



HAL
open science

Les effets des systèmes et des outils multimédias sur la cognition, l'apprentissage et l'enseignement

Jacques Crinon, Patrice Georget, Frank Jamet, Denis Legros, François Mangenot, Emmanuelle Maître de Pembroke, Béatrice Pudelko, Assia Talbi, Gisèle Tessier

► To cite this version:

Jacques Crinon, Patrice Georget, Frank Jamet, Denis Legros, François Mangenot, et al.. Les effets des systèmes et des outils multimédias sur la cognition, l'apprentissage et l'enseignement. Comité national de Coordination de la Recherche en Éducation. 2000, pp.209. hal-04108617

HAL Id: hal-04108617

<https://hal.science/hal-04108617>

Submitted on 27 May 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Équipe CoDiTexte
Cognition et Didactique du Texte

**Les effets des systèmes
et des outils multimédias sur
la cognition, l'apprentissage et l'enseignement**

RAPPORT FINAL AU CNCRE

SOUS LA DIRECTION DE DENIS LEGROS, JACQUES CRINON ET PATRICE GEORGET

*Jacques Crinon, Patrice Georget,
Frank Jamet, Denis Legros, François Mangenot,
Emmanuelle Maître de Pembroke, Béatrice Pudelko,
Assia Talbi, Gisèle Tessier*

Septembre 2000

La présente recherche a été retenue et financée par le CNCRE (Comité national de Coordination de la Recherche en Éducation) dans le cadre de son appel d'offre de 1998.

Elle a également reçu le soutien de l'IUFM de Créteil.

Les auteurs

Jacques Crinon, *maître de conférences en Sciences du langage*, Équipe CoDiTexte (IUFM de Créteil) et Équipe ESCOL (Université de Paris VIII).

Patrice Georget, *maître de conférences en Psychologie sociale*, Laboratoire de Psychologie sociale (Université de Paris VIII)

Frank Jamet, *maître de conférences en Psychologie cognitive* (IUFM de Rouen). UPRES “ Cognition et Didactique ”, E. A. 2305 (Université Paris VIII).

Denis Legros, *professeur en Psychologie cognitive*, Équipe CoDiTexte (IUFM de Créteil) et Laboratoire ESA-CNRS 7021 “ Cognition et Activités finalisées ”.

François Mangenot, *maître de conférences en Sciences du langage*, Université Stendhal de Grenoble. E.A. 2534 “ Plurilinguisme et Apprentissages ” (ENS de Fontenay Saint-Cloud).

Emmanuelle Maître de Pembroke, *ATER en Sciences du langage*, Équipe CoDiTexte (IUFM de Créteil).

Béatrice Pudelko, *chercheur en Psychologie cognitive*, Équipe CoDiTexte (IUFM de Créteil), Laboratoire ESA-CNRS 7021 “ Cognition et Activités finalisées ”. et LICEF (Université de Montréal).

Assia Talbi, *journaliste*, Télévision d'Alger et Équipe CoDiTexte.

Gisèle Tessier, *professeur en Sciences de l'éducation*, Université de Rennes II.

Que soient remerciés ici tous ceux qui ont apporté leur concours à la réalisation de ce travail :

Sandrine Carré, Frédérique Girard et Dominique Deret qui ont contribué à la constitution de la bibliographie ;

Teresa Acuna, *professeur à l'Université de Comahue (Argentine)*, pour la constitution de la bibliographie en langue espagnole ;

Madame Bouchoux, de la Bibliothèque universitaire de Caen, dont la disponibilité a été précieuse pour rassembler les articles et les ouvrages qui ont servi de base à la recherche ;

Claude Mathez, *inspecteur de l'Éducation nationale* à Paris, qui a participé à la définition du projet et nous a ouvert ses terrains ;

Claire Salvan, professeur au lycée Jean-Vigo à Millau, membre de l'équipe CoDiTexte, pour ses relectures ;

Anne Fournié, pour le secrétariat de rédaction ;

Martine Méheut, *directrice adjointe de l'IUFM de Créteil et responsable de la commission Recherche du Conseil scientifique et pédagogique*, pour son inlassable soutien de la politique de recherche de cet institut ;

L'équipe administrative et financière de l'IUFM de Créteil qui a en tout facilité la gestion du projet, et en particulier Raphaël Franquinet, *directeur de l'IUFM*, Lucienne Boyadjian, *agent comptable*, Gérard Broussois, *secrétaire général*, Annie Meyer, Nelly Dehayes, Jean-Louis Fassi et Ginette Galliot.

