

Document "Repartir"
Converti en pdf le 12 mai 98

Les membres du Groupe REPARTIR¹ avaient en commun certaines préoccupations relatives à la pédagogie de l'apprentissage et aux nouvelles technologies. Ils se sont réunis bénévolement depuis janvier 1988 pour produire ce document. Ce texte n'engage donc pas les organismes auxquels ils appartiennent.

Voici la liste des participants:

- . Michel Arcouet, C.scol. des Cantons
- . Michel Aubé, Université de Sherbrooke
- . Jean-François Cloutier, ZUNIQ
- . Claude Coulombe, Machina Sapiens
- . Renée Désautels, CEGEP Rosemont
- . Marcel Labelle, président, CÉCM
- . Jacques Latreille, CEGEP Édouard-Montpetit
- . Francis Meynard, rédacteur, MÉQ
- . Bertrand Morin, MÉQ
- . Gilbert Paquette, TÉLUQ, Micro-Intel
- . Normand Pinet, APO-QUÉBEC
- . Isabelle Quentin, PUCE

D'autres collaborations nous ont été très utiles, comme celle de Christian Fleury, de la Compagnie Micra, pour ses avis pertinents sur l'évolution du matériel informatique, celle d'Yvan Marcotte pour le canevas de rédaction de ce rapport et celle de Michelle Bélanger, stagiaire, pour la consultation.

Des remerciements très chaleureux à Diane Labrosse pour le traitement de texte.

Pour tous renseignements supplémentaires on peut s'adresser à Marcel Labelle (514) 596-6786 et à Francis Meynard (514) 873-9407.

Dans le présent document, le générique masculin est utilisé sans aucune discrimination et uniquement dans le but d'alléger le texte.

¹Le groupe a choisi comme dénominateur REPARTIR, soit: "Recherches et études sur la pédagogie assistée par les ressources et techniques informatiques récentes".

Ce titre symbolique et dynamique se référait aussi à un premier "départ" datant de dix ans et qui s'était incarné dans l'arrivée en éducation de la première vague d'outils informatiques.

AVANT-PROPOS

On ne peut pas imaginer la place des nouvelles technologies de l'information en éducation sans disposer d'une vision globale et à moyen terme de l'évolution du système éducatif et de la société afin de savoir où il est souhaitable de les insérer. De même, il n'est pas possible de penser se faire une idée pour améliorer l'éducation, de parler d'excellence, ni de faire des politiques à court terme sans disposer d'une telle vision à long terme du système éducatif. On risquerait de faire des "*petits pas*" que l'on regretterait amèrement plus tard car ils seraient contraires au sens de l'évolution sociale de l'école.

Or nous n'avons pas trouvé de planification à long terme en matière de nouvelles technologies ni de vision qui puissent servir de référence. La vision que nous vous soumettons nous ne l'avons trouvée nulle part. Aussi, avons-nous dû la bâtir, avec tous les risques que cela comporte. Mais nous ne l'avons pas fait gratuitement, en pelletant les nuages. Nous sommes partis de constatations terre à terre, de l'état et des besoins de notre système scolaire au Québec. Et nous avons projeté un modèle certainement souhaitable, probablement possible, et hypothétiquement réalisable. Il part de notre système actuel, avec ses structures et ses contraintes et propose de le faire évoluer sans révolution avec ses ressources modestes, avec des échéances à moyen terme qui permettraient d'ajuster le tir en cours de route. Cette vision en vaut bien une autre comme base de discussion.

Au cours des deux dernières années, des personnes bénévoles qui constituent le groupe REPARTIR se sont interrogées sur la place à donner aux nouvelles technologies en éducation. Pour ce faire, elles se sont réunies à l'occasion puis, elles se sont partagé des tâches afin de concevoir le document que voici.

Structure de l'ouvrage

Le rapport est d'abord précédé d'une INTRODUCTION qui résume le point de vue du groupe sur la présence des nouvelles technologies en éducation. C'est le manifeste du groupe REPARTIR. Il a été utilisé pour la consultation d'usagers de la micro-informatique. Il voulait susciter la discussion et parfois, il voulait même provoquer des réactions. Le groupe REPARTIR a en effet tenu compte des recommandations des membres de l'AQUOPS, de l'APOP, du CIPTE et des participants d'ateliers tenus au colloque Prospectives 95 de la société GRICS et lors du 7^e colloque sur l'ordinateur en Éducation en novembre 1989.

Le texte vous est livré en deux parties. La première présente la **PROBLEMATIQUE** tout en rappelant L'ÉTAT DU SYSTÈME ÉDUCATIF au Québec. Ce chapitre s'appuie sur les textes du rapport Parent et sur divers rapports et avis du Conseil supérieur de l'éducation. Il se poursuit avec une esquisse de L'ÉDUCATION DANS NOTRE SOCIÉTÉ POST-INDUSTRIELLE puis nous mettons l'accent sur l'évolution des nouvelles technologies qu'on a intitulé: LA DEUXIÈME VAGUE INFORMATIQUE .

La deuxième partie: **PROPOSITIONS D'INTERVENTION** annonce les ORIENTATIONS du groupe en situant la place des nouvelles technologies en éducation et en précisant la vraie place des maîtres. Dans cette partie, nous vous soumettons notre MODÈLE GÉNÉRAL D'ÉVOLUTION DE L'ÉDUCATION accompagné de quelques réflexions. Pour cela, nous nous inspirons, entre autres, des travaux de l'OCDE qui ont eu lieu en 1986 à Paris puis, sur le développement des sciences cognitives et de l'intelligence artificielle.

Finalement, nous formulons quinze recommandations comme ACTIONS A ENTREPRENDRE.

Les destinataires

Ce texte a la prétention de s'adresser d'abord aux décideurs des divers étages du système scolaire, s'il peut parvenir jusqu'à eux et s'ils veulent bien se pencher sur lui.

Plus largement, il aimerait atteindre tous les bâtisseurs du monde éducatif: les chercheurs, les enseignants des divers ordres, les conseillers pédagogiques... et pourquoi pas les commissaires?

Il voudrait même intéresser certains étudiants plus éveillés à ces questions et surtout certains parents attentifs à l'évolution de la chose scolaire.

Il peut même attirer l'attention de certains hommes d'affaires qui, ces temps-ci commencent à mettre leur nez dans les affaires de l'éducation car ils se sentent concernés par ce qui s'y passe.

Évidemment, nos espoirs les plus chers seraient comblés si quelques personnes des médias y voyaient l'occasion de faire un scoop et de lancer un débat public sur le sujet.

Le style

Le style de ce document issu de gens d'idées va rester assez abstrait et probablement voler trop haut pour certains lecteurs. Qu'ils se consolent en pensant que d'autres ne le trouveront pas assez sérieux ou pas assez châtié, ou même pas assez intellectuel pour entrer dans leurs catégories.

Cependant, afin qu'il y en ait pour tout le monde, nous avons inséré dans le texte bon nombre d'encarts présentant des citations assez typiques des personnes connues (ou à connaître) et des illustrations qui essaient de concrétiser certains propos trop théoriques ou trop techniques. Ces deux sortes d'emprunts sont présentées de façon nettement différente.

Le lecteur qui se contenterait de parcourir des yeux ces encarts en sortirait probablement déjà enrichi... ou perplexe.

Enfin, pour les gens pressés de se faire une idée, nous nous sommes pliés à la règle des deux pages et proposons donc un court résumé de nos propos au début du document. Un coup d'oeil à la table des matières, un autre à l'introduction et pour finir, un autre aux recommandations et à la conclusion pourraient déjà donner une bonne vue d'ensemble.

Remerciements

Nous tenons d'abord à remercier les personnes bénévoles qui ont participé à la conception de cet ouvrage.

Nous voulons aussi souligner la contribution des personnes consultées soit lors des colloques des associations professionnelles : AQUOPS, APOP, CIPTE, soit les quelques lecteurs privilégiés à qui nous avons soumis les textes. Nous les remercions pour tous les commentaires et les suggestions proposées.

Nous remercions aussi ceux et celles qui ont contribué à clarifier le texte en nous soumettant quelques encarts illustrant les situations actuelles ou futures, sans oublier la contribution graphique de Maurice Macot pour la page couverture du document.

Marcel Labelle
président du groupe REPARTIR

Table des matières

	Groupe REPARTIR	ii
AVANT-PROPOS	iii	
	Structure de l'ouvrage.....	iii
	Les destinataires	iv
	Le style.....	iv
	Remerciements.....	iv
RÉSUMÉ.....		xi
	Notre propos.....	xi
	Des actions	xii
	Utopie ?	xii
INTRODUCTION.....		1
	1. L'ENVIRONNEMENT SOCIO-ÉCONOMIQUE.....	1
	L'industrie n'est pas morte.....	1
	La métamorphose.....	2
	2. L'ORGANISATION SCOLAIRE	3
	L'école-usine	3
	3. LA PÉDAGOGIE.....	3
	L'élève-roi.....	3
	Le miracle des maîtres.....	3
	L'enseignement artisanal	4
	Échec à la machine	4
	Le porte-à-faux.....	5
	4. LA POST-INDUSTRIALISATION DE L'ÉDUCATION.....	5
	L'organisation au bout du fil.....	5
	La pédagogie post-industrielle	5
	Les outils de la 2e vague informatique.....	6
	Des exemples	7
	Des promesses?.....	7
I - PROBLÉMATIQUE		9
A. L'ÉTAT DU SYSTÈME ÉDUCATIF		9
Introduction	9	
1. LES VISÉES DU SYSTÈME ÉDUCATIF QUÉBÉCOIS.....		9
Vingt-cinq ans		9
Une pédagogie humaniste.....		9
Développement intégral.....		10
Pédagogie active.....		10
Comprendre, intégrer et individualiser.....		10
Un peu plus tard		10
Quinze ans après.....		11
Plus près de nous.....		11
2. LES MOYENS PRÉVUS.....		11
Voies, équipes, locaux, programmes-cadres et services.....		11
Tutorat, spécialistes, polyvalence et options.....		12
3. LES RÉSULTATS ACTUELS		12
Une approche traditionnelle		12
Voies, rythmes, équipes, spécialistes?.....		12
Plus de programmes souples		13

Peu de pédagogie active	13
Uniformisation du curriculum.....	13
Options tronquées	13
Les voies abolies.....	13
Homogénéisation monolithique.....	13
Plus de tutorat.....	13
Pas de climat	14
En conclusion	14
4. LES POURQUOI.....	14
Les conditions organisationnelles.....	14
La relation maître- élève n'y suffit pas	14
Les aménagements.....	14
L'organisation des polyvalentes.....	15
La centralisation des négociations	15
La taylorisation.....	15
La centralisation.....	16
La formalisation des programmes.....	16
L'intégration des clientèles.....	17
Baisse des effectifs et compressions budgétaires.....	17
Le vieillissement du corps enseignant.....	17
Dévalorisation de la fonction	18
Le bénévolat.....	18
Désordre.....	18
5. NOTRE ANALYSE	19
Personnalisation.....	19
Organisation industrielle.....	19
Le modèle familial	19
La foi pédagogique.....	19
Des velléités.....	20
Mission impossible.....	20
Le rêve de la chaîne d'apprentissage	20
Cognitivismes et étouffement	20
Discipline et qualité	20
Des mesures radicales	21
L'opinion publique.....	21
Le Conseil supérieur.....	22
Développement intégral et école active.....	22
Enseignement intégré.....	22
Individualisation	22
Diversité.....	22
Pédagogie active renouvelée.....	22
B. LES BESOINS ÉDUCATIFS DANS NOTRE SOCIÉTÉ POST-INDUSTRIELLE	25
1. LES GRANDES TENDANCES CONTEXTUELLES	25
Au plan écologique.....	25
Au plan politique et économique	25
Au plan macro-économique.....	26
Au plan démographique.....	26
Au plan technologique.....	27
Au plan de l'emploi.....	28
Au plan de la consommation	29
Au plan socio-culturel.....	30
2. LES NOUVEAUX BESOINS ÉDUCATIFS	32
La pluralité.....	32
Les diverses clientèles scolaires	32
Les immigrants	32
L'éducation des adultes.....	34
Besoins liés à la post-industrialisation.....	34

Compétences et recyclage.....	35
Productivité et perfectionnement.....	35
Les changements technologiques.....	35
L'informatisation.....	36
L'illettrisme révélé par ordinateur.....	36
Lettres, maths et sciences.....	36
Le coût de l'ignorance.....	37
C. LA TECHNOLOGIE ET L'ÉCOLE DE DEMAIN.....	39
1. C'EST QUOI LA DEUXIÈME VAGUE INFORMATIQUE?.....	39
De l'ordinateur personnel au communicateur personnel intelligent.....	40
Deuxième vague des N.T.I. ou de l'informatique?.....	40
Deuxième vague ou deuxième révolution?.....	40
2. LES TÉLÉCOMMUNICATIONS.....	41
3. LE TRAITEMENT INFORMATISÉ DES CONNAISSANCES.....	44
Applications intelligentes.....	45
4. LES SYSTÈMES EXPERTS.....	48
Experts ou aides à l'expertise?.....	48
Traiter des connaissances de plus haut niveau.....	49
5. IMPORTANCE DE LA DEUXIÈME VAGUE DANS LE MONDE ET AU QUÉBEC.....	49
6. L'ÉCOLE DE DEMAIN.....	52
Les voies de la formation et de la culture.....	52
Repartir à zéro?.....	52
Retourner au préceptorat?.....	52
Collectivisme et personnalisation.....	53
Retour à l'introduction.....	53
L'appui technique.....	53
Pas de magie.....	54
II- PROPOSITIONS D'INTERVENTION.....	71
A. ORIENTATIONS.....	71
1. L'HEURE DES CHOIX.....	71
L'actuelle prudence.....	71
En gestion.....	71
En pédagogie.....	71
Des résultats non négatifs.....	72
La 2e vague et la pression.....	74
Les magiciens.....	74
Des buts bien définis.....	74
2. LA PLACE À DONNER, EN ÉDUCATION, AUX N.T.I.....	75
Des arguments de poids.....	75
Les compétences de base.....	75
Les manques.....	75
Un complément.....	75
Le problème le plus criant.....	75
Les apports de la technologie.....	76
L'individualisation.....	76
La compréhension.....	76
L'intégration.....	76
Confirmation.....	77
La vraie place des N.T.I.....	77
3. LA VRAIE PLACE DES MAITRES.....	78

4. LES COMPÉTENCES DE BASE.....	80
Les quatre compétences	80
La théorie du traitement des connaissances.....	80
Du traitement des connaissances sans le savoir.....	80
Les composantes du traitement des connaissances	81
I. Acquérir l'information.....	81
a) cueillir l'information	81
b) se représenter l'information	81
II. Traiter l'information	82
III. Transmettre l'information.....	82
IV. Appliquer l'information	82
Un brouillon	82
5. LA RÉOLUTION DE PROBLÈMES	83
Des moyens indirects.....	83
Plus directement	83
Ce qu'on sait	83
Des priorités	84
Les compétences à développer	84
Deux rubriques complémentaires	84
Des outils pour le faire	85
6. LES APPORTS PÉDAGOGIQUES DE LA TECHNOLOGIE.....	86
Connaissances, paradigmes et miroirs.....	86
Règles, procédures, heuristiques.....	86
7. UNE TECHNOLOGIE VRAIMENT ÉDUCATIVE	87
Le véritable processeur intelligent	87
Des environnements semi-intelligents	87
L'ergonomie cognitive	87
Des environnements étagés et sans noyade.....	88
Une nouvelle génération de logiciels éducatifs.....	88
B. MODÈLE GÉNÉRAL D'ÉVOLUTION DE L'ÉDUCATION	91
Une esquisse.....	91
La même organisation.....	91
Les buts.....	91
1. MODÈLE	91
Au premier cycle du primaire.....	91
Ateliers de traitement des connaissances.....	92
Au 2e cycle du primaire, au secondaire et au collégial.....	92
2. RÉFLEXIONS SUR LE MODÈLE GÉNÉRAL.....	94
L'eau sous les ponts.....	94
Planification et continuité	94
La concurrence	94
La vraie qualité.....	94
Un modèle plus explicite	94
Plus de favoritisme.....	95
L'égalité des chances	95
Les différences	95
L'éducation au changement.....	95
Dans les entreprises	95
L'apprentissage à distance.....	95
L'intégration	96
Une étape.....	96
3. PRÉSUPPOSÉS AU MODÈLE.....	97
Plan ou modèle?.....	97

C. ACTIONS À ENTREPRENDRE	101
Information.....	101
Recommandation no 1.....	101
Recommandation no 2.....	101
Continuité.....	101
Recommandation no 3.....	101
Recommandation no 4.....	102
Recommandation no 5.....	102
Recherche, développement, expérimentation	102
Recommandation no 6.....	102
Recommandation no 7.....	102
Action-pilote.....	103
Recommandation no 8.....	103
Programmes d'études	103
Recommandation no 9.....	103
Équipements	104
Recommandation no 10.....	104
Recommandation no 11.....	104
Logiciels	104
Recommandation no 12.....	104
Formation, support et encadrement.....	105
Recommandation no 13.....	105
Recommandation no 14.....	105
Recommandation no 15.....	105
CONCLUSION	107
La peur?.....	107
Notre propos?	107
Des actions?.....	108
Refaire le monde?.....	108
Et le post-scolaire?.....	109
Les étapes de l'informatisation?.....	109
Trop tard?.....	109
Post-industrialisation?	110
Prospective ou retour aux sources?.....	110
BIBLIOGRAPHIE	112
I. Documents déposés par les membres du groupe REPARTIR.....	112
II Ouvrages de références	116

RÉSUMÉ

Comme le titre l'indique, ce document de prospective s'occupe d'abord de pédagogie. Il n'a donc pas pour but de vendre une salade technologique. Ce n'est qu'à titre de moyens qu'il aborde les questions de technologie.

Notre propos

Résumons rapidement nos arguments:

- La deuxième vague informatique dite "*intelligente*" commence à envahir le monde de l'industrie, des affaires et des arts.
- Elle est liée à tout un contexte évolutif qui entraîne l'école.
- Elle nous promet monts et merveilles. Mais, comme la précédente, elle coûte très cher... et plus encore même si on remarque une baisse dans le coût du matériel informatique.
- Tôt ou tard, elle va s'introduire dans le système éducatif, malgré les résistances, à cause de l'osmose naturelle entre l'école et son environnement.
- Il faut prévoir dès maintenant dans quel créneau la faire entrer, pour qu'elle serve au maximum: là où existent les besoins les plus pressants et où aucun moyen connu jusqu'à maintenant n'est efficace.
- En ce vingt-cinquième anniversaire du Rapport Parent et du MÉQ, on s'aperçoit que certaines des promesses les plus élevées et les plus gratifiantes du contrat de mariage n'ont pu être réalisées, faute de stratégies et de moyens suffisants. On voulait un "*préceptorat*" et l'on n'a mis en place que les structures et les outils d'un "*enseignement collectif*".
- Nous proposons que l'on consacre toutes les nouvelles ressources informatiques à la mise sur pied progressive d'ici vingt ans, d'un "*préceptorat collectif*" permettant la personnalisation et la responsabilisation de l'apprentissage pour nos élèves, dans un système qui resterait encore de type collectif.
- L'accent principal serait mis sur l'acquisition, grâce aux nouvelles technologies, des "*compétences de base*", révisées selon l'approche cognitive du traitement des connaissances, au premier cycle du primaire, et par la suite, dans des "*ateliers de traitement de connaissances*".
- Pour le second cycle du primaire, pour le secondaire et le collégial, on passerait progressivement à un enseignement individualisé réassumant toutes les méthodes et tous les moyens déjà connus, mais en les rendant efficaces par une gestion informatisée.
- Le rôle des maîtres deviendrait petit à petit celui de "*guides et aides à l'autodidaxie ou à la syndidaxie*".

Des actions

Pour y arriver, nous proposons en quinze recommandations, quelques moyens simples:

- la diffusion de l'information sur un tel projet;
- la création de "*structures de continuité*" qui permettraient sa réalisation: un nouveau plan informatique; un projet spécial dans les Ministères; une Commission mixte aux Conseils de l'Éducation;
- la mise sur pied ou la continuation de centres de recherche-développement et d'expérimentation;
- une action-pilote appelée APPRENTI;
- l'harmonisation des programmes d'études;
- l'élaboration de logiciels d'individualisation;
- la mise en place progressive d'environnements informatiques adéquats;
- l'évolution de la formation des maîtres.

Utopie ?

Ces gestes sont loin d'être utopiques. Ils peuvent même sembler modestes pour un projet d'ensemble aussi grandiose. Mais ils se veulent seulement "*déclencheurs*" pour entraîner la conviction. Le reste dépendra des choix politiques.

Nous pensons que ce projet est réalisable; parce que qu'il se situe en continuité avec le système scolaire actuel; parce qu'on en aurait les moyens sans y consacrer des ressources démesurées; parce que les avancées technologiques et cognitivistes le permettent; parce qu'il va dans le sens souhaité par bon nombre d'enseignantes et d'enseignants; parce que ce serait un beau défi pour la collectivité québécoise en termes d'enjeux politiques.

INTRODUCTION

Afin que le lecteur ne se perde pas dans les détours de ce rapport, venons-en immédiatement au coeur de notre projet. Notre thèse est la suivante:

Il est grand temps, et il est possible, de post-industrialiser l'éducation, et les nouvelles technologies de l'information peuvent nous y conduire.

Et voici nos arguments:

1. Le monde socio-économique qui nous entoure est en train de passer rapidement de l'ère industrielle à l'ère post-industrielle.
2. L'organisation du système scolaire en est au stade industriel.
3. La pédagogie prônée et mise en oeuvre dans notre système scolaire est de type artisanal ou pré-industriel.
4. Notre propos est que l'utilisation des technologies de la 2e vague informatique, celle des ordinateurs dits intelligents et communicants, peut permettre le passage accéléré de l'éducation au stade post-industriel, et que ce passage résoudra bien des problèmes que traverse actuellement le monde éducatif.

Développons un peu ces arguments.

1. L'ENVIRONNEMENT SOCIO-ÉCONOMIQUE

L'industrie n'est pas morte

Le monde socio-économique qui nous entoure est en train de passer de l'ère industrielle à l'ère post-industrielle, ou ère de l'information.

Cela ne signifie pas que l'industrialisation est en voie de disparaître. Bien au contraire, beaucoup de pays, trop démunis jusqu'à maintenant pour accéder à ce stade, sont en train de s'équiper de structures leur permettant une production industrielle. Qu'on pense à la Corée, à la Chine et bientôt au Vietnam. Et puis l'informatisation et surtout la robotisation apportent une accélération de la production dans les pays industrialisés de longue date.

Pour notre petite collectivité, le handicap de son accès tardif à la modernité pourrait se révéler un avantage et lui permettre de devenir "post-moderne" avant toutes les autres".

Marcel Fournier

La métamorphose

Les signes de cette lente métamorphose sont patents et signalés par tous les prospectivistes ou les analystes de notre évolution.

La "*consommation de masse*" se mue lentement mais sûrement en consommation éclairée et individualisée. Le marketing doit tenir compte de ce que désirent vraiment les clients.

D'une production de masse de l'uniformité (préfabriquée) on en vient peu à peu à la production de masse de la variété (du sur-mesure-prêt-à-porter), grâce à des modules ou à des produits extensibles et rétrécissables à souhait.

Par souci écologique, on passe du "*jetable*" au "*récupérable*". On utilise de plus en plus d'énergies douces non polluantes et les sources d'énergie se décentralisent. L'augmentation de la communication de l'information permet d'économiser l'énergie dépensée dans le transport des biens et des personnes.

Une grande part de la main-d'oeuvre autrefois dédiée à la production industrielle se consacre désormais à la cueillette, au traitement et à la communication de l'information.

De nouvelles fonctions de production et d'échange, sinon de troc, naissent hors des circuits industriels et commerciaux, si bien qu'on leur a attribué le titre nouveau de "*prosommation*".

Grâce aux nouvelles technologies, l'information devient davantage et plus rapidement accessible à de plus en plus de personnes. Ce phénomène influence déjà les formes de participation démocratique à la vie sociale et politique. Il favorisera, sans doute, à long terme, une évolution de la démocratie vers une participation plus directe des citoyens aux décisions qui les concernent.

Cette évolution engendre la demande d'une "*reformation*" continue, pour suivre l'élargissement des connaissances et pour s'adapter rapidement aux technologies changeantes.

2. L'ORGANISATION SCOLAIRE

L'école-usine

Dans ce monde de production-consommation en train de vivre le passage à l'ère post-industrielle, notre système éducatif est encore structuré et organisé selon les modes de la période industrielle (elle-même s'inspirant du modèle militaire), avec sa formation définitive; ses visées d'efficacité; ses mesures quantitatives; son régime pédagogique calculé en minutes; son enseignement de masse; ses grandes bâtisses où résonnent à heure fixe des sonneries; ses décisions venues d'en haut; ses maîtres vus comme des "*contremaîtres*" et ses apprenants vus comme des "*bénéficiaires*".

"Malheureusement, l'école d'aujourd'hui est bien adaptée à la fin du 19e siècle et au début du 20e, mais elle n'est plus dans la course pour la fin de ce siècle".

Denis P. Boyle
Hudson Institute

3. LA PÉDAGOGIE

L'élève-roi

La pédagogie prônée pour nos écoles est encore à l'ère pré-industrielle. Depuis le rapport Parent, les finalités, buts et objectifs du système éducatif repris par le plan d'action de "*l'École québécoise*", en 1979, visent à l'épanouissement complet de la personne des apprenants; à la compréhension par chacun des notions acquises; à l'apprentissage d'habiletés, de méthodes et de structures; et pas seulement à la simple transmission d'informations. Or cet idéal, partagé, heureusement par les maîtres, n'est pas de type industriel. Il exige le "*préceptorat*" ou les cours privés, où un maître consacre tout son temps à un seul élève et où l'éducation est englobée dans la relation vécue entre les deux.

Le miracle des maîtres

Mais le même rapport Parent et les documents et ententes subséquentes (régime pédagogique, programmes par objectifs, conventions collectives) n'ont pas fourni les moyens pour atteindre ces nobles objectifs. Au fond, on ne les a pas vraiment voulus.

Nos maîtres, formés en général à intégrer l'enseignement dans la relation interpersonnelle, s'évertuent à réaliser ce miracle avec chacun de leurs étudiants, dans des conditions de nombre, de locaux, de ressources, de temps, d'instrumentation... bref, de gestion de la pédagogie qui ne le permettent pas, car ils sont prévus pour un autre type d'enseignement. Nombreux sont ceux et celles qui essaient d'enseigner à l'ensemble du groupe, mais leur bonne parole n'atteint que le premier banc... et ils en ressentent de la culpabilité.

L'enseignement artisanal

L'enseignement est encore souvent, surtout au primaire, de type artisanal (dans le sens étymologique d'application d'un art): il est basé sur l'idée de la relation non médiatisée de personne à personne; avec des instruments élaborés ou adaptés par chaque acteur; selon des stratégies non reproductibles dans le temps, non transportables dans l'espace et non transférables à d'autres acteurs. Ce mode de faire est typique de l'artisanat et s'oppose à "*l'ingénierie*" de l'ère industrielle, caractérisée justement par les R.T.T.: répétitivité, transportabilité, transférabilité.

Échec à la machine

D'ailleurs, tous les essais d'industrialisation de l'enseignement par des machines à enseigner ou par des méthodes collectivistes ont échoué ou ont été refusés par les enseignants... heureusement pour les élèves! Car on ne peut pas, même avec le marketing le plus effréné, faire avaler à nos enfants des connaissances comme on arrive à leur faire ingurgiter des céréales "*Alphabits*" ou du "*beurre de pinotte*", ni les traiter comme des tomates à mettre en boîtes de conserves. La pédagogie artisanale a sauvé le système éducatif en ce vingtième siècle.

**"Dans les trois décennies à venir, l'éducation
devra évoluer plus que pendant les trois
derniers siècles qui ont vu l'apparition de
l'école moderne."**

Peter F. Drucker
The New Realities

Le porte-à-faux

Ce fut une erreur et un échec de tenter d'industrialiser l'éducation. Le porte-à-faux ainsi créé entre la pédagogie artisanale par essence et l'organisation scolaire industrialisée, explique en effet une bonne part des difficultés actuellement vécues par nos systèmes scolaires. Les essais d'explication attribués à la crise des valeurs, à la crise de la culture, à la crise de la famille, etc... même s'ils sont valables, s'avèrent insuffisants. Le mal est plus profond: il est dû à une indigestion socio-économique, c'est-à-dire à un retard dans l'assimilation, par le système éducatif, de l'évolution du monde actuel. Il est donc devenu urgent, répétons-le, de se mettre à post-industrialiser l'éducation.

4. LA POST-INDUSTRIALISATION DE L'ÉDUCATION**L'organisation au bout du fil**

Or l'utilisation rationnelle de la deuxième vague des technologies de l'information, celle de l'hypermédia dit intelligent et communicant, nous semble pouvoir combler ces distances en favorisant le passage de l'ensemble du système éducatif à l'ère post-industrielle. On peut, grâce à ces avancées technologiques, entrevoir le passage de toute l'organisation scolaire à l'ère subséquente. Le développement accéléré des communications, et surtout des ordinateurs communicants, permet de faire entrer en interrelation les différents intervenants du monde éducatif, sans les astreindre systématiquement à se rassembler en des temps précis, dans des lieux précis.

Mais les consensus politiques, base de tout système éducatif, ne sont pas prêts, et pour longtemps encore, à accepter une évolution aussi radicale. Plutôt que de bouleverser toute l'organisation scolaire, il faut plutôt penser à changer la manière d'enseigner à l'intérieur de ce cadre, de façon à pouvoir atteindre les objectifs humanistes de l'éducation, objectifs auxquels l'ensemble de la population québécoise semble encore adhérer.

La pédagogie post-industrielle

Aussi notre propos touche-t-il, ici, plus spécialement la post-industrialisation de la pédagogie. Puisque celle-ci est essentiellement un problème de communication et d'appropriation affective et intelligente de l'information, on devrait pouvoir la faire passer de la communication interpersonnelle non médiatisée artisanale à la communication individualisée (même si c'est en groupe) médiatisée grâce à des outils de "*médiatique intelligente*".

L'artisanat mettait autrefois l'artisan et ses outils au service du "*client*". L'industrie est aujourd'hui le royaume des gestionnaires, des ingénieurs... et des informaticiens. Ce sont eux qui déterminent, créent et combler les besoins des "*consommateurs*" et des "*usagers*". L'ère post-industrielle doit voir demain le retour, au service du "*client*" (de ses exigences et même de ses devis), de la technologie et des technologues.

"Dans la société post-industrielle qui est en train de naître, chaque travailleur sera un spécialiste conscient d'en savoir plus dans son domaine que le patron lui-même..."

Peter F. Drucker

Les outils de la 2e vague informatique

En éducation, cette évolution doit faire de nos "élèves" des "clients". La technologie, devenue plus intelligente, doit les aider à élucider leurs attentes envers un système scolaire qui devra essayer d'y répondre grâce à la même technologie.

Il faudrait obtenir de l'information "prête-à-porter" retouchable, adaptable à chaque cas individuel. On devrait, grâce aux nouveaux instruments technologiques, tendre vers une excellence de l'éducation pour tous, basée, non sur la quantité, mais sur la qualité. On pourrait enfin faire des maîtres, des communicateurs pédagogiques, professionnels, à condition de leur fournir la préparation, le soutien pédagogique et les outils adaptés à cet objectif.

Car notre système éducatif a besoin, non pas de machines à enseigner avec des ingénieurs en didactique, mais d'enseignants communicateurs aidés par des machines plus intelligentes et communicantes que celles dont nous disposons actuellement.

Les technologies de la deuxième vague informatique pourront-elles relever ce défi et nous fournir les outils nécessaires à la médiatisation de cette relation interpersonnelle pédagogique?

