

Sous la direction de
Clermont Gauthier et Maurice Tardif

LA PÉDAGOGIE

Théories et pratiques de l'Antiquité à nos jours

2^e édition



 **gaëtan morin**
éditeur

CHENELIÈRE ÉDUCATION

La pédagogie

Théories et pratiques

de l'Antiquité à nos jours

2^e édition

sous la direction de
CLERMONT GAUTHIER et MAURICE TARDIF

PARUTION
Automne 2004

TIRÉ À PART

CHAPITRE 12: Les technologies de l'information et de la communication dans la pédagogie
Thierry Karsenti

AVIS AU LECTEUR

Nous désirons vous informer que cet extrait est une version provisoire et non la reproduction du produit final. Il peut donc subsister quelques erreurs ou coquilles typographiques. Nous ferons les corrections nécessaires pour la version imprimée.

ISBN 2-89105-899-2

© 2005 gaëtan morin éditeur ltée
Tous droits réservés.

Toute reproduction, en tout ou en partie, sous quelque forme et par quelque procédé que ce soit, est interdite sans l'autorisation écrite préalable de l'Éditeur.

 **Chenelière
Éducation**

7001, boul. Saint-Laurent
Montréal (Québec)
Canada H2S 3E3
Téléphone : (514) 273-1066
Télécopieur : (514) 276-0324
info@cheneliere-education.ca

*L*es technologies de l'information et de la communication dans la pédagogie

Thierry Karsenti

Résumé

Les technologies de l'information et de la communication (TIC) ont-elles leur place dans un ouvrage portant sur l'histoire de la pédagogie? Il ne fait nul doute que oui. Les TIC sont depuis nombre d'années ancrées dans l'histoire de la pédagogie. Remplaceront-elles un jour les enseignants? Nous ne le pensons pas. L'échec retentissant de l'audiovisuel est toujours là pour nous le rappeler. Au contraire, les TIC doivent être arrimées à la pédagogie, et cela exige de nouvelles compétences chez les enseignants. Des compétences non seulement techniques mais aussi humaines et sociales. C'est le prix à payer pour pratiquer le métier de pédagogue dans ce que Marshall McLuhan appelait déjà, en 1965, un village planétaire.

Anciennement ancrée dans une logique de diffusion du savoir, la pédagogie doit maintenant affronter celle du nouveau paradigme de la **navigation du savoir**. De surcroît, en permettant l'accès à des ressources jusqu'alors difficilement accessibles, Internet facilite une mutualisation des connaissances : à l'école, on n'apprend plus uniquement par l'enseignant et le livre. Internet est maintenant pour beaucoup la première source d'accès à la connaissance. On remarque aussi que les interactions multiples facilitées par les TIC semblent faire voler en éclats les hiérarchies qui structuraient auparavant la vie scolaire.



Introduction

Un jour, les gens apprendront à travers des circuits électroniques.

MARSHALL MCLUHAN¹

Les technologies de l'information et de la communication (TIC) ont assurément leur place dans un ouvrage portant sur l'histoire de la pédagogie. Les TIC font depuis de nombreuses années partie de la pédagogie. En réalité, il n'existe pas de pédagogie sans support technique au sens large. Par exemple, en Grèce ancienne, l'invention et la diffusion de l'écriture transforment profondément les pratiques pédagogiques traditionnelles basées sur l'éducation orale (principalement la poésie homérique). Il en va de même lors de l'invention de l'imprimerie, laquelle influence grandement la naissance de l'école au XVII^e siècle. Le XX^e siècle éducatif, de son côté, ne se borne pas à l'apparition somme toute récente des TIC. Il y a d'abord eu la promesse de révolutionner l'enseignement par le film, puis la radio, la télévision, la vidéo et l'enseignement programmé par ordinateur, qui représentent différentes technologies qui ont marqué d'une façon ou d'une autre la pédagogie.

En 1911, Thomas Edison a été le premier à réaliser un film destiné à la salle de classe : *The Minute Men*. Il dira, quelques années plus tard : « Les livres seront bientôt désuets. Les écoliers apprendront bientôt par l'intermédiaire de leurs yeux. Il est possible d'enseigner toutes les facettes du savoir humain par le film. Notre système scolaire sera complètement transformé d'ici 10 ans². »

En 1920, l'Américain S.L. Pressey met en place un prototype de machine qui pose des questions et qui ne permet à l'apprenant de progresser que s'il a la bonne réponse. Il fonde ainsi les principes de l'enseignement programmé, repris plus tard en partie par B.F. Skinner en 1954. Avec sa machine à apprendre, Skinner tente d'appliquer aux élèves les principes du conditionnement mis en évidence dans les expériences de Pavlov. La machine de Skinner est raffinée, car elle favorise l'enseignement individualisé et permet aussi de transmettre des connaissances sans l'intervention directe d'un professeur. Selon Rivault et Melisson (2004), Skinner met en lumière cinq avantages de sa machine lorsqu'il la compare à un précepteur privé. D'abord, la machine induit une activité soutenue. Elle insiste ensuite pour que chaque point soit parfaitement compris avant d'aller plus loin. Puis elle ne présente que la matière que l'élève est préparé à aborder (ce qui diminue les risques d'erreurs). Elle aide aussi l'élève à produire la bonne réponse. Enfin, elle renforce la production d'une bonne réponse (conditionnement opérant). Les premières expériences avec l'ordinateur se sont inspirées des principes mis de l'avant par Skinner : individualiser l'enseignement, programmer l'enseignement, etc.

1. Extrait d'une entrevue réalisée en 1965 par Radio-Canada. <archives.cbc.ca/IDC-1-74-342-1817/people/mcluhan/clip3#> ; traduction libre.

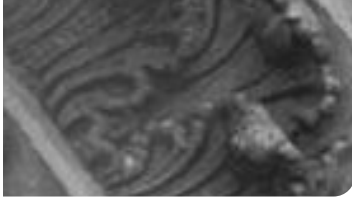
2. Extraits d'un discours prononcé par Thomas Edison en 1913. *The National Digital Library*, <memory.loc.gov>, site consulté le 29 février 2004 ; traduction libre.



Seymour Papert est le premier à mettre en place une approche constructiviste de l'apprentissage par ordinateur lorsqu'il crée LOGO, un langage destiné spécialement aux élèves. Selon Grasset (2003), le point de départ de LOGO est une tentative pour mettre en place un modèle constructiviste de l'enseignement appliqué à l'ordinateur. La conception de LOGO relève du mariage entre l'intelligence artificielle (Papert travaillait pour le Massachusetts Institute of Technology) et le constructivisme génétique (Papert a étudié avec J. Piaget). L'idée originale est de proposer aux élèves un univers de commandes informatiques qui se laisseront organiser comme les schèmes piagétiens. Dans ce « micro-monde constructiviste », toute connaissance est conçue comme une composition plus ou moins complexe d'unités élémentaires de savoirs et de savoir-faire. Les unités les plus fondamentales font l'objet d'une programmation cachée plus contraignante. C'est donc l'élève qui, par son activité assimilatrice, est le seul bâtisseur de ses structures cognitives par le jeu des adaptations progressives de ses schèmes selon les buts qu'il se fixe. Pour Papert, qui a étudié à Genève avec Piaget, la machine ne doit pas être programmée d'avance, car c'est l'élève qui doit le faire. Papert ramène ainsi le grand débat entre les approches béhavioristes et constructivistes aux applications pédagogiques de l'ordinateur.

La terminologie de l'utilisation pédagogique des TIC reflète également ces deux positions épistémologiques. On parle d'abord d'EPO (enseignement programmé par ordinateur), puis d'EAO (enseignement assisté par ordinateur) et finalement d'APO (applications pédagogiques de l'ordinateur). De nos jours, les ordinateurs sont d'une puissance et d'une convivialité que ne pouvaient imaginer Edison ou Skinner. Ils combinent à la fois les textes, le son, l'image, l'interactivité, la programmation. Ils peuvent absorber et transmettre de l'information aux quatre coins du globe. Mais si l'ordinateur a un grand potentiel, il ne peut cependant rien faire tout seul. C'est peut-être ce qui a découragé, voire effrayé nombre d'enseignants lorsqu'il est arrivé sans logiciels dans les écoles en 1985. C'est peut-être aussi en partie la cause de l'échec du Plan de développement de la micro-informatique scolaire de 1983, duquel le Québec mit plus d'une décennie à se remettre. Et c'est peut-être aussi, finalement, pourquoi le plan Informatique pour tous de la France n'a jamais vraiment pris l'envol qu'on lui promettait.

Ce chapitre présente sommairement l'incursion des technologies de l'information et de la communication en éducation. Dans la première partie, nous effectuons un bref historique de l'évolution de l'ordinateur, des premières calculatrices mécaniques du XVII^e siècle aux micro-ordinateurs à interface graphique qu'on connaît aujourd'hui. Puis, dans la deuxième partie, nous présentons sommairement l'histoire d'Internet ainsi que les principaux événements qui ont marqué l'intégration des TIC à l'éducation. Dans la troisième partie, nous analysons l'arrimage des TIC à la pédagogie et nous nous attardons à l'invention du micro-ordinateur, en 1976, et d'Internet, car il s'agit des deux innovations qui marquent le plus la pédagogie actuelle. Nous omettons donc, volontairement, les événements — déjà largement documentés dans la littérature — qui ont amené



le divorce de l'audiovisuel et de la pédagogie. Nous tentons aussi de mieux comprendre pourquoi l'arrimage entre TIC et pédagogie est toujours si laborieux, quelque 27 ans après la commercialisation du premier micro-ordinateur d'Apple. Enfin, dans la quatrième partie, nous illustrons comment les TIC bouleversent la pédagogie, les façons d'apprendre et d'enseigner.