Sommaire

Introduction	4
(J. Crinon, P. Georget, D. Legros et F. Mangenot)	
Première partie	
Technologies de l'information et de la communication et apprentissage	
CHAPITRE I	15
Les théories de l'apprentissage (D. Legros, B. Pudelko et A. Talbi)	
CHAPITRE II	32
Hypermédiats et construction des connaissances (B. Pudelko et D. Legros)	
CHAPITRE III	45
Aspects psychosociologiques de l'apprentissage multimédia (P. Georget)	
Deuxième partie	
Multimédias et apprentissage des différents domaines de connaissances : recherches empiriques	
CHAPITRE IV	55
Lecture et compréhension de textes (J. Crinon, D. Legros et B. Pudelko)	
CHAPITRE V	76
Apprendre à écrire avec l'ordinateur (J. Crinon et F. Mangenot)	
CHAPITRE VI	103
Construction des représentations des connaissances scientifiques (F. Jamet)	
CHAPITRE VII	115
Apprentissage des langues assisté par ordinateur (F. Mangenot)	
Troisième partie	
Les enseignants et leurs pratiques	
CHAPITRE VIII	144
Apports de l'ordinateur : ce que disent les enseignants (E. Maître de Pembroke)	
CHAPITRE IX	157
Pratiques des enseignants du secondaire intégrant les TIC. Pour une lecture interactionniste (G. Tessier)	
CHAPITRE X	172
TIC et pédagogie : une perspective systémique (F. Mangenot)	
Bilan et perspectives	188
(J. Crinon et D. Legros)	
Bibliographie générale	192

Introduction

Jacques Crinon, Patrice Georget, Denis Legros et François Mangenot

1. L'objectif de l'étude : tirer les enseignements des recherches empiriques

Cette recherche répond à une commande : l'appel d'offre du CNCRE (Comité national de Coordination de la Recherche en Éducation) de mai 1998. La question était formulée de la manière suivante :

“ Comment les technologies de l'information et de la communication sont-elles utilisées dans le système éducatif ? Modifient-elles la nature, les contenus et les modalités des apprentissages, ainsi que les acquis, le rapport au savoir et les attitudes des élèves, des étudiants et des enseignants ? ”

Nous avons concentré notre réponse sur les effets des technologies de l'information et de la communication¹ (TIC) sur les apprenants. L'introduction des TIC à l'école, qu'est-ce que ça change dans les apprentissages et dans la façon d'enseigner ? La question est polémique, elle est au cœur d'un débat vif et passionné entre technolâtres et technophobes. Les premiers, partisans inconditionnels de l'introduction de la modernité à l'école, tiennent un discours souvent volontariste et purement prospectif sur les bienfaits d'une école branchée, ouverte sur le monde. Les seconds, défenseurs d'une formation humaniste traditionnelle, pensent que les machines ne peuvent que distraire de l'essentiel, apprendre à penser, et ne voient dans la présence d'ordinateurs à l'école qu'une imposture pédagogique dissimulant des enjeux économiques.

Mais ces positions *a priori* oublient l'une comme l'autre, en général, d'analyser ce qui se produit réellement lorsqu'on introduit des systèmes et des outils informatiques dans les situations d'apprentissage. De nombreux travaux sur les TIC s'orientent d'ailleurs plus souvent sur l'analyse des potentialités et des virtualités de l'outil plutôt que sur l'évaluation de ses effets dans des situations d'utilisation concrètes.