Ce qui caractérise cette deuxième vague, par opposition à la première, c'est justement la possibilité pour les ordinateurs de se représenter, de traiter intelligemment et de communiquer des "connaissances" et pas seulement des données brutes.

On peut déjà voir dans le monde de chez-nous des instruments dits intelligents, souples et simples, permettant le transport, l'accès, la présentation, l'explication, l'illustration, la compréhension, l'application et de transfert de l'information.

On peut trouver des langages ou des logiciels aptes à aider le raisonnement humain dans la résolution de problèmes complexes ou même servir de miroir à notre mode de penser et pour expliciter les processus d'apprentissage.

Par exemple, le projet LOUPE supporté par APO QUÉBEC permet à l'élève d'explorer de véritables environnements pédagogiques ayant pour thèmes la géographie du Québec, l'étude des probabilités, la saine alimentation etc. Ou encore, le projet MICROMECC qui se développe avec le concours d'APO QUÉBEC touche l'enseignement de la physique. Il offre un environnement de simulation et de résolution interactive de problèmes

Des langages d'intelligence artificielle comme PROLOG et SMALLTALK ont fait l'objet d'expérimentation pédagogique fructueuse, notamment au laboratoire d'I.A. de la polyvalente J.H. Leclerc à Grandby.

Le logiciel SCARABEE II conseille l'élève dans la réalisation d'un récit d'aventure

Des exemples

Nous pensons que cette évolution est réalisable parce que nous avons déjà sous les yeux l'exemple de professionnels, dont la tâche est du même genre que celle des professeurs, et qui utilisent les nouvelles technologies de l'information pour donner leurs services à distance ou pour accomplir plus efficacement leur travail grâce, entre autres, aux systèmes experts. Nous voulons parler de certains artistes, de médecins, d'avocats, de consultants, d'écrivains... (comme on a pu le voir dans la série "*Le défi mondial*").

Des promesses?

Cette promesse de lendemains pédagogiques qui chantent grâce aux nouvelles technologies ne constitue pas un discours nouveau. D'autres prophètes sont déjà passés par là, depuis bien des années, nous annonçant le paradis en éducation, par la magie de la radio, du diaporama, du cinéma, de la télévision, du magnétoscope..., de l'ordinateur.

Mais il s'agissait de pures hypothèses qu'on n'avait pas le moyen de réaliser. C'était comme vouloir percer le mur du son en perfectionnant un avion à hélices. Ces promesses venaient trop tôt et ne pouvaient pas encore trouver de solution valable. Ces nouveaux "*moyens d'enseignement*" ne pouvaient pas toucher profondément à la pédagogie parce qu'ils ne pouvaient pas en atteindre le cœur: les stratégies d'enseignement et la relation pédagogique. Ils étaient donc avalés ou englobés dans les vieilles approches et les vieilles méthodes. Seul l'épiderme de l'éducation a quelquefois été entamé. On pouvait donc écarter ces promesses du revers de la main en se disant: "*Ce n'est pas demain la veille*".

"Si l'éducation primaire et secondaire ne répond pas à la demande en cette fin de siècle, elle ne pourra certainement pas suffire à la tâche au siècle prochain".

Denis P. Boyle

Maintenant toutes ces hypothèses sont réalisables à court ou moyen terme, du moins si nous le désirons vraiment, parce que les nouvelles technologies employées en éducation vont pouvoir être dotées pour la première fois de ce qui est indispensable pour le faire: le traitement "*intelligent*" des connaissances et les communications personnalisées. Les outils qui se préparent, qui existent déjà en prototype, vont pouvoir nous permettre d'atteindre les tripes de la pédagogie.

Oui, c'est demain la veille et peut-être déjà la veille.

"L'école actuelle a besoin d'un changement structurel... Hommes d'affaires, leaders politiques et responsables d'éducation doivent se lancer dans une véritable croisade pour le changement, mais ils doivent d'abord se mettre d'accord sur une vision commune de ce qui doit être fait... "

Investors Bell Corporation

I - PROBLÉMATIQUE

La deuxième vague des technologies de l'information, celle des machines semi-intelligentes et communicantes, commence déjà à s'implanter dans les divers secteurs industriel, économique, culturel, juridique, médical... du monde qui nous entoure. Elle questionne le monde éducatif: Est-elle utile pour la pédagogie? La laissera-t-on s'implanter dans les écoles? À quoi la fera-t-on servir? Faut-il déjà s'y préparer? Comment? Il nous faut donc bien cerner la problématique de son utilisation possible.

Nous ferons d'abord le point sur l'évolution du système éducatif québécois depuis le rapport Parent pour mettre en évidence les objectifs qui demeurent actuels. Ensuite, une analyse des grandes tendances contextuelles à l'oeuvre dans la société post-industrielle nous amènera à cerner de nouveaux besoins éducatifs. Enfin, nous définirons en quoi consiste cette deuxième vague informatique; nous verrons quelles sont ses possibilités; où elle en est dans ses réalisations concrètes autour de nous et quels moyens nouveaux elle apporte à l'école d'aujourd'hui et de demain.

A. L'ÉTAT DU SYSTÈME ÉDUCATIF

Introduction

Notre analyse de l'école québécoise part des visées du rapport Parent, des réalisations et des résultats qui en ont suivi la publication. Puis, une description de la situation actuelle largement inspirée des avis du Conseil Supérieur de l'Éducation nous permet de faire le point sur les visées non encore réalisées et les objectifs qui demeurent actuels.

1. LES VISÉES DU SYSTÈME ÉDUCATIF QUÉBÉCOIS

Vingt-cinq ans

On fête en cette année 1989, le vingt-cinquième anniversaire du ministère de l'Éducation du Québec et l'on fêtait l'an dernier le vingt-cinquième anniversaire du rapport Parent qui en fut l'assise.

C'est là qu'il faut chercher les grandes finalités et les grands objectifs que tend à réaliser notre système d'éducation. Elles concernaient l'universalité et la démocratisation de l'éducation, l'égalité des chances et la socialisation de tous les enfants.

Une pédagogie humaniste

Pour notre propos, nous centrerons notre recherche sur celles qui touchaient directement à la pédagogie à mettre en oeuvre dans le nouveau système éducatif.

Sur ce sujet, les visées étaient, certes, très hautes et frappées au coin d'un véritable humanisme.

Développement intégral

"L'école doit contribuer à la formation de l'homme complet au point de vue intellectuel, moral et social" (T. III no 11).

L'école vise *"le développement intégral"* de la personne (T. II nos 20 à 23).

On recherchera *"une solide formation générale enracinant une spécialisation"* (T. II no 106).

Pédagogie active

On mettra en oeuvre une

"pédagogie active tenant compte de la personnalité de chaque enfant: ses goûts, ses champs d'intérêt, ses aptitudes et ses rythmes" (T. II no 23).

Il faut

"partir de l'enfant, de ses intérêts, de son jeu, de son imagination, pour développer chez lui la curiosité intellectuelle et l'initiative personnelle" (id.).

Comprendre, intégrer et individualiser

L'élève devrait donc comprendre avant d'apprendre, *"apprendre à apprendre"* lui-même, intégrer ses connaissances entre elles et avec ses expériences.

On optait pour un enseignement personnalisé: individualisé, assimilé, recréé, intégré à la réalité vivante de chaque élève.

On demandait même au système éducatif de s'occuper spécialement des *"enfants exceptionnels"* afin de rapprocher le plus possible leur formation de l'éducation régulière (T. II nos 499-500).

Un peu plus tard

Le commentaire officiel du règlement no 1 de l'éducation (*"L'école coopérative, polyvalence et progrès continu"*) avait, lui aussi, en application du rapport Parent, ouvert la voie à des efforts considérables de réorientation pédagogique.

Au tournant des années 1970, dans *"L'activité éducative"*, le Conseil supérieur de l'éducation proposait avec vigueur de reconnaître que l'enfant est au centre de l'acte d'éducation, agent dynamique de ses démarches d'apprentissage. Des documents ministériels comme *"L'école milieu de vie"*... allaient ensuite suggérer comment traduire ces principes dans l'organisation scolaire elle-même. *"Les visées et les pratiques de l'école primaire"* (p. 9).

"L'enfant est un ensemble indivisible de composantes d'ordre physique, intellectuel, affectif, social, moral et spirituel et l'objectif de l'école ne saurait être autre chose que de lui fournir les moyens de se développer et de s'épanouir au maximum, sous chacun de ces plans. C'est ce qu'on appelle la formation intégrale".

Maurice Morand

Directeur général, DGDP, ministère de l'Éducation

Quinze ans après

En 1979, le document "*l'École québécoise - énoncé de politique et plan d'action*" reprend les mêmes finalités et objectifs. Il réaffirme le "*droit à la différence*" de chacun et la nécessaire prise en compte de cette différence par l'école. "*Le droit à la différence ne saurait être ignoré au nom de quelque conformisme niveleur*" (p. 18; 1.4.7). On parle plus spécifiquement des handicapés et des élèves en difficulté d'apprentissage et l'on insiste sur le "pluralisme" de notre société moderne.

Plus près de nous

Dans les années qui suivront, on verra le focus se fixer plus souvent sur le phénomène baptisé par certains "*douance*" ("*Les élèves doués et talentueux à l'école: état et développement*". MEQ, 1989), puis sur la diversité culturelle causée, surtout dans la région de Montréal, par l'immigration ("*les défis éducatifs de la pluralité*", C.S.E. 1987. Voir aussi le rapport Latif de 1988).

2. LES MOYENS PRÉVUS

Voies, équipes, locaux, programmes-cadres et services

Pour réaliser ces grands objectifs, le rapport Parent suggérait au point de départ de regrouper par moments et par matière les élèves de chaque classe en trois rythmes d'apprentissage ou voies. Les enseignants étaient invités à travailler en équipe de deux ou trois pour favoriser du regroupement. L'aménagement des locaux devait être aisément transformable pour aider à des expériences d'individualisation. Les programmes centraux seraient minimaux et souples, permettant l'élaboration de programmes locaux. Il fallait mettre en place plusieurs sortes de services et de spécialistes pour adapter l'enseignement aux enfants exceptionnels.

Tutorat, spécialistes, polyvalence et options

Au secondaire, la formule du tutorat devait développer un esprit d'appartenance à l'école et avec l'aide de spécialistes, aider à l'orientation individuelle. La polyvalence, la formule des voies et le jeu des options (on en prévoyait jusqu'à 50% du curriculum) devaient assurer la diversification de la formation pour les élèves.

3. LES RÉSULTATS ACTUELS

Comme nous l'avons annoncé au début de ce chapitre, nous ne voulons pas nous faire juges de la réussite ou des défauts du système éducatif mis en place il y a vingt-cinq ans.

Il est patent qu'au niveau de l'universalité de l'accès à l'éducation et de l'égalité des chances, ce système peut être cité en exemple dans le monde entier pour ses réalisations dans ce court laps de temps.

Mais revenons à nos moutons. Nous voulons centrer notre attention sur les résultats des efforts réalisés en fonction des finalités et objectifs qui concernent la pédagogie.

Nous emprunterons les éléments de cette évaluation au rapport du Conseil supérieur de l'éducation intitulé: "*Le rapport Parent, vingt-cinq années après*" et paru au début de 1989.

Une approche traditionnelle

"S'il fallait le dire en quelques mots, il faudrait affirmer... que l'école primaire actuelle conserve une approche éducative plutôt traditionnelle. On peut observer cette approche dans les orientations de la pratique pédagogique, l'organisation de l'enseignement, les programmes d'études, la formation et le perfectionnement des enseignants et les conditions d'enseignement" (p. 57).

"Dans une étude sociopédagogique réalisée en 1978, un peu plus de 80% des enseignants du primaire et du secondaire affirmaient pratiquer un enseignement de groupe, dans lequel le contenu est identique pour tous les élèves d'une classe et ne varie pratiquement pas selon les rythmes d'apprentissage. Dans l'ensemble, les maîtres pratiquent l'exposé magistral, font peu appel aux situations de la vie de tous les jours, et enseignent les matières plutôt séparément" (p. 57).

Voies, rythmes, équipes, spécialistes?

Par rapport aux propositions de la commission Parent,

"On peut observer d'importantes différences touchant le regroupement des élèves, la prise en compte organisationnelle des rythmes d'apprentissage des élèves, la constitution d'équipes d'enseignants par cycle et la présence de spécialistes" (p. 58).

Plus de programmes souples

Quant à la souplesse dans les contenus à enseigner, on est loin des programmes-cadres proposés par le rapport Parent.

"Ces nouveaux programmes d'études ont subi l'influence prépondérante du modèle de la planification éducative par objectif." (p. 58). "Ils sont plus détaillés, mais laissent finalement moins de latitude aux enseignants" (p. 61).

Peu de pédagogie active

"On ne pratique pas massivement la pédagogie active; les enseignants travaillent plutôt isolément qu'en équipe; les regroupements d'élèves s'effectuent par année-degré et non par groupes multiâges et selon les rythmes d'apprentissage" (id.).

Uniformisation du curriculum

"Si le discours courant a prôné le développement intégral de chaque élève, voire l'adaptation et l'individualisation des rythmes et des cheminements, on doit dire que les pratiques et les encadrements de structure sont nettement allés vers l'uniformisation et l'établissement d'un curriculum très massivement commun" (p. 77).

Options tronquées

"Les options au secondaire (...) se font moins nombreuses, au profit d'une formation générale commune qui occupe une place de plus en plus importante, soit 86.5% des crédits, alors que, pour l'ensemble du cours secondaire, la commission Parent suggérerait une répartition égale entre les deux catégories" (p. 78).

Les voies abolies

"Les voies ont été officiellement abolies avec L'École québécoise et le régime pédagogique de 1981" (p. 80).

même si, dit-on, elles n'ont pas encore disparu partout et tendent à être recréées sous d'autres formes.

Homogénéisation monolithique

"Il y a maintenant un seul programme, le même pour tous, qui prévoit les contenus minimaux obligatoires et certains créneaux d'enrichissement" (p. 81).

"C'est vers une homogénéisation très poussée qu'on s'est orienté;" (p. 88).

Plus de tutorat

"L'École québécoise n'a pas retenu la formule de tutorat qui avait été proposée par le rapport Parent afin de conseiller et d'aider les élèves dans leurs choix scolaires et professionnels" (p. 82).

Pas de climat

"les écoles sont encore à la recherche de ce climat et de cet "esprit" dont rêvaient les commissaires et qui reposent en définitive sur la stabilité et la continuité de la relation entre le jeune et l'adulte"
(p. 82).

En conclusion

"Au total, c'est la pédagogie active, davantage centrée sur le caractère actif de l'adolescent et sur l'individualisation de sa démarche, qui ne s'est pas imposée comme l'auraient souhaité les commissaires" (id.).

On remarquera sans doute que, dans ce bilan, nous n'avons pas mentionné la polyvalence et l'intégration, prévue dans un même curriculum, de la formation générale et de la formation professionnelle. C'est que ce problème doit être traité de façon particulière, les consensus sociaux et les orientations politiques ayant nettement évolué depuis vingt-cinq ans sur ce sujet, aux dires même du C.S.E. (p. 80). Nous nous sommes cantonnés dans ce qu'on peut résumer par l'expression "**personnalisation de l'éducation**": individualisation de l'enseignement; participation active de l'élève à l'acquisition des savoirs; compréhension; formation intégrale; intégration des connaissances entre elles et avec les expériences.

4. LES POURQUOI**Les conditions organisationnelles**

La principale cause de cet état de fait, le Conseil supérieur de l'éducation la voit dans le manque de mise en place des conditions d'organisation qui auraient été nécessaires:

"Vingt-cinq ans après, on se rend mieux compte des conditions organisationnelles qu'aurait exigées cette école primaire des commissaires, conçue comme une école active centrée sur l'enfant" (p. 52).

La relation maître-élève n'y suffit pas

Les grands discours sur la relation maître-élève et la bonne volonté des enseignants ne peuvent y suffire, sans en procurer les moyens.

"Très souvent, on se repose sur la seule relation pédagogique en classe pour répondre adéquatement à tous les besoins issus de la diversité des groupes. Or, des études internationales, tout comme une observation de la pratique locale montrent qu'il est illusoire et irréaliste, surtout au secondaire, de tout faire reposer sur la relation pédagogique"
(p. 90).

Les aménagements

Il faut donc s'en prendre aux "aménagements" qui n'ont pas correspondu aux objectifs humanistes:

L'organisation des polyvalentes

"Les programmes d'études, le régime pédagogique, les conventions collectives et les règles budgétaires reposent sur une sorte de vérité établie: l'enseignement reste un enseignement collectif, essentiellement le même pour tous, donné par des enseignants spécialisés, évalué sommativement de la même manière et au même moment" (p. 79).

"L'organisation-même de l'école polyvalente, dans les années 70, a rendu difficile l'implantation d'une telle pédagogie active: la spécialisation de l'enseignant, le grand nombre d'élèves que chaque enseignant devait rencontrer, la rigidité des horaires soumis aux contraintes du transport scolaire et la nouveauté-même du concept d'école polyvalente" (p. 83).

La centralisation des négociations

C'est que cette organisation des écoles a été aussitôt soumise aux aléas des négociations:

"Le choix de centraliser la négociation des conventions collectives des personnels, équivalant sans doute au choix d'un régime pédagogique national, n'a pas joué en faveur de la souplesse de l'organisation de l'école primaire. Détermination du nombre d'élèves par groupe et du nombre d'heures d'enseignement, définition de la tâche, enseignement des spécialités, etc.: la commission Parent ne prévoyait rien de cela" (p. 62).

La taylorisation

Très vite aussi le style d'organisation s'est inspiré des méthodes de gestion des industries:

"Il faut prendre acte de la "taylorisation" des tâches éducatives...: spécialisation et cloisonnement des tâches et complexification de leurs règles de gestion; caractère détaillé des conventions de travail, tensions entre critères de compétence et critères d'ancienneté, appartenance à des champs de compétence relativement étanches, mécanismes de "bumping", ambiguïtés sur la définition concrète des tâches autres que l'enseignement proprement dit... Par rapport à la constitution de milieux éducatifs polyvalents, souples et dynamiques comme ceux qu'évoquaient les commissaires, le découpage minutieux des tâches et la complexité des règles convenues ont eu des effets de freinage et de contrainte" (p. 85-86).

"Comme la plupart des sociétés nord-américaines, nous avons largement cédé à un courant pédagogique selon lequel il importait de mettre surtout l'accent sur les processus, c'est-à-dire sur le comment de l'éducation, sans trop se préoccuper de l'objet même de l'éducation, c'est-à-dire le développement intégral de la personne. Il en résulte, dans l'ensemble, une prédominance excessive de l'organisation technique au détriment de la qualité et de la personnalisation des services: l'exemple le plus éloquent de ceci demeure le mode d'organisation emprunté jusqu'à ces dernières années dans les écoles polyvalentes, lequel négligeait des aspects majeurs du développement individuel de l'élève. Il en est résulté également une mise en valeur souvent trop exclusive de la fonction d'enseignement au détriment des autres volets tout aussi importants du travail d'éducation. Un autre résultat de cette approche s'est manifesté dans l'émiettement des systèmes des valeurs transmis par les établissements d'enseignement".

M. Claude Ryan

ministre de l'Éducation

et ministre de l'Enseignement supérieur et de la Science
Vingt-cinq ans plus tard, où en sommes-nous? p.23-24

La centralisation

Le C.S.E. note un autre facteur d'explication:

"la centralisation et la formalisation des processus de pratiquement toutes les dimensions de la vie scolaire. Régime pédagogique, instructions de tous ordres, règles budgétaires, contrôles administratifs: c'est de tous les côtés que la vie scolaire est encadrée centralement... Avec les années, à la faveur de l'informatisation et sous la contrainte des restrictions budgétaires, les processus se sont précisés, raffinés, sophistiqués..." (p. 86).

La formalisation des programmes

L'effort de formalisation a même atteint les contenus de l'enseignement: on a précisé et structuré les programmes par objectifs, ce qui a eu *"des effets d'uniformisation"* (p. 78).

L'intégration des clientèles

"Quoi qu'il en soit, l'école secondaire actuelle se veut nettement sous le signe de la rigueur, de la précision, du contrôle crédible des connaissances et de la recherche de l'excellence" (p. 83).

À ces causes, il faut rajouter la poussée sociale en faveur de la démocratisation de l'éducation et l'égalité des chances, poussée qui a amené:

"l'intégration de tous les types d'élèves. Autant on a uniformisé et homogénéisé le menu, autant on a visé à offrir ce menu unique à tous les groupes: ce sont des aspects complémentaires d'un mouvement de "mainstreaming". Suppression des voies, réduction des options, intégration des élèves en difficulté d'apprentissage, désexisation des contenus et des mécanismes d'orientation: toutes ces stratégies ont en commun d'abolir les renforcements structurels des différences" (p. 84).

Baisse des effectifs et compressions budgétaires

Il faut aussi mentionner les causes d'origine démographique: les ajustements dûs à la baisse des effectifs scolaires (p. 35) mais surtout d'origine économique:

"Il faut souligner l'impact considérable des compressions budgétaires des années 80. (...) La gestion de la décroissance des effectifs a dû se faire et continue de se faire dans un contexte budgétaire qui rend cette gestion encore plus difficile: ... Contraintes et obsession des coûts, coupures sèches de services, arrangements pédagogiques discutables, solutions de fortune ont été la denrée quotidienne de bien des écoles et drainé vers une "gestion de guerre" des énergies que les préoccupations pédagogiques n'ont pas toujours récupérées autrement" (p. 85).

Le vieillissement du corps enseignant

N'oublions pas, enfin, l'évolution du corps enseignant:

"Alors que l'école du rapport Parent s'est édiflée dans un climat de jeunesse, souvent d'essais et d'erreurs, avec des enseignants parfois à peine plus âgés que leurs élèves, l'école actuelle apparaît comme un milieu singulièrement assagi, sillonné par de nombreuses "têtes poivre et sel". On a beaucoup parlé de vieillissement des personnels et même des épidémies de déprime et de "burn-out" qui ont fauché certains d'entre eux." (p. 87).

En effet, en 1989, la moyenne d'âge des maîtres du primaire et du secondaire frôle les 45 ans.

Dévalorisation de la fonction

"De plus, des changements importants se sont produits dans l'image que la population se fait des enseignants, voire de l'estime qu'elle leur voue. Ici comme ailleurs, on note même une certaine dévalorisation de la fonction enseignante" (id.).

Le bénévolat

Cela n'a pas empêché nombre d'enseignants d'essayer de toutes leurs forces de réaliser le miracle de l'individualisation de l'éducation et de l'introduction de méthodes actives, dans des conditions qui ne le permettaient pas:

"Ce qui en a été réalisé - et ce n'est pas peu - l'a souvent été par le surcroît d'engagement des enseignants, par-delà les contraintes de leurs propres contrats de travail" (id.).

Désordre...

Que le Conseil supérieur de l'éducation nous pardonne d'avoir, dans ces quelques pages, mélangé les arguments qui concernaient les "ordres" primaires et secondaires, alors qu'il les avait présentés séparément. C'est que, pour notre propos, centré sur la "personnalisation" de l'éducation, ces distinctions avaient peu ou pas d'importance.

5. NOTRE ANALYSE

	<p>Nous ne pouvons que renchérir sur l'analyse faite par le C.S.E., avec probablement moins de nuances et plus d'insolence.</p>
Personnalisation	<p>Pour nous il est clair que les visées exposées dans le rapport Parent et reprises par "<i>l'École québécoise</i>" étaient axées sur la personnalisation de l'acte d'apprentissage. Celle-ci exigeait un genre de relation de personne à personne sans intermédiaires, en utilisant des outils et des méthodes simples et adaptés à chaque intervenant.</p> <p>Si l'on avait vraiment voulu réaliser ces objectifs, il aurait fallu mettre en place des aménagements et des moyens proportionnés et compatibles, permettant, même dans un enseignement collectif, de réaliser une forme de "<i>préceptorat</i>" ou d'apprentissage par petits groupes, respectant les particularités locales et donc adapté à chaque situation.</p>
Organisation industrielle	<p>Or, comme nous l'avons montré dans notre introduction, on a organisé tout le système scolaire sur un modèle industriel, c'est-à-dire pour un enseignement collectif, selon un modèle de production communication de masse, et de façon de plus en plus formalisée, taylorisée et centralisée.</p> <p>On n'avait probablement pas les moyens de faire autrement, car l'enseignement personnalisé aurait coûté très cher en salaires... et puis cela aurait fait trop "<i>rétrograde</i>" à une époque technicienne pour le Québec.</p>
Le modèle familial	<p>Le système éducatif a pris aussi comme autre référent et comme assise le modèle familial traditionnel où le père commande, oriente, récompense et punit et où l'enfant écoute et obéit, craint la punition et attend la récompense.</p> <p>Or, il existe maintenant d'autres modèles de relations familiales auxquels l'école ne peut pas se référer car elle n'a pas encore été adaptée pour ce faire.</p>
La foi pédagogique	<p>Quoi qu'il en soit, on a préféré garder les hautes finalités éducatives et les réaffirmer fortement dans le discours idéologique, peut-être pour se déculpabiliser de ne pas pouvoir les réaliser. Ce discours peut paraître d'inspiration religieuse, mais il correspond bien à l'époque. On a trop cru que la formation théorique inculquée aux maîtres par les "SEMEA" et les belles harangues sur la relation interpersonnelle, allaient suffire à les convertir un à un à la foi pédagogique et à en faire des missionnaires de la pédagogie active.</p>

Des velléités	<p>On ne leur a fourni ni l'organisation, ni les moyens de gestion de la pédagogie, ni le temps, ni la formation concrète (liée à des instruments), ni le support pédagogique et technique, ni la continuité qui auraient été nécessaires; mais seulement par à-coups, de timides efforts, des essais sans lendemain de nouvelles méthodes, ou de brusques générosités techniques liées à des priorités politiques (comme le plan DEL de développement des langues; ou comme le plan de la micro-informatique).</p>
Mission impossible	<p>Il faut, comme le C.S.E., louer les réalisations dues au bénévolat de certains enseignants. Trop de maîtres, dans nos consultations, nous ont exprimé leur sentiment d'avoir été bernés ("<i>floués</i>" disent certains), car on a compté sur leur esprit missionnaire, "<i>charismatique</i>" nous a-t-on dit, pour réaliser, tout seuls et sans moyens suffisants, les finalités et objectifs les plus nobles du projet éducatif québécois. Malheureusement, trop de maîtres se sont sentis, à tort, responsables de l'échec au moins partiel de cette "<i>mission impossible</i>" qui consistait à gérer la contradiction.</p>
Le rêve de la chaîne d'apprentissage	<p>Quant aux milieux universitaires, ils se sont souvent lancés à corps perdu dans le béhaviorisme, le "<i>mastery learning</i>", l'évaluation du rendement, la technologisation de l'enseignement, puis "<i>l'imputabilité</i>". Mais leurs engouements pour les machines à enseigner, ou leur équivalents, n'ont pas déteint sur le milieu éducatif lui-même qui a toujours résisté à l'industrialisation de l'enseignement.</p>
Cognitivism et étouffement	<p>Grâce aux avancées de l'intelligence artificielle, théoriciens et praticiens redécouvrent maintenant les vertus du "<i>cognitivism</i>" et s'aperçoivent qu'on n'avait pas de fondements théoriques suffisants pour appuyer une ébauche de science de l'éducation, ni des modèles valables d'enseignement médiatisé.</p> <p>Sous la poussée d'un monde individualisé, en train de se libérer du carcan de l'industrialisation, tous les acteurs, les élèves les premiers, commencent à se sentir étouffer dans un système éducatif entièrement collectivisé, formalisé, réglementé, standardisé, encadré, où tend à s'imposer le moule de l'uniformité.</p>
Discipline et qualité	<p>D'autant plus que les parents et certains mouvements politiques, aiguillonnés par le cri d'alarme de la "<i>nation en danger</i>" ("<i>A Nation at Risk</i>")</p> <p><i>"retourment à un discours moralisant, axé sur l'effort, le travail, la discipline, la persévérance. On tend à mettre entre parenthèses le discours sur le plaisir d'apprendre, la joie de la découverte, du défi. Et la morale de l'effort va bien avec la priorisation de l'académique et du rendement en ce domaine, au nom de la qualité, ou même de l'excellence en éducation".</i> (Claude Lessard, doc. D.22)</p>

"Imaginez la compagnie qui s'excuserait de ne pas être dans la course parce que le monde a changé".

Denis P. Boyle

Des mesures radicales

Si l'on veut éviter des éclatements plus graves que le simple "dropping-out", il est grand temps de prendre des mesures plus radicales que de retourner à la dictée ou aux devoirs à la maison...Il faut leur donner des défis intéressants à relever et surtout les moyens qui leur permettront de les assumer.

Comme nous l'a dit si justement une secrétaire de direction:

"Il ne suffit plus d'essayer d'adapter les élèves en difficulté à l'enseignement. Il s'agit plutôt d'adapter l'enseignement en difficulté aux élèves."

6. FAUT-IL RABAISER LES VISÉES?

L'opinion publique

Et d'abord, faut-il garder, pour le système éducatif, les mêmes finalités et objectifs humanistes? Ces visées n'étaient-elles pas trop élevées pour les moyens qu'on pouvait y mettre? Le bon sens ne demande-t-il pas de mettre la barre moins haut pour le prochain saut éducatif?

L'opinion publique n'a pas encore remis en cause le consensus social du début des années 1960 exprimé par le rapport Parent. Si l'on faisait une consultation générale sur ce sujet, il n'est pas sûr que la population opterait pour l'abrogation de cet idéal éducatif. Malgré l'insistance sur le rendement académique dans la bouche de certains, surtout de parents d'élèves favorisés ou doués, beaucoup d'autres aimeraient qu'on se penche, à l'école, de façon plus individualisée sur leur enfant en difficulté ou... démotivé.

Les enseignants

Dans le milieu enseignant lui-même, cet idéal subsiste encore, au moins comme une nostalgie mais plus souvent comme un moteur pédagogique, comme en font foi, au primaire, le succès de la philosophie Logo en informatique ou, pour les adultes, l'utilisation de méthodes nettement "actives".

Le Conseil supérieur	Le Conseil supérieur de l'éducation se fait l'écho de ces désirs pas encore étouffés, dans son avis sur <i>"les visées et les pratiques de l'école élémentaire"</i> (mars 1987).
Développement intégral et école active	<i>"Le Conseil... réaffirme que le développement intégral de l'enfant dans l'ensemble des dimensions de sa personne comme visée fondamentale de l'école primaire, et la reconnaissance de l'enfant comme premier agent et premier partenaire de son éducation constituent des choix à maintenir et une inspiration dont il importe aujourd'hui de confirmer la pertinence et l'importance"</i> (Résolution 1, p 43).
Enseignement intégré	<i>"Le Conseil... recommande au ministre de l'Éducation de poursuivre et d'intensifier, de concert avec l'ensemble des intervenants concernés, l'élaboration de méthodes et d'outils permettant l'enseignement intégré des matières au primaire"</i> (Recommandation 10, p. 43).
Individualisation	Il recommande aussi au ministre de <i>"favoriser l'émergence de pratiques et de cheminements qui, dans l'esprit des nouveaux programmes, permettraient aux élèves concernés de progresser à leur rythme et de manière plus continue, autrement qu'en "redoublant" ou en "sautant" une année d'études"</i> (Recommandation no 13 - p. 44).
Diversité	Pour l'école secondaire, dans le rapport du 25e anniversaire du rapport Parent, le C.S.E. affirme que <i>"au cours des prochaines années, l'école secondaire aura à redéfinir son approche de la diversité, sous peine de devoir consentir à certains éclatements ou, à tout le moins, au foisonnement d'une diversification officieuse, anarchique, et réservée à certains groupes"</i> (p. 89). Le Conseil fait ici probablement référence à certaines tendances à la création d'écoles dites <i>"internationales"</i> pour élèves doués; à l'attirance de certaines écoles privées; au retour de la ségrégation des élèves en difficulté d'apprentissage; à la renaissance <i>"d'écoles de métiers"</i> ; à la ghettoisation de certains immigrés... Car le <i>"pluralisme"</i> évoqué par l' <i>École québécoise</i> atteint, maintenant, des proportions insoupçonnées à cette époque pourtant proche de nous.
Pédagogie active renouvelée	Le Conseil parle donc d'une <i>"pédagogie active renouvelée"</i> , aussi bien pour le secondaire (p. 83) que pour le primaire (p. 58).