12.1 L'ordinateur: l'invention du millénaire pour la pédagogie ?

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, l'arrivée de l'ordinateur dans les écoles remonte à bon nombre d'années. En effet, bien que les rapports diffèrent un peu sur la date exacte de l'apparition des ordinateurs dans les établissements d'enseignement, il est certain qu'ils étaient présents dans certaines écoles nord-américaines et canadiennes (notamment au Québec) à la fin des années 1970, et dans la plupart des écoles secondaires dès 1985, c'est-à-dire il y a près de 20 ans. En fait, l'incursion des ordinateurs dans les écoles (secondaires) coïncide avec l'invention d'un des premiers micro-ordinateurs commercialisés : l'Apple I (1976), qui est suivi par l'Apple II (1977) (voir la figure 12.1). Ces deux ordinateurs sont conçus par Steve Wozniak et Steve Jobs, ce dernier étant l'actuel PDG d'Apple.

Figure 12.1 L'Apple II



Source : Apple Computer. *The Apple Museum*. <applemuseum.bott.org/>, site consulté le 29 février 2004.

Sans entrer dans les détails techniques de l'histoire de l'invention de l'Apple I (1976), de l'Apple II (1977), puis de l'Apple Macintosh (1984), le premier ordinateur à interface graphique couleur (c'est encore ce que l'on trouve sur nos machines plus modernes), soulignons simplement qu'il est difficile d'indiquer avec précision qui a inventé l'ordinateur. Plusieurs inventeurs ont contribué à l'essor de ce dernier et, souvent, c'est la juxtaposition de plusieurs inventions qui a permis le perfectionnement de cet outil, dont on tentera de démontrer l'apport pédagogique. Le tableau 12.1 brosse un bref historique de l'ordinateur.

L'ordinateur peut être considéré comme une machine complexe. À l'origine de l'ordinateur, on trouve les toutes premières « calculatrices », des machines capables d'effectuer automatiquement des calculs difficiles ou complexes pour l'humain. *L'Encyclopédie Universalis* indique que les premières « machines à faire des calculs » remontent au XVII^e siècle. C'est d'abord le mathématicien allemand W. Schickard (1592-1635), ensuite l'écrivain français Pascal (1623-1662), que l'on considère comme le père de la calculatrice, puis l'Allemand Leibniz (1646-1716) qui ont construit ces premières machines. Elles pouvaient faire des opérations mathématiques de base : additions, soustractions, multiplications, etc. Celle de Pascal avait la particularité d'effectuer des conversions monétaires. Il faudra attendre près de deux siècles pour que le mathématicien britannique C. Babbage (1792-1871) crée sur papier une machine à calculer automatique (*analytical engine*). Il commença à la construire en 1833 et ne pourra la terminer avant sa mort. Selon le site *Inventors*³, la machine mise au point par Babbage fut le tout premier « appareil informatique ». Elle était munie de

3. About.com. *Inventors*, <inventors.about.com/library/inventors/blCharlesBabbage.htm>, site consulté le 29 février 2004.

cartes perforées pour l'entrée des données et pouvait imprimer les résultats de ses calculs.

Beaucoup croient que c'est l'armée (ou la guerre) qui est à l'origine des premiers ordinateurs électroniques. Néanmoins, une analyse minutieuse des événements montre que la guerre a plutôt permis

des investissements financiers importants dans les projets de plusieurs chercheurs, lesquels avaient déjà imaginé leurs machines et dessiné leurs prototypes. Comme nous l'avons souligné, nombre d'inventeurs ont contribué à l'essor de l'ordinateur. Pour certains, c'est l'Ouest qui a inventé le premier ordinateur. Mais il s'agit plutôt d'un ingénieur allemand, Konrad Zuse,

Tableau 12.1

Bref historique de l'évolution de l'ordinateur à interface graphique, modèle que l'on utilise encore aujourd'hui

Année	Inventeur(s)	Invention
1833	Charles Babbage	« Machine analytique », première calculatrice mécanique fonctionnant avec des cartes perforées
1936	Konrad Zuse	Calculatrice mécanique Z1, qui est pour beaucoup le premier ordinateur binaire
1937	George Robert Stibitz	Calculatrice Model K
1939	Konrad Zuse	Z2, premier ordinateur électromécanique fonctionnel
1941	Konrad Zuse	Z3, premier ordinateur électromécanique programmable
1942	John Atanasoff et Clifford Berry	Ordinateur ABC
1943	Alan Turing et les Services secrets britanniques	Colossus
1944	Howard Aiken et Grace Hopper	Ordinateur Mark I de Harvard
1946	John Presper Eckert et John W. Mauchly	Ordinateur ENIAC 1
1947	International Business Machines (IBM)	Ordinateur SSEC, qui a 36 m de long
1948	Frederic Williams et Tom Kilburn	Ordinateur Manchester Baby
1951	John Presper Eckert et John W. Mauchly	Ordinateur UNIVAC
1953	International Business Machines (IBM)	Ordinateur IBM 701 EDPM
1962	Steve Russell et le Massachusetts Institute of Technology (MIT)	Spacewar, premier jeu sur ordinateur
1964	Douglas Engelbart	Souris et fenêtre d'ordinateur
1970	Intel 1103	Mémoire d'ordinateur
1971	Faggin, Hoff et Mazor	Microprocesseur d'ordinateur Intel 4004
1971	Alan Shugart et IBM	Disque flexible (<i>floppy disk</i>)
1972	Xerox	Xerox Alto, que beaucoup considèrent comme un prototype ayant marqué l'évolution des ordinateurs personnels
1973	Robert Metcalfe et Xerox	Mise en réseau d'ordinateurs
1974-1975	Scelbi et Mark-8	Ordinateurs Altair et IBM 5100
1976-1977	Steve Wozniak et Steve Jobs	Apple I et II, premiers micro-ordinateurs commercialisés
1976-1977	Radio Shack et Commodore	TRS-80 et Commodore Pet, deuxièmes micro-ordinateurs commercialisés
1981	IBM	Premier IBM PC, ordinateur pour la maison
1981	Microsoft	Première version du système d'exploitation Windows
1983	Apple	Apple Lisa, premier ordinateur avec une interface graphique pour les utilisateurs
1984	Apple Macintosh	Apple Macintosh, premier ordinateur avec une interface graphique couleur pour les utilisateurs

qui aurait mis en place la première machine présentant plusieurs caractéristiques de l'ordinateur moderne : la calculatrice mécanique Z1, qui est en fait un ordinateur binaire.

Selon le site *The History of Computing Project*⁴, le premier « vrai » ordinateur était d'une taille fort importante et portait le nom d'une statue géante trouvée sur l'île de Rhodes, en Grèce : le Colosse (Colossus). Le Colossus, dont le poids approchait les 27 tonnes, a été construit par Alan Turing. Celui-ci était un étudiant brillant qui avait construit sur papier, faute de moyens, un ordinateur qu'on appela plus tard la machine Turing. Au cours de la Seconde Guerre mondiale, Turing travaillait comme cryptographe pour les Services secrets britanniques. Les Allemands avaient mis au point une machine — la *Geheimfernschreiber* (télégraphe secret) — qui rendait extrêmement difficile le décodage des messages envoyés. C'est en cherchant à construire une machine pouvant percer le code secret des Allemands que Turing, avec d'autres collègues des Services secrets britanniques, a mis au point Colossus, un des premiers ordinateurs, dont la seule fonction était de décoder les messages allemands. Colossus était le tout premier ordinateur numérique électrique⁵. De nos jours, la miniaturisation est de mise, mais à l'époque, cette variable comptait peu. Les premiers modèles d'ordinateurs étaient immenses et servaient surtout à des opérations de calcul. Ainsi, en 1947, l'ordinateur SSEC (*selective sequence electronic calculator*) d'IBM mesurait plus de 36 mètres de long⁶, soit plus d'une fois et demie la longueur d'un terrain de tennis.

L'idée de rendre l'ordinateur plus accessible en le miniaturisant d'abord, puis en créant une interface plus conviviale découle de plusieurs facteurs. C'est en 1968 que le professeur Engelbart, du Stanford Research Institute, présente un environnement graphique avec des fenêtres à manipuler avec une souris. Cet environnement est l'ancêtre du tout premier traitement de texte ; il comprend un système

hypertexte et un logiciel de travail collaboratif en groupe⁷.

Toutefois, il semble que ce soit la station de travail Xerox Alto qui soit vraiment à l'origine du premier ordinateur commercialisé. Le prototype Alto a été créé en 1972 au Palo Alto Research Center (PARC) de Xerox et représente, après la démonstration d'Engelbart, le premier ordinateur à interface graphique muni d'une souris. Néanmoins, comme ce projet était contraire aux objectifs de Xerox, qui craignait la naissance d'une société sans papier, il ne sera pas suffisamment soutenu pour connaître un réel succès. Selon le site *Inventors*⁸, des chercheurs de Xerox auraient assisté à la présentation d'Engelbart en 1968, à la Fall Joint Computer Conference, à San Francisco, et c'est ce qui leur aurait donné l'idée de créer ce prototype. Les dirigeants de Xerox, qui avaient investi dans la toute nouvelle compagnie Apple, ont invité Steve Jobs à assister à la démonstration de l'Alto, ce qui l'a probablement inspiré. Ce n'est qu'en 1977 que l'Apple II a été commercialisé. Il comportait une cassette audio pour la sauvegarde de l'information. L'ordinateur n'est plus l'affaire de spécialistes ou de bricoleurs passionnés ; il entre dans la vie de milliers de Nord-Américains. Moins encombrant et moins cher qu'à ses débuts (il se vend maintenant 1298 \$US), il se répand dans un nombre croissant de foyers. Il devient parfois console de jeux vidéo. Sa puissance de calcul continue de croître et les logiciels se perfectionnent.