C'est ainsi que les modes se succèdent comme des vagues d'innovations, le plus souvent sans lendemain, selon Cuban dans son étude des utilisations des technologies dans la classe depuis 1920 (Cuban, 1986). À l'introduction enthousiaste succède une phase de généralisation plus difficile, bientôt suivie “ d'une nouvelle vague technologique sur laquelle se reportent les espoirs courants ” (Baron, 1997). Et les déclarations enthousiastes sur les technologies de l'information et ce qu'elles vont changer dans l'éducation ne changent en réalité pas grand-chose sur le terrain : la réalité de l'école d'aujourd'hui est proche de celle de l'école du XIX^e siècle, constatait Papert, il y a quelques années (1994) !

Les enseignants considèrent, à juste titre, que l'enseignement n'est pas affaire de machines, mais d'hommes, et que la relation pédagogique est à réinventer à chaque instant, avec chaque élève. Pourtant, les machines peuvent être des assistants utiles à l'enseignant dans sa tâche. Mais pour quels usages, dans quels contextes et dans quelles limites ? Et surtout pour quels apports ? L'ignorance est,

¹ TIC (terme que nous privilégierons dans cet ouvrage), ou NTIC (nouvelles technologies de l'information et de la communication), ou TICE (technologies de l'information et de la communication dans l'enseignement) : on utilisera aussi le terme de multimédia, de manière quasi synonyme. On pourrait aussi parler de l'ordinateur à l'école, ou des technologies fondées sur la numérisation des textes, des images et des sons... Chacun de ces termes ou de ces expressions met l'accent sur un aspect particulier des technologies, réseaux de communication, modalités sensorielles de l'accès à l'information, supports... On y reviendra chemin faisant, et nous nous contenterons pour l'instant, par commodité, de prendre ces termes dans un sens englobant.

avec l'illusion technologiste, un des obstacles essentiels au développement des TIC en milieu scolaire².

Notre but n'est donc pas de définir ce que pourraient apporter demain les nouvelles technologies. Il est de décrire précisément les usages et les modes d'utilisation des TIC dans les différents degrés d'enseignement et de faire le point sur ce que l'on sait pour l'instant de l'efficacité de ces outils du point de vue des apprentissages.

Notre but n'est pas non plus d'apporter une réponse à la question : apprend-on mieux avec l'ordinateur qu'avec le livre ? Cette manière générale de poser la question de l'efficacité des TIC est dépassée. Les données de la recherche n'apportent pas de réponse, ni dans un sens, ni dans l'autre (Mayer, 1997). Il ne nous semble pas pour autant tenable de n'utiliser les TIC que lorsque leur efficacité est confirmée, comme le propose Noble (1996, cité par Tardif, 1998). Les TIC sont de plus en plus présentes dans notre environnement et seront donc nécessairement de plus en plus présentes à l'école. On n'imaginerait pas de continuer à utiliser à l'école la plume d'oie et des incunables sous prétexte que le stylo à bille et le livre imprimé ne permettent pas à coup sûr d'apprendre mieux et ne mettent pas fin d'un coup à l'échec scolaire. Les instruments techniques de l'époque s'imposent progressivement à l'école. Dès lors que de nouveaux outils sont à la disposition des enseignants, il est sain et souhaitable qu'ils s'en emparent de manière créative, qu'ils en explorent les potentialités, qu'ils inventent de nouveaux modes d'utilisation. Certains méritent d'être connus et réutilisés. Beaucoup le sont d'ailleurs : des associations, des revues, des services officiels publient des comptes rendus, font connaître ou diffusent des logiciels. Mais moins abondantes sont, du moins en France, les recherches qui analysent précisément les effets de ces nouveaux outils.

Le premier objectif est de comprendre ce que les TIC changent dans les activités d'apprentissage. Celles-ci constituent des " technologies intellectuelles " et des " outils cognitifs " (Jonassen, 1995) qui modifient probablement les manières de lire, d'écrire, de communiquer, d'apprendre, et peut-être même de penser³. Des difficultés d'apprentissage peuvent être surmontées grâce à ces outils, mais des difficultés nouvelles apparaissent, liées au nouveau support. La compréhension des effets de ces outils et des difficultés qu'ils provoquent nécessite, d'une part, de recourir à des modèles du fonctionnement cognitif du sujet apprenant et, d'autre part, à une analyse des contextes et des conditions d'utilisation de ces outils qui influencent et modifient ces modèles (Jonassen, 1994).