Il revient plus abondamment sur ce sujet dans son Avis d'avril 89 *"les enfants du primaire"* où il passe en revue leurs besoins éducatifs en fonction de la culture. Il demande pour eux un

"accompagnement éducatif approprié" favorisant "l'intégration personnelle des connaissances et le rapprochement des matières", une pédagogie active et ouverte aux situations significatives".

Il insiste sur la nécessité

"d'intégrer la découverte et la créativité dans les démarches d'apprentissage" .

"Même si l'intégration des matières n'est pas une panacée à tous les maux, et qu'elle demeurera encore longtemps une voie difficile, il n'en demeure pas moins qu'elle représente, pour moi, l'approche la plus complète, la plus susceptible de motiver et de retenir l'attention de l'enfant en lui fournissant un fil conducteur, un scénario d'apprentissage".

Maurice Morand

Directeur général, DGDP, ministère de l'Éducation

B. LES BESOINS ÉDUCATIFS DANS NOTRE SOCIÉTÉ POST-INDUSTRIELLE

Nous croyons avoir suffisamment, quoique brièvement, illustré, au début de ce texte (voir "*la métamorphose*" en p. 2), les signes du passage du monde socio-économique de l'industrialisation à l'ère post-industrielle. Cette métamorphose est lente et ne sera visible que sur du moyen ou du long terme.

Mais on voit aussi se dessiner, dans la société, de grandes tendances plus évidentes, car elles nous touchent déjà fortement et semblent devoir s'étendre à du court ou moyen terme. Ces grands courants peuvent nous permettre de mieux saisir la place du système scolaire dans ce contexte et les besoins éducatifs actuels ou à venir.

1. LES GRANDES TENDANCES CONTEXTUELLES

Au plan écologique

Conséquence de cent cinquante années d'industrialisation, "*l'effet de serre*" réchauffe notre atmosphère et la couche protectrice d'ozone s'amincit. La pollution atteint non seulement l'air et le sol, mais aussi les océans. L'accumulation des déchets toxiques crée des problèmes internationaux. L'eau potable, surconsommée, se raréfie. L'épuisement possible des réserves minérales, surtout des hydrocarbures, laisse planer le spectre du rationnement des ressources naturelles. Tous ces phénomènes ont ou auront bientôt un impact sur le prix de production de tous les objets de consommation courante et de l'énergie dont on a de plus en plus besoin.

Au plan politique et économique

La crise économique actuelle, causée en grande partie par l'augmentation des coûts de l'énergie et du capital, a appauvri les pays en voie de développement ou non développés, et augmente leur dette envers les pays du Nord. Il en est résulté une forte instabilité politique dans beaucoup de ces pays due souvent aux migrations des populations ou aux séquelles du colonialisme.

Quant aux pays industrialisés, leurs gouvernements oscillent entre social-démocratie et "*conservatisme*" politique et social. On lutte contre la "*surchauffe économique*" et l'inflation par la hausse des taux d'intérêt. La dette publique devient elle-même un fardeau de plus en plus lourd. La hache est souvent mise dans les dépenses publiques. On voit se dessiner un certain retour à la gestion privée pour nombre de fonctions de services à la collectivité. Il en résulte une baisse notable des revenus des entreprises ou un étranglement de leurs investissements, et donc un fort taux de chômage nécessitant une aide de la collectivité.

"L'école est lente à changer. Elle n'a pas pris les virages rapides qu'elle aurait dû prendre pour se tenir à jour en face de l'évolution économique et sociale".

Denis P. Boyle

Au plan macro-économique

La raréfaction de certaines matières premières; l'augmentation du prix de l'énergie; la croissance des coûts du capital; la charge de la dépollution; la nécessité de préserver l'environnement à l'avenir; tous ces éléments tendent à réduire les bénéfices des entreprises. La concurrence entre elles les pousse à s'équiper des technologies de pointe aptes à augmenter la productivité... et à diminuer les dépenses en salaires. On assiste à des regroupements et des concentrations en chaîne pour consolider leurs assises.

Car la lutte se fait aussi au plan international. On voit progressivement se former quatre grands blocs économiques: l'Europe (C.E.E.); l'Amérique du Nord (à partir de la libéralisation des échanges entre le Canada et les U.S.A.); l'Extrême-Orient (Japon, Taïwan, Singapour;... Corée du Sud... Chine?), et les pays de l'Est européen qui ne veulent pas être laissés pour compte.

Ces grands regroupements entraînent à moyenne échéance l'émergence de normes et de standards propres à ces blocs en ce qui concerne les matériels et les protocoles logiciels; ainsi qu'une certaine tendance à uniformiser à la longue, dans leur zone d'influence, les équipements et les produits, donc aussi la formation professionnelle requise... et la langue employée.

Au plan démographique

Dans tous les pays occidentaux, et surtout en Amérique du Nord, la dénatalité a amené un vieillissement généralisé de la population, et donc un poids plus notable des services sociaux et de santé en faveur des personnes non actives. À cause du vieillissement, la baisse de population active, apte à payer des taxes, diminue.

Le déficit des naissances tend à être comblé par l'immigration, mais cette tendance est à la source de nouveaux problèmes sociaux et culturels.

Parallèlement se continue l'exode des travailleurs de la ville vers les périphéries, laissant dans la cité les défavorisés, les personnes âgées ou sans travail. Ces transformations ont de lourdes conséquences sur l'évolution de la clientèle de nos écoles citadines.

**Au plan
technologique**

Il n'est point besoin d'insister sur l'extraordinaire gain de productivité obtenu par l'adjonction, à toutes les machines et à tous les instruments, de minuscules ou d'énormes cerveaux électroniques pour en faire des robots, ni sur la prise en charge, par l'informatique, lentement mais sûrement, de toute la gestion des affaires, des industries et des administrations mais aussi de tous les aspects de notre vie de tous les jours. L'avancée la plus marquante est en passe de s'emparer, en plus des anciens domaines de la gestion et de la production, de toute la dimension du savoir et de la culture.

L'explosion des communications rapetisse le monde et favorise non seulement les échanges, mais aussi l'internationalisation des entreprises et la répartition, en des endroits différents plus idoines, des différentes fonctions ou étapes de la production.

Plutôt que de déplacer les marchandises, les personnes et les richesses, on a tendance à faire voyager l'image, le son, les chiffres, les textes, bref l'information. Cela coûte moins cher et va plus vite: à la vitesse de la lumière! Les banques de données de toutes sortes et les services d'information se multiplient, ainsi que les réseaux et les points d'accès partout sur le globe.

Les "*médias*" sont plus accessibles à tout un chacun: photo, cinéma, vidéo, ondes courtes, magnétoscope, vidéodisque, etc. Le phénomène actuel le plus significatif est sans doute la naissance de l'"*hypermédia*" né de la convergence, dans le sein de l'informatique, de toutes les technologies de l'information: communications, télévision, vidéotex, vidéodisque, disque compact, bandes de son, mémoires optiques, ordinateur... en un tout totalement intégré et d'une puissance à peine croyable.

Oui, nous entrons vraiment dans l'ère de l'information. Mais la technologie apporte en même temps son lot de préoccupations politiques, éducatives et sociales. Car elle charrie une culture et parle une langue.

Aussi assiste-t-on à une course pour la mise sur pied, par les nations ou les groupes linguistiques, de banques de données, de réseaux de communications, de bases de lancement de satellites... pour contrer le poids technologique de la langue anglaise et, en Orient, de la langue japonaise.

Plus que tout autre peuple, le Québec vit, dans son système éducatif, la double nécessité d'apprendre la langue anglaise pour participer à la course technologique, et de défendre sa propre langue contre cet envahissement alourdi par l'anglicisation des immigrants.

"Les combats scientifiques et techniques se mènent à l'échelle mondiale, les marchés se globalisent, les pays se regroupent en blocs économiques. Si on n'investit pas dans l'éducation, le Québec risque de passer à côté de tout cela".

Serge Godin

L'actualité, oct. 1989, p. 21

Au plan de l'emploi

Nous avons déjà signalé la croissance rapide du nombre des emplois liés à la cueillette, au traitement et à la diffusion de l'information. On a pu affirmer qu'en 1995, 70% des Nord-Américains travailleront dans ce domaine.

Après avoir conquis les sciences, la gestion, la production et l'éducation, l'informatique envahit actuellement le bureau. Cet envahissement provoque à la fois la spécialisation des emplois et la diminution de leur nombre, mais elle en crée aussi de nouveaux qui exigent des compétences différentes. Les besoins de formation et de reformation évoluent.

La vive concurrence des pays en voie de développement crée, dans les pays industrialisés une diminution radicale des emplois liés à la production manufacturière.

Chez nous donc la croissance la plus forte des offres d'emplois se situe dans le "*High Tech*" ou les services. Mais, au Québec, la plus grande partie des 400 000 emplois nouveaux prévus entre 1987 et 1995 se situera quand même dans les métiers et professions traditionnels, étant bien entendu que les tâches effectuées dans ces métiers évolueront considérablement vers l'informatisation et la robotisation.

Dans cette course à la compétence, les jeunes sont laissés pour compte et l'on prévoit chez eux un fort taux de chômage, au moins jusqu'à l'an 2000. Beaucoup dépendent donc de l'aide publique, et comme celle-ci se resserre, du secours de leurs parents ou de leurs proches.

"Nous n'avons pas suffisamment pris conscience que l'éducation est au coeur de la croissance économique. Ce sont les pays qui ont misé sur l'éducation qui remportent le plus de succès".

Serge Godin

Président de la chambre de commerce de Montréal
L'actualité, oct. 1989, p. 22

Au plan de la consommation

La concurrence effrénée porte l'attention des producteurs sur la qualité des produits et l'on demande la participation de tous les employés à cet objectif d'excellence, en adoptant parfois les méthodes japonaises.

Elle exige également du système scolaire une restructuration des programmes d'étude. Par exemple, en Ontario, le discours du trône de 1989 propose de restructurer quelque 60 cours de l'enseignement technique au secondaire en cinq grands secteurs: communications, construction, industrie manufacturière, secteur des services et transports. Il propose de mettre l'accent sur les habilités générales de résolution de problèmes et les liens avec l'industrie et les lieux de travail.

La plupart des gens sont mieux informés qu'autrefois sur les événements, les décisions politiques, mais aussi sur la qualité des produits de consommation, leur coût réel, les dépenses liées à leur entretien... On a de plus en plus affaire à des consommateurs avertis qui ne se laissent pas imposer passivement le marketing des produits. Ces consommateurs bien informés obligent les industries à produire des biens adaptés ou adaptables à leurs goûts personnels. On passe progressivement d'une production de masse de l'uniformité à une production de masse de la variété.

Les citoyens sont de plus en plus éveillés aux problèmes de l'environnement. Ils surveillent et dénoncent les industries polluantes ou les voisinages destructeurs de la nature. Dans les années qui viennent, le "*recyclage*" des déchets va devenir une urgence des pouvoirs municipaux. Le "*jetable*" risque de passer de mode. Déjà on récupère les boîtes de bière et les bouteilles de vin... vides.

En même temps se développe à nouveau l'habitude pré-industrielle de produire soi-même ou avec ses amis ce que l'on désire, dans beaucoup de domaines. Mais cette fois-ci, on s'aide d'instruments qui intègrent les technologies les plus évoluées. C'est ce que les prospectivistes nomment depuis une dizaine d'année la "*prosommation*".

"Dans l'univers nouveau où nous entrons, la vraie matière première est la matière grise; la production la plus importante et de loin celle des connaissances et de l'information".

Serge Godin

L'actualité, oct. 1989, p. 4

Au plan socio-culturel

On voit donc que la consommation est en train de passer, sous nos yeux, à l'ère post-industrielle. Ce qui la caractérise est le retour à l'accent sur la "*personnalisation*" du produit en fonction du client, comme à l'ère artisanale. Mais on ne produit plus les articles un à un avec des outils simples, par la force et l'adresse des mains. On utilise des machines assistées par les nouvelles technologies de l'information, ce qui permet l'adaptation des biens à chaque demandeur ou groupe de demandeurs. Ce n'est pas un retour à l'artisanat: c'est une avancée dans l'ère informationnelle.

L'ordre de priorité des valeurs évolue rapidement, surtout dans nos sociétés nord-américaines. La recherche de l'épanouissement personnel prime sur le poids des structures traditionnelles, familiales, sociétales, religieuses. La participation et l'engagement dans des groupes perdent leur attrait et les "*corps intermédiaires*" comme les syndicats et les partis voient décroître leur crédibilité au profit de réseaux de solidarité plus informels.

Le chômage et la difficulté d'insertion des jeunes dans une société de plus en plus complexe les amènent au désintéressement, au désengagement social et, trop souvent, à l'auto-destruction.

Les mieux lotis mettent comme valeur première le désir de "*faire de l'argent*". D'autres, n'ayant pas appris, ou ne se jugeant pas aptes à construire la collectivité, préfèrent en vivre sans complexes, et déclenchent, par contrecoup, la chasse aux "*profiteurs du système*". Mais tout le monde se donne la main pour échapper le plus possible aux taxes et impôts, ce qui oblige les États à inventer des modes de taxation sans échappatoire. En tout cas le "*travail*" est de moins en moins vu comme une obligation personnelle et sociale ou comme une valeur sanctifiante.

De son côté, le féminisme poursuit, par à-coups, son chemin et la société se déséxise progressivement pendant que la proportion des femmes aux études avancées et au travail croît régulièrement vers le 50%..

D'autre part les forts taux d'immigration entraînent une relativisation de certains modes de faire, de vivre et de penser. Mais ils déclenchent aussi régulièrement, des poussées d'intolérance lorsque les ethnies dominantes se sentent menacées dans leurs avantages économiques ou dans les éléments fondamentaux de leur culture.

Ces besoins de tolérance et d'adaptation sont encore accrus par la réintégration sociale des handicapés physiques et mentaux. On passe d'une société homogène à une société plurielle.

Voilà brièvement résumées, et de façon bien simplifiée, les grandes tendances qui animent l'évolution de notre monde actuel, telles qu'elles nous sont apparues à travers les bilans et prospectives dont on trouvera la liste dans notre bibliographie. Il est évident que toutes ces tendances auront un fort impact sur l'état et sur les besoins de notre système éducatif.

"La réalité démographique, économique, sociale et culturelle de la fin du 20e siècle demande un système éducatif nouveau et différent".

Denis P. Boyle

2. LES NOUVEAUX BESOINS ÉDUCATIFS

Ces grandes tendances contextuelles amènent de nouveaux besoins d'apprentissage, tout en créant une forte incitation au changement de notre système éducatif. Cette situation renforce notre analyse de l'école où nous concluons à la nécessité d'une pédagogie active renouvelée et d'un environnement éducatif personnalisant. Ce genre de pédagogie est d'autant plus essentiel que l'école se trouve confrontée à de nouveaux défis causés par l'évolution du monde actuel, des défis qui s'inscrivent sous le signe de la pluralité, de l'évolution du travail et de la transformation des valeurs culturelles..

La pluralité

Le Conseil Supérieur de l'éducation les aborde dans son avis d'août 1987 intitulé "*les défis éducatifs de la pluralité*". Citons quelques phrases de l'introduction.

"Pas plus que la société elle-même, l'école ne peut constituer un milieu d'homogénéité" (p. 1).

Les diverses clientèles scolaires

"Pensons ici, par exemple, à cette diversité que l'intégration d'élèves souffrant de handicaps et éprouvant des difficultés d'adaptation et d'apprentissage introduit dans la vie quotidienne des écoles. Il faut en dire autant des besoins éducatifs particuliers des jeunes que l'on dit doués ou talentueux, comme de ceux qui vivent dans des milieux socio-économiquement faibles ou "défavorisés"... Sans compter que nous devons aussi nous habiliter à reconnaître et à accepter pleinement ces diversités humaines fondamentales que sont les âges de la vie et l'identité sexuelle des hommes et des femmes, des diversités porteuses de besoins éducatifs" (p. 1).

Les immigrants

Le Conseil s'occupe aussi des besoins créés par l'accueil des citoyens nouvellement arrivés en terre québécoise.

"La recrudescence d'intérêt qu'ont connue récemment les questions d'immigration et les tensions qu'elles ont avivées, n'ont fait que confirmer le Conseil dans sa conviction que l'accès au pluralisme constitue bel et bien un des besoins éducatifs prioritaires des prochaines années" (p. 2).

(Development of European Learning Through Technological Advance) est un programme de recherche et de développement qui porte sur les technologies nouvelles d'information et de communication au service des formations initiales et continue en Europe. Il bénéficie de 20 millions d'écus pour 1989-1990.

À l'origine de ce programme, lancé en juin 1988 par la Communauté européenne, il y a eu un constat, largement partagé par tous ceux qui s'intéressent à ces questions: l'évolution sans cesse accélérée des moyens techniques de communication exige de mettre ces derniers au service de la formation.

«Dans ce programme, indique Nicole Duchet, l'une des responsables de Delta au ministère de l'Éducation nationale, il y a la volonté de faire bénéficier les moyens de formation de progrès technologiques. Par progrès technologique, il faut également entendre logiciels et intelligence artificielle...»

Delta doit donner à l'Europe un système éducatif moderne qui puisse atteindre les individus partout où ils sont.»

Aussi depuis quelques années, le Conseil a-t-il multiplié ses avis fort pertinents sur les différents éléments de cette pluralité:

- "L'éducation interculturelle", Avril 1983.
- "Pour que les jeunes adultes puissent espérer", Mai 1983.
- "La place faite aux élèves en difficulté d'adaptation et d'apprentissage et aux jeunes doués et talentueux dans une école secondaire en quête d'excellence", Juin 1983.
- "La situation des femmes dans le système d'enseignement: une double perspective", Juin 1984.
- "Et si l'âge était une richesse: l'éducation face au vieillissement", Juin 1984.
- "Réussir l'intégration des élèves en difficulté", Mai 1985.
- "Des priorités en éducation des adultes", Février 1987.

L'éducation des adultes

Parmi ces éléments, le plus important nous semble la situation des filles et des femmes. Le groupe REPARTIR s'étonne que, depuis le temps qu'on en parle, on n'ait pas encore fait plus pour adapter vraiment la pédagogie à leurs intérêts, à leurs cheminements, à leurs modes de fonctionner, alors qu'elles constituent un peu plus de la moitié de l'effectif scolaire.

Quant aux soucis du Conseil Supérieur au sujet de l'éducation des adultes, jeunes ou moins jeunes, nous les faisons nôtres. Car tout ce que nous avons affirmé sur les besoins d'individualisation ou de "personnalisation" de l'enseignement et de l'apprentissage s'applique aussi bien au monde post-scolaire, que ce soit au CEGEP, à l'Université, ou en éducation des adultes. Le Conseil note également avec justesse la nécessité d'adapter les types d'enseignement aux personnes plus âgées qui retournent aux études.

Besoins liés à la post-industrialisation

Mais d'autres besoins nouveaux dérivent directement de l'avancée de notre monde dans la post-industrialisation où la connaissance va devenir la principale ressource productrice de richesse.

Comme le dit monsieur Claude Lessard dans un texte épigone au rapport du Conseil sur "le rapport Parent, vingt cinq ans après", (Document D.22):

"Nous sommes déjà entrés dans une société de type post-industriel où le savoir, sa production et sa diffusion deviennent des locomotives du développement. Dans ce type de société, la capacité d'apprendre par soi-même, l'auto-discipline et la joie d'apprendre deviennent essentielles et doivent être répandues. La qualité de l'éducation va au delà de la simple amélioration des rendements académiques tels que mesurés par des tests standardisés".

"La réalité de notre économie post-industrielle, basée sur le savoir, est que la connaissance est la source de l'accomplissement personnel mais aussi de la santé de la nation".

Denis P. Boyle

D'autant plus qu'on peut déjà prédire une restructuration de l'ensemble des métiers intellectuels d'une aussi grande ampleur qu'ont connus les métiers manuels au moment de la révolution industrielle. Des activités naguère considérées comme demandant beaucoup d'intelligence seront certainement moins valorisées lorsqu'une machine pourra les réaliser. Les tâches qui le seront risquent d'être celles qui distinguent le plus l'humain de la machine. Cette évolution influencera profondément les programmes d'études, valorisant encore davantage l'acquisition de connaissances de plus haut niveau et de méthodes permettant de choisir les connaissances pertinentes dans la masse des connaissances disponibles.

Voici comment le même rapport du Conseil résume le problème:

"Mondialisation des marchés, concurrence internationale, transformations techniques accélérées, émergence de nouveaux modèles de gestion, instabilité et exigences croissantes du marché de l'emploi: tout cela fait appel à des formations de base plus riches, à des compétences techniques plus poussées, à des habiletés de communication, d'initiative et de responsabilité dont on ne parlait pas couramment il y a vingt-cinq ans" (p. 88).

Compétences et recyclage

Ce phénomène ne touche pas que la formation de base, il s'étend aussi au perfectionnement ou au "recyclage" des personnels. C'est ce thème qu'aborde le Conseil Supérieur de l'éducation dans son avis de novembre 1987: *"Le perfectionnement de la main-d'oeuvre au Québec: des enjeux pour le système d'éducation"*. Citons quelques extraits:

"En raison du faible niveau d'embauche prévisible, on assistera à un vieillissement de la main-d'oeuvre en emploi; celle-ci devra faire face aux nouvelles compétences exigées par les entreprises, se perfectionner ou se recycler" (p. 9).

Productivité et perfectionnement

"Cet impératif de l'économie québécoise - accroître la productivité - transforme la configuration de la demande de compétences de la main-d'oeuvre et nécessite des actions importantes de perfectionnement et de recyclage de la main-d'oeuvre active" (p. 6).

Les changements technologiques

Ce problème est aiguisé par l'accélération des changements de technologie:

"Les changements technologiques modifient fondamentalement la demande de compétences de la main-d'oeuvre; les qualifications deviennent rapidement désuètes, les fonctions de travail sont renouvelées et les tâches sont transformées" (p. 7).

"Le changement technologique a été si rapide qu'il exige de nouvelles approches et de nouveaux outils afin d'équiper les étudiants en fonction d'un environnement de travail en continuelle évolution".

Discours du trône 1989. Ontario.

L'informatisation

Mais c'est surtout l'informatisation qui vient bouleverser les positions acquises:

"Le changement technologique dans ce domaine de l'informatique influencera, dans les années à venir, le travail d'un nombre croissant de personnes... Tous les secteurs et toutes les personnes sont touchés, quoique de façon inégale, par les nouvelles technologies. Et pour faire face à ces changements technologiques, la stratégie la plus souvent adoptée par les entreprises est précisément le recyclage du personnel existant."
(p. 11)

L'illettrisme révélé par ordinateur

On peut même parler actuellement d'un phénomène grave qu'on pourrait appeler I.R.O.: illettrisme révélé par ordinateur. En effet, plus on utilise l'informatique, plus s'accroît le nombre d'illettrés fonctionnels déclarés dans les entreprises.

Car l'ordinateur se situe en continuité avec la lecture et l'écriture. Pour interagir efficacement avec lui, il faut savoir lire et comprendre rapidement, au rythme d'apparition sur l'écran, des instructions concises, précises, souvent codées; et il faut savoir écrire aussi rapidement, de façon formelle, des idées claires, dans un discours strictement organisé et largement symbolisé.

On découvre brusquement que bon nombre (jusqu'à 30%) des utilisateurs possédaient des aptitudes de lecture-écriture suffisantes pour être fonctionnels dans un environnement où l'oralité et la gestualité pouvaient compenser des manques, mais que leur maîtrise de la langue écrite ne leur permet pas d'être productifs avec du matériel informatisé qui n'a pas été conçu à leur intention. Encore moins quand ils doivent consulter des manuels ou guides de l'usager dont le langage est habituellement... peu convivial.

Lettres, maths et sciences

Le Conseil Supérieur pense même que cette mise en évidence des insuffisances de formation s'étend à des secteurs beaucoup plus larges que l'informatique et qu'elle touche des domaines éducatifs autres que la lecture et l'écriture:

"Les personnes occupant des emplois ont souvent des carences sur le plan-même des compétences de base en lecture, en écriture et en mathématiques. Par exemple, les employeurs de l'industrie indépendante des pièces d'automobile trouvent que l'aptitude à lire et à écrire de leurs effectifs actuels est inacceptable pour 29% des travailleurs, ce chiffre atteignant 36% pour les mathématiques. Ces exigences vont encore plus loin, car les entreprises souhaitent davantage de sciences générales et appliquées et la connaissance de certaines techniques de solution de problèmes" (p. 19).

Le coût de l'ignorance

On voit donc qu'il y a encore beaucoup de pain sur la planche pour les formateurs ou les re-formateurs et que les techniques d'enseignement devront être rendues compatibles avec ces nouvelles exigences. Il faudra y mettre le prix, car, comme le dit Albert Shanker, président de l'American Federation of Teachers: *"L'ignorance coûte à la nation beaucoup plus cher que le savoir"*

"L'éducation ne devrait plus être considérée comme un coût d'opération, mais comme un investissement dans l'avenir de la nation".

Committee for Economic Development.USA

C. LA TECHNOLOGIE ET L'ÉCOLE DE DEMAIN

Après avoir identifié certaines visées éducatives du rapport Parent qui demeurent toujours actuelles et non réalisées, après avoir souligné les nouveaux besoins éducatifs résultant de la post-industrialisation, nous devons maintenant nous demander si nous avons les moyens de les satisfaire.

Évidemment, tous ces moyens ne sont pas que technologiques. Cependant, nous pensons que la deuxième vague informatique constitue une technologie éducative structurante susceptible de modifier radicalement la pédagogie vécue dans les écoles et la qualité de l'environnement éducatif qui conditionne l'acte d'apprentissage.

1. C'EST QUOI LA DEUXIÈME VAGUE INFORMATIQUE ?

Pour nous, la distinction entre les deux vagues informatiques se situe principalement au niveau du mode de traitement et de communication de l'information.

La première vague informatique comportait:

- des tables de calcul
- s'appliquant à données brutes
- à l'échelle locale ou régionale.

La deuxième vague se caractérise par:

- des modes de représentation et des règles d'inférence
- s'appliquant à des connaissances
- à l'échelle mondiale.

Pour les lecteurs non familiers avec ce domaine, précisons que les connaissances sont des ensembles de données représentées de façon symbolique, interreliées et organisées.

Inférence, connaissance et distance sont donc les trois "anses" qui permettent de saisir cette révolution technologique. Nous verrons que ces trois éléments fondamentaux sont susceptibles d'influencer le système éducatif, et même de le transformer radicalement, surtout si l'on rajoute l'"*hypermedia*" né, comme nous le verrons, de ces nouveaux outils.

De l'ordinateur personnel au communicateur personnel intelligent

La première vague informatique, donc, de 1950 à nos jours, a vu l'informatisation des tâches simples et répétitives, à partir de données brutes. La deuxième est en train d'opérer l'informatisation de la connaissance. Elle doit permettre à l'utilisateur d'atteindre, de façon naturelle, de comprendre et d'utiliser l'information, d'où qu'elle puisse provenir à travers le monde, et sous quelque forme que ce soit, pour la prise de décision. On est donc en train de passer, répétons-le, du traitement des données au traitement des connaissances; mais aussi de l'ordinateur personnel au communicateur personnel semi-intelligent. Cette tendance restera probablement dominante pendant des décennies.

Deuxième vague des N.T.I. ou de l'informatique?

Le terme "*nouvelles technologies de l'information*" peut sembler à première vue plus large que celui "*d'informatique*" puisqu'il inclut aussi les supports scripto-audio-visuels et les communications. En ce qui concerne la deuxième vague, ces deux appellations ne se distinguent guère, toute l'avancée des N.T.I. étant due à leur informatisation dans de l'"*hypermédia*" où toutes ces technologies sont fondues et bénéficient du passage dans le domaine du traitement des connaissances. En effet, un logiciel hypermédia traite aussi bien des données graphiques (dessin, animation, graphique), des images (vidéodisque, magnétoscope), de la musique et du son que du texte et des données ou connaissances informatiques.

Dans ce document, nous parlerons donc habituellement de "*deuxième vague informatique*" pour désigner l'ensemble de ces technologies.

Deuxième vague ou deuxième révolution?

Le mot "*révolution*" exprime bien le passage radical qui est en train de s'opérer, du calcul des données aux inférences sur les connaissances. Cette avancée touche directement à ce qui nous intéresse en éducation: le domaine de la pensée, de la représentation des connaissances, du raisonnement et de l'apprentissage. Elle nous oblige à retourner à ce qui est fondamental. C'est donc une vraie révolution culturelle qui s'effectue sous nos yeux et qui va s'accroître d'ici quelques années.

Mais il serait imprudent, dans un domaine aussi sérieux que l'éducation, de nous laisser obnubiler par ce qui est nouveau pour nous et peut nous sembler révolutionnaire. Il faudra plutôt fixer notre attention sur les retombées de ces avancées qui sont applicables concrètement dès maintenant ou en voie d'application, pour en proposer des utilisations proprement pédagogiques dans un avenir prochain.

Il n'y a d'éducation que fondée sur la continuité. Dans ce domaine plus qu'ailleurs "*l'évolution est une révolution sans en avoir l'air*" pour reprendre le bon mot de Victor Hugo.

Nous garderons donc plutôt l'expression: "*deuxième vague informatique*".

2. LES TÉLÉCOMMUNICATIONS

Les télécommunications continuent de par le monde à tisser leur réseau de plus en plus large et de plus en plus dense.

Les fusées de mise en orbite des satellites se concurrencent et ont de longues listes d'attente. Sur terre, le câblage se fait de plus en plus serré et on remplace le fil de cuivre ou le coaxial par la fibre optique.

Les anciens médias n'arrêtent pas de s'améliorer et de se sophistiquer, mais de nouveaux naissent chaque année, avec des "tex" à la fin de leur nom: télétext, vidéotex, audiotex, audio-vidéotex...

Ils donnent naissance à de nouveaux services commençant par "télé": téléphone cellulaire, téléconférence, télé-alarme, télécopie, télébanque, télépaiement... et pourquoi pas: télétravail.

On s'en va vers une unification. L'avenir de tous ces moyens et services est désormais lié au mariage entre l'ordinateur et la fibre optique par la numérisation des messages. L'ensemble des périphériques audiovisuels tendent à être intégrés dans les micro-ordinateurs. La totalité des messages vocaux, écrits, picturaux, va vers la numérisation informatique. Dans le R.N.I.S. (réseau numérisé à intégration de service), la fibre optique va supplanter tous les supports de communication jusqu'à maintenant diversifiés: câble de cuivre, câble coaxial, stations et relais terrestres ou satellisés pour les ondes électromagnétiques...

Malgré la téléinformatique, centralisée jusqu'en 1975, décentralisée par la suite et étoilée ou bien distribuée depuis les années 80, l'informatique et les télécommunications se sont développées jusqu'à maintenant sur des voies parallèles et des empires se sont bâtis sur ces deux spécialités. Les spécialistes des deux disciplines s'ignoraient les uns les autres.

Mais ce jeu semble désormais terminé. Informatique et télécommunication ne peuvent plus avancer l'une sans l'autre. Elles sont destinées à s'intégrer, et cette union s'exprime déjà dans un mot forgé pour la célébrer: "télématique" (même si, dans la francophonie, on l'a surtout réservé au vidéotex).

En 1985, les 89 pays de l'I.S.O. (International Standard Organisation), à Genève, ont accepté un code général, valable pour dix ans, de protocoles régissant l'interconnexion des systèmes ouverts, afin de les rendre compatibles. Or l'échéance approche et des groupes puissants se forment et se concurrencent pour imposer leur "standard" (ou norme de fait) sur les différentes "couches" (ou niveaux) des logiciels d'interconnexion non encore fixées.