Ces ordinateurs sont également utilisés dans des cadres professionnels et commencent à entrer dans les écoles. L'Apple II est le premier ordinateur à être présent dans les salles de classe non seulement aux États-Unis mais aussi au Québec et en Europe. En effet, selon le site de la Computer Society⁹, l'Apple II a immédiatement connu un grand succès, en particulier grâce à son prix, mais aussi à cause de certains logiciels d'une réelle utilité. Toujours selon la Computer Society, l'Apple II a « rapidement été acheté

4. *The History of Computing Project*, <www.thocp.net/>, site consulté le 29 février 2004.

5. *The History of Computing Project*, <www.thocp.net/>, site consulté le 29 février 2004.

6. D. Howe. *The Free On-line Dictionary of Computing*, <www.wombat.doc.ic.ac.uk/foldoc>, site consulté le 29 février 2004.

7. S. Rossi. *Histoire de l'informatique*, <histoire.info.online>, site consulté le 29 février 2004.

8. About.com. *Inventors*, <inventors.about.com/blCharlesBabbage.htm>, site consulté le 29 février 2004.

9. Institute of Electrical and Electronics Engineers Computer Society. *IEEE Site*, <www.ordinateur.org>, site consulté le 29 février 2004.

par les écoles et les collègues et servait d'outil de base pour les cours de programmation¹⁰ ». En l'espace de quelques années seulement, les ordinateurs ont connu une popularité grandissante. En 1982, pour la seule fois de son histoire, *Time Magazine* reconnaissait l'importance de l'ordinateur en octroyant la palme de « personnalité de l'année » à une machine (voir la figure 12.2).

Depuis, les TIC n'ont cessé de se développer et de se diversifier. À titre d'exemple, les premiers baladeurs à cassette audio ont été commercialisés en 1979. Vingt-cinq ans plus tard, soit quatre ans après leur sortie sur le marché, c'est plus de 30 000 chansons que l'on peut trouver sur les lecteurs de musique MP3. On est passé de la cassette audio des premiers micro-ordinateurs d'Apple au disque souple, à la disquette, au lecteur zip et finalement à

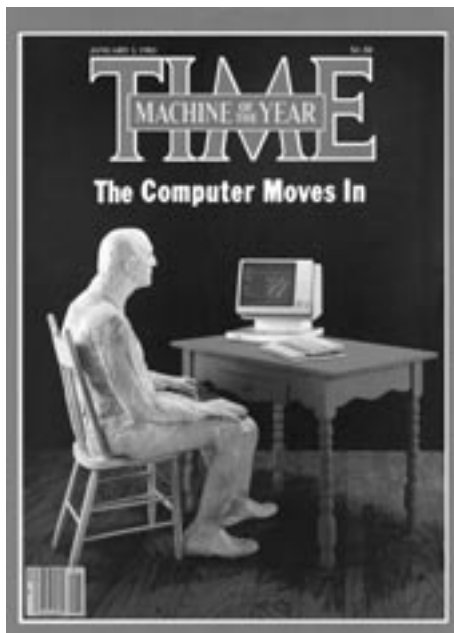
la nouvelle petite carte de mémoire, qui mesure environ 1 centimètre sur 1 centimètre et qui peut renfermer autant d'information que 4000 disquettes. En 2005, près d'un demi-siècle après l'invention du transistor par John Bardeen, William Shockley et Walter Brattain, des laboratoires Bell, et un peu plus de 30 ans après la création du premier microprocesseur, qui comptait quelque 2300 transistors, Intel présentera un microprocesseur contenant près d'un milliard de transistors. De surcroît, l'essor qu'a pris Internet au cours des dernières années a ouvert des possibilités qu'on était loin de soupçonner au moment où *Time Magazine* montrait l'importance du micro-ordinateur dans notre société.

12.2 Internet: la naissance d'un village global

Au cours des 50 dernières années, maints changements ont perturbé le monde de l'éducation: l'arrivée de la télévision, les nouveaux moyens de transport, les nouvelles technologies de l'information et de la communication (TIC). Ces technologies ont bouleversé plusieurs habitudes dans la société. Aujourd'hui, de son poste d'ordinateur, l'enseignant peut, virtuellement du moins, corriger les travaux de ses élèves, remplir un bulletin de notes, payer des factures à la banque, écrire à des amis, écouter de la musique, consulter l'horaire d'arrivée d'un train, réserver une chambre d'hôtel et même voir, en direct, les derniers mouvements d'un astronaute dans l'espace ou les images d'une sonde envoyée sur Mars. Selon Brown (1996), le plus important changement en éducation est la croissance phénoménale d'Internet, et en particulier de la version graphique d'Internet communément appelée le Web, qui a pour toujours changé nos habitudes sociales et nos modes de communication.

En effet, en l'espace de quelques années seulement, en Amérique du Nord et en Europe, Internet et le Web sont devenus des éléments du quotidien quasi incontournables pour l'ensemble des acteurs du milieu scolaire. On est passé, en très peu de temps, d'une société industrielle à une société informationnelle, la société du savoir, comme la nomment plusieurs visionnaires qui, selon de Rosnay (1995), sont responsables de l'émergence de ce concept.

Figure 12.2 La couverture du magazine *Time* de janvier 1983



Source : Time Magazine. *Time Magazine Site*, <www.timemagazine.com>, site consulté le 29 février 2004.

10. Institute of Electrical and Electronics Engineers Computer Society. *IEEE Site*, <www.computer.org/history/development/1976.htm>, site consulté le 29 février 2004; traduction libre.

Parmi eux, on trouve le professeur Marshall McLuhan, de l'Université de Toronto. Il est le premier à utiliser la métaphore du « village global ». Selon Cassé (1993, p. 3), c'est aussi lui qui est à l'origine de l'idée d'absence de limites géographiques dans la communication :

Cet auteur décrivait la possibilité d'annuler le déplacement matériel des personnes, des objets, des marchandises (déplacement coûteux en énergie) en le remplaçant par la circulation instantanée des messages, ce qui permettait d'abolir les distances. Après la « Galaxie Gutenberg », survenait l'avènement de la « Galaxie Marconi » c'est-à-dire du support (ou médium électronique) qui allait permettre la transmission de messages simplifiés [...] à travers l'univers entier. Ainsi naît le « village planétaire » où tous échantent, d'un bout du monde à l'autre, des messages [certes simplifiés mais] instantanés.

Le premier « Internet » a été construit en 1968 par Ray Tomlinson, un ingénieur de la firme Bolt, Beranek et Newman, qui avait été mandaté par l'armée américaine pour construire un tel réseau. Ce premier « Internet » portait le nom d'ARPANET. Dans le contexte de la Guerre froide entre les États-Unis et l'URSS, il va sans dire que ce réseau n'a pas été construit à des fins pédagogiques. L'armée américaine voulait mettre sur pied un réseau qui permettrait à des ordinateurs de fonctionner dans l'éventualité d'une guerre nucléaire. En d'autres termes, si une partie du réseau venait à être endommagée ou détruite, le reste du système ne devait pas être perturbé.

Au cours des années 1970, 1980 et 1990, plusieurs réseaux comme ARPANET, BITNET, CSNET ET NSFNET ont évolué, fusionné ou disparu avant de se regrouper dans le réseau global que l'on connaît aujourd'hui sous le nom d'Internet. Les premiers liens entre la pédagogie et Internet ont été tissés en 1985. C'est alors que la National Science Foundation¹¹ a créé le NSFNET, un réseau de communication qui reliait des centres de recherche et d'éducation. Selon la Internet Society¹², c'est la société qui a mis sur pied

le réseau NSFNET qui, en se basant sur les protocoles d'ARPANET, a construit le squelette d'Internet pour les écoles et les universités en Amérique du Nord. Plusieurs compagnies spécialisées dans la télécommunication (dont Sprint, MCI) ont également construit leurs propres réseaux, qui ont par la suite fusionné avec Internet. C'est entre 1989 et 1991 que le Britannique Tim Berners-Lee a inventé la version graphique du Web, plus précisément le réseau WWW (World Wide Web). Dans le but de faciliter la communication et le partage d'information, il a notamment mis en place un langage hypermédia, le HTML (*hypertext markup language*). Berners-Lee est aussi à l'origine du HTTP (*hyper text transfer protocol*) et des URL (*universal resource locators*).

Quand on constate l'évolution exponentielle d'Internet, la notion de changement se transforme du tout au tout. À titre d'exemple, la firme de sondage Nua¹³ révélait récemment que le nombre d'internautes sur la Terre était passé de 16 millions en 1995 à quelque 606 millions en 2002. La dernière étude de la firme Ipsos-Reid¹⁴, publiée en janvier 2004, montre quant à elle que le nombre d'utilisateurs d'Internet se rapproche plus des 700 millions. Cette estimation serait même appelée à doubler d'ici les prochaines années. Le réseau Internet, avec quelque 550 milliards de documents et plus de 7,5 millions de nouvelles pages Web créées chaque jour (Varian et Lyman, 2002), débordera d'ici peu, car il n'a de place que pour 4,7 milliards d'adresses différentes. C'est pourquoi un nouveau système sera bientôt mis en place, le IPv6, qui acceptera 350 milliards de milliards de milliards de milliards d'adresses.

Cette présence exponentielle des technologies annonce également une révolution (depuis longtemps prévue) non seulement en éducation mais tout particulièrement en pédagogie. Comme le souligne le gouvernement du Canada (2000, p. 1), la société mondiale du savoir « promise dans les années 1970, vantée dans les années 1980 et envisagée dans les années 1990 avec un respect mêlé de crainte et d'incrédulité » est devenue, au XXI^e siècle, une réalité incontournable.

