réaliser des "projets" définis à partir de thèmes mathématiques ou de situations problématiques, par exemple:

- des projets intégrant des mathématiques et des sciences tels que ceux proposés dans le USMES Project aux Etats-Unis (voir par exemple [12])
- la construction de maquettes ou de mosaïques
- la réalisation d'enquêtes statistiques simples sur des sujets intéressant les étudiants
- etc.

On peut également prendre action dans l'école en vue de mieux coordonner les programmes et articuler les activités d'apprentissage dans différentes disciplines au premier cycle du secondaire.

6.40 Conclusion.

Il est donc clair que dans "l'entreprise pédagogique d'interdisciplinarité" que nous souhaitons réaliser au premier cycle du secondaire, la mathématique a vraiment sa place et vient contribuer à sa façon à une formation intégrale des étudiants.

Certes, nous croyons dans la richesse de la mathématique comme outil d'apprentissage, mais nous croyons davantage en *l'Homme* qui l'enseigne et en *Celui* qui la découvre.

Chapitre 7

Conclusion

Cette esquisse demeure donc une façon différente de concevoir l'interdisciplinarité, sans pour autant être la panacée à tous les maux dont souffre l'enseignement au premier cycle du secondaire, et en particulier celui des mathématiques. Notre principal objectif est toujours le même: chercher à promouvoir de bonnes conditions pour que chaque étudiant fasse des apprentissages intégrés et personnels.

Quelques réflexions supplémentaires à propos de l'implantation éventuelle de notre conception de l'interdisciplinarité (Texte rédigé en septembre 1977, un an après être retourné en milieu scolaire)

"S'il existe un cloisonnement net entre les disciplines, serait-il qu'il existe d'abord entre les hommes qui les représentent un cloisonnement dû peut-être à un instinct de propriété inavoué ou bien à une formation trop spécialisée, ou bien à une vague peur non fondée de changer ses habitudes, sa routine [...]"

[4]

De retour dans la Commission Scolaire Régionale de l'Amiante (C.S.R.A.), après trois ans d'études à l'Université Laval, nous avons cherché avec modestie à examiner et à évaluer davantage, auprès de quelques professeurs et personnes-cadres, certains détails relatifs à l'application des principes et des recommandations de notre thèse. Nous avons pu ainsi nous rendre compte, dans notre propre milieu scolaire, que l'implantation de notre conception de l'interdisciplinarité pourrait bien éventuellement faire l'objet d'une expérimentation dans l'une des polyvalentes de notre Régionale, au premier cycle du secondaire.

A la lumière de l'expérience vécue depuis un an, nous voudrions ajouter ici quelques réflexions personnelles à propos d'une telle implantation.

1. Tout d'abord, si l'on veut réussir à implanter notre conception de l'interdisciplinarité, il faut s'engager dès maintenant dans une action résolue et planifiée.

Souvent, dans le contexte scolaire actuel, il n'est que trop facile de refuser de s'engager ainsi, en alléguant divers prétextes ou contraintes existantes.

La première action concrète à entreprendre dans l'immédiat est la réalisation d'un projet expérimental soigneusement élaboré. (Dans l'annexe 2, nous allons suggérer quatre phases essentielles d'un tel projet.)

2. Déjà, d'ailleurs, on peut observer au Québec plusieurs signes indicateurs d'une tendance vers diverses formes d'interdisciplinarité dans l'enseignement au premier cycle du secondaire.

Ainsi, on propose aux étudiants de ce niveau un nombre de plus en plus grand d'exercices de portée interdisciplinaire. En effet, plusieurs professeurs utilisent à l'occasion des données, des notions ou des techniques empruntées à d'autres disciplines, à titre d'exemples, d'applications ou d'éléments de motivation dans leurs cours.

Par ailleurs, présentement, il est un fait que dans notre Régionale, depuis les deux dernières années, plusieurs professeurs du secondaire, les uns par goût, les autres par obligation (pour des raisons de sécurité d'emploi) ont été amenés à s'improviser professeurs d'une discipline voisine de leur spécialité. Il est possible que, pour des raisons démographiques, cette situation aille en s'accentuant durant la prochaine décennie.