On assiste donc, dans le monde entier, à une course effrénée dans l'offre de systèmes et de services liés aux télécommunications. Mais, en même temps, les manques de compatibilité apparaissent plus criants et les problèmes de saturation des longueurs d'ondes radio-électriques font entrevoir des limites sévères à la prolifération des communications aériennes.

Heureusement, la technologie vient encore à notre secours en nous apportant les nouveaux supports de masse pour les informations numérisées, qu'elles soient textuelles, sonores ou visuelles. Il s'agit des disques compacts optiques ou magnéto-optiques qui permettent d'enregistrer des quantités phénoménales de données, de les lire, et, maintenant de les modifier ou de les réinscrire. On peut ainsi disposer, localement ou régionalement, de bibliothèques entières sur des supports minuscules, sans avoir à se servir des télécommunications.

On voit donc que, dans les avancées de la deuxième vague informatique, la "communication" sera l'élément probablement le moins important et que le traitement des connaissances constituera la dimension essentielle.

Le développement même des télécommunications est lié aux applications concrètes du traitement des connaissances. Pour que l'information puisse être communiquée et utilisée avec efficacité, il faut en effet:

- des périphériques "*naturels*" ou conviviaux capables de comprendre et synthétiser entre autres la voix et de lire l'écriture et les images...;
- des aides intelligentes à la découverte et à la formulation des descripteurs pour la recherche d'information;
- des aides intelligentes au codage;
- des aides intelligentes à l'identification des sources de l'information désirée et de la "*banque*" où elles se trouvent;
- des aides intelligentes pour le codage de la demande d'information et le décodage de la réponse;
- des aides intelligentes à l'acheminement dans les réseaux, vers la source d'information;

Sans ces aides intelligentes, il serait trop compliqué, pour le commun des mortels, de rechercher l'information désirée, et le temps de consultation "*en ligne*" coûterait trop cher.

On voit donc que le traitement des connaissances va aussi conditionner les télécommunications pour les rendre intelligentes. On revient toujours à cet élément comme base de la deuxième vague informatique. C'est pourquoi, dans les pages à venir, nous insisterons surtout sur lui.

D'ailleurs, comme on l'a vu, il semble bien que nous n'aurons pas à aller à la montagne d'information, mais qu'elle viendra plutôt vers nous, grâce aux supports de masse.

Les télécommunications resteront cependant irremplaçables pour la consultation, la concertation, la coordination de la gestion et de l'administration du système scolaire.

3. LE TRAITEMENT INFORMATISÉ DES CONNAISSANCES

Définition du T.I.C.

Le trait le plus significatif et le plus chargé d'avenir dans cette évolution de l'informatique est, sans contredit, la possibilité, pour les ordinateurs, de manipuler et de transformer des représentations, donc de poser des inférences à partir de connaissances, participant à ce qui fait la noblesse de l'espèce humaine: la pensée.

C'est pourquoi l'on a pris l'habitude, pour parler de cette nouvelle faculté des machines, d'employer un euphémisme grandiloquent: "*intelligence artificielle*".

Pour l'instant on y dénote beaucoup d'artifices et peu d'intelligence. L'intelligence artificielle est à la pensée humaine ce qu'est une formule mathématique à l'égard d'une chanson de Jacques Brel.

Le terme "*d'intelligence*" appliqué ici aux ordinateurs sous forme analogique ou métaphorique (et pas sous la forme propre de l'intelligence humaine), réfère au fait qu'elle:

- déclenche ou provoque une recherche, un approfondissement ou un élargissement de l'intelligence;
- est miroir de l'intelligence de l'usager;
- utilise elle-même des processus attribués à l'intelligence.

La machine ne peut faire cela que si on a mis en elle un petit bout des facultés humaines de raisonnement. Il ne s'agit pas, bien sûr, des autres facettes de l'intelligence humaine: sociale, adaptative, motrice, pratique, esthétique, éthique... Mais d'un minuscule prolongement de nos possibilités intellectuelles qui la rend capable de simuler un raisonnement en se représentant des connaissances et en les retenant; de comprendre en reliant les nouvelles connaissances à ce qu'elle a déjà enregistré; de créer des relations entre connaissances: comparer, compter, inclure, exclure, classer, hiérarchiser; de raisonner minimalement en induisant et en déduisant.

Parce qu'elle est capable de se représenter des connaissances sous forme symbolique et relationnelle, et aussi de les traiter en créant d'autres connaissances non explicitement contenues dans les précédentes en appliquant des règles simples de logique, donc de réaliser de véritables inférences, on a pris l'habitude emphatique d'attribuer à cette faculté informatique, de façon dérivée, une certaine forme d'intelligence, dite artificielle pour bien la distinguer de l'intelligence au sens propre du mot.

Mais, toute embryonnaire, toute artificielle qu'elle soit, cette intelligence peut rendre d'immenses services aux humains, grâce à la fidélité mnémonique des ordinateurs, à la rapidité de leur souvenance et de leur traitement formel, à la quantité phénoménale des combinaisons qu'ils peuvent explorer en une fraction de seconde.

INTELLIGENCE NATURELLE ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

par Gilbert Paquette

En construisant des programmes plus "intelligents", nous comprenons mieux le fonctionnement de notre propre intelligence de la même façon que l'avionique a permis de mieux comprendre le mécanisme complexe du vol des oiseaux. Pour construire des programmes informatiques capables de comprendre le langage naturel, de reconnaître une image ou de conseiller comme un expert, il faut en effet comprendre la façon dont l'intelligence humaine s'acquitte de ces tâches.

Laissons donc à d'autres, philosophes ou nostalgiques, le soin de comparer l'intelligence artificielle avec l'intelligence naturelle, et de clamer les défis ou les dangers de cette concurrence. Cela nous semble une question continuellement dépassée par les événements. Afin d'éviter ce genre de problème théorique ou la répulsion déclenchée par la nouveauté menaçante, nous préférons employer habituellement l'expression "*traitement informatisé des connaissances*", en abrégé le T.I.C.

Le traitement informatisé des connaissances consiste dans la capacité, pour les ordinateurs, d'emmagasiner des connaissances; de se les représenter; de les traiter en générant de nouvelles connaissances; de les exprimer; de les communiquer; et de les appliquer à des actions qui passeraient pour intelligentes si elle étaient accomplies par un humain (Marvin Minsky).

Disons sous une autre forme qu'il s'agit de l'automatisation totale ou partielle des tâches cognitives, prises au sens large de la cognition comme source d'agir. Car, traiter des connaissances c'est aussi en faire des moyens d'action. Comme le dit Alan Newell: "*une intelligence qui ne résout pas de problèmes et ne produit rien ne mérite pas le nom d'intelligence*".

Applications intelligentes

Et justement, le traitement informatisé des connaissances s'incarne déjà dans de nombreuses applications qui sont devenues autant de branches de l'intelligence artificielle. Elles se diversifient d'année en année. Donnons-en une liste succincte:

- En perception visuelle, traitement, reconnaissance et génération de formes visuelles: vision automatique pour l'animation des robots ou autres applications; lecteurs automatiques de caractères imprimés; reconnaissance des caractères manuscrits et des signatures; analyse automatique des visages ou des empreintes digitales; traitement électronique des photos et des images radar pour en analyser le contenu; génération artificielle de graphiques, de dessins, d'images artificielles et d'animation pour le cinéma...

Le laboratoire de vision artificielle de l'université McGill est l'un des meilleurs au monde. On y travaille sur des applications médicales comme le comptage des cellules, la reconnaissance de scène, la fabrication robotisée et le contrôle de qualité des circuits hybrides.

À l'école Polytechnique, un groupe de chercheurs baptisé SCRIBUM étudie les applications de la reconnaissance de signatures manuscrites.

Enfin du côté des images, les travaux du groupe MIRALAB de l'université de Montréal sont reconnus internationalement.

- En perception auditive, reconnaissance et synthèse des sons: identification des voix; reconnaissance et interprétation de la parole (pour la commande vocale par exemple); génération automatique de la parole; synthèse de la musique...

M. Renato de Mori, directeur scientifique du CRIM, est un expert reconnu dans la reconnaissance de la parole. Il collabore avec la firme CAE à un système intelligent des communications des contrôleurs aériens.

M. Laurent Santerre du département de linguistique de l'université de Montréal est capable de générer une synthèse vocale si parfaite que l'on ne peut pas savoir si c'est un humain ou un ordinateur qui parle.

Les laboratoires BNR et INRS télécommunications travaillent aussi dans ces domaines.

- En traitement automatisé du langage naturel: analyse syntaxique; analyse sémantique; correcteurs automatiques de textes; représentation de la structure des textes; génération automatique de textes (lettres, circulaires, articles de journaux); génération automatique d'interfaces en langue maternelle (pour les systèmes d'exploitation par exemple); traduction automatique...

Du côté du traitement de la langue naturelle, le laboratoire ATO de l'UQÀM a créé le logiciel SATO pour l'analyse de textes par ordinateur.

John Chandioux travaille en traduction automatique. Il commercialise le programme METEO qui traduit 80% des bulletins météo au Canada. Rappelons que METEO est le fruit des recherches du groupe TAUM: Traduction Automatique Université de Montréal.

La firme Machina Sapiens a mis au point le logiciel SCARABEE pour la création de jeux d'aventure ayant une interface en langue naturelle capable de corriger des fautes d'orthographe. La firme travaille à la mise au point d'un correcteur orthographique complet pour la langue française baptisé EXPLORATEXTE.

- En logique: jeux logiques comme les échecs; représentation symbolique des connaissances et des réseaux conceptuels; application des langages d'intelligence artificielle à la résolution de problèmes complexes, grâce à divers paradigmes de programmation: procédurale, fonctionnelle, logique, orientée-objet, orientée-contraintes; apprentissage de connaissances par les machines...

Au Québec, trois firmes travaillent activement sur les langages orientés-objet. Micro-Intel avec le langage PRISME, Machina Sapiens avec le langage ZOO et ZUNIQ qui développe des applications avec Smalltalk.

- En informatique: conception automatisée de circuits intégrés à très grande échelle (V.L.S.I.); vérification automatique de circuits imprimés; conception assistée de nouvelles architectures informatiques; conception de systèmes informatiques; élaboration de langages d'intelligence artificielle selon les divers paradigmes.

Une équipe du CRIM travaille sur les environnements de développement et de conception assistée de VLSI.

- En aide à la décision: système à bases de connaissances, dit systèmes experts. Ils comprennent une base de faits, une base de connaissances, un moteur d'inférence et un module d'interface.

Hydro-Québec, en collaboration avec le CRIM, étudie des applications de télérobotique pour les tâches d'entretien des lignes à haute tension. Plusieurs systèmes experts sont en fonction ou en voie de réalisation dans le domaine de l'aide à la prise de décision.

4. LES SYSTÈMES EXPERTS

Experts ou aides à l'expertise?

Les systèmes experts constituent en fait l'ingrédient actif de presque toutes les applications des nouvelles technologies de l'information mentionnées ci-dessus. C'est à eux qu'on pense quand on parle de traitement informatisé des connaissances.

Après avoir passé pour des génies automatisés, les systèmes dits experts ont été rétrogradés à leur vraie place: des "*systèmes d'aide à l'expertise*" ou à la décision, ou encore plus humblement: "*systèmes à bases de connaissances*".

Ils exécutent diverses catégories d'opérations: interprétation, pronostic, diagnostic, design, planification, surveillance, mise au point, dépannage, contrôle et même formation.

Comme ils sont devenus opérationnels et rentables, on les retrouve actuellement dans un large éventail d'activités humaines: la prospection minière; le diagnostic médical; la conception et la production industrielle; la bureautique; la bourse; les assurances; l'administration gouvernementale; les télécommunications; l'armement; la logistique et la conduite de la guerre; les sports; les loisirs; la création artistique; et même la formation et l'éducation.

Ils constituent en effet le coeur des "*tutoriels intelligents*", des "*systèmes d'aide à la décision pédagogique*", des "*logiciels conseils d'accès à l'information*"... mais aussi de plusieurs systèmes d'analyse de la cognition et de l'apprentissage.

Traiter des connaissances de plus haut niveau

Selon Gilbert Paquette (op. cit.):

"L'intelligence artificielle permet d'étendre les possibilités des tableurs, des bases de données ou des éditeurs de textes ou de graphiques, et d'en créer de nouveaux que l'on peut qualifier de "logiciel-outil intelligent". Dans cette catégorie, se retrouvent les bases de connaissances logiques ou objets, les systèmes à base de connaissances, les coquilles de système expert ou systèmes essentiels, les simulateurs orientés-objet, les assistants à la composition de textes ou à l'édition graphique.

Les tableurs, les gestionnaires de bases de données et les progiciels hypermedia ne permettraient que de traiter des connaissances de type factuel. Pour favoriser une acquisition durable des connaissances factuelles, il importe d'intégrer ces faits dans un réseau de concepts, de règles, de taxonomies ou de procédures. Or ces connaissances de plus haut niveau ne peuvent être traitées directement par les progiciels classiques. On peut bien sûr tester une règle ou une assertion au moyen d'une requête sur les données. Mais on ne peut l'intégrer à la base de données ni faire intervenir des outils informatiques permettant de la traiter, de la comparer à d'autres, et de s'en servir pour générer de nouvelles connaissances sur le domaine à l'étude.

C'est là une des raisons pour lesquelles il importe en éducation de dépasser le stade des bases de données pour pouvoir traiter des formes plus évoluées de connaissances".

5. IMPORTANCE DE LA DEUXIÈME VAGUE DANS LE MONDE ET AU QUÉBEC

Comme nous ne voulons pas nous attarder sur la description détaillée des diverses utilisations concrètes de la deuxième vague informatique à travers le monde, nous référons le lecteur au document "Horizon 95" de Francis Meynard au MEQ (document 0 p. 29 à 42) ou à celui, plus récent, de Gilbert Paquette et Anne Bergeron pour Télé-Université, ou encore à celui de Michel Arcouet sur "l'intelligence artificielle en éducation". Chapitre 4 (document D.69).

Pour couper court, donnons quelques chiffres.

La firme Cognos de Toronto, dans un rapport au gouvernement canadien avance le chiffre d'affaires mondial de huit milliards et demi de dollars en 1993 pour les produits et les services en intelligence artificielle.

Rien que pour les systèmes experts, DuPont de Nemours, multinationale en chimie et énergie, possède déjà deux cents applications et en prévoit deux mille pour 1990.

IBM utilise une cinquantaine de ces systèmes et en prépare deux cents pour 1990. 80% des compagnies d'assurance des U.S.A. utiliseront de ces logiciels en 1990.

Au Japon, en 1987, 20% des entreprises consultées dans une enquête utilisaient ou étaient en train de produire un système expert.

Le Québec n'est pas en reste dans ce domaine. Toutes nos universités ont des groupes actifs en intelligence artificielle. Deux centres de recherche en informatique développent des produits "intelligents": le CRIM (centre de recherches en informatisation de Montréal) et le CCRIT (centre canadien de recherche en informatisation du travail). Une douzaine de compagnies privées oeuvrent aussi dans cette direction et offrent souvent des produits originaux. Le Québec a même pu s'honorer des premières recherches en intelligence artificielle au niveau secondaire (secondaire 4 et 5) à la Polyvalente Leclerc à Granby.

Le milieu québécois des informaticiens se montre très capable de relever ce nouveau défi à condition de recevoir bientôt une aide planifiée, comme le suggère Claude Coulombe dans l'inventaire fouillé qu'il a rédigé pour notre groupe (D.10): "*l'I.A dans le monde: la place du Québec*".

Après avoir rappelé que 75% de la production mondiale en intelligence artificielle provient des États-Unis, il écrit:

"Sans vouloir être alarmiste, il faut reconnaître que le Québec est en retard du côté des applications de l'I.A. Le génie conseil, l'un des plus beaux fleurons de l'économie québécoise est un secteur particulièrement menacé, car cette industrie repose essentiellement sur l'expertise qu'elle offre. Il est permis d'imaginer le jour prochain où deux petites disquettes contenant le savoir de spécialistes traverseront l'océan pour remplacer l'envoi de nos meilleurs ingénieurs. Il y a de quoi s'inquiéter et agir... Pour l'instant, le milieu industriel se montre curieux mais demeure réticent à se lancer dans le développement de systèmes experts. On est dans l'attente... malgré quelques belles réalisations.

Il est urgent de nous approprier cette nouvelle technologie avant qu'il ne soit trop tard, à moins que nous nous contentions de traduire les systèmes experts développés ailleurs par d'autres. Le marché des systèmes experts et des applications de l'I.A. est plein de promesses et offre une occasion en or aux entreprises de s'introduire dans un domaine de l'informatique avancée.

Dans quelle direction devrions-nous orienter nos efforts? En 1984 dans un document intitulé: "Point de vue québécois sur l'intelligence artificielle", Richard Parent du ministère de Communications (un gourou de l'I.A. au gouvernement du Québec) indiquait que les domaines du traitement de la langue française et des systèmes experts semblaient les deux voies les plus prometteuses à explorer pour le Québec.

L'I.A. est appelée à devenir un outil de premier plan dans la course à la productivité et, à ce titre, la maîtrise des systèmes à base de connaissances s'inscrit de plein droit dans une stratégie de développement économique. Le Québec se doit de répondre à cette urgence, sinon l'I.A. restera encore un lointain mirage..."

Nous faisons nôtre cet extrait du document de Francis Meynard dans "Le vrai visage de 95":

"Récemment, le raid de l'aviation américaine sur la Libye a fait l'effet... d'une bombe. On avait entendu parler des progrès entrevus pour l'armement grâce aux nouvelles technologies de l'information. Mais c'était pour demain ou après-demain. Or, brusquement, on apprend, on voit et on entend, que l'on a pu brouiller les communications; tromper les radars; projeter sur un écran la perspective tridimensionnelle d'une seule maison dans un pays, dans une ville; que l'avion l'a retrouvée et que les bombes l'ont visée et l'ont atteinte. Une seule chambre à coucher, à travers le monde entier peut être visée et démolie à peu près automatiquement. Or, ce n'est pas la puissance de l'armement qui a permis ce haut fait militaire: ce sont les nouvelles technologies de l'information. Ces réalisations du traitement des connaissances et des télécommunications, on ne les attendait pas pour si tôt. Et elles obligent à repenser les règles de la guerre, de la politique, de la diplomatie.

Si ces avancées technologiques peuvent servir à blesser des enfants (comme ce fut le cas) pourquoi ne seraient-elles pas utilisées pour les éduquer? Quand allons-nous nous rendre compte en éducation, que cela peut exister, que cela existe? Bien sûr, avec le décalage habituel, traitement informatisé des connaissances et télécommunications ne vont pas être intégrées à nos ordinateurs scolaires et produire des fruits d'un seul coup, demain matin. Les progrès (non-militaires) n'en sont pas là. Mais il suffira que ces deux qualités (facultés?...) atteignent une certaine masse critique pour les rendre utiles et efficaces. Or, il semble qu'avant 1995, on aura atteint ce stade de la masse critique."

6. L'ÉCOLE DE DEMAIN

Les voies de la formation et de la culture

Les visées humanistes du système éducatif doivent rester toujours aussi hautes. Plus que jamais, en raison de besoins nouveaux et criants, il est nécessaire d'adapter les techniques pédagogiques à l'individualisation en fonction de la diversité des clientèles. Il faut insister sur la motivation, la compréhension, l'intégration, le transfert des apprentissages et donc sur la participation active de chaque élève ou étudiant à sa formation, car *"un enseignement qui ne fait appel qu'aux fonctions intellectuelles élémentaires comme la mémorisation et l'acquisition d'automatismes, ne peut pas conduire très loin dans les voies de la formation et de la culture"*. C.S.E. *"Les visées et les pratiques de l'école primaire"*. (p. 26)

Repartir à zéro?

Des stratégies d'enseignement de type industriel et collectiviste ne pourront jamais réaliser de tels objectifs. Faut-il repartir à zéro, selon la chanson à la mode, et détruire, comme le souhaiteraient certains, un édifice éducatif si chèrement (dans tous les sens du mot) construit?

On peut en effet rêver à la possibilité, grâce justement aux nouvelles technologies de l'information, d'enlever du système éducatif toutes les contraintes de structures, de temps et de lieu. Le *"Bon d'éducation"* assigné à chaque personne lui donnerait accès, à domicile à l'enseignement à distance, ou au *"magasinage"* éducatif auprès de diverses entreprises concurrentes, dans un système déréglementé.

L'éducation étant probablement un problème beaucoup plus politique que pédagogique, ces changements ne pourraient avoir lieu que si un consensus social se réalisait dans ce sens. Or, de façon réaliste, il ne saurait en être question à court ou à moyen terme.

Retourner au préceptorat?

Faut-il alors adopter la solution opposée qui consisterait à complètement désindustrialiser l'organisation scolaire actuelle, en revenant ainsi au préceptorat ou à un quasi-préceptorat, avec un ratio maître-élève, par exemple, de un pour cinq?

Le payeur de taxe québécois est-il prêt à consentir les sacrifices suffisants pour que la *"mission éducative"* du Québec consacre alors vingt milliards de dollars par an aux salaires des personnels (soit environ cinq fois le chiffre actuel)?

Il est relativement facile de répondre à cette question. Déjà on trouve que le coût annuel par élève de l'éducation au Québec est un fardeau bien lourd, puisqu'il s'élève à 4,000 dollars.

"De manière générale, les structures que nous avons présentement me semblent appelées à durer assez longtemps. Toutes les tentatives visant par exemple à faire disparaître les commissions scolaires se sont heurtées dans le passé à des obstacles insurmontables".

M. Claude Ryan

ministre de l'Éducation
et ministre de l'Enseignement supérieur et de la Science
Vingt-cinq ans plus tard, où en sommes-nous? p.6

**Collectivisme et
personnalisation**

Il semble donc qu'il n'y ait pas d'autre solution, pour réaliser cet objectif prioritaire de personnalisation de l'enseignement et de l'apprentissage, que d'adopter, à l'intérieur d'un type collectiviste d'organisation scolaire, des stratégies complémentaires d'individualisation, stratégies comportant des approches, des méthodes, du matériel, des instrumentations, des ressources en budget et en support technique et de formation.

Retour à l'introduction

C'est ce que prétend le groupe REPARTIR. Il pense que l'utilisation des nouvelles technologies de l'information de la deuxième vague, peut aider à résoudre ce problème, et que c'est peut-être la première fois qu'on a les outils pour le faire.

L'appui technique

Le Conseil Supérieur de l'éducation a entrevu cette solution au passage, en ce qui concerne l'intégration interdisciplinaire:

"Sans appui technique organisé - il faut penser ici à du matériel bien plus qu'à du "soutien" pédagogique - il est difficile d'escompter des progrès tangibles en intégration des matières au primaire". Les visées et les pratiques de l'école primaire (p. 26).

Il en parle aussi, en termes plus généraux, pour le secondaire:

"Il faut améliorer la qualité de l'éducation en intervenant autant sur les conditions de l'enseignement que sur les moyens d'apprentissage." Le Rapport Parent, vingt-cinq ans après (p. 92).

Il pense même à la possibilité d'un mariage entre la pédagogie active et l'enseignement par objectif:

"Une pédagogie active renouvelée doit maintenant compter avec une telle préoccupation (... rigueur, de contrôle, excellence...), comme elle doit aussi se mettre à l'heure de la planification pédagogique par objectifs, à la condition que ces objectifs ne soient pas trop fragmentés." Le Rapport Parent, vingt-cinq ans après. (p. 83)

Et plus loin encore:

"Cet équilibre du curriculum devra s'accompagner d'une forme complémentaire de diversification: la diversification de la pédagogie. Cela est capital, car rien ne permet de prévoir qu'on ira très loin ici dans la diversification du curriculum lui-même. C'est dire que la différence devra pouvoir prendre forme dans les approches pédagogiques elles-mêmes" (p. 89).

Pas de magie

Bien sûr, cela ne se fera pas tout seul, par la magie de la fée informatique. Il y faut une vraie volonté pédagogique et non pas des velléités; des ressources; une organisation; une formation...

Il y faut aussi une reprise en charge et une réanimation, probablement grâce aux nouvelles technologies, de tous les moyens déjà essayés jusqu'à maintenant: voies, options, tutorat, spécialistes, enseignement par équipes, décloisonnement, apprentissage par modules...

Il y faut une lente progression ménageant les mentalités, et surtout une assurance de continuité.

Il y faut enfin une implication totale du corps professoral dans l'acceptation d'une relation maître-élève renouvelée. Car l'enseignement individualisé par l'ordinateur restera largement ouvert à l'intervention des maîtres, ou il ne sera pas.

LA MÉDECINE BINAIRE VOLE AU DESSUS DU QUÉBEC

par Bertrand Morin

Un habitant d'un village éloigné des grandes villes sur la haute-côte nord se sent soudainement pris d'un malaise et se présente tant bien que mal aux autorités du village qui lancent un message par téléphone au CLSC le plus proche car le village n'a pas le personnel médical compétent pour traiter ce type de problème. Comme il est incertain que le patient puisse être déplacé sans courir des risques, le médecin au CLSC étant d'ailleurs occupé auprès d'un autre patient en urgence, le CLSC organise alors le transport d'une infirmière sur place pour qu'elle puisse examiner le patient. Elle arrive quelques heures plus tard munie d'une trousse de premiers soins, de divers instruments médicaux et d'un micro-ordinateur transportable; celui-ci intègre entre autres:

- un système capable de reconnaître plusieurs maladies et problèmes à partir d'une série d'observations, de fournir un diagnostic et certains traitements;
- une banque de médicaments et les informations relatives à leur usage;
- une interface et une connexion qui permet la transmission à distance de certaines mesures que le système de faire;
- le dossier médical complet du patient.

L'infirmière ayant fait un certain nombre d'observations préliminaires, elle entre celles-ci dans l'ordinateur et procède ensuite à quelques vérifications supplémentaires, le tout sous le guidage du système; enfin, le système indique qu'il peut s'agir de quatre situations relatives à un problème cardiaque, lesquelles sont énumérées par ordre de probabilités. Lisant un message apparaissant à l'écran, elle branche alors un appareil qui mesure des paramètres importants qui sont transmis automatiquement à un centre spécialisé de la ville de Québec. Une équipe de spécialistes confirme le diagnostic par télécommunication et propose une première série de traitements spécifiques que l'infirmière applique immédiatement. Entre-temps, un avion spécialement équipé est affrété à la suite d'un appel téléphonique de l'équipe médicale à l'aéroport, celle-ci s'embarque pour aller chercher le patient et l'amener vers un hôpital où il recevra les soins exigés. Durant toute cette opération, les divers intervenants sont demeurés en communication directe, ont transmis des informations de différents types et sous diverses formes, et ont pu échanger en mode conversationnel.

Les nouvelles technologies utilisées: le télécopieur; la communication radio et téléphonique par satellite; la télétransmission de mesures ou la télémétrie ainsi que les appareils requis; l'ordinateur portable et ses interfaces; les supports mémoires importants et les banques de données qui y résident; les logiciels d'aide et le système majeur —un système-expert sur mesure pour aider le non-spécialiste. Naturellement, l'infirmière est au centre de toute l'opération et elle en est la principale actrice. Situation fictive? pas du tout, car des cas semblables se répètent fréquemment sans que nous en soyons nécessairement informés.

LES ARTS ET L'INFORMATIQUE: UN MARIAGE HEUREUX ET NÉCESSAIRE

par Bertrand Morin

Avec les changements apportés à l'ensemble des programmes d'études, les enseignants en arts de l'institution ont convenu d'un programme qui peut éventuellement minimiser les impacts négatifs du peu de temps disponible pour cet enseignement. En planifiant des activités pédagogiques qui font appel à diverses activités qui reproduisent le plus fidèlement possible celles des artistes, et surtout en utilisant des moyens nouveaux, ils espèrent amener les élèves à être des artistes.

Après les étapes régulières de sélection et de distribution des projets, Valérie opte pour traiter d'une activité de fin d'année qui fait appel à plusieurs moyens. Puisque le projet est complexe et qu'il s'étendra sur toute l'année, elle fait appel à des collègues (élèves et professeurs) pour que l'équipe soit capable de faire face aux besoins. Le projet retenu: l'adaptation d'une comédie musicale, Gala, de Jean-Pierre Ferland.

Le scénario doit être prêt dans des délais très courts; un professeur a repéré un logiciel de scénarisation (fait par des professionnels des studios locaux) capable de traiter à la fois des textes, des commentaires, des tableaux scéniques, des images, etc., d'une manière efficace et simple. Au bout d'un mois, une première description est jugée suffisante pour que les autres opérations démarrent. A l'aide d'un environnement de design (dessin et conception assistés par ordinateur), les maquettes et les décors sont rapidement conçus. Ils sont visibles et modifiables à l'écran-même, et chacun des participants peut voir dès le début la solution envisagée de l'ensemble. Il est donc possible à chacun de commencer son travail sachant que l'évaluation et les modifications peuvent se faire facilement et en tout temps (e.g., par un aller-retour entre l'ordinateur et la salle de fabrication des matériels en grandeur nature).

La musique est composée et imprimée (les feuillets) à l'aide de l'ordinateur. Directement, en faisant appel à une interface intégrée, la musique est fabriquée par le processus de la synthèse et enregistrée sur des bandes magnétiques, des disques magnéto-optiques, lesquels seront pilotés automatiquement par l'environnement informatique (des élèves de l'option ISI aident). L'équipe doit procéder de cette façon car il serait trop coûteux de faire appel à des musiciens —il n'y a plus d'option dans la Commission scolaire. Par contre, quelques élèves emballés par l'idée rejoignent l'équipe et ajoutent leurs instruments aux sons synthétisés, ce qui reproduit la réalité du monde musical.

Comme il s'agit d'un projet ambitieux, Valérie et ses collègues ont fait appel à des ressources extérieures: c'est ainsi que des banques de sons commerciales ont pu permettre des ajouts dépassant la capacité normale des jeunes. On a aussi commandé des mises en scènes qui étaient disponibles dans quelques universités. Par l'entremise d'un babillard, des experts de l'étranger ont gracieusement participé en dialoguant avec les jeunes. Et comme reconnaissance de l'effort et du travail bien fait, une compagnie fournit du matériel complémentaire et une station de télévision accepte de diffuser dans la francophonie leur production.

Le lendemain de la finale, la fête et la satisfaction étaient au rendez-vous, en particulier chez les jeunes.

LA RÉOLUTION DE PROBLÈMES ET LA SIMULATION À L'ÉCOLE

par Bertrand Morin

L'élève Geneviève fréquente l'école publique de son quartier; elle est en cinquième secondaire et l'enseignant responsable du cours de physique lui a demandé de réaliser un projet sur l'isolation d'un bâtiment.

Puisque l'école qu'elle fréquente est une bonne école, elle y trouvera de l'aide pédagogique et du soutien dans sa tâche chez le personnel enseignant et elle pourra disposer d'un laboratoire de micro-informatique bien équipé. De plus, par une filière particulière, elle pourra faire appel à des spécialistes de contenus (des experts) à l'extérieur de l'école.

Geneviève choisit de simuler ou modéliser la situation. En consultant une banque de produits décrits et évalués, elle trouve un logiciel qui pourrait être utile; de plus, elle y repère des livres et des revues qui traitent de ce problème; finalement, à la bibliothèque, elle pourra, sans connaître a priori le domaine précis du problème, effectuer une recherche documentaire exhaustive et guidée à l'aide du système LCAI(logiciel conseil d'accès à l'information).

Le logiciel de simulation permet de faire appel à plusieurs moyens. Il comporte des icônes déjà nommées, une documentation d'aide interactive et des informations sur la façon d'obtenir d'autres familles d'icônes, un langage de programmation simple pour construire de nouvelles représentations iconographiques. Finalement, le logiciel contient des applications (prototypes) déjà faites qui démontrent l'usage du logiciel—il s'agit donc d'un tuteur bien réalisé.