11. National Science Foundation. *NSF Site*, <www.nsf.gov>, site consulté le 29 février 2004.

12. Internet Society. *ISOC Site*, <www.isoc.org>, site consulté le 29 février 2004.

13. NUA. *Nua Surveys*, <www.nua.com/surveys>, site consulté le 29 février 2004.

14. Ipsos-Reid. *Ipsos-Reid Site*, <www.ipsos-reid.com>, site consulté le 29 février 2004.

Rappelons toutefois que des milliards d'hommes et de femmes sur la Terre n'ont encore jamais utilisé un téléphone... et encore moins un ordinateur. C'est entre autres ce qui a amené plus de 170 États, le secteur privé et la société civile à participer au premier Sommet mondial sur la société de l'information¹⁵ tenu en décembre 2003 à Genève. Le Sommet a été organisé sous le haut patronage des Nations unies, et l'un de ses grands axes était de trouver des moyens de réduire la différence numérique Nord-Sud.

Nous possédons les outils permettant d'accélérer la réalisation des objectifs de développement du millénaire, les instruments nécessaires pour faire progresser la cause de la liberté et de la démocratie, et les vecteurs voulus pour diffuser les connaissances et favoriser la compréhension mutuelle. La raison

d'être de ce Sommet est de trouver comment concrétiser un tel potentiel¹⁶.

À titre indicatif, la figure 12.3 présente le pourcentage d'utilisateurs d'Internet adultes dans 13 pays. On remarque que l'écart est énorme entre certains pays : l'incursion d'Internet est très présente dans les pays industrialisés, en particulier en Amérique du Nord, mais dans d'autres pays, le taux de branchement est beaucoup plus faible. En Afrique de l'Ouest et du centre, c'est moins de 1 % de la population urbaine qui a déjà utilisé Internet.

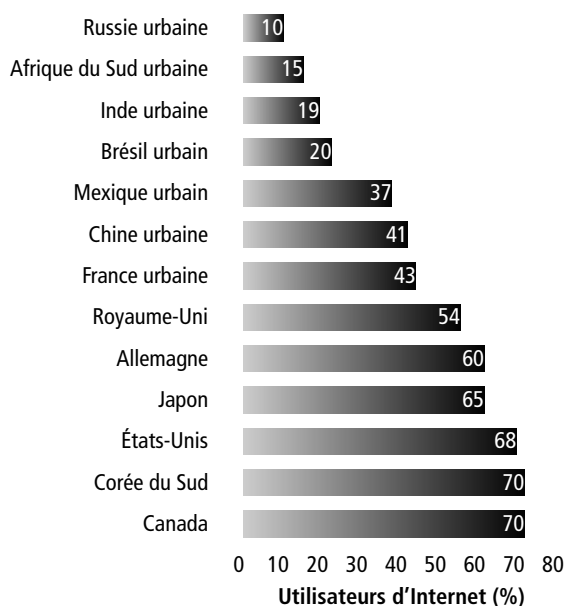
12.3 La difficile pénétration des TIC dans les pratiques pédagogiques

Dans les années 1970, l'école vit un peu la crise de l'audiovisuel : des équipements fragiles et encombrants qui coûtent cher, des réparations qui prennent énormément de temps, de même que la compatibilité complexe des différents appareils. Mais ce qui semble être la raison fondamentale de l'échec scolaire de l'audiovisuel, c'est que cette percée a été réalisée en marge de la pédagogie. Tel que le souligne Michel (1981, p. 1), on n'a pas su quoi faire d'outils mal connus. De surcroît, les enseignants se demandaient :

Quelle stratégie d'ensemble faut-il employer (intégration dans toutes les disciplines, travail indépendant, individuel ou collectif...)? L'audiovisuel a souffert tout à la fois des craintes qu'il a suscitées et des espoirs qu'il a fait naître.

C'est dans ce contexte que les premiers ordinateurs sont tranquillement entrés dans les écoles tout à la fin des années 1970. Les gouvernements de l'époque semblaient animés par une double volonté : celle d'initier les élèves à l'ordinateur et celle de leur enseigner l'utilisation de certains logiciels. Deux courants sont très présents : l'enseignement programmé de Skinner et le langage LOGO élaboré par Papert. Skinner est l'un des principaux fondateurs du béhaviorisme, courant fondé par Watson

Figure 12.3 Le pourcentage de la population adulte qui utilise Internet en 2003



Source : Ipsos-Reid. *Ipsos-insight, The Face of the Web 2003*, étude réalisée avec 7109 adultes dans 13 marchés planétaires, janvier 2004. <www.ipsos-reid.com>, site consulté le 29 février 2004.

15. The World Summit on Information Society. *WSIS Site*, <www.wsis.org>, site consulté le 29 février 2004.

16. Extrait d'un discours prononcé en 2003 par Kofi Anan, secrétaire général des Nations unies. The World Summit on Information Society, *WSIS Site*, <www.itu.int/wsisis/index-fr.html>, site consulté le 29 février 2004.

en 1913. Influencé également par les travaux de Pavlov sur le conditionnement des animaux, Skinner crée une technique — l'enseignement programmé — basée sur sa théorie du conditionnement opérant. S'apercevant rapidement que sa théorie est difficilement applicable dans une salle de classe, il décide d'élaborer une machine qui facilitera la mise en œuvre non seulement de l'enseignement programmé mais aussi de l'individualisation de l'enseignement (Skinner, 1958).

Dans l'enseignement programmé de Skinner, le passage d'un niveau de connaissance à un autre s'opère par le renforcement positif des réponses. Pour Skinner, les erreurs sont des manques et doivent être évitées ou corrigées, mais les bonnes réponses doivent être valorisées par des renforcements. La machine qu'il crée part du postulat que les renforcements positifs ou stimuli ont un effet positif sur les apprentissages. Skinner raffine la machine de Pressey, inventée dans les années 1920, en introduisant le concept de programmation linéaire : les connaissances sont présentées successivement à l'élève grâce à des paliers aussi petits que possible. Ainsi, Skinner espère augmenter la fréquence des renforcements tout en minimisant l'effet négatif de la production d'erreurs. Des versions plus modernes de sa machine, sous la forme d'exerciseurs, sont entrés dans les écoles dès la fin des années 1970. Trois décennies plus tard, plusieurs écoles les utilisent toujours.

LOGO, le premier langage d'ordinateur pour les enfants, a connu une immense popularité au Québec, en France et aux États-Unis. Seymour Papert, le créateur de LOGO, avait étudié avec Piaget à Genève et travaillait à l'époque au Massachusetts Institute of Technology (MIT). Son plus célèbre ouvrage, *Mindstorms — Children, Computers, and Powerful Ideas*, est cité partout. Le but premier de Papert était d'élaborer des outils et des logiciels éducatifs à potentiel constructiviste. Plus précisément, il souhaitait mettre au point un langage qui permettrait aux élèves de construire leur propre savoir. Le logiciel LOGO est d'abord créé pour les ordinateurs Apple II, puis pour ceux d'IBM.

Malgré les avancées des années 1970 (LOGO, Discoverer, etc.), on constate que trois décennies plus tard dans le monde de l'éducation, pourtant au

centre de l'économie du savoir, l'introduction des technologies s'avère laborieuse et, selon certains chercheurs, beaucoup trop lente (Harvey et Lemire, 2001). Pour beaucoup, l'école a peu évolué depuis le temps où elle était réservée à l'élite ; ses structures rigides, trop souvent réfractaires au changement, en font une institution du passé. L'arrimage TIC-pédagogie est bien plus que laborieux : il est discret, épisodique et limité à certains enseignants atypiques.

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, il semble encore y avoir un écart trop important entre le milieu scolaire et la société imprégnée de technologies dans laquelle baignent les jeunes. Ces derniers, nés à l'ère d'Internet, peuvent avec une facilité déconcertante naviguer dans le Web et tenir des conversations dans plusieurs cybersalons, tout en écoutant de la musique en format MP3. Pour les jeunes, la technologie n'est pas l'apanage des technologues, et certes pas celui des pédagogues : elle n'est qu'un outil au service de leurs besoins sociaux ou scolaires (Piette et coll., 2001). En fait, l'école ne semble pas avoir réussi à faire le pont entre les transformations technologiques et sociales qui se vivent au sein de la société, et la salle de classe où l'élève est « forcé » de travailler, obligé d'écouter, mis à l'écart des innovations, coincé dans un horaire relativement strict.

Bibeau (1999) prétend carrément qu'au Québec, les TIC sont présentes partout dans la société sauf à l'école. En Belgique, Depover et Strebelle (1996, p. 76) affirment :

Les établissements où l'on [peut] réellement considérer que les NTI sont utilisées sur une base régulière pour transmettre des connaissances et faire acquérir des compétences par les élèves restent très peu nombreux.

Les nombreux travaux de Cuban (1997, 1999) montrent également que, malgré une augmentation du nombre d'ordinateurs dans les écoles, les enseignants du primaire et du secondaire utilisent peu les TIC dans leur pédagogie ou ne s'en servent pas du tout. Pour ce chercheur de l'Université de Stanford, l'intégration des technologies dans la pédagogie est inégale et souvent trop lente. D'autres comme Guédon (2000) craignent que, s'il a fallu près de 350 ans pour que l'imprimé se répande dans les écoles, l'intégration réelle des nouvelles technologies

de l'information et de la communication dans les projets pédagogiques nécessitera au moins quelques décennies.