La second objectif est d'identifier les usages et les modes d'utilisation les plus fructueux des systèmes et des outils informatiques, afin qu'ils puissent constituer une aide efficace à l'apprentissage. En effet, nous ne pensons pas qu'il soit possible de répondre, d'une façon générale, à la question de l'efficacité des TIC sur l'apprentissage. Une question comme : " Les TIC favorisent-elles les meilleurs élèves ou bien fournissent-elles des outils pour lutter contre l'échec scolaire en faisant progresser les plus faibles ? ", si importante et préoccupante soit-elle ne peut pas davantage recevoir de réponse que la précédente. Ce sont en effet des questions trop générales. Est-ce à dire que l'enseignant soit réduit à l'impuissance ? Certes pas. Et le média joue son rôle. Mais le média n'est qu'un outil et donc un facteur explicatif parmi d'autres dans un système où l'influence du milieu, les relations sociales dans la classe, le scénario pédagogique mis en œuvre par l'enseignant, les connaissances et les intérêts des élèves interfèrent. En outre, tous les modes d'utilisation des outils informatiques ne se valent probablement pas. Ce sont donc des outils particuliers, avec des fonctionnalités précises, employés dans des contextes définis que nous tenterons d'évaluer quant à leurs effets sur des apprentissages identifiés.

2. Des modèles d'apprentissage aux spécificités des domaines, des outils et des contextes

Ce rapport s'organise en trois grandes parties.

² Ce qui ne signifie pas qu'il faille sous-estimer l'importance d'autres facteurs qui ne seront pas traités ici parce que ce n'est pas le sujet : inégalité d'équipement et d'accès au réseau entre les établissements, problèmes d'organisation (temps, lieux, personnels de maintenance...), formation... (voir Carrier, Crinon & Gautellier, 1999).

³ On examinera, dans le chapitre IV, les implications de cette hypothèse, et notamment de " la raison graphique " (Goody, 1979), sur la lecture des hypertextes.

La première partie situe les grandes étapes qui ont marqué l'utilisation des TIC dans l'enseignement depuis une trentaine d'années, EAO, EIAO, micro-mondes, CSCL... par rapport aux modèles théoriques de l'apprentissage qui les sous-tendent.

La seconde partie présente des comptes rendus de recherche sur les effets des outils multimédias dans cinq grands domaines relevant des apprentissages cognitifs : lecture et compréhension de textes, production de textes, construction des représentations des connaissances, construction des représentations des connaissances scientifiques, apprentissage d'une langue seconde.

Dans chacun de ces domaines, on procède à :

- un inventaire raisonné des utilisations des systèmes et outils multimédias aux différents niveaux de la scolarité (école maternelle, école élémentaire, collège, lycée). Il ne s'agit pas d'être exhaustif, ni de recenser toutes les pratiques dans toutes les disciplines, mais d'arriver à une typologie illustrée des produits et à une catégorisation des modes d'utilisation en fonction de leurs effets sur l'enseignement et de leur efficacité sur l'apprentissage ;
- des bilans des travaux conduits sur les différents usages et différents modes d'utilisation.

Nous insistons tout particulièrement sur la revue et l'analyse des travaux conduits dans le domaine des sciences de la cognition dans la mesure où ces travaux permettent de construire les modèles de traitement de l'information qui sont – le plus souvent implicitement – à la base des modèles du fonctionnement cognitif des systèmes et des utilisateurs et qui fournissent les outils conceptuels capables de rendre compte :

- des modèles d'apprentissage, et donc du fonctionnement du sujet apprenant ;
- des modèles d'enseignement, et donc du fonctionnement des professeurs.

La troisième partie s'intéresse aux pratiques des enseignants. Constituée de synthèses de comptes rendus d'expériences, elle met en relation les données de la recherche avec les représentations et les attentes des enseignants. Cette mise en relation permet ainsi de définir avec plus de chance de réussite les conditions d'intégration des systèmes et des outils multimédias dans les classes et favorise l'interaction entre la recherche de laboratoire et la recherche de terrain.