Egalement, dans deux écoles de notre Régionale, on a récemment lancé le projet "groupe de formation", touchant à la fois des groupes d'étudiants, des groupes de parents, des groupes de professeurs, ainsi que les directions d'école. Il faut ajouter que les directeurs

pédagogiques et de l'enseignement de la Régionale sont de plus en plus ouverts à tout projet visant l'interdisciplinarité ou la pluridisciplinarité. (1)

Enfin, le Livre Vert du Ministère de l'Education contient quelques suggestions qui témoignent d'un certain souci d'interdisciplinarité. Ainsi, on y invite les écoles à se doter de "projets éducatifs", on y suggère une plus grande concertation entre les agents de l'éducation et on y favorise une formation générale pour le premier cycle du secondaire... La conception de l'interdisciplinarité que nous avons proposée dans notre thèse, nous semble être dans le voisinage de quelques-unes des idées situées au coeur du Livre Vert!

3. Si l'on décide d'implanter notre conception de l'interdisciplinarité, il faudra tenir compte de la pratique pédagogique en cours dans le milieu scolaire et agir à partir de cette pratique.

Après un retour, à la C.S.R.A., la réalité du milieu scolaire nous a rapidement fait prendre conscience de l'écart considérable qui sépare les grandes théories

(1) Ainsi, un projet actuellement en cours de réalisation touche à la fois l'histoire et à la géographie. (Il s'agit d'une tentative d'implantation d'un enseignement systématique de ces disciplines, mais tenant compte particulièrement de l'élément humain.)

pédagogiques et la pratique quotidienne! Nous avons été amené à reconnaître que s'il nous a été facile, lors de la rédaction de notre thèse, d'adhérer à de grands principes touchant l'interdisciplinarité, il reste que toute tentative d'appliquer ces principes sera très exigeante et n'aura de chances de succès qu'en autant que l'on respectera la pratique pédagogique en cours dans le milieu scolaire et que l'on agira à partir de cette pratique.

4. L'implantation de notre conception de l'interdisciplinarité doit aller de pair avec la formation d'une équipe pluridisciplinaire de professeurs-animateurs de plus en plus nombreuse.

Nous voudrions faire trois remarques à ce sujet.

- a) Le bon fonctionnement d'une telle équipe exige le respect de certaines lois de la dynamique des groupes, ainsi qu'un plan systématique de travail.

L'étude et l'élaboration, dans une école, d'un projet éducatif de portée interdisciplinaire peut certes exiger un à deux ans de rencontres et de réflexions en atelier, avant qu'un véritable noyau d'équipe pluridisciplinaire ne puisse naître. Pendant ce travail en atelier, les membres du groupe vont chercher à s'appriivoiser mutuellement

et à mieux connaître la personnalité, le caractère et la compétence de chacun; entre eux devra naître une volonté commune de travailler ensemble à l'implantation progressive d'une nouvelle conception de l'interdisciplinarité. Si le groupe des professeurs-animateurs impliqués arrive à cheminer ainsi, lentement mais avec succès, alors ce sera une indication que cette équipe est tout indiquée pour poursuivre un travail de mise en place à long terme d'une véritable entreprise pédagogique d'interdisciplinarité.

- b) Il faut avoir et conserver confiance dans la capacité des professeurs-animateurs à réaliser un projet éducatif de portée interdisciplinaire, malgré certaines périodes inévitables d'apathie occasionnelle ou d'essoufflement passager. Avec une structure de fonctionnement dans laquelle ils se sentent à l'aise et stimulés, l'équipe pluridisciplinaire de professeurs-animateurs peut accomplir une action remarquable et obtenir des résultats insoupçonnables.
- c) Pour être réaliste, il faut cependant ne pas oublier que les personnes impliquées sont humaines et demeurer conscient qu'elles ont leurs limites.

Pour plusieurs professeurs, par exemple, il demeure très difficile d'abandonner certaines façons de faire bien personnelles ou de perdre certaines habitudes solidement ancrées. Il faudra donc agir de manière à ce que graduellement ils présentent de moins en moins de résistance à certains changements et qu'ils s'engagent avec plus de confiance dans un projet de portée interdisciplinaire.

Il faudra également tenir compte du fait que plusieurs personnes tombent facilement dans le découragement voire l'immobilisme, lorsqu'ils sont confrontés avec une flopée de problèmes engendrés spontanément par le lancement de tout nouveau projet d'envergure.