Le Belge Duchâteau (1996) est plus nuancé et soutient que l'échec des technologies à l'école et dans les pratiques pédagogiques s'explique par l'écart entre les promesses et la réalité. On introduit des technologies sans véritablement changer le reste de l'école ou la pédagogie qui s'y pratique : c'est là que résiderait le véritable défi de l'intégration des TIC à l'école. En outre, Duchâteau prétend que la structure actuelle de l'école, de même que la formation des futurs enseignants, seraient une entrave à l'intégration réussie des TIC. Pour lui, seule une profonde réforme pourrait permettre une véritable pénétration pédagogique des TIC à l'école. Devant la rapidité avec laquelle l'usage des nouvelles technologies se répand dans les sociétés occidentales, « l'école semble plutôt traîner les pieds », selon Fournier (2001, p. 54). Le problème de l'incursion des TIC dans la pédagogie dépasse les conditions matérielles et serait plutôt lié à la nécessité de changements radicaux dans la manière de faire la classe, qui, selon plusieurs, n'a que trop peu changé au cours du dernier siècle. Peraya (2001) souligne que, dans l'enseignement, nombre de choses se sont déroulées comme si les dimensions de diffusion et d'information du réseau Internet déterminaient les scénarios pédagogiques et les figeaient dans leur forme la moins novatrice : la pédagogie magistrale. Quant à Chenevez (2002), elle trouve que l'on enjoint les enseignants et les établissements scolaires d'intégrer les TIC en éducation à coups de textes comminatoires et de carottes budgétaires, ce qui est parfois lourd à assumer dans un contexte comme l'enseignement, où il y a déjà d'innombrables combats et défis.

Pouts-Lajus (1999), chercheur à l'Observatoire des technologies pour l'éducation, en Europe, soutient que l'échec de l'intégration des TIC en pédagogie, qui semble à première vue un problème technique, est en fait lié à « l'utopie fondatrice, celle de l'école républicaine » (p. 1). Selon cet auteur, il faut plutôt aller dans le sens d'une école de la réussite, qui exige du temps et qui devra notamment s'appuyer sur les méthodes pédagogiques actives, « potentiellement génératrices de davantage de plaisir que les méthodes traditionnelles » (*ibid.*). D'après Pouts-Lajus, pour que l'intégration pédagogique

des TIC soit un succès, il faut concevoir l'école comme une institution du « plaisir d'apprendre, et c'est dans la conquête ou la reconquête de ce plaisir qu'Internet et le multimédia sont appelés à jouer un rôle de premier plan » (*ibid.*).

Si l'école a pour mission de mieux préparer les futurs citoyens aux défis du troisième millénaire, elle se doit de favoriser l'arrimage entre les TIC et la pédagogie. Il serait donc de son devoir de profiter de l'engouement suscité par les nouvelles technologies de l'information et de la communication. Il lui faut également mettre à profit les possibilités nouvelles, invitantes, prometteuses et diversifiées que les TIC représentent pour la formation des jeunes, et aller bien au-delà de l'enseignement traditionnel. L'école ne peut ignorer les technologies sous peine de se voir discréditée, selon Perrenoud (1998). Pour cet auteur, l'école ne peut dorénavant plus « ignorer ce qui se passe dans le monde : les nouvelles technologies transforment les façons de communiquer, mais aussi de travailler, de décider, de penser » (p. 26).

L'intégration pédagogique des TIC est également essentielle à l'école si cette dernière veut contrer ce que de Rosnay (1995) appelle la rupture entre les « inforiches » et les « infopauvres ». Au Salon de l'éducation qui se déroulait à Paris en novembre 2000¹⁷, le premier ministre d'alors, Lionel Jospin, a également souligné l'enjeu social d'égalité et de démocratie que représente l'intégration des TIC à l'école. Selon lui, il faut « réduire le fossé numérique, donner à tous la possibilité de maîtriser les outils de la société de l'information¹⁸ ».

Pouts-Lajus et Riché-Magnier (1998) et Cuban (1997) rappellent quant à eux que la controverse inhérente à l'incursion des TIC en pédagogie est aussi liée aux principales missions de l'école : instruire, former et éduquer ; aider les élèves à se réaliser au mieux de leurs capacités. Pour certains, rien ne pourrait garantir que les technologies — historiquement instables et souvent conçues à d'autres fins que l'enseignement en salle de classe — vont aider efficacement l'école à mieux remplir sa mission

17. Salon de l'éducation. *Site du salon de l'éducation*, <www.salon-education.org>, site consulté le 29 février 2004.

18. Gouvernement français. *Site Web du premier ministre*, <www.premier-ministre.gouv.fr>, site consulté le 29 février 2004.

éducative. À l'inverse, de nombreux technophiles prétendent que la présence des technologies en éducation peut justement être défendue au nom de la mission que l'école a de :

[...] préparer l'élève à contribuer à l'essor d'une société voulue démocratique et équitable [...] [l'école] se voit également confier le mandat de concourir à l'insertion harmonieuse des jeunes dans la société [...] en les formant pour qu'ils soient en mesure de participer de façon constructive à son évolution. (Gouvernement du Québec, 2001, p. 2-3.)

Ainsi, ces technophiles de l'éducation prônent une école plus ouverte sur le monde, perméable aux influences extérieures dont « celles des technologies nouvelles auxquelles les enfants doivent être préparés car ils en seront certainement des utilisateurs dans leur vie d'adultes » (Pouts-Lajus et Riché-Magnier, 1998). Pour Perriault (2000), il est d'ailleurs de la responsabilité de l'école d'enseigner aux élèves les compétences nécessaires à la maîtrise des TIC. En renonçant à ce devoir, l'école risque de contribuer à accroître la différence numérique de plus en plus accentuée entre les élèves qui arrivent en classe avec des ordinateurs portables et ceux pour qui l'école est le seul lieu où il est possible de côtoyer les nouvelles technologies.

Enfin, concevoir l'école comme une institution en contact avec l'extérieur suppose une préférence pour une école ouverte au monde et à ses influences — comme dans la pédagogie Freinet —, mais il est tout de même important que cette ouverture, facilitée par la présence des nouvelles technologies, respecte la mission éducative de l'école et le développement de l'élève, et non des modes sociétales ou des enjeux économiques.

Pour Baron (2001), une question fondamentale demeure pour que l'incursion des TIC en pédagogie puisse un jour être qualifiée de succès : celle de l'aval de l'intégration pédagogique des TIC par les enseignants — non pas individuellement mais en tant que profession. Les TIC sont de puissants outils cognitifs qui offrent de multiples solutions pour contrer plusieurs problèmes actuels de l'éducation ; mais elles ne seront utiles que si l'enseignant accepte de transformer ses pratiques pédagogiques (Bibeau, 1999).

Malgré la faible intégration pédagogique des TIC à l'école, décrite par plusieurs, on dénombre une quantité impressionnante d'établissements scolaires, en Europe comme en Amérique du Nord, qui ont réussi cet arimage. Par exemple, différentes expériences d'intégration des TIC ont été appuyées pendant plusieurs années par le programme ACOT (Apple Classrooms of Tomorrow¹⁹). Ce projet de recherche et de développement entre les écoles publiques, les universités et la société Apple a débuté en 1985 aux États-Unis et s'est étendu à plus d'une vingtaine de pays avant de prendre fin en 1998. Le but des classes ACOT était d'étudier comment l'intégration des TIC en éducation transformait les façons d'enseigner et d'apprendre. De nombreuses études et publications, dont l'ouvrage de Sandholtz, Ringstaff et Dwyer (1996), *Teaching with Technology : Creating Student Centered Classrooms*, abondamment cité et traduit dans plusieurs langues, font état des résultats de cette expérience d'intégration des TIC à l'école. Pour Sandholtz, Ringstaff et Dwyer (1996), les TIC catalysent le changement dans les méthodes pédagogiques et pourraient même faciliter le passage de la méthode traditionnelle à un ensemble plus éclectique d'activités d'apprentissage faisant place à des situations de construction des connaissances. Malgré la fin du projet ACOT, Apple continue de collaborer de façon marquée avec le monde de l'éducation pour favoriser l'intégration des TIC.

Les travaux de Baron (2001) montrent qu'il y a de nombreuses initiatives de journaux scolaires en ligne ou de romans virtuels interactifs écrits par plusieurs classes quelquefois séparées par des milliers de kilomètres. On peut trouver aux adresses <www.educnet.education.fr> et <freinet.org> plusieurs de ces projets, fruit d'une coopération entre des écoles françaises, belges, québécoises ou américaines.

Les sites les plus imaginatifs et les plus intéressants sur le plan pédagogique semblent être ceux des écoles Freinet. Pour Fournier (2001), elles ont souvent été les pionnières, en Europe, sur le plan de l'intégration des nouvelles technologies à l'enseignement et à l'apprentissage, et ce, depuis le début de leur apparition à l'école. Les écoles qui affichent leur site à l'adresse

19. Apple Computer. *Apple Classrooms of Tomorrow*, <www.apple.com/education/k12/leadership/acot>, site consulté le 29 février 2004.

<freinet.org> semblent réellement mettre à contribution les avantages d'Internet : une ouverture marquée au reste du monde, des liens avec les parents ou avec le milieu, plusieurs possibilités de communication pour les élèves, des projets de correspondance, un journal d'école, une multitude de renseignements sur la vie scolaire et les activités réalisées par les élèves, etc. En Amérique du Nord, et plus particulièrement au Québec, on trouve aussi plusieurs classes du primaire qui diffusent leur site Web à cette adresse.

Comme le fait remarquer Fournier (2001), les pratiques les plus créatives en matière d'intégration des TIC semblent réservées à l'école primaire. Selon cette auteure, au secondaire notamment, plus les élèves s'approchent de la fin de ce cycle, « plus les usages s'apparentent aux pratiques de l'enseignement traditionnel » (p. 55).