3. Une méthodologie de recherche secondaire

La constitution du corpus

Ce travail s'appuie sur des recherches empiriques menées dans différents pays : la France, les États-Unis, le Canada, la Grande-Bretagne, l'Australie, l'Allemagne, l'Italie, la Suisse, la Finlande, l'Espagne, le Portugal y sont bien représentés. Cependant beaucoup de nos sources viennent d'Amérique du Nord. Non pas seulement parce que les systèmes et les outils multimédias y sont utilisés dans les établissements scolaires davantage et depuis plus longtemps qu'en Europe, mais surtout parce que c'est là qu'ont été et que sont menées les études les plus nombreuses sur les effets de cette introduction. Et même si des pratiques citées dans ce rapport à travers des exemples américains ont leurs équivalents en Europe et en particulier en France, ce sont souvent pourtant les exemples américains qu'il faudra évoquer, parce que ce sont ceux qui ont été évalués par des chercheurs.

Établir le corpus de référence a constitué la première tâche de l'équipe de recherche. Cependant, l'ampleur du domaine ne nous permettait pas d'être exhaustifs. Pour limiter cette matière, nous avons réduit nos recherches bibliographiques aux articles et aux ouvrages parus dans les années 1994 à 2000. Des références antérieures ont cependant été utilisées, lorsqu'elles constituaient une base essentielle pour comprendre les évolutions récentes. Nous avons ainsi systématiquement dépouillé les bases de données bibliographiques ERIC, PSYCLIT et DAF, afin de passer en revue les différents sous-domaines d'étude définis plus haut, ainsi que les revues spécialisées *Computers and Composition*, *Computers in Education*, *Educational Research*, *Educational Psychologist*, *Educational Technology Research and Development*, *Human-Computer Interaction*, *International Journal Human-Computer Studies*, *Journal of Computer Assisted Learning*, *Journal of Computing in Childhood Education*, *Journal of Computing in Higher Education*, *Journal of Educational Psychology*, *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, *Journal of Technology and Teacher Education*, *The Journal of Educational Technology*. Nous avons également dépouillé les actes électroniques des colloques de l'association SITE (*Society for Information Technology and Teacher Education*). Les bibliographies des articles et des livres intégrés ainsi dans le corpus ont été également dépouillées et les livres et articles cités intégrés à leur tour.

Le corpus sur lequel repose notre étude est présenté dans ce rapport à travers la bibliographie proposée en annexe.

Les types de recherches

Les recherches consacrées aux TIC à l'école peuvent se classer en deux grandes catégories, caractérisées par deux types d'approche et deux types de méthodes. On y retrouve la dichotomie souvent relevée à propos des recherches en didactique. Ainsi les auteurs de la banque de données DAF⁴ (Gagné, Sprenger-Charolles, Lazure & Ropé, 1989) distinguent les recherches qui visent plutôt à saisir le réel dans sa complexité comme les études de cas en psychologie et en ethnométhodologie de celles qui utilisent une démarche hypothético-déductive, le plus souvent expérimentale. Les critiques, de part et d'autre, sont fortes. Les expérimentalistes reprochent aux ethnométhodologues leur manque de "rigueur" et l'utilisation d'une démarche plus "intuitive" que réellement scientifique, alors que pour les ethnométhodologues c'est, a contrario, la rigueur de la démarche expérimentale, et en particulier le contrôle strict de la situation, qui pose problème. Le "toutes choses égales par ailleurs" des expérimentalistes ne permet pas de rendre compte du "réel".

S'interrogeant sur ce qui permet de définir un texte comme un texte de recherche, ces chercheurs en didactique du français (langue maternelle), considèrent qu'une recherche se caractérise par son objectif, et ils en voient quatre : décrire, théoriser, expliquer ou transformer ; sa méthodologie, elle-même sous-divisée en démarche et mode d'investigation. Et ils concluent :

"On peut considérer que la poursuite d'un des objectifs possibles de recherche et l'utilisation d'une démarche et de modes d'investigation appropriés constituent les deux caractéristiques nécessaires d'une activité de recherche. Vouloir évaluer en plus la pertinence de l'objectif poursuivi et la validité de la méthodologie utilisée constituerait une entreprise irréaliste, car trop exigeante et trop subjective à la fois."