De même, il ne faut pas sous-estimer l'influence négative possible de désaccords, de malentendus, de problèmes interpersonnels, de menaces à la sécurité d'emploi, etc. qui peuvent survenir facilement, entre autres au début de la réalisation d'un projet.

Il n'y a pas de doute que certaines personnes d'une Régionale donnée peuvent a priori se dire très intéressées à un projet d'implantation d'une nouvelle conception de l'interdisciplinarité et arriver à se mettre facilement d'accord sur les finalités de l'éducation au premier cycle du secondaire et sur les principes qui devraient la

sous-tendre. Cependant, notre expérience depuis un an (1) nous incite à demeurer prudent face à de si bonnes intentions. Car ce n'est pas tout de s'entendre sur des idées générales, encore faut-il éviter que dans la pratique, l'interdisciplinarité ne se concrétise trop différemment selon les interprétations personnelles de chacun.

5. Il faudra partir d'un plan bien défini pour amorcer l'implantation de notre conception de l'interdisciplinarité. Cependant, il est essentiel de demeurer suffisamment souple dans l'action, de façon à prendre en considération divers changements qui viennent modifier le contexte dans lequel on opère.

6. En terminant, nous tenons à rappeler que l'entreprise pédagogique d'interdisciplinarité que nous visons à long terme demeure dans notre esprit un moyen d'atteindre à une éducation de meilleure qualité. Nous avons confiance, entre autres, que les personnes impliquées arriveront à mieux prendre conscience de ce qu'elles *sont* et de ce qu'elles doivent être en tant que collaborateurs de cette entreprise, en particulier que les professeurs-animateurs se rendront bien compte qu'ils *sont* d'abord des éducateurs (au lieu de d'abord *avoir* des étudiants, des contraintes, ...) et les étudiants qu'ils *sont* d'abord des "apprenants", des "s'éduquants" (au lieu de d'abord *avoir* des professeurs, des programmes, une école, ...)

(1) Activités amorcées en tant que chef de groupe régional en sciences expérimentales; premières tentatives de création d'une équipe pluridisciplinaire, avec le concours des professeurs de sciences; participation au "projet de formation" dans une école.

Quatre phases essentielles à
respecter avant d'implanter
notre conception de l'interdisciplinarité
dans une Commission Scolaire donnée

Janvier 1978

Nous allons présenter quatre phases qui nous apparaissent souhaitables, essentielles même, que devrait respecter toute Commission Scolaire véritablement intéressée à expérimenter notre conception de l'interdisciplinarité en vue d'une implantation éventuelle.

PREMIERE PHASE : Travail d'un "comité d'étude et de planification" formé par la Commission Scolaire.

Une Commission Scolaire qui envisage la possibilité d'une belle expérimentation devrait d'abord faire faire une étude préalable sérieuse. A cette fin, elle forme un "comité d'étude et de planification", composé de professeurs et de quelques cadres de la Commission Scolaire.

Le mandat du comité est triple:

- 1° Etudier les grandes lignes de notre conception de l'interdisciplinarité et préciser les objectifs que pourrait viser l'expérimentation.
- 2° Planifier les principales étapes et les modalités d'une telle expérimentation; faire une estimation des ressources (humaines, financières, physiques) nécessaires; proposer un calendrier d'opérations possibles, ainsi que l'objet et le mode de l'évaluation qui devra suivre l'expérimentation.

- 3° Remettre à la Commission Scolaire un rapport détaillé et bien étoffé, avant une date fixée.

DEUXIEME PHASE : Les autorités de la Commission Scolaire analysent le rapport du "comité d'étude et de planification" et décident d'y donner suite ou non.

Durant cette deuxième phase, la Commission Scolaire est amenée:

- (a) soit à ne pas donner suite au rapport, c'est-à-dire à ne pas réaliser l'expérimentation proposée;
- (b) soit à accepter le rapport du "comité d'étude et de planification", tel que présenté ou avec quelques modifications.

Dans le second cas, la Commission Scolaire signifie implicitement son intention de faire une expérimentation spécifiquement liée à notre conception de l'interdisciplinarité. Elle alloue à cette fin un certain budget et d'autres ressources nécessaires. On peut passer à la troisième phase.

TROISIEME PHASE : Expérimentation.

Vient alors l'étape de l'expérimentation, avec les ressources allouées et selon la planification générale convenue lors de la deuxième phase.