12.4 L'influence des TIC sur la pédagogie : la naissance d'un nouveau paradigme ?

En plus de permettre l'accès à des ressources jusqu'alors difficilement accessibles, Internet facilite une mutualisation des connaissances. Anciennement ancrée dans une logique de diffusion du savoir, la pédagogie doit maintenant s'adapter à un nouveau paradigme, celui de la **navigation du savoir**. Le modèle pédagogique traditionnel que nous connaissons, dénoncé par plusieurs dont Gauthier (voir le chapitre 6), porte la marque de la société qui l'a engendrée. Dans un univers où le « savoir savant » provient d'un ouvrage imprimé, le contact direct avec le vecteur de ce savoir est l'enseignant, et on doit l'écouter de vive voix. Cependant, la pédagogie d'aujourd'hui ne peut se contenter d'un rapport didactique à la connaissance et à ses vecteurs, issu du XIX^e siècle, car la société dans laquelle vit sa clientèle a changé, évolué.

En outre, avec un nombre croissant d'apprenants plongés dans la culture de plus en plus universelle d'Internet, beaucoup s'attendent à trouver à l'école la commodité, la rapidité et la facilité d'accès à l'information que procure le Web. Loin d'attendre passivement que le savoir leur soit livré, les élèves sont en général fort habiles à naviguer pour trouver l'information qu'ils cherchent, de même que pour

entrer en contact avec leurs pairs — par l'entremise des TIC — afin d'obtenir de l'aide et d'acquérir des connaissances ou des compétences.

On remarque aussi que les interactions multiples facilitées par les TIC semblent faire voler en éclats les hiérarchies qui structuraient auparavant la vie scolaire : à l'école, on n'apprend plus uniquement par l'enseignant et le livre (Baron, 2001). Internet est maintenant pour beaucoup la première source d'accès à la connaissance. Dans un monde où l'explosion des techniques numériques bouleverse les modes d'accès aux savoirs, l'intégration des TIC en pédagogie requiert une modification profonde de la tâche du pédagogue, de l'organisation de l'enseignement et de la conception de l'apprentissage, voire de la façon dont l'élève s'approprie la connaissance (Lefoe, 1998). C'est pourquoi il est possible d'affirmer que les technologies modifient profondément les formes traditionnelles de la pédagogie (de Rosnay, 1999). Les apprenants évoluent dans un contexte de mutation du rapport au savoir. Internet révolutionne de façon importante ce rapport en décuplant les sources d'information et en permettant aux élèves d'avoir accès à un savoir dynamique, voire vivant.

Les TIC transforment progressivement et de façon durable les façons de penser, d'enseigner et de communiquer avec les apprenants : cela donne une communication accrue et un apprentissage plus individualisé (Haughey et Anderson, 1999) ; une relation différente avec l'espace, le temps et le concept de salle de classe. Le recours aux technologies de réseau en enseignement peut aussi modifier le rôle du pédagogue. L'usage de ces technologies remet en question l'acte pédagogique et la façon d'apprendre, voire la relation enseignement-apprentissage. En outre, selon Dolence et Norris (1998), dans la pédagogie, on doit réaliser un changement de paradigme et passer du « comment on enseigne » au « comment on apprend ». Cependant, contrairement à ce que plusieurs laissent entendre, le rôle du pédagogue n'en est pas effacé ; au contraire, il demeure très important. D'ailleurs, pour Meirieu (2000), dans les nouvelles fonctions que lui assigne la communication numérique, le pédagogue demeure un « acteur-relais » déterminant.

L'enseignant qui assumait jusqu'ici la responsabilité solitaire de procédures de transmission des

savoirs doit devenir responsable, en collaboration avec les collègues de son établissement, du processus d'apprentissage de ses élèves. Il lui faut renoncer à être le seul médiateur entre l'élève et le monde, non pour abandonner son pouvoir éducatif, mais pour le retrouver, au contraire, dans la régulation de l'ensemble des médiations qu'il peut proposer. (Meirieu, 2000, p. 24.)

Pour Bourrel (2000), beaucoup croient que la machine supprime l'homme et que l'enseignement à distance (dont celui avec les TIC) va entraîner, avec la disparition des méthodes traditionnelles (ou « présidentielles »), celle des enseignants eux-mêmes. Pour cet auteur, cette opinion, qui découle sans doute de l'image quelque peu caricaturale d'une société moderne automatisée jusqu'à la robotisation, n'est pas sans conséquence dans la préparation des mentalités au « choc du futur ». Jacquinet (1993) précise d'ailleurs que, si l'enseignement avec les technologies fait en général appel à des infrastructures complexes et coûteuses, il ne supprime pas pour autant le facteur humain.

Pour être efficaces, les nouvelles technologies, loin de remplacer l'homme, exigent de lui de plus en plus de compétences non seulement techniques mais aussi humaines et sociales (comportement en groupe, capacité à coopérer et à communiquer, volonté d'assumer des responsabilités) [...] (Jacquinet, 1993, p. 65.)

Dans ce nouveau paradigme, les TIC peuvent s'avérer un outil puissant permettant à l'enseignant d'envisager la perspective d'une pédagogie différente. Le pédagogue a donc la possibilité de répondre — ou non — à l'invitation au changement des technologies de l'information et de réseau. Ainsi, le professeur peut être perçu comme un médiateur entre l'apprenant et les savoirs.

L'ampleur de la métamorphose de la pédagogie est difficilement perceptible, car la technologie évolue à un rythme tel que l'on peut difficilement imaginer l'avenir dans les salles de classe. Bien que de nombreux chercheurs aient des opinions sur les classes de demain, il n'en demeure pas moins difficile de saisir pleinement les conséquences globales du nombre sans cesse croissant d'élèves qui sont mieux informés que ceux des générations précédentes, uniquement grâce à Internet, et qui s'attendent donc à ce que leurs enseignants s'adaptent rapidement à

leurs nouveaux besoins. Comme le soulignait Perrenoud (1998), désormais, les enseignants sont appelés à adopter une attitude de veille culturelle, sociologique, pédagogique et didactique pour comprendre de quoi l'école, ses publics et ses programmes seront faits demain. Ils ne devraient donc jamais laisser aux TIC la place d'activités facultatives, superflues, à faire « quand on a le temps ».

Les TIC donnent l'occasion de repenser et de délocaliser, dans le temps et dans l'espace, les échanges entre les enseignants et les élèves et favorisent ainsi la création de nouvelles avenues pour des activités d'apprentissage ou de formation. Les TIC permettent surtout une nette évolution, voire une mutation du rapport au savoir pour les élèves. C'est d'ailleurs pourquoi plusieurs considèrent que le rôle encyclopédique de l'enseignant se trouve fortement ébranlé avec les TIC. En 2004, devrait-on encore montrer à des élèves comment tracer des cartes quand toutes sont disponibles dans Internet? Ne devrait-on pas aussi leur montrer comment trouver la meilleure carte dans le Web? Les élèves d'un cours d'histoire peuvent en outre en connaître davantage sur un sujet que leur enseignant simplement en consultant Internet, qui devient ainsi pour eux une ressource privilégiée répondant immédiatement aux questions, et que l'on ne craint pas d'interroger. Les TIC sont ainsi appelées à transformer la démarche pédagogique ou didactique. Il ne s'agira peut-être plus d'enseigner un fait historique aux élèves, mais plutôt de les aider à acquérir des compétences en recherche et à aiguïser leur esprit critique face à l'exactitude des renseignements trouvés dans Internet. Ainsi, les élèves seront aptes à obtenir de l'information avec un moteur de recherche et à juger de son authenticité.

Les TIC sont également une menace pour le pouvoir de l'enseignant dans sa classe : elles séduisent l'élève et pourraient amener le professeur, dans certains contextes, à sentir qu'il n'a plus de maîtrise sur les apprenants. Il s'agit effectivement d'un risque, surtout pour les enseignants aux pratiques traditionnelles et encyclopédistes. Toutefois, les TIC ne remplaceront pas l'enseignant aux pédagogies ouvertes ; elles l'assistent plutôt dans sa pratique en améliorant les activités qu'il crée et en facilitant l'apprentissage de ses élèves. Un enfant est rapidement séduit par une histoire racontée par un cédérom éducatif : les

images, les animations, les effets sonores sont autant d'embellissements que l'enseignant ne peut produire tout seul. Néanmoins, l'élève aura vite fait de

demander au maître de regarder l'histoire avec lui, de lui en expliquer certains éléments ou de lui dire pourquoi elle se termine ainsi.

Conclusion

Les technologies de l'information et de la communication (TIC), nous l'avons vu, ont bouleversé plusieurs habitudes dans la société: de son poste d'ordinateur, il est maintenant possible, virtuellement du moins, d'aller à la banque, de payer des factures, d'écrire à des amis, d'écouter de la musique, de consulter l'horaire d'un train, de réserver une chambre, de voir en direct les derniers mouvements d'un astronaute dans l'espace et même de diriger un véhicule sur Mars. Ces révolutions dans le quotidien se transposent progressivement dans la pédagogie.

Avec l'évolution des technologies et les nouvelles avenues promises par les formations ouvertes ou à distance (FOAD), les lois et les principes pédagogiques les plus incontournables mis de l'avant par Thorndike (la loi de l'effet et la loi de l'exercice), Dewey (l'apprentissage par l'action), Piaget (la construction du savoir), Vygotsky (l'apprentissage comme processus socio-interactif) et Bruner (l'apprentissage par la découverte) peuvent être intégrés aux pratiques pédagogiques des enseignants. L'utilisation adéquate des TIC représentent donc un immense enjeu de société que la pédagogie doit examiner. Sans quoi, il ne sera alors peut-être plus question de canaliser l'engouement des jeunes, mais plutôt de vider les coffres de l'État dans ceux d'entreprises privées qui n'ont aucun souci pédagogique. Quant on sait que les responsables administratifs des établissements scolaires disposent de budgets d'investissement et de fonctionnement limités, on préfère que cet argent profite réellement à l'éducation. De plus, le souvenir du coût élevé de l'échec de l'intégration de l'audiovisuel, dans les années 1970, contribue à rappeler la nécessité aux administrateurs d'une certaine prudence devant les innovations technologiques.