Geneviève réalise que l'icône est plus qu'une image, c'est un programme qui peut être facilement modifié; il suffit de choisir l'icône pour que tout un processus soit appelé et utilisé. Elle saisit que l'assemblage de plusieurs icônes correspond à un système complexe formé de plusieurs processus reliés et fonctionnel. Le problème contenu dans le projet apparaît dans toute sa complexité. Cependant, Geneviève réalise qu'elle a des moyens pour traiter le problème et, petit à petit, pièce par pièce, elle réunit les principaux faits concernant l'isolation d'une maison unifamiliale (elle choisit celle qu'elle habite): les facteurs dont il faut tenir compte dans la construction (e.g., les matériaux); les facteurs externes (e.g., la zone géographique); et certains facteurs secondaires (e.g., le foyer, les plantations). Finalement elle retient parmi les objets iconiques déjà définis ceux qui sont utiles. Elle apporte des modifications à certains, et elle construit (programme) ceux qui manquent. Le système logiciel tient compte des liens entre chaque objet, de sorte qu'un changement en entrée (par ex., une augmentation de température de 1° C.) se répercutera sur le coût du chauffage et sur les besoins en isolation au plafond.

Elle fait des essais en changeant plusieurs facteurs, tout en gardant en mémoire chacune de ces tentatives; les essais sont conservés intégralement par le système—une fonction de traceur. Un éditeur permet à Geneviève d'intégrer les explications et les simulations qu'elles a faites (à l'aide de la fonction traceur du système) à son rapport final. L'enseignant semble content, mais il se sent mal à l'aise car il ne saisit pas tout ce que Geneviève a accompli. Par contre, plusieurs des 65 autres élèves inscrits à ses cours ont aussi fait un bon travail.

LE CAS NORMAND: LE TRAVAIL DISTRIBUÉ ET PROFESSIONNEL EST POSSIBLE

Par Bertrand Morin

Normand avait une lourde responsabilité; son supérieur immédiat lui avait demandé de préparer un rapport dans lequel il devait utiliser—donc analyser — un ensemble de données brutes dont la constitution en banque s'était faite sans qu'une structure préalable soit utilisée.

Puisqu'il n'est pas un statisticien, Normand entrevoit certaines difficultés; cependant, il connaît un certain nombre d'aides qui peuvent l'assister dans son travail. Résolument, il commence par lancer un message qui décrit son problème à un groupe d'amis connu sous le nom de , car ils sont exactement 7; il le fait par l'entremise du courrier électronique dont dispose son institution. Entre-temps et pour mieux se préparer, Normand décide de prendre quelques jours de vacances au sud; de là, mi-inquiet, mi-fouineur et au grand désespoir de sa , il consulte à l'aide de son mini micro-ordinateur sa boîte aux lettres et y trouve une suggestion: il existe un logiciel d'analyse statistique qui permet à des mathématiciens comme à des utilisateurs non-spécialistes de faire le traitement statistique désiré. Normand en fait l'achat par messagerie électronique et au retour, il se lance. Le logiciel offre—dans une interface-usager appropriée—l'option à Normand de s'y déclarer ; sitôt dit, sitôt fait. Une aide apparaît aussitôt à l'écran, aide qui tient compte des capacités de Normand, des premières réponses qu'il fournit à l'interrogation faite par le logiciel et qui le guide dans l'entrée des données selon une structure. Normand se voit à tout moment offrir des suggestions et il peut demander de l'information à partir du contexte de travail dans lequel il est à ce moment. Graduellement, il se voit présenter par le navigateur du logiciel des résultats évidents, mais aussi des résultats difficiles à déceler. Les statistiques sont présentées sous diverses formes, ce qui lui permet de mieux comprendre la situation sous analyse, et en plus, d'entrevoir comment structurer son rapport.

Confiant, il se connecte à nouveau sur le réseau et communique avec le groupe; comme le logiciel est une application distribuée, ses amis commentent son travail et font des calculs qu'ils soumettent aux autres, par l'entremise du réseau naturellement. Normand a ainsi à sa disposition des commentaires diversifiés, des traces des généreuses conversations des sept, des résultats obtenus par certains de ceux-ci, des corrections insérées à distance et directement dans son document; en d'autres termes, il a maintenant à sa disposition un document qui est la résultante d'un travail d'équipe (la somme de toutes les interventions faites par chacun des sept).

Normand met alors la main à la dernière phase de la rédaction de son document à l'aide d'un logiciel d'édition particulier; il expédie finalement, après en avoir transmis une copie à ses copains pour un dernier commentaire, le document intégral à la maison d'édition chargée de l'imprimer. Il contiendra de nombreuses illustrations, tableaux, graphiques et il fera appel à la couleur pour mettre en évidence les points importants.

Les nouvelles technologies utilisées: les banques de données sur un WORM; la station de travail de qualité (puissante et simple, en conséquence capable de l'aider à résoudre le problème) reliée par un réseau large à divers autres sites; le logiciel comportant une interface-usager , c'est-à-dire capable de tenir compte de la situation sans intervention externe et explicite de l'utilisateur; le système capable de supporter le travail en mode multi-utilisateurs et en mode multi-tâches; la composante logicielle capable de fournir l'aide et les suggestions (ces derniers éléments indiquent qu'il y aurait probablement un ou plusieurs systèmes experts ...); le logiciel distribué et interactif capable de servir plusieurs usagers et d'intégrer leurs travaux tout en gardant les diverses traces; le logiciel d'édition sophistiqué (PAO) qui assure un formatage complet sur place et à distance.

L'EXPERT UTILISE SON ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL ... À DISTANCE.

par Bertrand Morin

Le conseiller pédagogique de la Commission scolaire rentrait chez-lui avec l'intention de faire une bonne partie du travail urgent (des demandes de subventions majeures de développement expérimental dans un calendrier incompressible) qu'il n'avait pu réaliser à cause d'une réunion imprévue et convoquée par le Directeur général. Il apportait avec lui tous les documents dont il croyait avoir besoin.

Après un souper léger mais délicieux, il s'installe à son bureau dans une des pièces du 1er étage, et pour se détendre, il met un disque compact (l'OSM) dans le lecteur et sur des écouteurs pour ne pas déranger les autres personnes au foyer, en particulier le dernier et nouveau-né. Il sort ses documents et insère deux disquettes qui contiennent les textes de base dans l'ordinateur. Il complète ceux-ci, ainsi que les autres documents, notamment les formules. Vers minuit, il constate qu'il lui manque des informations essentielles. L'école est fermée et il est impossible d'y entrer à cette heure; de plus, comme il réside à 40 km du lieu de travail, et qu'à Montréal la neige tombe de plus en plus, il opte pour une autre approche.

Il compose un numéro de téléphone et après avoir fait le nécessaire, il est relié dans un premier temps avec le réseau informatique de la Commission scolaire et dans un second temps avec l'ordinateur de son cabinet de travail où sont certaines des informations requises. Entre-temps, il passe à l'écoute d'Harmonium: il utilise ensuite un logiciel qui lui permet d'opérer à distance sur les divers équipements informatiques; il recherche sur les banques de données les titres de plusieurs ouvrages et des résumés d'articles importants qu'il transmet chez-lui. Comme il a également besoin de graphiques et d'images qu'il avait, heureusement, numérisés ou obtenus via un disque optique, il transmet aussi ces images. Il note au passage que le responsable d'un organisme de subventions à Vancouver a laissé un message par l'entremise du courrier durant la réunion (montagnes rocheuses canadiennes obligeant), il prend connaissance de ce message qui lui apprend qu'une nouvelle masse monétaire est disponible, un gros projet étant abandonné par les demandeurs!

Finalement, les documents sont complétés—textes et images— et il reste à faire une dernière vérification linguistique; fatigué et sujet à un manque de concentration, il charge son logiciel correcteur de vérifier le tout. Il lui restera à valider le résultat et à préparer toute cette pile; il faut en conséquence imprimer et expédier tous ces documents. Cependant, la tempête est là plus que jamais. Trouvant une dernière source d'énergie—il faut faire vite car une panne d'Hydro-Québec est fort plausible— il choisit d'envoyer tous ses documents à un centre situé à l'université de Sherbrooke (le centre est ouvert et accessible) d'où par télécopie et autres moyens, chaque document sera acheminé au destinataire.

Deux jours plus tard, il réussit à retourner au travail où l'administration refusera de reconnaître le temps supplémentaire qu'il demande...Ce dernier point, ainsi que toute l'histoire sont des réalités que l'on peut observer à maints endroits; il suffit d'aller aux bons.

L'INFORMATIQUE POUR TOUS, MÊME POUR LES HUMANISTES.

par Bertrand Morin

Bruno avait à préparer un travail didactique important dans le domaine des sciences humaines; il voulait aussi tenir compte des extensions possibles à des domaines connexes, la géographie et l'économie, entre autres. Il disposait d'un micro-ordinateur de puissance suffisante pour lui permettre de travailler d'une manière autonome tout en pouvant y adjoindre selon les besoins les périphériques et les connexions requises.

En conséquence, il s'était astreint à une planification détaillée du travail et il avait préparé un plan du contenu qui lui indiquait clairement l'ensemble des éléments disponibles et manquants; les logiciels utilisés l'aidaient grandement dans cette tâche et lui permettaient toutes les modifications et les ajouts requis sans souci majeur.

Bruno devait travailler dans les locaux de son institution, à la maison et à la bibliothèque de l'université de la ville pour des raisons professionnelles. Il avait choisi de relier les matériels informatiques afin de pouvoir travailler de tous ces endroits et de pouvoir disposer des ainsi réparties. Également, il avait trouvé le moyen d'accéder aux catalogues (et aux services de prêts) de plusieurs grandes institutions d'enseignement et aux recensions de revues et de publications spécialisées mises en marché par quelques firmes privées. Finalement, il pouvait compter sur les services multiples offerts par le réseau inter-établissement patronné par la National Science Foundation (NSF).

Son plan indiquait déjà plusieurs éléments qu'il lui fallait obtenir: des bibliographies exhaustives et détaillées; des notes biographiques; des rapports de recherche; des textes et des documents dont plusieurs manuscrits rares; des données statistiques (brutes et traitées) compilées par les gouvernements et les organismes de recensement; des informations diverses et récentes concernant les activités et l'état de la question dans les domaines d'études concernés; des traitements, des analyses et des représentations sous plusieurs formes de sous-ensembles de données; une mise en page particulière à cause des besoins didactiques; des images—sous plusieurs formes—de plusieurs sujets; des avis et des expertises de divers types; etc. Naturellement, Bruno avait réussi à obtenir un montant lui permettant de payer les frais de communication, entre autres. En effet, les moyens et les informations résidant sur l'ensemble des supports répartis et dispersés, c'est dans l'exploitation de toutes ces sources et leur traitement que Bruno trouvera les éléments nécessaires à son travail.

Il a travaillé très fort à la planification du travail, mais aussi à l'établissement d'une connexion dynamique et ouverte avec les pôles où l'information reposait. Ayant finalement réussi ces deux préalables, Bruno a dû, en cours de route, se procurer une mémoire de masse importante pour améliorer le traitement local de toutes les données nécessaires. Ceci lui permet d'organiser sa présentation finale selon une perspective multimédia, c'est-à-dire qui fait appel à plusieurs moyens de présentation de son travail final.

Les nouvelles technologies utilisées: l'ordinateur de type station de travail et l'ordinateur transportable; le réseau local sur mesure; le logiciel de prise en charge à distance des environnements; le réseau large distribué et polyvalent (offrant la messagerie électronique de qualité: un courrier, un babillard supportant les ; le traitement informatique de haut niveau et surtout le téléchargement des banques d'applications spécialisées); les supports de mémoire magnétiques et optiques (CD-ROM, DAT, VDI,etc); le numériseur; le télécopieur portatif; l'accès à des banques de données diverses; les logiciels sophistiqués de recherche documentaire, d'analyse statistique, de graphisme, de PAO; le matériel audiovisuel.

LA FORMATION À DISTANCE EN 1999

*"La distance n'a vraiment plus aucune importance."*²

par Sylvie Lavoie (professeure-tutrice en français)
Direction de la formation à distance
ministère de l'Éducation du Québec

En 1999, le client qui entreprend un projet de formation à la **D.F.D.** (Direction de la formation à distance) se voit d'abord tracer un profil d'études sur mesure, déterminé en fonction de ses besoins personnels et de ses acquis réel du moment. La plupart des matières sont modularisées; par conséquent, le client ne prend, à l'intérieur de chacune d'elles, que les éléments nécessaires qu'il commande selon son but et son rythme d'apprentissage. Il peut modifier lui-même son programme de formation; il y ajoute de nouveaux modules de matières ou en élimine. Un système expert de gestion des profils d'études veille à ce que les modifications apportées respectent les objectifs du projet initial du client. Celui-ci peut aussi modifier ce projet initial selon les informations de la base de données consultée et selon l'évolution de ses préférences ou des circonstances.

Les technologies de la communication ne sont pas l'apanage de quelques exceptions. La majorité des clients ont accès aux télécommunications informatisées. Les réseaux se sont implantés et ont gagné la confiance du public; les coûts sont beaucoup moindres qu'ils ne l'étaient en 1989. Considérant la souplesse offerte par les télécommunications et le rendement efficacité/coût de celles-ci, beaucoup d'entreprises intègrent des programmes de **formation continue** dans leur mode de gestion des ressources humaines.

Grâce au RNIS (réseau numérique à intégration de service), l'organisme de formation offre un système, de type hypertexte, qui permet de sélectionner, parmi tout un éventail de titres, des documents propres à enrichir la formation sur un sujet précis, tels vidéos, images, photos numérisées, enregistrements sonores, etc. L'utilisateur peut télécharger ces documents de la source vers son ordinateur. Les enregistrements sont transférés ensuite sur l'appareil requis par voie médiatique, moyennant les périphériques appropriés; l'utilisateur y revient au moment qui lui convient.

Des logiciels de télécommunication permettent aux formateurs et aux clients d'*interagir en temps réel*, grâce au modem qui relie leur ordinateur respectif à leur appareil téléphonique. Ainsi, la tâche exécutée est simultanément visible sur l'écran respectif de chacun des intervenants et chacun peut ainsi réagir directement à l'intervention de l'autre.

Le client combine certains apprentissages; ainsi les interventions d'aide portent, dans un même devoir, sur différents aspects. Par exemple, à partir d'un devoir de comptabilité, l'évaluation se fait sur les acquis dans ce domaine, mais peut aussi porter sur son français écrit. Pour ce faire, le client répond à l'intérieur d'un vaste champ lexical défini. Si le client veut, en plus, de l'aide pour améliorer ses stratégies d'apprentissage, son devoir est alors lu par un programme informatisé spécialisé qui analyse ses stratégies, situe ses forces et ses faiblesses et lui présente quelques suggestions susceptibles d'augmenter l'efficacité de ses méthodes d'apprentissage. Les interventions d'aide, portant sur des aspects différents, se font grâce à des programmes informatisés d'évaluation formative ayant des structures superposables, ce qui donne lieu à une *évaluation formative conjonctive*. Avec ce type d'évaluation, on commence à réaliser un vieux rêve pédagogique: *l'intégration des apprentissages*.

²Myre, Gilbert, "Les télécommunications informatiques... une technologie à intégrer" dans **Ordinateur**,

Lorsqu'il se soumet à une évaluation, le client donne directement ses réponses à son ordinateur qui les achemine à l'ordinateur serveur de l'organisme de formation. Le client reçoit l'évaluation formative (de type conjonctif) de son devoir dans un délai de quelques heures, le temps que l'ordinateur central saisisse les réponses fournies, les interprète, organise le solutionnaire et l'envoie au client par courrier électronique. Celui qui n'est pas branché, chez lui ou chez son employeur, en réseau télématique utilise les services d'une des nombreuses boutiques télématiques, maintenant très populaires.

L'écrit occupe toujours une place de choix dans la formation. Les clients aiment avoir sous la main les textes qui leur permettent de revenir sur les apprentissages à réaliser. Ils sélectionnent leur matériel en fonction de leur projet de formation; ils commandent l'impression et l'envoi de leur matériel par réseau télématique. C'est le choix du client ou la facture même des textes qui décident des moyens de sortie et des lieux d'accès correspondants.

Pour la formation à distance, la télématique et la médiatique ont vraiment réduit la contrainte des distances.

UN SYSTÈME D'INDUCTION ASSISTÉE POUR LA CONSTRUCTION DE RÈGLES

par Gilbert Paquette

Un logiciel-outil semi-intelligent développé à la DGEC par le groupe Micro-Intel, vise l'acquisition de règles pour déterminer un traitement en physiothérapie. L'étudiant consulte d'abord un système à base de connaissances où il peut identifier les divers paramètres du traitement. Grâce à cette interaction, mais sans voir les règles du système, l'étudiant identifie les paramètres en cause et leurs liens de dépendance. Il peut classifier et examiner des données résumées sur des cas de patients fictifs, sous forme de tableau, de diagramme en secteur ou de graphique cartésien.

Il peut ensuite créer des règles comme "si la profondeur dépasse 4.5 cm, la fréquence doit être d'environ 3 MHz" et les ajouter à la base de connaissances. Il peut en vérifier la validité par rapport à ses observations, obtenir les exemples et les contre-exemples ou en examiner la consistance avec les autres règles. Il peut énoncer des prédictions pour de nouvelles observations et en vérifier la validité. Il peut faire afficher une grille de complétude montrant quels cas ne sont pas encore couverts et comparer les règles deux à deux quant à leur généralité ou aux cas communs auxquels elles s'appliquent. Le but de l'étudiant est de construire une ensemble valide et complet de règles avec lesquels il peut fixer la valeur de chaque paramètre du traitement. Tout au long de cette activité de construction, l'étudiant obtient des conseils du système basés sur des heuristiques d'induction.

UN LOGICIEL À BASE DE CONNAISSANCES SUR L'ALIMENTATION

par Gilbert Paquette

Dans le cadre du projet LOUPE supporté par le centre APO-QUÉBEC, un système à base de connaissances sur l'alimentation a été construit. Il contient une base de données factuelles sur 500 aliments: énergie, protéides, glucides, etc. Le logiciel-outil recueille d'abord des informations sur l'utilisateur tels l'âge, la taille, le poids ou le sexe et il utilise des connaissances sous forme de règles pour en déduire les besoins alimentaires de l'enfant. Il contient également un concept d'alimentation équilibrée inspiré du guide alimentaire canadien. Avec ce logiciel, on peut interroger la base de connaissances et la compléter, faire analyser ses besoins alimentaires et les comparer à une évaluation de sa consommation récente d'aliments. L'étudiant peut également se faire composer un menu répondant à certaines contraintes. A travers ces activités, il apprend non seulement de nombreux faits et données sur les aliments ainsi que des règles de saine alimentation, mais aussi et surtout des connaissances de plus haut niveau comme celles de repas équilibré, de valeur des aliments, de régime adapté à des besoins.

Données ou connaissances?

par Gilbert Paquette

Prenons l'exemple de la géométrie des triangles. De quels **types de connaissances** l'étudiant dispose-t-il? Sont-elles de l'ordre des faits ou des données: "ce triangle que je vois est rectangle", ou des concepts: "un triangle rectangle est un polygone qui a trois côtés, trois angles dont l'un est droit". Et quels sont les faits et les concepts inconnus ou mal connus?. Existe-t-il des connaissances plus élaborées sous forme de règles ou de procédures: "pour calculer l'hypoténuse, prendre la racine carrée de la somme des carrés des deux autres côtés"? L'étudiant a-t-il en sa possession des connaissances de type méthodologique ou heuristiques: "pour résoudre un problème de géométrie, il est utile de chercher à décomposer la figure en triangles, et si possible en triangles rectangles."

L'ordinateur et les enfants: Histoires vécues
par Normand Pinet
APO-QUÉBEC

Tim et les portraits-robots

Tim est un bonhomme de huit ans, l'aîné d'une famille de cinq enfants. À la Vitrine 2001 du Centre APO QUÉBEC, les animateurs remarquent qu'il s'intéresse plus que les autres et de façon suivie et appliquée au logiciel "Mac a Mug". Il s'agit d'un outil qui permet de composer des portraits-robots d'un être humain en choisissant les formes et les diverses parties de la tête et du visage ainsi que les accessoires, comme les chapeaux, casquettes, lunettes, etc.

En particulier, les animateurs ont noté que Tim semble fort occupé à sortir sur l'imprimante toutes sortes de têtes qu'il apporte consciencieusement à la maison. Comme le manège dure depuis quelque dix-huit mois, on se demande ce qu'il en fait. On découvre que Tim et ses frères et soeurs, à la maison, ont inventé un autre "jeu de têtes", à partir des expériences de l'aîné avec l'ordinateur. Tim a besoin de nouvelles têtes pour le jeu de la maison et il en construit d'autres pendant l'atelier. En bon aîné, il s'est donné pour mission d'alimenter la famille avec toutes sortes d'idées; il fait profiter ses frères et soeurs de ses contacts avec l'ordinateur. Et ainsi, dans ce va-et-vient continu entre la maison et l'atelier d'ordinateur, chacun y trouve son compte.

Autre temps, autres moeurs?

Qui ne se rappelle avoir lu un roman en classe en le dissimulant dans un manuel dont le prof. pouvait bien voir la couverture? Récemment, dans un atelier d'ordinateur, l'animateur, trouvant que les enfants passaient vraiment beaucoup de temps à jouer avec Tetris, leur a demandé de ne pas le laisser sur leur disque de travail pour éviter la tentation. Dociles, les enfants ont fait disparaître le jeu... Tout semblait bien aller, jusqu'à ce qu'un animateur, en cherchant quelque chose sur le disque, finisse par découvrir que les enfants avaient caché le jeu sous une autre identité. Non seulement ces petits sorciers avaient-ils tout simplement changé le nom "Tetris" en celui de "Clavier" mais ils avaient aussi changé l'icône et utilisé celui qui correspond au clavier du Mac.

Le petit canard qui va loin!

Des enfants de deuxième année du primaire sont en train de s'amuser follement avec Ernie's Big Splash. Comme il s'agit d'un logiciel pour les petits de la maternelle, les animateurs se demandent comment il se fait que des "grands" de deuxième ont tant de plaisir avec le petit canard qui prend son bain. Après quelques instants, on se rend compte que les enfants ont dépassé le jeu original et qu'ils ont inventé deux ou trois autres jeux à partir de là. En effet, ils ont découvert qu'ils peuvent, par exemple, provoquer des événements les uns à la suite des autres, comme dans un film, ou encore ils savent s'organiser pour que tout se passe de façon symétrique, que tel événement arrive en même temps que tel autre. Les enfants ont trouvé un outil qui leur a permis d'agir sur une réalité en posant des questions et en construisant des solutions qui marchent.

La cassette ou la disquette?

Quand on observe attentivement les enfants qui travaillent avec un ordinateur, dans un environnement multi-machines, il arrive parfois que l'on trouve oiseuses certaines discussions qui passionnent les adultes. Quant à eux, les enfants ne se soucient absolument pas de toutes les distinctions entre les machines. Pour les enfants, ce n'est pas l'ordinateur qui est responsable de l'ennui qu'ils peuvent éprouver mais bien l'activité sur la disquette qui est plus ou moins intéressante. Ils savent très bien, eux, que c'est la cassette vidéo qui compte et non le magnétoscope ou la machine. On entend d'ailleurs souvent des enfants dire la cassette au lieu de la disquette pour signifier l'objet qu'ils insèrent dans une machine, peu importe laquelle, et qui leur permet de voir et de faire des choses de toutes sortes.

Travailler avec un ordinateur, ça transforme les enfants!

Marie-Thérèse est une ortho-pédagogue. Elle reçoit régulièrement des enfants en difficultés; elle utilise divers matériels pour travailler avec eux. Un jour, elle donne un texte à François, un nouvel enfant qu'on vient de lui envoyer. La consigne est de mettre des phrases dans un certain ordre pour constituer une histoire qui a du sens. À son grand étonnement, Marie-Thérèse entend François lui demander des ciseaux et de la colle pour composer l'histoire. Il explique qu'il est maintenant habitué à découper un texte en blocs de diverses longueurs et à coller les blocs aux endroits qui conviennent en utilisant les fonctions de l'ordinateur couper ou copier et coller. Ce que Marie-Thérèse trouve intéressant c'est que François lui explique spontanément pourquoi il décide de couper ici et de coller là.

ÉVALUATION ET TECHNOLOGIE EN FORMATION À DISTANCE: UN MARIAGE PROMETTEUR

par Sylvie Lavoie, professeure-tutrice
Direction de la formation à distance

Pour la Direction de la formation à distance, la fonction **évaluation** dans l'apprentissage a été et demeure un sujet d'intérêt et un souci constant. Cette préoccupation et le rôle même de l'organisme (la formation à distance) firent que la D.F.D. s'appropriera très tôt les nouvelles technologies pour surmonter ses contraintes spécifiques. Bien sûr, les premières applications pédagogiques de l'ordinateur furent modestes, mais... il fallait bien commencer! C'est le programme "*Robert Applebit*" qui ouvrit la porte de l'évaluation à l'ordinateur, mais pour ne toucher que l'aspect sommatif: la notation simple des réponses.

En 1983, la D.F.D. (alors appelée la Direction des cours par correspondance) achetait de T.V. Ontario le cours "*Bits and Bytes*" qui devint "*Octo-puce*"; l'achat incluait un programme informatisé de correction qui utilisait un "langage-auteur" appelé *R.S.V.P.* Les devoirs étaient de type objectif. Chacune des réponses réussies ou échouées était **commentée**, avec cette limite que chacune des réponses fausses à une question déclenchait un même et unique commentaire pour tous ceux qui l'avaient choisie. L'ordinateur central du ministère de l'Éducation avait pris en charge le traitement des devoirs des clients. Cette formule permit de desservir les 21,049 clients inscrits au cours. La direction invita ensuite l'équipe de ses intervenants à faire évoluer et à optimiser l'utilisation de cette ressource informatique pour l'évaluation des apprentissages.

Pour répondre à l'invitation et par conviction personnelle, quelques secteurs de formation élaborèrent, pour certains de leurs cours, des devoirs où l'évaluation informatisée seraient la plus appropriée et la plus intelligente possible. C'est ainsi qu'en 1987, Fernand Beauregard concevait, sous la supervision de Raymond Blouin, un devoir de *comptabilité* où chacune des réponses données par le client, en plus d'être commentée, était reliée, s'il y avait lieu, à d'autres réponses fournies par le client à ce devoir ou même à des devoirs antérieurs. Par le biais des **croisements** entre réponses et entre devoirs, des commentaires généraux et des commentaires spécifiques étaient formulés pour différents groupes de clients sur leur apprentissage dans la matière; ces commentaires concouraient à l'évaluation globale faite au client. A l'occasion de ce projet et d'autres par la suite, il fallut modifier le programme initial: *R.S.V.P.* devint le *C.I.D.D.* La correction informatisée commençait à personnaliser ses interventions. En formation à distance, l'évaluation formative force à repousser les limites plus ou moins arbitraires de l'informatique et celle-ci, à son tour, ouvre alors de nouvelles frontières à l'évaluation.

En 1988, *Le cours de mon argent*, conçu et produit sous la responsabilité de Marie Bolduc, ajoutait un "plus" à l'évaluation formative: **le mode de présentation tenait compte des styles différents d'apprentissage**, dans la mesure du possible. L'ordinateur enregistrait la répétition d'erreurs chez le client et variait, par conséquent, le style des explications, p. ex. si une explication sur le mode déductif avait été sans effet, on reprenait l'explication sur le mode inductif (i.e. à partir d'un exemple concret). Certaines réponses étaient aussi évaluées en fonction du but pratique personnel du client.

En 1989, le programme d'évaluation d'un devoir d'*orthographe* de niveau présecondaire utilisa sous une tout autre forme la puissance de l'ordinateur. L'évaluation formative se faisait non plus à partir de chaque réponse fournie par le client lors du devoir, mais à partir de matrices, dont une regroupait ces réponses. L'analyse diagnostique des erreurs en orthographe cherchait à s'appuyer d'abord sur les processus de raisonnement des clients dans l'application

des lois grammaticales. La recherche des causes possibles des erreurs, fruit de l'expérience dans l'enseignement de la matière, orientait la prescription des mesures correctrices et se voulait la pierre angulaire du programme. La matrice de lecture et de traitement informatisé des données permettait de cumuler des valeurs dans les différents points d'orthographe traités et dans les causes d'erreurs préalablement identifiées; ces valeurs provenaient des réponses du client au devoir. L'évaluation se composait de diagnostics, de pronostics, d'explications, d'exercices et de corrigés, selon le cas traité. Ces différentes unités d'intervention étaient sélectionnées à partir de seuils de fréquence d'erreurs définis dans un tableau. Les commentaires gradués imprimés au client étaient fonction des comportements manifestés par celui-ci dans chacune des différentes catégories du domaine d'apprentissage. L'évaluation formative devenait totalement personnalisée.

Si l'on compare les résultats obtenus par ce type d'évaluation formative à ceux d'un **système expert**, la différence vient du fait qu'ici, le "moteur d'inférence" de même que la représentation des connaissances comme telles ne sont pas inclus dans le programme informatisé lui-même. Le programme comprend uniquement l'encodage des décisions du pédagogue-concepteur et les **interventions tutorielles** appropriées correspondantes. Les représentations des règles grammaticales et de leurs modes d'application correspondant à la "base de connaissances" aussi bien que les **processus de raisonnement diagnostique et étiologique** correspondant aux processus du "moteur d'inférence" demeurent "dans la tête" du pédagogue-concepteur. Des **outils de représentation** non informatisés de ces raisonnements et de leurs objets d'application permettent de contrôler le travail de développement et la qualité pédagogique de l'évaluation. Pour réaliser ce protocole d'évaluation informatisée, il fallut élargir encore davantage les performances du *C.I.D.D.* (le nouveau langage-auteur qui a remplacé *R.S.V.P.*).

En 1990, la Direction de la formation à distance, sous la responsabilité de Raymond Blouin, offre un cours portant sur tout le champ de l'orthographe de niveau secondaire: *Du Français sans faute*. Pour réaliser ce projet, il fallut d'abord **modulariser entièrement** le contenu normatif de la matière et coder les unités obtenues afin de les inclure dans un programme informatisé. Le processus de formation commence avec un test diagnostic; à partir des réponses fournies et grâce à une matrice de lecture et de traitement informatisé des données, l'ordinateur trace un profil des compétences générales du client en orthographe. À partir du profil obtenu et selon les désirs du client, l'ordinateur lui définit une première "boucle d'apprentissage"; cette boucle, c'est un ensemble d'apprentissages à réaliser. Un matériel conçu uniquement pour le client, en fonction de ses difficultés spécifiques, lui est imprimé et envoyé pour guider et soutenir son apprentissage. Le client ne reçoit pas de matériel structuré en bloc à l'avance. S'il désire poursuivre sa formation, il doit demander un nouveau test qui sera interprété par la matrice de lecture et de traitement des données. Selon les nouvelles informations obtenues et selon les modifications apportées dans le profil antérieur du client, l'ordinateur trace un nouveau profil et déclenche du nouveau matériel évaluatif/formatif au client, soit une nouvelle "boucle d'apprentissage". Nous parlons maintenant de **formation sur mesure informatisée**.

Évaluation et formation commencent à se rapprocher; cela enrichit la pédagogie. On vise une union harmonieuse de ces deux puissances en même temps que la responsabilisation du client dans son projet de formation. Et ce n'est pas fini... Le volet "évaluation formative" (il faudra peut-être lui donner un autre nom pour cerner sa fonction de provoquer l'autorégulation des apprentissages) de la formation fera encore des coups d'éclat... C'est à suivre!