Pour coordonner et superviser la réalisation de cette expérimentation, on forme un "comité de supervision". Ce comité peut, par exemple, comprendre une majorité de personnes ayant déjà oeuvré dans le "comité d'étude et de planification" lors de la première phase. De toute façon, il doit comprendre des professeurs et des cadres, travaillant de concert par delà leurs disciplines et leurs responsabilités administratives respectives.

Il est possible d'imaginer la collaboration à cette phase d'expérimentation de certaines universités ou d'organismes provinciaux (par ex. du Ministère de l'Education), sous diverses formes: élaboration de matériel didactique approprié, recyclage ou perfectionnement de professeurs impliqués, consultation, etc.

Une fois l'expérimentation terminée, une évaluation en est faite et un rapport en est présenté aux autorités de la Commission Scolaire.

QUATRIEME PHASE: A la lumière de l'évaluation faite de l'expérimentation, la Commission Scolaire décide, s'il y a lieu, de procéder à une expérimentation élargie ou à une implantation généralisée.

Bibliographie

- [1] Apprendre à être, par E. Faure. (Rapport de la Commission Internationale sur le Développement de l'Education sous la direction d'Edgar Faure) Unesco, Paris, 1972.
- [2] A la recherche d'une cohérence pédagogique, par L. Samson, P. Turcotte, G. Faucher, M. St-Arnaud, S.M. Faucher, Y. Chevrette et A. Paré. Paru dans: L'Ecole Coopérative nos 25 et 26, mars et avril 1974.
- [3] Apprendre les mathématiques, par André Amas. Paru dans: Le journal de planète, pp. 165-167.
- [4] cf. Apprentissage interdisciplinaire en sciences humaines : modèle théorique et opérationnel, par Paul-Emile Laberge et al., CEGEP de Rimouski (Education Permanente), juin 1975.
- [5] cf. Bilan : Ce qui se fait dans diverses universités québécoises, pour aider l'enseignement de la mathématique au secondaire, par Michel Arcouet. Paru dans: Le Bulletin du G.R.M.S., juin 1974.
- [6] cf. Objectifs de l'enseignement des mathématiques ... au secondaire ..., par Paul Fillion. Texte d'une présentation faite lors d'une table-ronde, au 17e Congrès annuel de l'Association Mathématique du Québec.

- [6] cf. Paru dans: un numéro spécial du Bulletin de l'A.M.Q., septembre 1974.
- [7] Comment définir des objectifs pédagogiques, par R.F. Mayer. Gauthier - Villars, Paris, 1971.
- [8] cf. Comment poser et résoudre un problème, par G. Polya. Dunod, Paris, 1962.
- [9] Comprendre la mathématique, par Z.P. Dienes. O.C.D.L., Paris, 1965.
- [10] Enquête et colloque international sur la réforme et la coordination des enseignements de mathématiques et de physique. Paru dans: Dialectica (Suisse), Vol. 21, fasc. 1-4, 1967.
- [11] cf. Echecs et Maths, par Stella Baruk. Ed. du Seuil, Paris, 1973.
- [12] Electromagnet Device Design, USMES Project. Education Development Center, Newton, Mass. U.S.A., 1973.
- [13] La créativité à l'école, par Alain Beaudot. P.U.F., Paris, 1969.
- [14] La créativité : recueil de recherches américaines, par Alain Beaudot. Dunod, Paris, 1973.

- [15] L'imagination constructive, par A Osborn. Dunod, Paris, 1965.
- [16] La représentation de soi, par Denis Pelletier, Tome 1 : Interprétation cognitive. Editions du Renouveau Pédagogique, Montréal, 1971.
- [17] L'enseignement individualisé informel, par Claude Paquette. Paru dans: L'Ecole Coopérative, no 23, oct. 1973, pp. 12-30.
- [18] Le manuel scolaire : instrument bête et méchant, par André Paré. Paru dans: Action Pédagogique, no 17, avril 1971, pp. 23-49.
- [19] Le développement de la personne, par Carl Rogers. Dunod, Paris, 1966.
- [20] Liberté pour apprendre, par Carl Rogers. Dunod, Paris, 1972.
- [21] L'atelier de ressources pédagogiques, par Colette Baribeau. Paru dans: L'Ecole Coopérative, no 26, juin 1974, pp. 18-30.
- [22] La coordination des enseignements de la mathématique et de la physique au niveau secondaire vue par le professeur de mathématique, par Willy Servais. Paru dans: Mathematica & Paedagogia (Belgique), no 30, 1967.