<i>Type de recherche</i>	<i>Démarche centrale d'investigation</i>	<i>Objectif</i>	<i>Visée</i>
Recherche descriptive	Stratégie d'observation	décrire	Comprendre ou expliquer
Recherche théorique	Analyse conceptuelle	théoriser	Comprendre ou faire des prédictions
Recherche expérimentale	Expérimentation	expliquer	Corroborer/réfuter des prédictions
Recherche-action	Intervention	transformer	Comprendre

Les choses se compliquent encore lorsqu'on étudie le domaine des technologies éducatives où les références disciplinaires sont encore plus nombreuses. Aux disciplines enseignées, à la psychologie cognitive, à la sémantique, à la psychologie sociale, à la sociologie, à la théorie de la communication, et aux aspects proprement didactiques viennent s'ajouter, par exemple, l'informatique, l'intelligence artificielle, l'ergonomie, les sciences de l'ingénieur.

C'est pourquoi les travaux recensés utilisent une grande diversité de méthodes, qui va de l'expérimentation la plus contrôlée à l'entretien non directif, en passant par les méthodes quasi expérimentales, l'analyse de protocoles individuels, l'enquête ou l'observation de comportements induits. Ces travaux s'intéressent à la nature spécifique des effets des TIC, mais aussi, de façon transversale, à ce qui détermine ces différents effets : les facteurs liés aux systèmes eux-mêmes, mais aussi les facteurs liés aux sujets ou encore aux contextes pédagogiques.

Par exemple, à partir d'une analyse récente des travaux réalisés dans le cadre des effets de l'apprentissage collaboratif, Dillenbourg (1999) rend compte d'un certain nombre de constats qui sont la preuve de la grande multiplicité des méthodologies utilisées. Ces situations pédagogiques peuvent impliquer deux pairs, un petit groupe (trois à cinq élèves) ou une classe (vingt à trente élèves, voire plus). Ces élèves sont engagés dans une session qui peut durer de vingt minutes à plusieurs années, dans une activité qui consiste à suivre un cours, à étudier le matériel-support de cours, à apprendre ou à résoudre des problèmes... en communiquant oralement ou bien par le biais d'une machine, et de façon synchrone ou non, fréquemment ou non... Il reste que la plupart des recherches empiriques réalisées pour déterminer l'efficacité de l'apprentissage collaboratif en contexte multimédia ont impliqué un effectif et un temps réduits : deux à cinq sujets collaborant pendant à peu près une heure

⁴ Didactique et Acquisition du français langue maternelle.

(Dillenbourg, 1999). Néanmoins on trouve, dans le cadre du CSCL⁵ par exemple, des situations qui impliquent environ quarante sujets qui suivent des cours sur l'année. Les résultats d'une méthode sont, bien entendu, difficilement transférables à l'autre, et la question de la généralisation se trouve posée à chaque étape du processus.

Il est vrai que la méthode privilégiée ne répond pas seulement à un objectif scientifique, mais aussi aux traditions de recherche et aux théories de référence de chaque champ disciplinaire. Ainsi, les études très contrôlées et donc localisées sur un nombre restreint de facteurs et de participants dans un temps assez court sont les plus courantes chez les psychologues cognitivistes, alors que les études longitudinales, faisant appel à des variables invoquées et à des effectifs de sujets plus importants, sont privilégiées dans les traditions psychosociologiques.

Nous n'avons pas limité nos analyses à la présentation des études utilisant seulement l'une ou l'autre de ces deux méthodes. Au contraire, nous avons tenté d'élargir nos investigations sur une échelle permettant d'appréhender la réalité des études empiriques dont l'objet est d'évaluer les effets cognitifs, socio-cognitifs et comportementaux des TIC.

Afin d'offrir au lecteur une idée des méthodes mises en œuvre par la communauté des chercheurs, nous présentons quelques exemples des méthodologies les plus fréquentes dans les recherches dépouillées.