VERS UNE ÉVALUATION FORMATIVE CONJONCTIVE... À DISTANCE

par Sylvie Lavoie, professeure-tutrice
Direction de la formation à distance

Depuis 1990, à la Direction de la formation à distance (D.F.D.), formation et évaluation lorgnent l'une vers l'autre. Le secret d'un rapprochement harmonieux de ces deux puissances, nous l'avons trouvé chez le client. Qui est cet apprenant? Que cherche-t-il à savoir exactement dans tel domaine d'études? Comment réagit-il dans tel type de formation? Quels moyens utilise-t-il pour réaliser ses apprentissages? Que veut-il faire de ses apprentissages dans tel domaine? Pourquoi fait-il tel ou tel apprentissage? On s'intéresse intensément et en profondeur au client qui cherche à s'approprier des connaissances et des habiletés.

Plus on observait, plus l'évaluation formative arrivait à parler au client de lui-même et plus elle influençait l'organisation et la présentation de la matière des cours. La modularisation fit des pas de géant; on ajoutait des compléments de facture ou de style variés, accessibles par mode vidéotex; on allégeait la présentation générale; on diversifiait, etc. Évidemment, la matière continuait (et continue) de respecter, dans son contenu, les exigences essentielles des programmes ministériels.

En 1991, le secteur des mathématiques concevait un cours avec une **évaluation Janus**, i.e. une évaluation qui parle au client non seulement de la matière et de ses difficultés, **mais aussi de lui-même dans son apprentissage de la matière**. Pour ce faire, on divisa d'abord le contenu du cours en modules et en sous-modules. Par leur conception, le cours et les mises en situation dans les tests permettaient d'identifier les difficultés du client et la (les) cause(s) de ces difficultés (grâce à l'analyse étiologique), le degré de maîtrise de ses connaissances, le(s) style(s) d'enseignement qui lui réussissait(ent) davantage et quelques-unes de ses stratégies personnelles à privilégier. Parce qu'**évaluation et cours avaient été pensés et conçus concurremment**, les clients pouvaient jouir d'une aide à l'apprentissage d'une qualité remarquable. Véritablement, on parlait au client de lui-même dans sa recherche de connaissances et sa volonté de progresser. Enfin!

En 1996, un projet naquit suite aux désirs d'une entreprise, une agence de voyage, d'offrir à ses employés un programme de formation qui porterait, dans un même temps, sur des apprentissages de différents ordres. La direction de l'entreprise déplorait le manque de connaissances des employés en mathématiques: les erreurs de calcul dans les tarifs, dans les périodes de temps réservées par les clients de l'agence, dans le calcul des prix des assurances-voyage, etc., nuisaient à l'efficacité et à la productivité. L'entreprise déplorait aussi la piètre qualité de la langue utilisée: les données enregistrées étaient parfois inaccessibles non pas à cause de l'informatique, mais à cause de leur illisibilité quant aux structures syntaxiques et à l'orthographe. L'entreprise reconnaissait la valeur et le potentiel de ses employés, mais constatait aussi leur difficulté à développer et exploiter leurs ressources personnelles. L'agence désirait un programme de formation où les employés feraient en même temps des apprentissages aux points de vue mathématiques, langue écrite et développement personnel. Le projet exigeait le développement d'outils et... des sous. Le M.E.Q., le M.M.S.R. et le M.I.C.T., intéressés par le sujet, fournirent des subventions pour aider à développer, en collaboration avec la D.F.D., un modèle de formation pour réaliser des **apprentissages intégrés**. Une équipe d'intervenants constituée de psychopédagogues, linguistes, mathématiciens, informaticiens et cognitivistes mirent leurs efforts en commun. Cette fois, on en arriva à un modèle de formation approchant le **préceptorat collectif**³avec une **évaluation formative conjonctive**.

³terme emprunté à Francis Meynard (communication personnelle).

Pour réaliser une évaluation formative conjonctive, la rigueur et la coopération s'imposent. D'abord, le contenu normatif des matières, les objectifs éventuels des clients intéressés par le cours, leurs processus et stratégies d'apprentissage, leurs représentations cognitives sont définis et identifiés. Les devoirs sont conçus par les membres de l'équipe; les "mises en situation" permettent à chacun de se trouver toutes les prises nécessaires pour ses interventions. Pour chacune des disciplines intervenant dans le processus de formation et d'évaluation, on construit une matrice qui sera ou didactique ou psychopédagogique. On construit également un programme de lecture de la matrice de chacune des disciplines; dans ce programme individuel de lecture, on ménage des ouvertures qui seront **des lieux possibles de jonction avec la matrice d'une autre discipline** qu'elle détermine à l'avance. Une matrice-mère regroupe toutes les autres et gère l'évaluation globale ou finale. Le programme de lecture des mathématiques, appelé "**Lecteur Mathématicien**", établit la structure de base pour l'ensemble du programme informatisé. Le "**Lecteur Linguiste**" et le "**Lecteur Psychopédagogue**" interviennent aux moments qui leur ont été dévolus (après concertation) par le "Lecteur Mathématicien". L'organisation des interventions résulte d'une véritable orchestration. Le tout manque encore d'une certaine souplesse, mais le client d'un tel projet de formation se situe définitivement mieux dans son apprentissage de la matière elle-même, car il possède une meilleure connaissance de lui-même comme apprenant en plus d'une meilleure connaissance de son outil premier d'apprentissage: la langue. Le produit final de l'évaluation présenté au client contient une analyse de ses méthodes et stratégies d'apprentissage, de même que l'analyse de ses performances linguistiques et mathématiques.

Le client se reconnaît de plus en plus dans le miroir que l'évaluation formative lui donne de lui-même car ce miroir ne lui reflète plus d'abord les lieux et le degré de son ignorance dans tel ou tel domaine d'apprentissage. On lui présente une évaluation formative situante, valorisante et stimulante: une évaluation conjonctive. Dans ce mode de formation, où les apprentissages sont en partie intégrés, le client se sent compris et appuyé dans les dimensions multiples des divers domaines qu'il désire explorer ou maîtriser. Peut-être parlerons-nous davantage, dans les années à venir, de "**préceptique**"⁴ et même de "**télépréceptique**"... Pourquoi pas?

⁴ Terme employé par certains spécialistes de la médiatique en sciences de l'éducation.

II- PROPOSITIONS D'INTERVENTION

Nous avons longuement exposé la problématique de l'utilisation possible des nouvelles technologies de l'information dans le système scolaire, en fonction de ses besoins, en nous situant dans le contexte actuel et en tenant compte de l'évolution de ces technologies. Nous proposerons maintenant des interventions aptes à régler, pensons-nous, les plus criants des problèmes rencontrés.

Avant de présenter les actions à entreprendre, nous essayerons de les fonder sur des orientations claires.

A. ORIENTATIONS

Les orientations que nous avons à proposer au système éducatif pour les années qui viennent concernent d'abord la place à donner, en éducation, aux nouvelles technologies de l'information; puis des précisions sur les compétences de base en éducation et sur les outils à utiliser pour les inculquer aux élèves.

1. L'HEURE DES CHOIX

L'actuelle prudence

Jusqu'à présent, on a donné, en éducation, au Québec, une place relativement "*prudente*" aux technologies informatiques.

En gestion

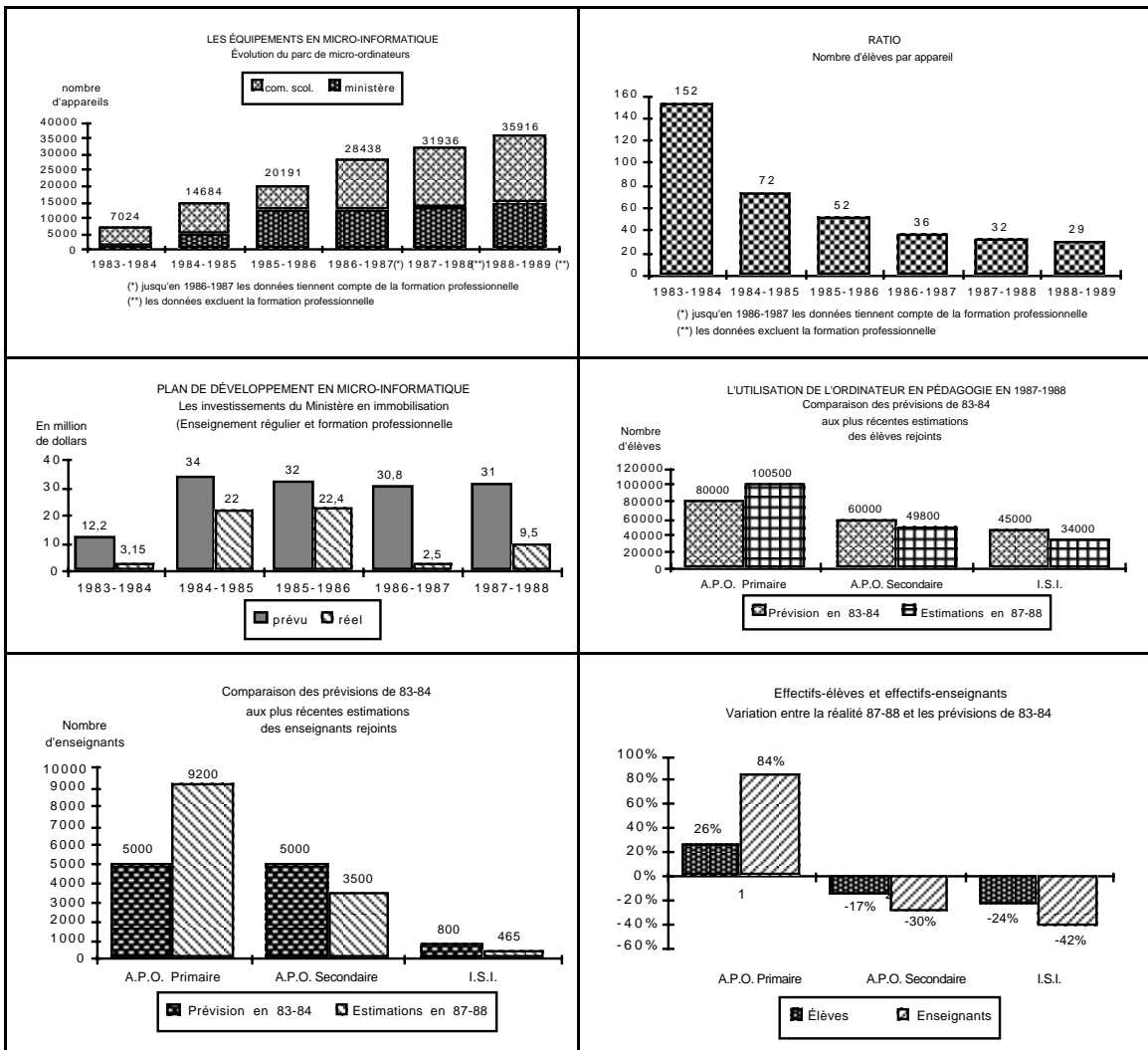
On a d'abord équipé tout le système scolaire et le secteur collégial d'un réseau d'ordinateurs puissants, macro et mini, pour la gestion administrative des locaux, des personnels, des clientèles, des horaires, puis des outils et des résultats de l'enseignement. On a complété le tout par des ordinateurs de bureau pour, justement, la bureautique.

En pédagogie

On a introduit dans les écoles, en vue d'une alphabétisation informatique de nos élèves, environ 35 000 micro-ordinateurs (souvent très "*micros*") qui permettent actuellement, en moyenne, une heure de présence par élève, chaque semaine, devant un ordinateur (un pour trente élèves). On y pratique l'introduction à un langage de programmation, quelques jeux éducatifs, la géométrie dite "*de tortue*" de Logo, des simulations, l'usage de "*didacticiels*" (dont la qualité va en s'améliorant) en diverses matières, et l'utilisation d'outils informatiques comme le traitement de texte, les tableurs, les bases de données, la robotique, les créateurs de musique, de graphisme, de dessin... et même quelques exemples de communications d'ordre pédagogique à distance.

Des résultats non négatifs

Les résultats? Absolument rien de négatif, ce qui est beaucoup. Rien, non plus, de statistiquement positif quant aux apprentissages. Mais il faut du temps pour constater et évaluer clairement des résultats dans ce domaine. En tout cas, tout le monde: administrateurs, enseignants, élèves, parents, tout le monde est d'accord pour affirmer "ils sont là pour y rester". On s'est habitué à eux et ils ne font de mal à personne.



BILAN DE LA MICRO-INFORMATIQUE SCOLAIRE

par Paul Danvoye

Bilan évaluatif des actions du MÉQ de 1983-1984 à 1988-1989 en micro-informatique scolaire,
in Le Bus septembre 1989

En octobre 1987 la Société GRICS dénombrait 28 436 micro-ordinateurs dans les commissions scolaires.

En fin 1988-1989, le parc de micros devrait se chiffrer à 35 916 appareils, ce qui représente un ratio de 29 élèves pour un micro-ordinateur. C'est aussi la moyenne américaine depuis quelques années. Les données obtenues de l'Ontario en date du 30 septembre 1987 indiquent un ratio de 28 élèves par micro-ordinateur.

Environ 100 000 élèves et 9 200 enseignants auraient utilisé l'ordinateur à des fins pédagogiques dans l'enseignement primaire en 1987-1988. Ceci représente 18% des élèves et 28% des enseignants de cet ordre d'enseignement.

Au secondaire, les effectifs sont cependant moins importants puisque environ 49 000 élèves et 3 500 enseignants auraient participé à au moins une application pédagogique de l'ordinateur en 1987-1988. C'est donc seulement 14% des élèves et 12% des enseignants du secondaire qui ont une expérience d'usage de l'ordinateur en pédagogie. De plus, en 1987-1988, 465 enseignants dispensaient le cours d'introduction à la science de l'informatique (ISI) auprès de 34 000 élèves, c'est-à-dire environ 25% de l'effectif total des élèves de quatrième et de cinquième secondaire.

Au primaire, encore trop souvent les utilisations de l'ordinateur dans les classes ne sont pas vraiment intégrées à l'enseignement... avec en moyenne une heure d'utilisation par semaine... Qui d'ailleurs s'en surprendrait?

Au secondaire, si l'utilisation de l'ordinateur n'est pas plus généralisée, c'est attribuable, bien sûr, au faible nombre d'appareils, mais aussi à la vocation trop floue des logiciels et didacticiels disponibles dans le milieu scolaire.

Le recours à l'ordinateur pour exploiter un aspect du programme d'études n'est pas encore devenu un réflexe normal des enseignants, à moins que quelqu'un le leur propose.

La 2e vague et la pression

Or s'en viennent pour bientôt, nous l'avons vu, des ordinateurs et des systèmes associés beaucoup plus puissants, dotés de traitement des connaissances.

Ces technologies de la nouvelle vague informatique, déjà utilisées dans le monde des affaires, entreront, comme toutes les technologies jusqu'à maintenant, dans le monde éducatif... avec un certain délai. Le décalage entre l'arrivée sur le marché, de nouvelles techniques et leur emploi en éducation est, actuellement, de trois à cinq ans. On peut donc prévoir qu'en 1995, les technologies de l'intelligence artificielle seront déjà entrées dans nos écoles.

Puisque ces outils seront là et puisque nous avons encore le choix de leurs utilisations possibles, pourquoi ne pas profiter de ce répit pour fixer nos orientations dans ce domaine et préparer à la fois les applications spécifiques et les personnels

Sinon, avant longtemps, la pression conjuguée des marchands, (prouesses industrielles à l'appui), des ordinomanes, des élèves et des parents leur fera franchir les murs des écoles. Des administrateurs seront tentés de s'en servir pour optimiser l'efficacité pédagogique, c'est-à-dire pour davantage encadrer, uniformiser, robotiser, bref industrialiser l'enseignement car, il faudra bien trouver une raison autre que la hantise de l'analphabétisme informatique.

Les magiciens

Il est donc grand temps, en 1990, de faire des choix clairs sur l'usage à prévoir, dans les écoles, et plus précisément en pédagogie, pour ces outils qu'on nous fabrique déjà en ce moment. Entre les mains de quels apprentis sorciers allons-nous mettre ces nouvelles flûtes enchantées, et en vue de quelle grande oeuvre? Sera-t-elle créatrice ou destructrice? Car, comme le dit si bien Albert Shanker, président de l'A.F.T. (American Federation of Teachers): *"Comment voulez-vous fixer des objectifs précis à l'informatisation si vous ne savez même pas quels buts assigner à l'éducation?"*

Des buts bien définis

Or, au Québec, nous avons la chance d'avoir des finalités, buts et objectifs bien précisés pour l'éducation, et de pouvoir déterminer dans quel créneau il faudrait introduire, de préférence, cette sorte d'outil. Si l'on a bien lu notre problématique, et surtout l'état et les besoins du système éducatif, on peut facilement deviner quels choix nous allons proposer.

2. LA PLACE À DONNER, EN ÉDUCATION, AUX N.T.I.

Des arguments de poids

Pour leur donner encore plus de poids de conviction, nous allons cependant appuyer ces choix sur l'autorité d'experts en la matière au plan mondial. Nous voulons parler des groupes de travail à la conférence internationale de représentants nationaux et d'experts, portant sur *"Technologie de l'information et apprentissages de base"*, conférence qui s'est tenue au château de la Muette près de Paris, du 13 au 15 octobre 1986 sous les auspices de l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économique). Nous nous référons au rapport général publié par le CERI (Centre pour la recherche et l'innovation dans l'enseignement).

On nous y affirme que:

"Les exigences économiques et politiques du monde moderne requièrent un enseignement de base de meilleure qualité"
no 2.

Les compétences de base

"Les compétences de base nécessaires sont sensiblement les mêmes qu'auparavant. Nos enfants doivent apprendre à acquérir des informations, à communiquer, à raisonner tant sur le plan qualitatif que quantitatif et à résoudre les problèmes de la vie quotidienne. Ils ont tout particulièrement besoin des compétences d'auto-apprentissage qui leur permettront de continuer à étudier par eux-mêmes."

Les manques

"Voici les données du problème: une évolution vers un enseignement de haute qualité des compétences de base, capable de répondre aux besoins rencontrés au cours d'une longue vie dans un monde qui change rapidement, est coûteuse et peut faire appel à des compétences que ceux qui souhaitent être enseignants ne possèdent pas toujours" no 5.

Un complément

"Deux éléments pouvant nous aider à résoudre ce problème sont apparus: le traitement puissant de l'information pour un faible prix et l'épanouissement de la science cognitive qui peut étudier avec rigueur, comprendre et améliorer le processus éducatif" no 6.

Le problème le plus criant

Mais où sont les besoins les plus pressants?

"Paradoxalement, un certain nombre d'études démontrent que, au cours d'une journée scolaire, seules quelques minutes sont consacrées aux activités réelles d'apprentissage, et qu'une grande partie du temps est perdue en gestion de la classe et du fait de l'incapacité du professeur à s'occuper de tous les élèves en même temps" no 7.

Les apports de la technologie

Et les réponses?

"L'alliance des outils de la science cognitive et des méthodes rigoureuses de l'anthropologie et de la psychologie offre la possibilité de doter les systèmes informatiques d'une intelligence suffisante pour qu'ils soient d'importants outils d'enseignement" no 8.

De nouvelles stratégies

En résumé:

"Les nouvelles technologies de l'information offrent la possibilité de mettre en oeuvre de nouvelles méthodes d'enseignement au sein de la classe (...). Les sciences cognitives et les technologies éducatives permettent potentiellement d'améliorer la productivité et l'efficacité de l'enseignement" no 11.

L'individualisation

Dans la reprise des thèmes importants, le rapport insiste, en finale, sur:

"l'individualisation de l'enseignement... Sans un enseignement individualisé, l'élève lent peut être frustré et l'élève doué devenir mentalement paresseux. Si les outils éducatifs sont suffisamment diversifiés, les élèves qui apprennent à un rythme différent peuvent avoir une partie de l'enseignement adaptée à leur niveau, même s'il y a beaucoup d'enfants dans chaque classe" no 116.

La compréhension

Pour les groupes de travail de la Conférence, il ne s'agit pas de réaliser une individualisation de n'importe quel type et surtout pas d'une dispensation individuelle d'un enseignement uniformisé de type magistral. Ils insistent, à propos des objectifs de l'enseignement, sur:

"la compréhension plus que sur l'exécution de procédures (...) car les experts, comparés aux novices, passent plus de temps à essayer de comprendre les données d'un problème et moins de temps à mettre en oeuvre le processus de résolution" no 34.

L'intégration

Ils mettent le doigt, aussi sur l'intégration des matières:

"la technologie offre une occasion - il s'agit aussi d'un défi - de repenser l'apprentissage, une intégration des matières étant rendue plus faisable (et plus nécessaire) par les outils de traitement de l'information" no 125.

Confirmation

Comme on le voit, les propositions de ces experts viennent exactement répondre aux besoins éducatifs exposés plus haut par le Conseil Supérieur de l'éducation du Québec. Nous ne pouvons que souscrire à ces assertions.

La vraie place des N.T.I.

Pour nous, en effet, les technologies de la deuxième vague informatique, si elles sont utilisées en éducation, doivent être consacrées, avec toute leur puissance, à l'intérieur d'un enseignement collectif, au service d'une relation pédagogique entre maîtres et élèves ayant pour but de personnaliser et de responsabiliser l'apprentissage par ceux-ci; ce que l'éducation collective, telle que pratiquée jusqu'à maintenant n'a pu fournir qu'à quelques privilégiés ou chanceux.

C'est un défi digne des promesses que ces technologies nous font miroiter. Et c'est peut-être le défi de la dernière chance pour une éducation de type "*humaniste*".

**"Les nouvelles technologies éducationnelles
vont permettre un degré d'individualisation
de l'apprentissage qu'on n'a jamais pu
atteindre auparavant".**

Peter F. Drucker

3. LA VRAIE PLACE DES MAÎTRES

Nous venons d'affirmer plus haut que les technologies doivent être "au service d'une relation pédagogique entre maîtres et élèves". Nous voulons que les technologies aident les maîtres au lieu de les remplacer. Nous pensons qu'aucune éducation ne peut se faire sans une relation positive entre des maîtres et des élèves. Quand les élèves éprouvent des difficultés dans l'apprentissage, ils n'ont pas envie de s'adresser à l'ordinateur pour résoudre leurs problèmes.

Mais empruntons les mots de Michel Aubé, de notre groupe, dans une conférence à l'AQUOPS (Association québécoise des utilisateurs de l'ordinateur au primaire et au secondaire), intitulée "Les nouvelles technologies de l'information et la relation pédagogique" (document D. 63):

"Pour apprendre, il faut que cela ait du sens. Or, est-ce qu'une meilleure technologie peut, par elle-même, donner plus de sens à cette expérience? Je ne vois pas comment! (p. 14) ... Je pense qu'il est tout d'abord urgent de reconnaître à la relation pédagogique sa fonction essentielle et "incontournable" de donner du sens à l'expérience d'apprentissage" (p. 16).

Il s'agit de la relation avec des adultes enthousiastes. Comme le disait si bien J. Paul Desbiens: "Enseigner le français, la physique, la mathématique... c'est connaître et aimer ce que l'on enseigne". Retournons à Michel Aubé:

"Pourquoi ces relations sont-elles si importantes? Je pense qu'il en est ainsi, fondamentalement, parce qu'on apprend en construisant sa propre identité, et en fonction de celle-ci. Or, ce qui est le plus déterminant dans l'élaboration de notre identité, ce sont les personnes que nous cotoyons, et, plus précisément, celles avec lesquelles nous établissons des relations. Ce sont ces relations qui nous servent de modèles, qui constituent le matériau fondamental à même lequel nous nous construisons. C'est en nous façonnant à partir d'elles que nous décidons ce que nous allons chercher à apprendre. C'est dans la signification profondément existentielle de ces relations intimes et personnelles que nous puisons la signification de ce que nous faisons et apprenons par la suite, bref de ce que nous serons! Voilà pourquoi je doute fort que la technologie, uniquement par elle-même, puisse nous offrir des solutions satisfaisantes aux problèmes que nous avons à résoudre en éducation" (p. 16).

Pour nous donc, le choix est clair: au Québec, la technologisation de l'enseignement se fera grâce aux enseignants ou elle ne se fera pas:

"Quant à la technologie, il faut qu'elle vise avant tout à servir la relation pédagogique, plutôt que de prétendre s'y substituer, ou encore la "déterminer"... et forcément la restreindre... (p. 16)

même et surtout si l'on cherche à "personnaliser" et à "responsabiliser" l'apprentissage chez les élèves.

"Les éducateurs doivent reconnaître que l'apprentissage est maintenant l'oeuvre de toute une vie pour se tenir à jour. Et la tâche la plus urgente est d'enseigner aux gens comment apprendre".

Peter F. Drucker

4. LES COMPÉTENCES DE BASE

Les quatre compétences

Dans le rapport du CERI étudié précédemment, le lecteur aura certainement noté quel virage on a fait prendre à la signification du terme "*compétences de base*". Ce document rappelle que: "*traditionnellement, on a résumé ces compétences sous les termes de lecture, expression écrite, mathématiques et sciences.*" (no 4). Mais actuellement, on propose de les présenter de la façon suivante:

"Nos enfants doivent apprendre à acquérir des informations, à communiquer, à raisonner tant sur le plan qualitatif que quantitatif, à résoudre des problèmes de la vie quotidienne. Ils ont tout particulièrement besoin des compétences d'auto-apprentissage qui leur permettront de continuer à étudier par eux-mêmes..." (no 4).

Un peu plus loin, les auteurs résument ces compétences dans ces termes:

"L'aptitude au raisonnement, à la résolution de problèmes, à l'apprentissage et à la communication" (id.)

La théorie du traitement des connaissances

Ce faisant, les experts réunis par l'O.C.D.E. ne font que reprendre à leur compte la théorie cognitive de l'information, qui propose les composantes du traitement des connaissances. Nous devons cette approche aux chercheurs en intelligence artificielle à la suite de leurs efforts pour obtenir des ordinateurs "*le traitement automatisé des connaissances*". Elle a le mérite d'identifier, de rassembler, de classer, d'exprimer tous les aspects, jusqu'ici en grande partie implicites, de l'acquisition, de l'interrelation, de l'application et de la communication de toutes les informations, sous quelque forme que ce soit, par tout processeur capable de cognition, et plus spécialement par le processeur humain.

Du traitement des connaissances sans le savoir

Ceci permet d'élargir la problématique des apprentissages dits de base, nécessaires pour acquérir l'autonomie intellectuelle. Le rapport de l'O.C.D.E. a raison d'insister sur le fait que les compétences ainsi exprimées reprennent à leur compte les apprentissages traditionnels du début de la scolarisation. Mais, comme nous allons le voir, ceux-ci se trouvent largement débordés. Ils le sont d'ailleurs dans les faits puisque déjà et depuis longtemps, au Québec, les enseignantes et enseignants forment nos enfants à utiliser et traiter l'information autre que simplement écrite, et ils ont élargi le calcul à la dimension de résolution des problèmes... On y faisait du traitement de connaissances sans le savoir. Mais toutes ces excroissances méritent d'être structurées dans une théorie qui se tienne et qui soit fondée sur la science cognitive. C'est ce que vient apporter la théorie du traitement des connaissances.

**"Dans l'éducation post-industrielle, l'école
devra se surpasser pour enseigner les
compétences de base".**

Peter F. Drucker

**Les composantes du
traitement des
connaissances**

Selon cette approche, tout processeur intelligent, pour traiter des connaissances doit pouvoir:

- les acquérir
- les traiter
- les transmettre
- les appliquer

Quand il s'agira d'un processeur humain, comme nos élèves, il devra donc:

**I. Acquérir
l'information**

Sous quelque forme qu'elle soit codée: écrite ou audiovisuelle, informatisée, artistique (peinture, sculpture, musique, poésie...), gestuelle, émotionnelle (information sur soi), affective, sociale, éthique ou comportementale, spirituelle ...

**a) cueillir
l'information**

- la chercher
 - naviguer dedans
 - l'identifier
 - l'extraire
 - la décoder, c'est-à-dire
 - la décrypter
 - la distinguer du support ou du média
 - distinguer les genres littéraires
 - distinguer les degrés d'autorité des sources
 - distinguer les divers degrés de probabilité ou de certitude
 - la décontextualiser
 - la sortir du contexte de temps et de lieux
 - la sortir du contexte de valeurs.
-

**b) se représenter
l'information**

- s'en faire une image mentale
- la structurer:
 - classer
 - hiérarchiser
 - choisir
- l'interrelier ou intégrer:
 - entre ses différents éléments
 - avec ce qu'on sait déjà (savoir et savoir-faire) et avec les attentes.
- se voir ou se situer en face d'elle:

- la relier avec ce qu'on est déjà et avec ses propres valeurs

II. Traiter l'information

C'est-à-dire appliquer à l'information le raisonnement afin d'inférer à partir de son acquis de nouvelles informations:

- appliquer l'analyse et la synthèse
- appliquer le raisonnement inductif et déductif
- appliquer divers paradigmes de raisonnement formel
- exercer les différentes fonctions logiques sur les données quantitatives (calcul) et sur les données qualitatives (nuances et valeurs...)
- exercer un jugement critique sur son cheminement logique pour le corriger (méta-logique) et pour cela se voir en train de raisonner...

III. Transmettre l'information.

- Rassembler l'information valable
- la recontextualiser
- la mettre en forme en fonction des destinataires
- la coder et l'énoncer en plusieurs sortes de langages compréhensibles par les divers interlocuteurs: écrit, oral, audiovisuel, informatisé, artistique (peinture, poésie, musique, ...), gestuel, émotif, affectif, comportemental, rituel...
- la communiquer à l'aide des médias appropriés.

IV. Appliquer l'information

C'est-à-dire agir concrètement dans la vie quotidienne, à partir de l'information reçue et traitée. Cela présuppose de savoir:

- faire des hypothèses de solution
- rechercher les règles applicables
- les classer, hiérarchiser
- décider grâce à un choix rationnel
- planifier:
 - prévoir les circonstances et contraintes
 - prévoir les stratégies d'application des règles
 - prévoir des échéances
 - ordonner les stratégies dans le temps
 - choisir les instruments
- essayer l'application des règles en utilisant différentes heuristiques
- évaluer les résultats
- modifier le cas échéant les règles ou les hypothèses

Un brouillon

Nous ne présentons là qu'un grossier brouillon de ce que pourrait être un exposé des différentes composantes de la théorie du traitement des connaissances tenant compte des dernières avancées de la science cognitive.

Il a le mérite de nous faire entrevoir comment cette approche permet d'identifier et de rendre compte d'une foule d'éléments qui entraînent déjà plus ou moins explicitement et plus ou moins directement dans l'enseignement des "*apprentissages de base*" tel que pratiqué dans nos écoles.

CARACTÉRISTIQUES DE LA PSYCHOLOGIE COGNITIVE

par Jacques Tardif
Université de Sherbrooke

- L'apprentissage est un processus actif et constructif.
- L'apprentissage est géré par des stratégies "Higher-Level".
- L'apprentissage est essentiellement cumulatif et les connaissances antérieures exercent un rôle très important.
- L'apprentissage est étroitement lié à la représentation et à l'organisation des connaissances en mémoire.
- L'enseignement doit être constamment préoccupé par les processus cognitifs impliqués dans la réalisation des activités d'apprentissage.

5. LA RÉOLUTION DE PROBLÈMES

	<p>Une grande partie des compétences de base sont reprises en charge par la "<i>résolution de problèmes</i>", le fameux "<i>problem solving</i>" qui fait couler beaucoup d'encre et en fera encore couler longtemps. Tout le monde parle de développer les habiletés de résolution de problèmes.</p>
Des moyens indirects	<p>On l'a abordée, de façon indirecte, jusqu'à maintenant, par l'étude des langues anciennes ou étrangères; par les mathématiques; par les sciences appliquées; par le développement de la logique formelle... Récemment, des auteurs américains ont encore insisté sur les connaissances culturelles de base nécessaires pour disposer de points de vue assez larges dans la résolution des problèmes de tous ordres. Mais comme nous l'avons dit, c'étaient bien des moyens indirects.</p>
Plus directement	<p>L'enseignement de la programmation, en informatique, s'est attaqué plus directement au problème. Mais, comme le dit le rapport du CERI:</p> <p style="padding-left: 40px;"><i>"On peut enseigner des algorithmes sans jamais développer les compétences d'ordre supérieur du raisonnement, et faire double emploi avec les méthodes pédagogiques traditionnelles"</i> no 36.</p>
Ce qu'on sait	<p>On pense en effet de plus en plus clairement (Voir Maddux C.D.) que:</p>

- la résolution de problèmes théoriques n'entraîne pas à coup sûr la résolution de problèmes pratiques du même domaine.
- l'habileté à résoudre des problèmes dans un domaine n'est pas automatiquement transférable à d'autres domaines.