Les TIC facilitent l'accès à une culture générale riche et étendue. Elles permettent aussi l'acquisition d'un grand nombre de compétences, dont la capacité de synthèse et d'analyse. Les différentes sources d'information disponibles dans Internet aident les élèves à aiguiser leur rigueur intellectuelle et morale. Les TIC insufflent également une motivation, une détermination et un engouement sans précédent aux élèves. Marier les TIC à la pédagogie favorise aussi le développement d'habiletés de communication, tant sur le plan de l'oral que sur celui de l'écrit. L'usage des TIC accroît les contributions originales et significatives des élèves. Les TIC sont, enfin, d'un commerce agréable pour la pédagogie, ce qui ne gêne rien. Pour toutes ces raisons, nous sommes entièrement convaincus que l'arrimage des TIC à la pédagogie, ce n'est pas l'école sans livres ni cartables pour l'élève. Ce n'est pas non plus la machine à apprendre de Skinner qui remplace — de nouveau — l'enseignant. C'est l'épanouissement réel et virtuel des pédagogies humanistes et socioconstructivistes, de la pédagogie de projet, de l'apprentissage coopératif, de l'école du goût



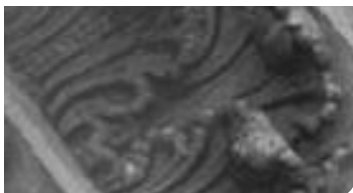
d'apprendre et de l'école transfrontalière, ouverte sur le reste du monde. Comme au moment où Gutenberg redéfinissait l'accès à la connaissance avec l'imprimerie, l'éducation est aujourd'hui en mesure de faire un gigantesque bond en avant avec l'alliance des TIC et de la pédagogie.

Au début, cette alliance prendra possiblement la forme d'une surcharge, et les enseignants auront davantage l'impression de courir après le temps. Néanmoins, comme cela s'est produit pour les tâches journalières, les TIC devraient graduellement s'installer dans le quotidien pédagogique et même devenir un allié essentiel. Ainsi, il est possible d'affirmer que les TIC sont appelées à modifier profondément les formes traditionnelles de la pédagogie et ont déjà commencé à le faire. Certes, comme beaucoup l'ont souligné, l'arrimage des TIC et de la pédagogie accuse un grand retard. C'est pourquoi les défis qui accompagneront assurément cette incursion des TIC en éducation et son installation éventuelle dans le paysage de la pédagogie doivent être relevés à la fois avec dynamisme et conviction. Mais il faut aussi faire preuve d'esprit critique ; marier les TIC à la pédagogie sans se questionner sur les effets qu'elles peuvent avoir sur l'apprentissage ou l'enseignement pourrait être tout aussi néfaste que de s'opposer à leur incursion à l'école. Il faut rester conscient des enjeux pédagogiques importants qui sous-tendent cet arrimage, qui semble désormais pouvoir vraiment favoriser la réussite éducative des élèves, rehausser le professionnalisme du personnel enseignant, encourager le leadership des gestionnaires, voire stimuler la collaboration entre l'école, la famille et le milieu.

Il sera aussi important pour l'enseignant de veiller à améliorer l'esprit critique de ses élèves pour que ces derniers comprennent les effets — autant positifs que négatifs — des TIC dans la société. Les jeunes, pour maximiser leur potentiel et devenir des citoyens à part entière, devront aussi posséder un grand éventail de compétences dont celle de résoudre des problèmes plutôt que la connaissance ponctuelle et éphémère de quelques logiciels ou de certaines technologies. Il sera parfois même important de mettre un bémol à la ferveur technologique de certaines réformes de l'éducation ou de certains gestionnaires. Les technologies permettent non seulement de mettre en place un projet pédagogique mais aussi de l'élever à un certain niveau de qualité.

Les TIC peuvent faciliter et rendre plus efficace le travail enseignant, certes, mais leur rôle n'est pas nécessairement de modifier la substance de ce qu'est enseigner, instruire ou éduquer. Seule la façon de faire en classe changera. Aussi, alors que nous évoquons le charme infini des TIC pour la pédagogie, pour l'enseignement et l'apprentissage, il n'est pas inutile de rappeler que, bien que beaucoup croient qu'elles tracent notre futur, il n'en demeure pas moins que ce sont les êtres humains qui imaginent, créent et supervisent leurs usages. Cela, trop d'enseignants l'oublent. Pourtant, la célèbre phrase prononcée par Oppenheimer en 1944, il y a près d'un demi-siècle, devrait toujours nous le rappeler.

L'ouverture de la société, l'accès sans restriction au savoir et l'association spontanée et libre d'hommes soucieux de le faire progresser, c'est ce



qui peut permettre à un monde technologique vaste, complexe, en expansion et en transformation constantes, toujours plus spécialisé et plus pointu, de garder son humanité²⁰.

20. Adamant Media Corporation. *Elibron Quotations*, <www.elibronquotations.com/author.phtml?a_id=5818>, site consulté le 29 février 2004.



Questions

1. Expliquez en quoi le langage LOGO créé par Seymour Papert est différent de l'enseignement programmé.
2. Expliquez comment la machine à apprendre de Burrhus Frederic Skinner se distingue de la pédagogie traditionnelle.
3. Expliquez les causes de l'échec partiel de l'audiovisuel des années 1960 et 1970.
4. Au Québec et en Europe, qu'est-ce qui semble le plus faire obstacle à l'arrimage TIC-pédagogie ? Expliquez votre réponse.
5. Quelle est la principale raison avancée par les médias pour justifier le grand retard du Québec sur les autres provinces canadiennes en matière de micro-informatique, au milieu des années 1990 ? Expliquez votre réponse.
6. Expliquez en quoi, sur le plan de la pédagogie, les TIC constituent une menace pour l'enseignant.
7. À l'école et sur le plan de la pédagogie, qu'est-ce qui caractérise surtout les TIC au Québec au cours des 25 dernières années ? Expliquez votre réponse.
8. Quel est le nouveau rôle que doit assumer l'enseignant pour que l'arrimage TIC-pédagogie connaisse de meilleures chances de succès ? Expliquez ce rôle.
9. Quels peuvent être les quatre effets positifs des TIC sur la pédagogie ? Expliquez votre réponse.
10. Expliquez la phrase suivante : Anciennement ancrée dans une logique de diffusion du savoir, la pédagogie doit maintenant s'accommoder d'un nouveau paradigme, celui de la **navigation du savoir**.

Bibliographie

ASTOLFI, J.P. (1997). « Médiation ». *Résonances*. Revue électronique : <www.orpd.vsnet.ch/Resjuin97/resjuin97.htm>.

BARON, G.-L. (2001). « L'institution scolaire confrontée aux TIC ». *Sciences humaines*, n° 32, p. 48-53.

BIBEAU, R. (1999). *L'élève rapaillé*. Montréal : Université de Montréal. <netia59.ac-lille.fr/Ref/pedagogie/Robert_Bibeau/rapail2.htm>.

BORDELEAU, P. (sous la dir. de) (1994). *Des outils pour apprendre avec l'ordinateur*. Montréal : Éditions Logiques.

BORDELEAU, P. (1999). *L'histoire des technologies informatiques et quelques-unes de leurs applications en éducation (v. 4.3)*. <www.scedu.umontreal.ca/sites/histoiredestec>.

BOURREL, J.-R. (2000). *Enseignement à distance et francophonie : bilan et perspectives*. Paris : Organisation Internationale de la Francophonie.

BROWN, S. (1996). « Organisational and Cultural Implications of Changes in Teaching and Learning ». *ASCILITE 1996 : Making New Connections*. Adelaide (Australie), 2-4 décembre. Revue électronique : <www.ascilite.org.au/conferences/adelaide96/papers/brown.html>.