Les expérimentations

On trouve bien évidemment une quantité importante de recherches de laboratoire dans lesquelles les auteurs tentent d'établir des liens de causalité entre phénomènes locaux⁶. En général, ces manipulations très contrôlées mettent en jeu une, deux, voire trois variables indépendantes dont on attend des effets sur de nombreuses variables dépendantes. En effet, le coût (temps ; moyens techniques, financiers et humains) nécessaire à la mise en place d'un protocole expérimental dans le domaine des TIC entraîne le plus souvent l'utilisation d'un important panel d'indicateurs. Par exemple, dans une recherche expérimentale consacrée aux effets de l'apprentissage coopératif et des attentes des élèves lors de l'utilisation du multimédia, Cavalier et Klein (1998) manipulent deux variables et observent leurs effets sur dix dimensions d'attitude, sur les types d'interactions développés par les élèves, sur les stratégies de navigation et sur le temps consacré à l'analyse de chaque fenêtre du logiciel. D'où la richesse de chaque étude et le grand intérêt d'une telle démarche qui permet à travers le croisement des facteurs d'affiner la compréhension et l'analyse des effets. Le contrôle des variables manipulées nécessite souvent l'utilisation de logiciels limités, conçus pour le besoin de la recherche ; néanmoins, certaines études utilisent des produits logiciels (par exemple des hypertextes) réels. Ces expérimentations ont alors l'avantage d'être réalisées en milieu social naturel. On glisse alors vers des quasi-expérimentations, qui cherchent à contrôler les variables tout en conservant la complexité du contexte scolaire d'apprentissage⁷.

On peut rattacher aux recherches expérimentales les "méta-analyses" qui passent en revue des recherches empiriques déjà publiées et les soumettent à une grille commune de lecture, constituée par des variables repérables dans l'ensemble des recherches primaires analysées. Dans une étude de Bangert-Drown (1993) constituée d'un corpus de trente-deux recherches portant sur l'utilisation du traitement de texte et comparant deux groupes, l'un utilisant un traitement de texte, l'autre écrivant sans traitement de texte, cinq variables sont examinées : le niveau de classe, le niveau de compétence à écrire, le type d'ordinateur (isolé ou en réseau), la localisation des ordinateurs (en classe ou en salle spécialisée), l'organisation du travail devant l'ordinateur (travail individuel ou en petits groupes).

Dans une étude de Liao (1999), consacrée à l'étude des effets des systèmes hypermédias sur la recherche d'informations, les quarante-sept recherches retenues obéissent aux critères méthodologiques les plus exigeants de la recherche expérimentale. En effet, ont été éliminées du corpus les études qui n'avaient pas suffisamment de données quantitatives ou celles qui utilisaient seulement des coefficients de corrélation ou des Chi carré. De même les comptes rendus qui ne

⁵ *Computer supported collaborative learning*, voir les chapitres III et V.

⁶ On trouve dans la revue de question de Ross et Morrisson (1996) une présentation très détaillée des types de plan expérimentaux mis en œuvre dans la recherche multimédia. Les auteurs reprennent en effet la typologie des plan de Campbell et Stanley de 1963 et offrent pour chaque catégorie (plan complet, à mesures répétées, quasi expérimental, série temporelle, avant-après) un exemple issu de la littérature. Ce travail s'avère très utile pour le chercheur qui souhaite planifier une étude rigoureuse.

⁷ En d'autres termes, l'expérimentation utilise des variables indépendantes provoquées pour le besoin de la recherche, la quasi-expérimentation des variables indépendantes invoquées, qui ont donc un statut *a priori*.

faisaient pas l'objet de publications dans des revues accessibles en bibliothèque n'ont pas été pris en compte.

La part des recherches expérimentales dans les travaux consacrés aux TIC est importante. Ross et Morrison (1996) font une analyse des 303 articles parus dans la section "Recherche" de la revue *ETR&D*⁸ entre 1953, date du premier numéro, et 1992. La répartition des méthodologies utilisées révèle que les recherches de type expérimental sont passées de 22 % à l'origine de la revue à 77 % en 1992. Pour ce qui est des quasi-expérimentations, on passe de 44 % à 8 %, et pour les méthodes descriptives (recherche corrélacionnelle, observation, analyse ethnographique), de 33 % à 13 %.