Mais on sait aussi, et le rapport du CERI l'affirme, que:

"l'expert passe plus de temps à essayer de comprendre les données et à se représenter le problème qu'à mettre en oeuvre le processus de résolution" no 34.

Il signale aussi comme composantes principales de la compétence d'un expert:

"de puissantes compétences stratégiques permettant de raisonner au-delà des connaissances présentes" no 35.

Des priorités

La résolution de problèmes met donc en branle des habiletés qui se situent dans les quatre étapes du traitement des connaissances: saisie et représentation des connaissances, traitement, expression et application de ces connaissances. Mais l'insistance se fait plus lourde sur les deux premiers moments: saisie et représentation.

Les compétences à développer

Dans l'état actuel des connaissances sur ce sujet nous pensons donc qu'il faut insister sur le développement, chez les enfants, des compétences permettant:

- de saisir toutes les données pertinentes;
- de rassembler plusieurs points de vue à leur sujet;
- de se représenter le problème de façon simple et structurée dans des images mentales, des symboles, des métaphores et des schémas mentaux adéquats;
- d'avoir à sa disposition des instruments de traitement logique puissants, appartenant à divers paradigmes de raisonnement ;
- de se situer par rapport au problème;
- et donc de se voir en train de le traiter pour influencer sur son propre cheminement logique.

Mais le plus important reste encore de procurer aux élèves l'occasion d'avoir à côté d'eux, dans la recherche de solutions, des maîtres eux-mêmes bons solutionneurs de problèmes...

Deux rubriques complémentaires

Nous venons de présenter les compétences de base sous deux rubriques ou deux facettes complémentaires: celle de traitement des connaissances et celle de la résolution de problèmes. Nous voyons que ces deux listes se recoupent et se confirment. En formant des élèves selon l'approche du traitement des connaissances, on les prépare du même coup à solutionner les problèmes de la vie quotidienne.

Des outils pour le faire

Nous affirmons que l'apprentissage par les élèves de ces compétences de base pourrait être grandement facilité par l'utilisation des outils et des méthodes du traitement des connaissances, tels qu'apportés par les technologies de la deuxième vague informatique... employées à bon escient par des éducateurs adéquatement formés.

CATÉGORIES DE CONNAISSANCES

par Jacques Tardif
Université de Sherbrooke

1. CONNAISSANCES DÉCLARATIVES:
 - ce qu'une personne sait du monde;
 - ce qu'une personne a conclu de ses expériences personnelles;
(Représentation propositionnelle en mémoire)
2. CONNAISSANCES CONDITIONNELLES:
 - quand utiliser une stratégie ou une habileté;
 - pourquoi utiliser une stratégie ou une habileté;
(Représentation productionnelle en mémoire)
3. CONNAISSANCES PROCÉDURALES:
 - comment réaliser une tâche;
 - séquence d'actions
(Représentation productionnelle en mémoire)

**CATÉGORIES DE CONNAISSANCES
(exemples)**

par Jacques Tardif
Université de Sherbrooke

1. CONNAISSANCES DÉCLARATIVES:
 - la définition d'un verbe dans une phrase;
 - la description des caractéristiques d'un triangle;
 - une théorie de l'enseignement.
2. CONNAISSANCES CONDITIONNELLES:
 - sélectionner une intervention pédagogique;
 - choisir une opération mathématique;
 - reconnaître un cercle.
3. CONNAISSANCES PROCÉDURALES:
 - accorder les participes passés dans un texte;
 - enseigner;
 - lire une consigne de laboratoire en chimie.

6. LES APPORTS PÉDAGOGIQUES DE LA TECHNOLOGIE

Connaissances, paradigmes et miroirs

Michel Aubé, dans sa conférence déjà citée (D. 63) propose, pour développer ces compétences, de mettre à la disposition des élèves:

- *de vastes répertoires de connaissances déjà structurées, dans des domaines précis;*
- *une grande diversité de points de vue sur ces connaissances;*
- *des aides à l'accès aux sources documentaires;*
- *des interfaces usagers conviviales, respectant l'ergonomie cognitive propre aux individus, et permettant l'accès aux connaissances par le biais de diverses modalités sensorielles;*
- *des métaphores puissantes de représentation des connaissances, grâce en particulier, aux divers paradigmes de programmation: application de fonctions sur des données; manipulation d'objets par l'envoi de messages; application de règles à des faits ...*
- *des miroirs du fonctionnement cognitif favorisant chez l'utilisateur la réflexion sur ses mécanismes de pensée et de résolution de problèmes: procédures, graphes, réseaux sémantiques, cadres (frames), scénarios (scripts)...:*

Règles, procédures, heuristiques

De son côté, Gilbert Paquette souligne:

"Pour arriver à développer l'intelligence, il faut se préoccuper de la nature des connaissances déjà en place et à acquérir, ainsi que de la façon dont elles sont représentées en mémoire. Celles-ci ne sont pas que données factuelles. Elles peuvent être des règles, des procédures, des heuristiques..."

Une analyse des connaissances de l'étudiant est essentielle si on veut lui proposer des activités capables de faire évoluer ses représentations mentales vers des modèles plus adéquats.

*Les travaux dans le domaine des systèmes experts ont mis en évidence l'importance de **vastes réservoirs de connaissances** (faits ou données, procédures, règles, concepts) en même temps que de **méthodes d'inférences** et de résolution de problèmes qui permettent d'en déduire de nouvelles. Ces méthodes sont elles-mêmes des connaissances qui doivent devenir des objets d'apprentissage que l'on développe à travers l'exploration de divers domaines de connaissances. C'est là une condition nécessaire pour que nos étudiants apprennent à apprendre".*

On peut constater par ces exemples toutes les richesses apportées à l'acquisition des compétences par l'expérience tirée du traitement des connaissances en informatique.

7. UNE TECHNOLOGIE VRAIMENT ÉDUCATIVE

Le véritable processeur intelligent	<p>Nous n'allons pas détailler ici toutes les fonctions technologiques nécessaires à l'acquisition de ces compétences. Mais nous pouvons nous donner une ligne de conduite pour l'interrelation à privilégier entre la pédagogie et la technologie informatique afin que la première reste souveraine.</p> <p>Nous citerons encore Michel Aubé qui l'exprime fort bellement dans son exposé (D. 63).</p> <p><i>"Il faut capitaliser sur le fait d'un usager qui est, lui, un processeur intelligent! Il ne s'agit surtout pas là d'une boutade. Pourquoi tenter de faire faire par l'ordinateur ce que nous faisons mieux que lui, et tenter de faire nous-mêmes ce qu'il sait le mieux faire? L'idée, c'est au fond d'optimiser la symbiose... À mon avis, la question importante à ce stade-ci n'est pas tellement de savoir comment se faire comporter intelligemment l'ordinateur, mais plutôt comment en faire un support utile pour le processeur humain intelligent qui interagit avec lui" (p 4).</i></p>
Des environnements semi-intelligents	<p>Il s'agit donc de procurer aux apprenants des "environnements semi-intelligents".</p> <p><i>"Cela consiste à apporter de multiples outils de support, permettant à l'usager d'interroger, au gré de ses besoins, tel ou tel aspect de cet environnement afin d'y circuler plus facilement et de mieux l'utiliser. On pense, par exemple, à des possibilités de communication en langage semi-naturel, à des fonctions d'aide interactives, à des facilités d'auto-explication, à la possibilité d'interroger le système à plusieurs niveaux" (p. 4).</i></p>
L'ergonomie cognitive	<p>Ces environnements technologiques se conformeraient à une véritable "ergonomie cognitive" grâce à des interfaces avec l'usager évoluées et diversifiées, permettant divers modes pour appréhender le réel, le traiter et agir sur lui, car:</p> <p><i>"une caractéristique fondamentale de notre fonctionnement cognitif, c'est justement sa versatilité, sa capacité d'utiliser des stratégies multiples et variées" (p. 7).</i></p>
Les progrès des interfaces	<p>Après avoir mentionné le clavier, l'écran et la souris, l'auteur nous promet d'autres modes d'interaction avec l'ordinateur:</p>

**Des environnements
étagés et sans noyade**

"Avec les progrès au niveau du traitement de la parole qui s'annoncent pour la prochaine décennie, il s'ouvre de fabuleuses possibilités pour la conception des interfaces, sans doute aussi révolutionnaires que celles entraînées par l'avènement des écrans graphiques... Des outils sont également en voie d'expérimentation afin de rendre possible, dans un espace tridimensionnel simulé, le traitement sensorimoteur de l'information"... (p. 8).

Ces environnements technologiques semi-intelligents, riches et diversifiés, le groupe REPARTIR les voit "étagés", permettant un accès graduel aux connaissances (comme dans le cas de Logo et de HyperCard). Et le maître, indispensable, l'avons-nous dit, y joue un rôle "d'agent intelligent" pour éviter que les élèves ne se perdent ou ne se noient dans la richesse et la diversité...

**Une nouvelle
génération de logiciels
éducatifs**

Gilbert Paquette synthétise ainsi les tendances dans les logiciels de la deuxième vague informatique:

"Les outils de traitement des connaissances sont de plus en plus influencés par ce qu'on apprend sur le fonctionnement cognitif de l'être humain. A travers cette évolution, les approches traditionnelles et les outils informatiques utilisés en pédagogie se transforment rapidement.

Contrairement aux didacticiels classiques auxquels on peut les comparer, les tutoriels intelligents possèdent des connaissances sur le sujet à enseigner, sur l'élève et sur la pédagogie. Ils adoptent une approche misant sur l'activité de l'étudiant et où le tuteur électronique est avant tout un conseiller. Par ailleurs, les nouveaux langages de programmation comme Prolog ou Smalltalk, en se rapprochant davantage des processus cognitifs humains que les langages traditionnels, font de l'exercice de la programmation un outil plus utile pour l'apprentissage. Enfin, les logiciels-outils intelligents étendent les capacités des progiciels tels bases de données, tableurs, éditeurs de textes ou de graphiques. Ils permettent le traitement de connaissances de plus haut niveau dans un domaine d'étude donné, tout en aidant l'étudiant à développer des processus de pensée transférables à d'autres domaines.

Lorsqu'on examine ces nouveaux logiciels pédagogiques issus de l'intelligence artificielle, force est de constater que ces deux pôles qu'étaient "l'ordinateur machine-à-enseigner" et "l'ordinateur outil-de-l'élève" ne s'opposent plus aussi radicalement qu'auparavant. Ces trois grandes catégories d'outils favorisent une pédagogie active où l'élève est au centre du processus d'apprentissage."

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET ÉDUCATION.

par Gilbert Paquette

L'ordinateur est le premier de nos instruments qui étende nos facultés intellectuelles. L'intelligence artificielle ne fait qu'accélérer ce processus. Résultant de la rencontre de domaines aussi divers que la physiologie, la psychologie, la logique, la linguistique et l'informatique, elle contribue déjà fortement au développement de toutes ces sciences de l'intelligence. Elle est donc d'une importance capitale pour tout éducateur dont le rôle est justement de développer l'intelligence. Elle ouvre des possibilités éducatives nouvelles qui sont déjà aux antipodes d'une mécanisation de l'éducation.

B. MODÈLE GÉNÉRAL D'ÉVOLUTION DE L'ÉDUCATION

Une esquisse	Nous entendons présenter ici un modèle ou plutôt une rapide esquisse de ce que pourrait être l'évolution du système éducatif à moyen terme, c'est-à-dire sur une période de vingt ans, si l'on voulait planifier une réponse adéquate aux besoins éducatifs dénotés et aux attentes de la société post-industrielle
La même organisation	Il est entendu, dès le point de départ, qu'il ne serait pas possible de changer en profondeur, d'ici là, l'organisation scolaire générale. L'évolution est donc prévue à l'intérieur du système d'enseignement collectif actuel, en des locaux où se réunissent maîtres et élèves, dans des groupes hétérogènes, avec le ratio maître-élève habituel, avec des programmes précisés sous forme d'objectifs, avec un régime pédagogique viable, avec une administration scolaire centralisée dans des structures qui portent le nom de commissions scolaires et de ministère de l'Éducation...
Les buts	En gros on viserait à obtenir, progressivement et dans la mesure du possible: <ul style="list-style-type: none"> • chez les élèves, l'auto-apprentissage guidé et aidé; • chez les enseignants, la gestion et le support de l'autodidaxie et de la syndidaxie (ou apprentissage coopératif);

1. MODÈLE

Au premier cycle du primaire	<p>On n'apprendrait que les compétences de base, dans le sens où les entend le rapport de l'O.C.D.E. cité plus haut, et selon l'approche du traitement des connaissances que nous avons déjà résumée.</p> <p>En effet, pour que les élèves puissent un jour pratiquer l'auto-apprentissage, il faut qu'il y aient été formés dès le plus jeune âge et qu'ils y soient motivés, ou plutôt pas encore démotivés... Car, jusqu'à l'école, ils ont usé presque uniquement de l'autodidaxie plus ou moins guidée et aidée, mais sans avoir reçu de formation spéciale aux compétences nécessaires pour bien le faire. On consacrerait donc le premier cycle à leur apprendre à apprendre.</p> <p>Évidemment cette formation s'appliquerait sur des contenus, mais de façon intégrée, c'est-à-dire interdisciplinaire.</p> <p>Les maîtres pour ce niveau seraient spécialement formés à l'enseignement de ces compétences de base, par des études en psycho-pédagogie, en sciences cognitives et en traitement des connaissances.</p>
-------------------------------------	---

Ateliers de traitement des connaissances

Le ratio maître-élève ne pourrait guère dépasser un maître pour quinze enfants, comme à la maternelle.

La formation des élèves à ces compétences de base, qui ne peuvent être toutes acquises dans le jeune âge, se continuerait à travers tout le primaire et le secondaire non pas par des cours, mais par des "ateliers de traitement des connaissances" (A.T.C.), en dehors des matières, par des gens formés à ce nouveau domaine.

On regrouperait dans ces ateliers les temps et les ressources déjà impartis à divers cours traitant de sujets comme: résolution de problèmes; initiation à la technologie; introduction à l'ordinateur; introduction à la science informatique (I.S.I.); et les restes épars des anciens cours de méthodologie du travail intellectuel.

Les technologies de la deuxième vague informatique que nous avons décrites dans notre "problématique" seraient consacrées à la formation aux compétences de base puis aux A.T.C. Elles y seraient non seulement utiles, mais absolument nécessaires.

Au 2e cycle du primaire, au secondaire et au collégial

Pour l'ensemble des disciplines sauf pour les nouvelles compétences de base, on aurait recours, le plus possible et dans la mesure de la préparation des élèves à l'auto-apprentissage guidé et aidé par les maîtres.

Pour ce faire, on utiliserait au maximum les instruments et méthodes d'individualisation déjà mis de l'avant et testés dans le passé: modules écrits ou audiovisuels; ressources documentaires; didacticiels; simulations informatisées; enseignement par projets; options; cheminements particuliers; décloisonnement; enseignement par équipes; élèves seniors ou répétiteurs... On trouve un énoncé et une analyse des divers modes d'individualisation dans le document "L'enseignement individualisé" d'Olivier Pinsonneault, publié par la Direction de la technologie éducative du M.E.Q. en juin 1983. (Document D.66). Il donne aussi une bibliographie intéressante sur ce sujet.

Insistons ici sur le fait que l'auto-apprentissage pourrait et probablement devrait aller de pair, en alternance, avec l'apprentissage en groupes de diverses tailles comme cela se fait déjà. L'individualisation peut très bien se marier avec la "groupusculation". Le groupe pourrait même déborder la classe et s'ouvrir vers les autres écoles et le monde extérieur grâce aux télécommunications. L'autodidaxie pourrait être en même temps "syndidaxie" (ou apprentissage coopératif).

Les moyens d'individualisation seraient rendus efficaces par ce qui a le plus manqué dans le passé: l'aide informatisée au cheminement et à l'évaluation. Elle ne requiert pas de systèmes coûteux ni spécialement "intelligents". Les maîtres pourraient être assistés dans leurs préparations de cours et dans la gestion des dossiers par des systèmes de bureautique professorale dont certains existent déjà. Ce mode d'enseignement ne requerrait que peu de matériel informatique (pas un ordinateur par élève dans la classe...).

Le rôle des maîtres serait de guider, dépanner, évaluer les élèves. Pour les points difficiles à apprendre, il pourrait utiliser l'enseignement direct individuel ou en petits groupes.

Il aurait à s'occuper plus spécialement de toutes les "*différences*", le groupe-classe incluant non seulement garçons et filles, mais aussi les handicapés, les élèves en difficulté d'apprentissage, ou talentueux, et différentes ethnies ou cultures d'origine.

Parallèlement aux cours normaux, mais en dehors des divers "*champs*" d'enseignement, se tiendraient des "*ateliers de traitement des connaissances*" (A.T.C.) dont nous avons déjà parlé.

**"Dans le modèle industriel de l'école,
l'enseignant est le travailleur et l'élève est le
produit...
Dans l'école post-industrielle, l'enseignant est
le gestionnaire des apprentissages (tuteur, ins-
tructeur, évaluateur,...) et l'élève est le
travailleur"**

Denis P. Boyle

2. RÉFLEXIONS SUR LE MODÈLE GÉNÉRAL

	<p>Nous voudrions dessiner à grands traits les avantages, pour le système éducatif québécois, d'adopter un tel modèle. Qu'on nous pardonne le style un tantinet "<i>vendeur</i>" du texte qui suit, mais il est le fait de gens qui croient très fort à ce qu'ils proposent.</p>
L'eau sous les ponts	<p>Le modèle mis de l'avant peut sembler, à première vue, utopique.</p> <p>Mais n'oublions pas qu'il s'étend sur vingt ans. Si l'on considère les vingt années qui viennent de s'écouler, on s'aperçoit qu'en éducation beaucoup d'eau est passée sous les ponts, et que beaucoup de choses ont évolué dans les coutumes, les structures, les méthodes, les moyens et même les mentalités.</p>
Planification et continuité	<p>Et pourtant a manqué, au Ministère, une planification à moyen ou long terme. Nous proposons ici d'en faire une qui sera progressive et constituera une étape vers l'école du futur, tout en se situant en continuité avec les structures et modes de faire actuels, car nous choisissons une progression lente et nous réassumons les méthodes et stratégies déjà mises au point.</p>
La concurrence	<p>De toutes façons si nous ne faisons pas cette évolution, l'entreprise la fera. Elle va envahir un marché peu ou pas occupé en vendant directement aux parents et aux écoles un tas de "<i>quincaillerie et de mentalité</i>" plus ou moins didactique, quand elle n'atteindra pas directement les élèves dans le salon familial par la télévision interactive.</p>
La vraie qualité	<p>Ce modèle nous semble d'ailleurs la dernière chance, pour le système éducatif québécois de répondre aux exigences de vraie qualité de l'éducation, et en même temps, aux visées humanistes de notre système.</p> <p><i>"Vraie qualité"</i>, avons-nous dit, car ce modèle ne vise pas d'abord à augmenter la quantité de notions ou savoirs déversés magistralement sur l'élève, mais plutôt à augmenter l'assimilation et la construction personnelle de la connaissance par celui-ci.</p>
Un modèle plus explicite	<p>D'autre part, la formation prévue inclut explicitement dans les compétences de base des éléments qui étaient oubliés ou non-identifiés, comme la prise en compte de tous les acquis des enfants et de tous leurs modes d'appréhender l'information: les émotions, l'affectivité, les relations sociales, et les divers médias qui l'inondent depuis presque sa naissance.</p>

Plus de favoritisme	On couperait court, en adoptant ce modèle, aux accusations de favoriser toujours, en enseignement, certaines catégories d'élèves (comme les talentueux...). En effet, tout le monde bénéficierait de la même formation aux compétences de base, et des mêmes environnements dits " <i>enrichis</i> " par la technologie.
L'égalité des chances	On aurait le mérite de donner aux élèves de milieux défavorisés, plus de moyens pour combler l'écart qui les sépare des élèves plus favorisés par la culture, les expériences et les moyens logiques et langagiers (c'est la même chose...) qu'ils ont trouvés dans leur milieu avant leur scolarisation. Jusqu'à maintenant, le handicap ne faisait que s'agrandir au fil des ans. On agissait souvent à leur égard comme si une plus grande quantité de notions acquises pouvait accélérer le processus de leur apprentissage et leur permettre de rattraper les plus avancés. Or, en agissant au niveau des compétences de base, celles du traitement des connaissances; en aiguissant leur curiosité intellectuelle; en leur procurant les habiletés nécessaires pour apprendre seuls; on leur donnerait probablement plus de chances dans la course à l'acquisition... et à la construction du savoir.
Les différences	Du même coup on favoriserait une insertion sociale valable des handicapés et des immigrants, puisqu'ils seraient traités sur un pied d'égalité, avec les autres élèves, mais en tenant compte des " <i>différences</i> ". Cela ne devrait d'ailleurs pas empêcher qu'on alloue des ressources supplémentaires pour tenir compte des difficultés inhérentes à l'enseignement à certaines clientèles.
L'éducation au changement	À un moment où l'on insiste surtout, en enseignement professionnel, sur la formation précise à des tâches ou fonctions, en vue de développer l'employabilité immédiate, il serait bienvenu de proposer l'insistance sur les apprentissages de base permettant aux futurs travailleurs d'acquérir d'autres compétences, dans un monde d'emplois fluctuants et d'évolution rapide des technologies.
Dans les entreprises	D'ailleurs, dans les grandes entreprises, même au Québec, on tend vers un " <i>auto-apprentissage guidé par les pairs</i> " pour obtenir l'adaptation requise par ces fluctuations. Il en est ainsi chez Bombardier à Valcourt, chez la Domtar à Windsor et à la Banque nationale du Canada à Montréal. On y affirme que l'auto-apprentissage est plus efficace car il ne concerne que ce que chacun a besoin d'apprendre.
L'apprentissage à distance	De toutes façons il convient de former dès maintenant nos élèves à l'auto-apprentissage à distance qui va aller en se développant du moins pour les adultes, ainsi que le travail à domicile.

L'intégration

On remarquera que, dans le modèle proposé, l'intégration des apprentissages est situé en dehors de l'enseignement des matières. Elle est proposée au premier cycle du primaire où tout l'enseignement est intégré à partir de thèmes. Puis elle est placée dans les "*ateliers de traitement de connaissances*", en complément de l'enseignement des contenus disciplinaires.

Nous pensons en effet que l'enseignement des contenus des diverses disciplines peut difficilement être intégré, même en utilisant des grilles matricielles pour interrelier les objectifs à travers toutes les matières. Les programmes ont une structure logique d'organisation: des pré-requis, des fondements et des extensions, des séquences, des genres de discours qu'on ne peut pas démolir pour regrouper transversalement les objectifs semblables. Les objectifs, qui ne sont que des squelettes, sont, dans l'enseignement, revêtus d'un contexte, d'une chair de contenus. Ils perdent leur sens et leur saveur si on les en sépare. Il serait trop difficile aux professeurs de rassembler ces objectifs autour de thèmes différents des séquences disciplinaires. Ils devraient les tordre pour les faire entrer dans de nouvelles boîtes. C'est ce qui explique le fait que malgré 25 ans d'efforts, on ne soit pas vraiment arrivé à intégrer les enseignements des programmes d'études.

Ce ne sont justement pas les enseignements qui sont à intégrer: ce sont les apprentissages chez les élèves. C'est en eux que doit se réaliser l'alchimie de l'interrelation des savoirs entre eux. C'est pourquoi nous choisissons d'équiper et d'entraîner les enfants en vue de cette intégration dès le plus jeune âge scolaire. Par la suite, on ne fera que les y aider en leur fournissant des guides et des instruments dans des ateliers complémentaires.

Car l'intégration est difficilement compatible avec l'enseignement de programmes définis par objectifs et par matières.

Une étape

Enfin, en appliquant ce modèle, on préparerait la phase suivante de l'évolution du système éducatif, celle de la réforme complète de ses structures organisationnelles. Car on semble s'acheminer, dans les cinquante années à venir, vers plus d'autodidaxie, vers plus d'enseignement à distance, vers plus d'utilisation en éducation des technologies de l'information et des communications et il faudra tout repenser en fonction de ces données.

3. PRÉSUPPOSÉS AU MODÈLE

On ne pourra mettre en place ce modèle général d'éducation qu'après avoir réglé plusieurs problèmes préliminaires:

- a) la mise en modules du maximum de contenus des matières qui seront aptes à passer dans ce "*moulin*"
- b) l'élaboration de guides nécessaires pour l'auto-apprentissage et d'outils pédagogiques pour les maîtres en vue de l'aide à l'autodidaxie en diverses matières (entre autres des systèmes d'aide à la décision pédagogique)
- c) la mise en place de ressources documentaires liées aux contenus: documents écrits, audiovisuels, informatisés (ou hyper-médiatisés...)
- d) la mise en place de systèmes d'aide à l'accès aux ressources documentaires
- e) la sélection et la mise au point de systèmes de gestion de l'autodidaxie et de la syndidaxie permettant:
 - une véritable interaction pédagogique
 - l'évaluation formative avec la détection non seulement des erreurs mais des causes des erreurs
- f) la mise en place de systèmes de bureautique professorale pour faciliter les tâches cléricales
- g) la mise au point de nouvelles méthodes et de nouveaux instruments d'évaluation sommative adaptés à l'autodidaxie ou à la syndidaxie guidée
- h) la formation des maîtres au guidage, à l'aide, et à l'évaluation de l'auto-apprentissage... et la mise en place du support pédagogique
- i) la formation des spécialistes de l'enseignement des compétences de base, pour le premier cycle du primaire et pour les A.T.C.
- j) l'achat de matériel informatique capable de porter les systèmes nécessaires aux diverses fonctions technologiques... sans oublier le soutien technique lié à ce matériel.

Plan ou modèle?

Il est évident que le modèle d'évolution présenté ici ne veut pas décrire par avance ce que sera dans vingt ans la réalité du système scolaire. Il s'agit d'un modèle de référence pour servir de base à la discussion prospective ou de phare pour les décisions politiques. Comme le dit le mot, ce n'est pas un "*plan*", ce n'est qu'un modèle, donc une maquette de travail ou une esquisse.

UN EXEMPLE D'A.T.C. AVEC UN LOGICIEL HYPERMEDIA D'EXPLORATION

par Gilbert Paquette

Le logiciel JE DÉCOUVRE LE QUÉBEC, réalisé par le groupe Micro-Intel, regroupe des connaissances sous forme de cartes et de fiches sur le Québec, ses régions, quatre-vingt de ses principales villes et un certain nombre d'activités touristiques que l'on peut faire dans ces régions. Ces connaissances devront être complétées par l'élève qui aura à consulter: atlas, manuels, cartes routières et guides touristiques et à inscrire le résultat de sa recherche dans le logiciel.

Les activités proposées constituent un projet où l'élève joue le rôle tantôt d'un agent de voyage, tantôt d'un guide touristique. Pour bien jouer ces rôles, il doit connaître davantage de faits sur le Québec et surtout établir des liens entre différentes caractéristiques des villes et des régions telles les activités touristique, la population, le climat, les occupations et les produits des régions. L'élève peut utiliser un certains nombre d'outils ce faire:

- naviguer de façon non linéaire dans les fiches et les cartes géographiques,
- chercher des informations répondant à certains critères qu'il détermine,
- ordonner les informations en fonction d'un critère qu'il choisit,
- faire exposer les résultat d'une recherche sur une carte géographique,
- inscrire de nouvelles activités sur la carte d'une région,
- faire tracer des graphiques en bâtonnets des informations.

A l'aide de ces outils l'élève devra résoudre des problèmes qui lui sont posés ou qu'il formulera lui-même: déterminer quelles villes ou régions répondent le mieux aux centres d'intérêts de certaines personnes; tracer des itinéraires touristiques en tenant compte des distances; établir des liens entre les caractéristiques des régions et en vérifier la validité.

Un A.T.C. au primaire

Claire Taillon
Professeure au primaire
École Champlain, C.É.C.M.

Claire est une enseignante de 5e année au primaire. Voici son projet pour un atelier de traitement des connaissances.

Projet de bande dessinée:

Ce projet sera à court (1 sem.) ou à moyen terme (3 sem.). Il sera axé sur l'environnement ou le vécu des élèves et offrira la possibilité d'atteindre plusieurs objectifs dans presque toutes les matières.

1ère étape: • en groupe classe, faire ressortir les caractéristiques propres à la bande dessinée par une mise en commun de données, en combinant des capsules d'information, des démonstrations et une rétroaction constante avec les élèves.

• déclencher une implication de la part des élèves: "Mon père a acheté la dernière bande dessinée de Hergé..."

Les réponses personnelles à ce coup de sonde en diront long sur l'intérêt suscité.

2e étape: • exploration guidée au centre de ressources documentaires avec la collaboration de la personne ressource.

• par petits groupes (2 ou 3 élèves) parcourir sur les vidéodisques divers types de bandes dessinées - western, traditionnel, ludique, aventurier, fantastique, - en observant les caractéristiques: onomatopées, discours direct, phylactères (bulles).

3e étape: • préparation à la situation d'écriture:

1. en grand groupe, on reprend au tableau électronique (acétate électronique reliée à l'ordinateur) tout ce qu'on a pu remarquer ou retenir depuis le début du projet;

2. par petits groupes, (2 ou 3 élèves) réaliser un exercice préalable de scénarisation en ordonnant une suite de vignettes (8) pour transmettre un message cohérent au reste du groupe.

4e étape: • simulation du mandat d'un bédéiste qui est soumis à des contraintes de format, de clientèle;

En équipe (2 ou 3 élèves), on détermine:

- le message que l'on veut transmettre (pour qui, pour quoi);
- le nombre et le caractère des personnages à mettre en scène;
- le format qui semble approprié pour un affichage dans une autre classe ou dans les corridors de l'école.

- Puis on tente un essai d'écriture qui sera réinvesti dans le grand groupe pour correction collective.

On utilise un traitement de texte avec un système idéateur et planificateur.

5e étape: • simulation sur ordinateur des successions d'images et de la place des bulles, grâce à un traitement graphique, toujours avec la collaboration de la personne-ressource, qui assumera particulièrement le soutien technique et l'organisation de la séance de travail.

6e étape: • production:

Une merveilleuse occasion de pratiquer diverses opérations mathématiques et mettre à profit les arts plastiques. Il faut se préoccuper de dimensions, de couleurs, d'esthétisme, etc...

Les travaux s'effectueront en équipes de 2 ou 3 élèves, sous la supervision attentive de Claire qui n'aura plus qu'à orienter attentivement les efforts de réflexion et de concrétisation.

On utilisera un système d'aide à la création de dessins et de peinture, générant automatiquement des formes grâce aux fractales de Mandelbrot.

On dispose aussi d'une bande spécialisée en dessins stylisés de personnages, animaux, machines, sites, bâtiments, etc.

Les couleurs sont réalisées grâce à un système automatique manipulant une palette de plus d'un million de possibilités.