- [23] L'apprentissage de la mathématique aujourd'hui, par T.J. Fletcher. O.C.D.L., Paris, 1966.
- [24] La démocratie à l'école. Paru dans: Cahiers Pédagogiques, sept.-oct., 1965.
- [25] Le projet éducatif de l'étudiant et les objectifs des programmes, par Pierre Angers. Paru dans: Prospectives, octobre 1973.
- [26] Learning to think in a math. lab., par Manon P. Charbonneau. National Association of Independent Schools (U.S.A.), 1971.
- [27] Mathématique sur mesure, par Madeleine Goutard. Hachette, Paris, 1970.
- [28] cf. Opération Départ, par Pierre Angers et al. (Tomes I à V). Dir. Gén. de l'Education Permanente, Ministère de l'Education du Québec, mai 1971.
- [29] Où sont nos chercheurs en éducation? par André Paré. Paru dans: Action Pédagogique, no 21, fév. 1972, pp. 17-23.
- [30] Organisation de l'enseignement individualisé, par Claude Paquette. Paru dans: Action Pédagogique, août, 1971.
- [31] Pédagogie et psychologie des groupes. (A.R.I.P.) Editions de l'Epi, Paris, 1964.

- [32] Pour une pédagogie de croissance personnelle, par André Paré. Paru dans: L'Ecole Coopérative, no 19, nov. 1972.
- [33] Processus de la mathématisation dans l'enseignement, par A.Z. Krygowska. Paru dans: Educational Studies in Mathematics (Hollande), vol. 1, no 1/2, May 1968.
- [34] Procès-verbal de la réunion provinciale des coordonnateurs de l'enseignement général, tenue à Québec, rédigé par Alan Wright, 26 et 27 fév. 1964.
- [35] Processus de mathématisation, par Guy Brousseau. Paru dans: Bulletin de l'Association des Professeurs de Mathématiques (France), no 282, fév. 1972, pp. 57-71.
- [36] Processus expérimental en mathématiques 1974-1975, préparé par un groupe de professeurs. Commission Scolaire Régionale de l'Amiante, août 1974.
- [37] Qu'est-ce que le progrès continu? par Pierre Angers et C. Bouchard. Paru dans: Perspectives, vol. 9, no 2, avril 1973, pp. 66-77.
- [38] Quelques réflexions sur une démarche opérationnelle d'actions collectives, par M. Doray. Paru dans: Action Pédagogique, no 6, fév. 1969.

- [39] Quelques suggestions sur l'articulation des mathématiques et des sciences au secondaire. Rapport d'un sous-comité du Comité de Coordination de l'Enseignement des Mathématiques au Secondaire, D.G.E.E.S., Ministère de l'Éducation du Québec, sept. 1973.
- [40] Théorie de l'apprentissage et tâches du maître, par Pierre Angers. Paru dans: Actes du colloque sur la formation des maîtres, Université du Québec à Montréal, sept. 1972.
- [41] Tendances nouvelles de l'enseignement de la mathématique, volume III, Unesco, Paris, 1972.
- [42] Utilisation de la mathématique et coordination d'un enseignement moderne de la mathématique avec l'enseignement des autres branches au niveau secondaire, par Willy Servais. Paru dans le rapport d'un colloque international, tenu à Bucarest, du 23 septembre au 2 octobre 1968.

Je veux remercier spécialement ma Commission Scolaire Régionale de m'avoir fourni l'occasion de poursuivre mes études. Je désire exprimer ma reconnaissance, particulièrement envers Claude Gaulin, mon directeur de thèse, qui m'a facilité la tâche par ses précieux conseils et par son enseignement ouvert sur l'actualité scolaire provinciale et internationale. J'ai aussi apprécié, durant mes études, la compagnie de mes collègues Pierre Carpentier et Léon Simard, avec qui j'ai eu d'agréables échanges d'idées et d'enrichissantes discussions sur la place et le rôle des mathématiques dans l'éducation d'aujourd'hui.

Il ne me reste plus qu'à dédier le présent travail à ma gracieuse épouse, Huguette, ainsi qu'à ma "grande" fille de quatre ans, Marie-Eve.