- CASSÉ, M.-C. (1993). « Réseaux de communication électronique et territoires », dans *La géographie face aux nouvelles technologies d'information et de communication. Études et travaux du GRICC*, n° 1, p. 1-19.
- CHENEVEZ, O. (2002). « L'enjeu des TIC en vaut-il la chandelle ? ». *Les dossiers de l'ingénierie éducative sur le Web*. <www.cndp.fr/tice/DossiersIE/texte_chenevez.htm>.
- CONSEIL SUPÉRIEUR DE L'ÉDUCATION (2000). *Éducation et nouvelles technologies : pour une intégration réussie dans l'enseignement et l'apprentissage*. Québec : Gouvernement du Québec.
- CUBAN, L. (1986). *Teachers and Machines. The Classroom Use of Technology Since 1920*. New York : Teachers College Press.
- CUBAN, L. (1997). « High-Tech Schools and Low-Tech Teaching ». *Education Week on the Web*, n° 21. <www.edweek.org>.
- CUBAN, L. (1999). *Why Are Most Teachers Infrequent and Restrained Users of Computers ?* Publication présentée à la British Columbia Teachers' Federation Public Education Conference, Technology : Public Education in a Wired World, Vancouver, Canada, février.
- DEPOVER, C., et STREBELLE, A. (1996). « Fondements d'un modèle d'intégration des activités liées aux nouvelles technologies de l'information dans les pratiques éducatives (75-98) », dans G.-L. Baron et É. Bruillard. *Informatique et éducation : regards cognitifs, pédagogiques et sociaux*. Paris : INRP.
- DOLENCE, M.G., et NORRIS, D.M. (1998). *Transforming Higher Education : A Vision for Learning in the 21st Century*. Washington (D.C.) : Society for College and University Planning.
- DUCHÂTEAU, C. (1996). *Pourquoi l'école ne peut intégrer les nouvelles technologies ?* Contribution au symposium « L'école de demain à l'heure des technologies de l'information et de la communication », colloque du Réseau d'éducation francophone, Montréal, septembre.
- ENGELBART, D.C. (1963). « A Conceptual Framework for the Augmentation of Man's Intellect », dans P.D. Howerton et D.C. Weeks (sous la dir. de). *Vistas in Information Handling*. vol. 1. Washington (D.C.) : Spartan Books, p. 1-29.
- FOURNIER, M. (2001). « Internet va-t-il bouleverser la pédagogie ? ». *Sciences humaines*, n° 32, p. 54-57.
- GOVERNEMENT DU CANADA (2000). *Un Canada branché*. Ottawa : Presses du gouvernement du Canada.
- GOVERNEMENT DU QUÉBEC (1979). *Énoncé de politique et plan d'action (Livre orange)*. Québec : Ministère de l'Éducation du Québec.
- GOVERNEMENT DU QUÉBEC (1985). *Micro-informatique : plan de développement*. Québec : Ministère de l'Éducation du Québec.
- GOVERNEMENT DU QUÉBEC (1994). *L'intégration des nouvelles technologies de l'information et des communications à l'éducation : document de sensibilisation et de réflexion*. Québec : Ministère de l'Éducation du Québec, Direction générale des ressources didactiques.
- GOVERNEMENT DU QUÉBEC (1996a). *Les États généraux sur l'éducation : rénover notre système d'éducation, dix chantiers prioritaires*. Québec : Ministère de l'Éducation du Québec.
- GOVERNEMENT DU QUÉBEC (1996b). *Conférence socio-économique sur les technologies de l'information et des communications en éducation au Québec : état de la situation*. Québec : Presses du gouvernement du Québec.
- GOVERNEMENT DU QUÉBEC (1996c). *Les technologies de l'information et de la communication en éducation : plan d'intervention, éducation préscolaire, enseignement primaire et secondaire, formation générale des jeunes et des adultes*. Québec : Ministère de l'Éducation du Québec.
- GOVERNEMENT DU QUÉBEC (1997). *Rapport d'activités du Comité d'orientation et de formation du personnel enseignant (COFPE)*. Québec : Ministère de l'Éducation du Québec.
- GOVERNEMENT DU QUÉBEC (2001). *Programme de formation de l'école québécoise : éducation préscolaire et enseignement primaire*. Québec : Ministère de l'Éducation du Québec.
- GRASSET, K. (2003). *Qu'est-ce que LOGO ?* Genève : Université de Genève.
- GUÉDON, J.-C. (2000). *Dilemmes et défis d'un nouvel âge pédagogique*. Montréal : Radio-Canada. <radio-canada.ca/education/index2.asp?FROM=CONV&DocID=403>.
- HARVEY, J.-L., et LEMIRE, G. (2001). *La nouvelle éducation : NTIC, transdisciplinarité et communautaire*. Paris : L'Harmattan.
- HAUGHEY, M., et ANDERSON, T. (1999). *Networked Learning : The Pedagogy of the Internet*. Toronto : McGraw-Hill.
- HOFMEISTER, A. (1984). *Microcomputer Applications in the Classroom*. New York : Holt, Rinehart and Winston.
- JACQUINOT, G. (1993). « Apprivoiser la distance et supprimer l'absence ? Ou les défis de la formation à distance ». *Revue Française de Pédagogie*, n° 102, p. 28-43.
- KARSENTI, T. (2003a). « Plus captivantes qu'un tableau noir : l'impact des nouvelles technologies sur la motivation à l'école ». *Revue de la fédération suisse des psychologues*, n° 6, p. 24-29.
- KARSENTI, T. (2003b). « Favoriser la motivation et la réussite en contexte scolaire : les TIC feront-elles mouche ? ». *Vie pédagogique*, n° 127, p. 27-32.
- KARSENTI, T., et LAROSE, F. (2001). *Les TIC... au cœur des pédagogies universitaires*. Québec : Presses de l'Université du Québec.
- LEFOE, G. (1998). « Creating Constructivist Learning Environments on the Web : The Challenge in Higher Education ». *ASCILITE 1998 : Flexibility, the Next Wave*, Wollongong, Australie, 14-16 décembre. *Revue électronique* : <www.ascilite.org.au/conferences/wollongong98/asc98-pdf/lefoe00162.pdf>.
- LEMIEUX, P. (1992). « Réflexions libres sur l'État et la culture », dans F. Sauvageau. *Les politiques culturelles à l'épreuve : la culture entre l'État et le marché*. Québec : Institut québécois de recherche sur la culture, p. 151-169.
- LIVERGOOD, N.D. (1991). « From Computer-Assisted Instruction to Intelligent Tutoring Systems ». *Journal of Artificial Intelligence in Education*, vol. 2, n° 3, p. 39-50.

- MCLUHAN, M. (1962). *The Gutenberg Galaxy: The Making of Typographic Man*. Toronto : University of Toronto Press ; London : Routledge. (Ouvrage paru en français en 1977 sous le titre *La galaxie Gutenberg : la genèse de l'homme typographique*. Paris : Gallimard.)
- MCLUHAN, M. (1972). *Pour comprendre les médias, les prolongements technologiques de l'homme*. Montréal : Éditions Hurtubise HMH.
- MEIRIEU, P. (2000). *L'éducation et le rôle des enseignants à l'horizon 2020 : quels défis et quelles conséquences pour les politiques de l'UNESCO?* Paris : UNESCO (Horizon 2020).
- MICHEL, J.-L. (1981). « Le Web de la distanciation : réflexions sur les nouvelles technologies d'enseignement ». *L'École libératrice*, n° 2, p. 1-6.
- NORRIS, D.M., et DOLENCE, M.G. (1996). « IT Leadership Is Key to Transformation ». *Cause/Effect*, vol. 19, n° 1, p. 12-20.
- ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE (OCDE) (1996). *Les technologies de l'information et l'avenir de l'enseignement post-secondaire*. Paris : Presses de l'OCDE.
- ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE (OCDE) (1998). *Compte rendu du séminaire sur les NTIC (Comité de l'Éducation)*. Paris : Presses de l'OCDE.
- ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE (OCDE) (2001). *L'école de demain. Les nouvelles technologies à l'école : apprendre à changer*. Paris, CERI : Presses de l'OCDE.
- ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE (OCDE) (2002). *TIC : innovation à l'école et qualité de l'apprentissage, développements et problèmes clés*. Centre pour la recherche et l'innovation dans l'enseignement, Paris : Presses de l'OCDE.
- PAPERT, S. (1980). *Mindstorms : Children, Computers and Powerful Ideas*. New York : Basic Books.
- PERAYA, D. (2001). « Communication et nouvelles technologies », dans P. Perrig-Chiello et F. Darbellay (sous la dir. de). *Qu'est-ce que l'interdisciplinarité? Les nouveaux défis de l'enseignement*. Lausanne : Institut Universitaire Kurt Bösch, p. 117-143.
- PERRIAULT, J. (2000). « Il faudra toujours une médiation humaine... ». *Axiales*, n° 37. <<http://www.asts.asso.fr>>.
- PERRENOUD, P. (1998). *Se servir des technologies nouvelles*. Genève : Faculté de psychologie et de sciences de l'éducation, Université de Genève.
- PIETTE, J., PONS, C.-M., GIROUX, L., et MILLERAND, F. (2001). *Les jeunes et Internet (représentation, utilisation et appropriation). Rapport final de l'enquête menée au Québec dans le cadre du projet de recherche international*. Québec : Ministère de la Culture et des Communications du Québec.
- POUTS-LAJUS, S. (1999). *Vers l'école de la réussite*. Paris : Observatoire des technologies pour l'éducation en Europe.
- POUTS-LAJUS, S. (2000). *Du plan « Informatique pour tous » au plan Allègre : qu'est-ce qui a changé?* Paris : Observatoire des technologies pour l'éducation en Europe.
- POUTS-LAJUS, S., et RICHÉ-MAGNIER, M. (1998). *L'école, à l'heure d'Internet : Les enjeux du multimédia dans l'éducation*. Paris : Nathan.
- PRESSEY, S.L. (1926). « A Simple Apparatus Which Gives Tests and Scores and Teaches ». *School and Society*, vol. 23, n° 586, p. 373-376.
- PRESSEY, S.L. (1927). « A Machine for Automatic Teaching of Drill Material ». *School and Society*, n° 25, p. 549-552.
- PRICE, R. (1989). « A Historical Perspective on the Design of Computer-Assisted Instruction : Lessons from the Past ». *Computers in the School*, vol. 6, n°s 1-2, p. 145-157.
- RIVAUULT, A.-S., et MELISSON, P. (2004). *L'enseignement programmé*. Lille : Université de Lille.
- ROSNAY, J. de (1995). *L'homme symbiotique : regards sur le troisième millénaire*. Paris : Seuil.
- ROSNAY, J. de (1999). *La société de l'information au XXI^e siècle : enjeux, promesses et défis*. Paris : Cité des Sciences et de l'Industrie.
- SANDHOLTZ, J.H., RINGSTAFF, C., et DWYER, D.C. (1996). *Teaching with Technology : Creating Student Centered Classrooms*. New York : Teachers College Press.
- SCULLEY, J. (1987). *Odyssey*. New York : Harper and Row.
- SKINNER, B.F. (1954). « The Science of Learning and the Art of Teaching ». *Harvard Educational Review*, vol. 24, n° 2, p. 86-97.
- SKINNER, B.F. (1958). « Teaching Machines ». *Science*, vol. 128, p. 969-977.
- SOBEL, R. (1984). *IBM : Histoire d'un empire*. Montréal : Les Éditions de l'Homme.
- THORNDIKE, E.L. (1913). *Educational Psychology*. Volume 2 : The Psychology of Learning. New York : Teachers College Press.
- VARIAN, H., et LYMAN, P. (2002). *How Much Information?* Berkeley (Calif.) : University of California in Berkeley.