C. ACTIONS À ENTREPRENDRE

	<p>Comme on le voit, la transformation d'un système éducatif uniformisé, normalisé, collectivisé en un système d'auto-apprentissage généralisé ne pourra pas se faire par la seule magie de l'irruption de technologies, si "<i>intelligentes</i>" soient-elles.</p> <p>Il y faudra la conviction et la collaboration de tous les intervenants; la mise en place progressive des formations et des ressources nécessaires; mais aussi des "<i>déclencheurs</i>" pour attirer l'attention et... l'intention du grand public et des pouvoirs politiques.</p> <p>Le groupe REPARTIR propose donc au ministre de l'Éducation, de l'Enseignement Supérieur et de la Science, les recommandations suivantes:</p>
Information	<p>Afin d'éveiller l'attention des divers intervenants sur les possibilités de faire évoluer le système éducatif grâce aux nouvelles technologies de l'information:</p>
Recommandation no 1	<p>que le présent rapport, en tout ou en partie, soit diffusé auprès des personnes concernées au ministère de l'Éducation, au ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Science, dans les réseaux scolaire, collégial et universitaire et auprès des syndicats et des associations professionnelles.</p>
Recommandation no 2	<p>qu'un colloque soit organisé en 1990 sur le thème "L'école de demain et les nouvelles technologies de l'information" et qu'il regroupe tous les organismes concernés.</p>
Continuité	<p>Pour que soit assurée la continuité entre la situation présente des technologies en éducation et leur utilisation judicieuse dans l'école de demain:</p>
Recommandation no 3	<p>que soit élaboré un véritable plan officiel pour prendre la relève du "plan de développement de la micro-informatique" dont l'application prend fin en 1990.</p>

<p>Recommandation no 4</p>	<p>que soit institué, au ministère de l'Éducation et au ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Science, un projet spécial de prospective et de planification sur "L'école de demain et les nouvelles technologies de l'information". Il aurait comme rôle d'explicitier ce projet, de chiffrer les besoins budgétaires liés à ces recommandations et de planifier leur mise en application.</p>
<p>Recommandation no 5</p>	<p>que soit créée, le cas échéant, par le Conseil supérieur de l'éducation, le Conseil des collèges et le Conseil des universités une commission permanente mixte sur le même sujet.</p>
<p>Recherche, développement, expérimentation</p>	<p>Afin de promouvoir la recherche, le développement et l'expérimentation "in situ" dans le domaine de l'utilisation des nouvelles technologies de l'information pour l'évolution du système éducatif:</p>
<p>Recommandation no 6</p>	<p>que le réseau éducatif puisse continuer à disposer d'un organisme de recherche-développement en applications pédagogiques de l'ordinateur du genre d'APO-QUÉBEC actuellement; que cet organisme soit, de plus, doté d'une mission claire de recherche et développement liés à la prospective en technologie éducationnelle et des moyens de les réaliser; et qu'il puisse faire fonction d'Agora pour les échanges et la concertation des chercheurs dans ce domaine.</p>
<p>Recommandation no 7</p>	<p>que certains établissements primaires, secondaires et collégiaux soient dès maintenant dotés des moyens et des ressources d'enrichissement pour expérimenter en éducation les techniques et les produits les plus avancés de l'informatique applicables à la pédagogie.</p>

Action-pilote

Afin que les intervenants du milieu éducatif puissent se faire une idée claire des véritables possibilités des nouvelles technologies de l'information dans le domaine de l'auto-apprentissage guidé et aidé, nous proposons l'opération APPRENTI: Action-pilote de personnalisation et de responsabilisation de l'éducation grâce aux nouvelles technologies de l'information:

Recommandation no 8

que soient produits pour 1993; en se servant de toutes les avancées actuelles de la technologie informatique et de la science cognitive; des prototypes multidisciplinaires ouverts; favorisant l'auto-apprentissage guidé et aidé; et permettant plusieurs modes d'apprentissage.

- Ces produits-types seraient pensés et conçus dans le contexte d'utilisation scolaire, et seraient accompagnés de scénarios de mise en classe
- Ils seraient le fruit d'une équipe pluridisciplinaire mettant à contribution des enseignants du monde scolaire et des CEGEP, des universitaires et des gens des compagnies de production
- Ces prototypes seraient réalisés grâce à la conjonction des lieux de recherche-développement et d'expérimentation déjà mentionnés aux recommandations nos 6 et 7.
- Une fondation impliquant l'industrie et le monde des affaires pourrait être mise sur pied pour aider à leur financement.

Programmes d'études

Afin de mettre l'ensemble du système éducatif à l'heure des technologies avancées:

Recommandation no 9

que tous les programmes d'enseignement soient revus afin de tenir compte de la place des nouvelles technologies de l'information dans les différents secteurs de la vie professionnelle, économique, sociale, culturelle, artistique, ludique, sportive...

Équipements

Pour pouvoir porter les applications entrevues de la deuxième vague informatique, point n'est besoin de prévoir une entrée massive de matériel informatique, dans le style "*un ordinateur par élève*". Mais il faudra bien mettre en classe les outils nécessaires à l'élaboration de matériel d'individualisation; à l'acquisition des compétences informatiques requises chez les élèves; à l'exercice de la bureautique professorale. Il faudra aussi penser à la possibilité d'utiliser un matériel évolué de la deuxième vague: pour la gestion des ressources documentaires; pour l'accès à ces ressources; pour la gestion et l'évaluation de l'individualisation; pour le support pédagogique aux enseignants; pour le développement progressif chez les élèves des compétences de traitement des connaissances; et aussi pour les laboratoires ou les "*centres d'enrichissement*":

Recommandation no 10

que le parc informatique actuel soit complété pour couvrir les besoins éducatifs des élèves et les besoins de formation des enseignants dans l'ensemble des établissements éducatifs, à tous les niveaux et dans tous les ordres d'enseignement.

Recommandation no 11

que, dans le renouvellement à venir du matériel informatique pour les divers ordres d'enseignement, on prévoie la mise en place progressive de systèmes informatiques (matériels et logiciels) comportant des architectures de mise en réseau; capables de gérer des mémoires de masse à très grande capacité, des périphériques avancés et d'hypermédia; de supporter des utilisations de traitement des connaissances; et de réassembler les applications informatiques déjà existantes.

Logiciels

Si l'on veut obtenir à moyenne échéance une personnalisation maximale de l'apprentissage, il faut, dès aujourd'hui, en prendre les moyens:

Recommandation no 12

que soit entreprise dès maintenant, par les organismes chargés de la production informatique en éducation, l'élaboration de logiciels aptes à favoriser l'individualisation de l'enseignement et l'auto-apprentissage.

Formation, support et encadrement

On ne peut se mettre à former dès maintenant tout le corps enseignant en vue de l'individualisation de l'enseignement, à une échéance de vingt ans. D'ailleurs une grande partie de leurs effectifs sera renouvelée d'ici là. Mais on peut déjà éveiller les maîtres à cette problématique:

Recommandation no 13

qu'une entente entre les organismes des deux ministères concernés amène les facultés des sciences de l'éducation des universités à inclure dans la formation des futurs maîtres une préparation à l'utilisation des nouvelles technologies de l'information pour la gestion et le support à la personnalisation des apprentissages en contexte de classe.

Recommandation no 14

que les maîtres en exercice soient éveillés aux possibilités éducatives des outils de la deuxième vague informatique et soient progressivement reformés en vue de leur utilisation pédagogique.

Recommandation no 15

que des ressources de support et d'encadrement techniques et pédagogiques soient progressivement mises en place aux paliers provincial, régional et local, en vue d'aider le corps enseignant à réaliser cette évolution de la pédagogie

CONCLUSION

La peur?

Avouez que vous avez eu peur en lisant notre Introduction: "*Encore des illuminés qui veulent nous vendre leurs salades, ou des publicistes qui veulent nous vendre des ordinateurs...*"

Eh bien, non, il s'agissait d'abord de pédagogie plutôt que d'informatique. La preuve se trouve sur la page couverture: Le titre commence par: "**L'école de demain**" et "**les nouvelles technologies de l'information**" viennent en second. Ce titre dénote donc plus d'attention à l'humain qu'à la machine. Bref, il s'agit d'une vision prospective d'une école post-moderne.

Notre propos?

Pour les lecteurs pressés qui commencent par la fin, ou pour les décideurs qui n'ont pas de temps à perdre, résumons rapidement nos arguments:

- Le deuxième wagon informatique dit "*intelligent*" commence à entrer en gare.
- Il est lié à tout un contexte évolutif qui entraîne l'école.
- Il nous promet monts et merveilles. Mais, comme le précédent, il coûte très cher... et plus encore.
- Tôt ou tard, il va s'introduire dans le système éducatif, malgré les résistances, à cause de l'osmose naturelle entre école et vraie vie (on n'a pas encore inventé "*l'école blindée*" ni "*les gilets pare-informatique*").
- Il faut prévoir dès maintenant sur quel rail le faire entrer, pour qu'il serve au maximum: là où existent les besoins les plus pressants et où aucun moyen connu jusqu'à maintenant n'est efficace.
- En ces noces d'argent du Rapport Parent et du MEQ, on s'aperçoit que certaines des promesses les plus élevées et les plus gratifiantes du contrat de mariage n'ont pu être réalisées, faute de stratégies et de moyens suffisants. On voulait un "*préceptorat*" et l'on n'a mis en place que les structures et les outils d'un "*enseignement collectif*".
- Nous proposons que l'on consacre toutes les nouvelles ressources informatiques à la mise sur pied progressive d'ici vingt ans, en préparation des noces d'or, d'un "*préceptorat collectif*" permettant la personnalisation et la responsabilisation de l'apprentissage pour nos élèves, dans un système qui resterait encore de type collectif.

- L'accent principal serait mis sur l'acquisition, grâce aux nouvelles technologies, des "*compétences de base*", révisées selon la l'approche cognitiviste du traitement des connaissances, au premier cycle du primaire, et, par la suite, dans des "*ateliers de traitement de connaissances*".
- Pour le second cycle du primaire, pour le secondaire et le collégial, on passerait progressivement à un enseignement individualisé réassumant toutes les méthodes et tous les moyens déjà connus, mais en les rendant efficaces par une gestion informatisée.
- Le rôle des maîtres deviendrait petit à petit celui de "*guides et aides à l'autodidaxie ou à la syndidaxie*".

Des actions?

Pour y arriver, nous avons proposé quelques moyens simples:

- la diffusion de l'information sur un tel projet
- la création de "*structures de continuité*" qui permettraient sa réalisation
- une action-pilote appelée APPRENTI
- l'harmonisation des programmes
- la mise en place progressive d'environnements informatiques adéquats
- l'évolution de la formation des maîtres.
- Ces gestes sont loin de paraître utopiques. Ils peuvent même sembler modestes pour un projet d'ensemble aussi grandiose. Mais ils se veulent seulement "*déclencheurs*" pour entraîner la conviction. Le reste dépendra des choix politiques.

Refaire le monde?

Comme vous le voyez, il est facile de refaire le monde, même le monde éducatif, en quelques heures.. sur le papier. Mais nous pensons que ce projet est réalisable; parce qu'il se situe en continuité avec le système scolaire actuel; parce qu'on en aurait les moyens sans y consacrer des ressources démesurées; parce que les avancées technologiques et cognitivistes le permettent; parce qu'il va dans le sens souhaité par bon nombre d'enseignantes et d'enseignants; parce que ce serait un beau défi pour la collectivité québécoise en termes d'enjeux politiques.

Et le post-scolaire?

Nous n'avons guère abordé dans ces pages que le niveau scolaire, c'est-à-dire les ordres primaire et secondaire. Si nous avons peu parlé du collégial et de l'université, ce n'est pas par oubli. C'est tout simplement parce que l'on n'a pas à s'en préoccuper beaucoup, pour l'instant du moins. Au moment où les élèves, formés dès le primaire à l'auto-apprentissage arriveront à ces niveaux, ils déclencheront une demande d'enseignement individualisé qu'on ne pourra pas leur refuser sous peine de *"lendemains qui chantent"*. Cependant, il faudra y penser assez tôt pour qu'au moment de passer aux ordres d'enseignement supérieur les étudiants trouveront déjà à leur disposition les *"self-services"* de pitance intellectuelle. Espérons que ce ne seront pas seulement des *"fast-foods"* de nourriture standardisée, édulcorée ou surgelée-réchauffée.

D'autre part les instances responsables de ces niveaux voudront peut-être devancer ces échéances, surtout en ce qui concerne l'enseignement aux adultes. Il serait donc souhaitable que les différents intervenants accordent leurs flûtes à temps pour ajuster l'évolution de l'ensemble du système éducatif.

Les étapes de l'informatisation?

Ainsi se réaliserait, au Québec, la troisième phase de l'informatisation scolaire.

- La première, de 1969 à 1982, a consisté à brancher toutes les commissions scolaires et les collèges sur des systèmes centraux, puis, à partir de 1979, à leur procurer des mini-ordinateurs interactifs. C'était l'ordinateur au service de la gestion.
- La deuxième, de 1982 à nos jours, a vu, dans les écoles et dans les classes, l'envahissement des micro-ordinateurs, au service de la démythification et de l'enseignement collectif.
- La troisième, à partir de maintenant, verra l'arrivée des super ou hypermicros de la deuxième vague informatique, celle du traitement des connaissances, au service de l'autodidaxie guidée.
- Ainsi se préparera l'étape qui viendra probablement plus tard: l'autodidaxie à distance, dans un système scolaire dont les structures auront été refondues...?

Trop tard?

L'auto-apprentissage guidé et aidé, à l'intérieur de structures de type collectiviste, pour l'an 2010, ne sera-ce pas trop tard? L'école, retenue par l'amarrage de ses traditions et la mode rétro; poussée par le grand vent des événements socio-économiques du monde ambiant; tirée par les désirs conquérants des élèves, n'aura-t-elle pas déjà éclaté?

Non, si les décideurs, pour réaliser ce grand projet, savent rassembler à temps toutes les forces divergentes dans le grand faisceau du consensus social. Il y a là de quoi donner un nouveau souffle à la *"politique scolaire"*.

Post-industrialisation?

Bien sûr, on sera quand même un peu en retard, comme d'habitude, mais c'est ce qui fait "*le charme vieillot*" de l'école.

Le grand mot "*post-industrialisation*" appliqué à l'éducation par notre Introduction, a dû en faire frémir plus d'un. Nous ne vous en avons presque plus reparlé par la suite, mais nous n'en avons pas perdu l'idée, et ce que nous proposons y est bien conforme. Rappelons ce que nous écrivions en page 30:

"la consommation est en train de passer, sous nos yeux, à l'ère post-industrielle. Ce qui la caractérise est le retour à l'accent sur la "personnalisation" du produit en fonction du client, comme à l'ère artisanale. Mais on ne produit plus les articles un à un avec des outils simples, par la force et l'adresse des mains. On utilise des machines assistées par les nouvelles technologies de l'information, ce qui permet l'adaptation des biens à chaque demandeur ou groupe de demandeurs. Ce n'est pas un retour à l'artisanat: c'est une avancée dans l'ère informationnelle."

Selon notre modèle général, l'apprentissage suivrait la même évolution. Il serait "*personnalisé*", dans une relation avec un ou des maîtres. Il serait adapté à chaque apprenant, tout en se situant dans un groupe. Cette adaptation ne se ferait pas par un retour à l'artisanat et l'utilisation d'outils simples comme l'ardoise effaçable, mais au contraire par l'adoption des nouvelles technologies de la connaissance.

Cette nouvelle relation pédagogique ne serait pas basée sur la "*quantité*" de produits à faire passer dans l'estomac cérébral des consommateurs scolaires, mais sur la "*qualité*" des compétences de bases acquises par les apprenants, grâce à l'auto-apprentissage guidé et soutenu par des spécialistes de la communication pédagogique et du traitement des connaissances.

Oui, nous le réaffirmons:

"Il est grand temps, et il est possible de post-industrialiser l'éducation".

Prospective ou retour aux sources?

Étrange prospective, en fait, qui propose pour l'avenir un retour aux sources éducatives, celles du rapport Parent, mais en utilisant, cette fois-ci, les stratégies et les ressources technologiques d'aujourd'hui et de demain.

C'est un retour à la ligne de départ, mais pour mieux REPARTIR.

**"Tout notre système d'éducation est à revoir.
Il ne s'agit pas de consacrer des années à
rédiger un nouveau rapport Parent. Il faut
agir rapidement."**

Serge Godin
L'actualité, oct. 1989, p. 22

BIBLIOGRAPHIE

I. Documents déposés par les membres du groupe REPARTIR

- D.0 Meynard, F. (1986). "Horizon 95". Montréal: ministère de l'Éducation, DTE.
- D.00 Meynard, F. (1988). "Le vrai visage de 95". Montréal: ministère de l'Éducation, DTE.
- D.1 Meynard, F. (1988). Quoi de neuf sur les systèmes-experts, in "Bip-Bip", no 49. Montréal: ministère de l'Éducation, DRD.
- D.2 Meynard, F. (1988). L'ermite du lac Kempt, in "Bip-Bip", no 49. Montréal: ministère de l'Éducation, DRD.
- D.3 Quentin, I. (mars 1988). "L'importance de la détermination des besoin pédagogiques et humains en face des nouvelles technologies de l'information en éducation 1988-1995...". Montréal: Groupe REPARTIR, non publié.
- D.4 Arcouet, M. (1988). "Bibliographie directement utilisée". Granby: Commission scolaire Meilleur, Laboratoire CSRM, non publié.
- D.5 Arcouet, M. (1988). "Glossaire". Granby: Commission scolaire Meilleur, non publié.
- D.6 Morin, B.A., et al. (1984). "Une proposition face à l'analyse des besoins en logiciels: plan de développement du ministère de l'Éducation". Québec: ministère de l'Éducation, DGDP.
- D.7 Comité interne de programmation en micro-informatique. (1986). "Les besoins prioritaires de logiciels éducatifs". Montréal: ministère de l'Éducation
- D.8 Dalois, M. (1988). "Ordinateur: machine pour raisonner". Québec: Groupe REPARTIR, non publié.
- D.9 Carrières à l'aube des années 90. (1987, 3 mars). "Le Soleil".
- D.10 Coulombe, C. (1988). "L'I.A. dans le monde, la place du Québec". Montréal: Groupe REPARTIR.
- D.11 Arcouet, M. (1988). "Les interfaces-usager". (Document de travail présenté à REPARTIR). Montréal: non publié.
- D.12 Cloutier, J.-F., Malo, F. (1987). "L'interface-usager: principes de communication entre l'humain et l'ordinateur. Planification de la production des avis". Montréal: ministère de l'Éducation du Québec, DTE.
- D.13 Dalois, M. (1985). "Le langage APL sur micro". Texte présenté au colloque de l'AQUOPS, Université Laval, Québec.
- D.14 John Naughton Systems Group. (1986). "Artificial Intelligence: Applications to Training". (A Research Study by The Open University for The Training Technology Section of MSC).
- D.15 Paquette, G. (1989). "Les environnements d'apprentissage intelligents". Montréal: Télé-Université (in Paquette, G et alii: L'intelligence artificielle, comprendre et prolonger l'intelligence humaine).

- D.16 Park, O.-C., Perez, R.S., Siedel, R.J. (1987). "L'enseignement intelligemment assisté par ordinateur (EIAO)". (Traduit par C. Camirand). USA: Army Research Institute.
- D.17 Paquette, G. (1987). "La conception de logiciels-outils intelligents supportant l'activité scientifique à l'école (rapport d'étape sur le projet LOUPE)". Québec: Télé-Université.
- D.18 Société de gestion du réseau informatique des commissions scolaire (1988). Résultats de l'enquête sur la situation de la micro-informatique à des fins pédagogiques, in "Micro-Express, 5(10)".
- D.19 Meynard, F. (1987). La mangouste et le serpent. in "Bip Bip", 47.
- D.20 Riche, M.F. (1988). America's New Workers, in "American Demographics", February 1988, p. 1-7
- D.21 Kikkawa, M. (1987). APL in Japanese High School, in "Vector", 4(4), 26-34
- D.22 Lessard, C. (1988). "Le devenir de l'école québécoise dans la loi scolaire et dans les tendances de l'éducation". Conférence prononcée lors de la réunion générale des cadres du MEQ, Québec.
- D.23 Létourneau, L. (1988). L'enseignement de l'an 2000, in "Education Canada", printemps 88, 18-24.
- D.24 Bertrand, Y. (1986). "Vers l'école de l'an 2000". Québec: ministère de l'Éducation.
- D.25 Lamarre, M. (1987). "Tendances de l'évolution de la société québécoise et priorités qui s'en dégagent pour l'éducation". Québec: Conseil supérieur de l'éducation.
- D.26 Groupe de travail sur la télématique en éducation. (1983). "Rebâtir l'avenir". Québec: non publié, 14-23
- D.27 Park, O.-C. (1988). Functional Characteristics of Intelligent Computer-Assisted Instruction: Intelligent Features, in "Educational Technology", June, 7-14.
- D.28 Meynard, F. (1988). L'été, in "Bip Bip", 50, 57-59.
- D.29 Morin, B., Pinet, N. (1988). "Évaluation des besoins". Québec: Groupe REPARTIR
- D.30 Bernstein, A., Ehrlich, E., Garland, S.B., Hammond, K.H., Nussbaum B., Pennar, K., Therrien, L. (1988). Needed: Human Capital, in "Business Week", September 1988, 100-141
- D.31 Hopfield, J.J., Tank, D.W. (1987). Collective Computation in Neuronlike Circuits. in "Scientific American, numéro spécial, 54-61.
- D.32 Hillis, W.D. (1987). The Connection Machine. in "Scientific American", numéro spécial, 62-67.
- D.33 Foley, J.D. (1987). Interfaces for Advanced Computing. in "Scientific American", numéro spécial, 62-67.
- D.34 Lenat, D.B. (1984). Computer Software for Intelligent Systems. "Scientific American", numéro spécial, 68-75.
- D.35 Rhéault, M. (1988). Les systèmes-experts. in "Micro-Gazette", octobre 1988, 6-7.
- D.36 Meynard, F. (1986). "Echos d'un voyage dans le futur français". Montréal: Ministère de l'Éducation, DTE.

Bibliographie

- D.37 Aubé, M., Bracke, D. (1987). Apprendre à utiliser l'environnement Smalltalk-80 au secondaire. in "Bip-Bip", 48.
- D.38 Meynard, F. (1987). Les apports possibles de l'intelligence artificielle à l'éducation préscolaire. in "Bip-Bip", 47.
- D.39 Arcouet, M. (1988). "Synthèse des travaux du laboratoire d'intelligence artificielle de Granby". Document de travail provisoire. Granby: non publié.
- D.40 Gouvernement du Québec. (1988). "L'éducation en 1988-1989". Québec: Gouvernement du Québec.
- D.41 Ministère de l'Éducation. (1988). "Indicateurs sur la situation l'enseignement primaire et secondaire". Québec: Ministère de l'Éducation, DRD.
- D.42 "Colloque francophone sur la didactique de l'informatique". (Septembre 1988). (Actes - version distribuée aux participants). Paris: Université René Descartes.
- D.43 Aubé, Michel. (1989). "Des outils informatiques pour l'éducation de demain". Sherbrooke: Groupe REPARTIR.
- D.44 Marmen, L. (1988). "L'industrie québécoise du logiciel". Québec: Gouvernement du Québec, ministère de l'Industrie et du Commerce.
- D.45 Harkins, H. (1981) "Ethnobiological/Ethnocentric Symbioses in Teacher Preparation". (Proceedings of the Twenty-fifth Annual North American Meeting of The Society for General Systems Research With The American Association for The Advancement of Science), 192-195.
- D.46 Centre pour la recherche et l'innovation dans l'enseignement. (1986). "Technologies de l'information et apprentissages de base. Rapport général". (Conférence internationale de représentants nationaux et d'experts). Paris: Organisation coopérative pour le développement économique.
- D.47 Danvoye, P. (1988). "Mémoire - Plan de développement de la micro-informatique - Bilan évaluatif des actions du Ministère, 1983-1984 à 1988-1989". Québec: Ministère de l'Éducation, DGERD.
- D.48 Société de gestion du réseau informatique des commissions scolaire (1988). "Prospectives 95". Montréal: GRICS.
- D.49 Société de gestion du réseau informatique des commissions scolaire (1988). "Prospectives 95. Outils de réflexion". Montréal: GRICS.
- D.50 Désautels, R. (1989). "Clear ou Paste. L'ordinateur et le développement du langage et de la pensée". Montréal: auteur.
- D.51 Fortin, M.-C. (1989). Des robots qui parlent québécois. in "Forum", février 1989, 4-5.
- D.52 Staff. (1988). Report on The Nation. in "The Financial Post", Winter 1988-1989, 84-95.
- D.53 Boyer, H., Lamontagne, C., Roberge, M. (1989). "Logo Twenty Years Later: From a Still Ambiguous "Theory" to a Still Ambiguous "Reality"". Ottawa: University of Ottawa, School of Psychology.
- D.54 Giroux, L., Larochelle, S. (1987). "L'ergonomie cognitive des systèmes informatiques: état de la question et pistes de recherche". Montréal: Université de Montréal et CCRIT.
- D.55 Meynard, F. (1989). "La cognitive et moi". Montréal: non publié.

- D.56 Drucker, P.F. (1989). How Schools Must Change. in "Psychology Today", May 1989, 18-20.
- D.57 Conseil supérieur de l'Éducation. (1987). "Les visées et les pratiques de l'école primaire. Avis". Québec: Conseil supérieur de l'Éducation.
- D.58 Conseil supérieur de l'Éducation. (1987). "Le perfectionnement de la main-d'oeuvre au Québec: des enjeux pour le système d'éducation. Avis". Québec: Conseil supérieur de l'Éducation.
- D.59 Conseil supérieur de l'éducation. (1988). "Rapport annuel 1987-1988 sur l'état et les besoins de l'éducation. Le rapport Parent, vingt-cinq années après". Québec: Conseil supérieur de l'Éducation.
- D.60 Bélanger, M. (1989). "Manifeste de REPARTIR: réactions de l'AQUOPS". Montréal: non publié.
- D.61 Bélanger, M. (1989). "Réactions de l'APOP: propositions pour la partie C du rapport". Montréal: non publié.
- D.62 Ministère de l'Éducation. (1987). "L'emploi et les carrières à l'aube des années 90". Québec: Ministère de l'Éducation.
- D.63 Aubé, M. (1989). "Les nouvelles technologies de l'information et la relation pédagogique". (Conférence d'ouverture donnée au septième colloque annuel de l'AQUOPS). Sherbrooke: Université de Sherbrooke.
- D.64 UNESCO. (1989). "Education et informatique". (Conclusions générales, recommandations et nouvelles activités suggérées au Congrès international). Paris: UNESCO.
- D.65 Staff. (1989). Computers in School: a Loser or a Lost Opportunity? in "Business Week". 17 juillet 1989, 108-112.
- D.66 Pinsonneault, O. (1983). "L'enseignement individualisé". Montréal: Ministère de l'Éducation, DTE.
- D.67 Cloutier, J.-F., Malo, F. (1989). "De la plume d'oie à la souris. Recherche d'une didactique générale du traitement de l'information fondée sur la manipulation informatique d'objets visuels". Montréal: Commission des écoles catholiques de Montréal.
- D.68 Cloutier, J.-F. (1989). "La deuxième vague de l'intelligence artificielle et des implications en éducation". Montréal: Groupe REPARTIR.
- D.69 Arcouet, M. (1989). "L'intelligence artificielle en éducation" - Rapport à l'intention de la Direction des ressources didactiques. Granby: Commission scolaire des Cantons.
- D.70 Doyle Peter P. "Endangered Species CHILDREN OF PROMISE", in "Business Week", 1989 Special Bonus Issue, McGraw-Hill p. E1-E138

II Ouvrages de références

Bibliographie concernant l'intelligence artificielle et la représentation des connaissances

- Anderson, J.R. (1983). "The Architecture of Cognition". Cambridge, MA Harvard University Press.
- Anderson, J.R. (1980). "Cognitive Psychology and its Implications. San Francisco, CA: Freeman.
- Anderson, J.R., Greeno, J.G., Kline, P.F., Neves, D.M. (1981). Acquisition of problem solving Skill. Anderson, J.R. "Cognitive Skills and Their Acquisition". Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Arcouet, M., Cloutier, J.-F. (1988). ISI et les paradigmes de programmation. in "Le Bus", 5(2), 5-9.
- Aussenac, N., Michez, B. (1988). M.A.C.A.O.: Application d'un modèle psychologique à la réalisation d'un outil d'aide à l'acquisition des connaissances. in "Représentation du réel et informatisation", 26-27 ma 1988. Saint-Étienne (France).
- Barr, A., Feigenbaum, E.A. (1982). "The Handbook of Artificial Intelligence". Los Altos, CA.
- Cauzinille-Marmeche, E., Mathieu, J. (1985). Processus cognitifs d'acquisition de connaissances. in "Cognitiva".
- Chandrasekaran, B. (1983). Towards a Taxonomy of problem solving types "AI Magazine", 4, 9-17.
- Chi, M.T.H., Glaser, R., Rees, E. (1982). Expertise in problem solving Sternberg, R. "Advances in the Psychology of Human Intelligence". Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1, 7-75.
- Delahaye, J.-P. (1986). "Outils logiques pour l'intelligence artificielle". Paris: Eyrolles.
- Gaines, B.R. (1987). An Overview of Knowledge-acquisition and Transfer "International Journal of Man Machine Studies", 26(2), 453-472.
- Gallaire, J. (1985). La représentation des connaissances. in "La Recherche", 16(70), 1244-1247.
- Hart, A. (1986). "Knowledge Acquisition for Expert Systems". New York McGraw Hill.
- Hayward, S.A., Wielinga, B.J., Breuker, J.A. (1987). Structure Analysis of Knowledge. in "International Journal of Man Machine Studies", 26, 487-498.
- Kahn, G., Nowlan, S., McDermott, J. (1984). A Foundation for Knowledge acquisition. in "Proceedings of The IEEE Workshop on Principles of Knowledge-Base System", Denver, CO.
- Kahn, G., Nowlan, S., McDermott, J. (1985). Strategies for Knowledge Acquisition. in "IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence", 7, 511-522.
- Kowalik, J.S. (1985). "Knowledge-based Problem Solving". Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Larkin, J., McDermott, J., Simon, D.F., Simon, H. (1980). Expert and Novice Performance in Solving Physics Problems. in "Sciences", 208, 1335-1342.
- Laurière, J.-L. (1982). Représentation et utilisation des connaissance in "Technique et Science Informatique", (1)25-42 (2)109-133.
- Lelouche, R. (1987). La représentation des connaissances dans les systèmes experts. in "L'Ingénieur", mai/juin 1987 (379), 8-16.

- LeNy, J.F. (1985). "Compréhension du langage et acquisition de connaissances". Paris: Cognitiva.
- Maddux, Clebourne D. The Harmful Effects of Extensive Optimi??? in Educational Computing in Educational Technology. July 1989, 23-29
- McGraw, K.L., Harbinson-Briggs, K. (1989). "Knowledge Acquisition: Principles and Guidelines". Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Mylopoulos, J., Lévesque, H.J. (1984). An Overview of Knowledge Representation. in "On Conceptual Modeling: Perspectives From Artificial Intelligence, Databases, and Programming Languages". Springer-Verlag.
- Newell, A. (1981). The Knowledge Level. in "AI Magazine" 1, 1-20.
- Newell, A., Simon, H.A. (1972). "Human Problem Solving". Englewood Cliffs, CA: Prentice-Hall.
- Paquette, G. et alii. (1989). "L'intelligence artificielle. Comprendre et prolonger l'intelligence humaine". Sainte-Foy: Télé-Université.
- Pylyshyn, Z. (1986). "Computation and Cognition. Toward a Foundation for Cognitive Science". Bradford Book.
- Rémy, C. (1987). La représentation des connaissances. in "Micro-systèmes", mai 1989, 109-119.
- Sowa, J.F. (1984). "Conceptual Structures - Information Processing in Mind and Machine". Reading, MA: Addison Wesley.
- Taurisson, A. (1988). "Les gestes de la réussite en mathématique à l'élémentaire". Montréal: Agence d'Arc Inc.
- Turner, M. (1986). "Logiques pour l'intelligence artificielle". Paris Masson.
- Wilensky, R (1983). Planning and Understanding - "A Computational Approach to Human Reasoning" Addison-Wesley
- Winograd, T. (1987). "Understanding Computers and Cognition: A New Foundation for Design. Reading, MA: Addison-Wesley.