Cette évolution est, bien entendu, liée aux plus grandes capacités actuelles de simulation technique dans les laboratoires, mais aussi à la volonté de contrôler les facteurs explicatifs dont on attend des effets grâce à des hypothèses de recherche de plus en plus précises, car générées par des modèles théoriques de plus en plus prédictifs. Cependant, malgré le développement important de ces recherches, et le ton euphorique qui caractérise généralement leurs conclusions, les données précises sur les acquis sont pour l'instant rares (Burton, Moore & Holmes, 1995).

Il faut d'ailleurs noter que, dans de nombreuses recherches expérimentales, le matériel utilisé est très rarement évalué pédagogiquement avant l'expérimentation proprement dite. Il provient souvent d'études antérieures ou il est constitué d'un produit logiciel déjà commercialisé. De plus, ce matériel n'est pas toujours choisi en fonction des préoccupations des enseignants. En effet, les questions du chercheur ne correspondent pas toujours aux préoccupations des enseignants.

C'est sans doute l'une des raisons qui expliquent les évolutions de ces dernières années, caractérisées par un regain d'intérêt pour les méthodologies qualitatives (Koschmann, 1996). Ce constat confirme la nécessité d'associer les enseignants et les chercheurs dans les nécessaires réflexions théoriques sur les implications des nouvelles technologies sur l'apprentissage et l'enseignement.

L'observation qualitative

Les méthodologies évoquées ici mettent l'accent sur les processus plus que sur les résultats et s'attachent à fournir des observations nourries des descriptions détaillées des phénomènes. Ces méthodologies sont particulièrement pertinentes quand il s'agit de prendre en compte le rôle des interactions et de la communication dans l'apprentissage, par exemple dans un paradigme théorique comme le CSCL, ou dans un domaine d'étude comme l'apprentissage des langues.

Ces techniques sont aussi utilisées pour comprendre les stratégies de navigation ou de récupération d'erreurs des apprenants. Une méthode couramment utilisée est le "*think-aloud*" (en français, "penser à haute voix", ou encore "méthode des protocoles verbaux"); elle permet d'explicitier les connaissances construites et les processus à la base de cette construction, mais qui sont donc peu contrôlés et peu repérables à la simple observation. Ici les chercheurs analysent en détail les activités d'un nombre restreint de sujets qui réalisent de nombreuses tâches. Par exemple, Hill et Hannafin (1997) observent les stratégies utilisées par quatre adultes lors de recherches d'information sur un navigateur Internet. Ils utilisent pour cela de nombreuses variables repérées auprès des participants dans une pré-enquête (savoir métacognitif, perception de son efficacité personnelle, sentiment de contrôle, connaissance du système et du domaine). Ils corrélaient ensuite ces variables avec l'observation des participants durant la navigation : verbalisation, audit des cheminements dans le système, pauses, erreurs, rectifications, entretiens post-étude, interviews.

Enquêtes

Les enquêtes permettent d'analyser les représentations que les apprenants et les enseignants construisent ou activent au cours de leurs activités, et donc d'adapter les outils et les systèmes en fonction de la demande et des besoins. On utilise par exemple les entretiens ou les échelles d'attitude, orientés sur le système technique, sur l'objet à connaître, sur autrui ou sur soi.

Néanmoins, ici comme ailleurs, l'utilisation des techniques d'interrogation directe pose des problèmes majeurs : rien ne permet d'affirmer que les individus ont un accès direct et non ambigu à leurs représentations initiales et aux processus (Caron-Pargue & Caron, 1989). Pour combler cette lacune les chercheurs utilisent souvent des mesures complémentaires et alternatives. Par exemple, la motivation est non seulement évaluée à partir de réponses à des questionnaires plus ou moins directs, mais aussi par l'observation des comportements (persistance sur la tâche, choix d'une activité...) et des états mentaux qu'elle provoque (sentiment de confiance en soi, par exemple).

⁸ *Educational Technology Research and Development*, une des revues les plus diffusées et reconnues dans le domaine.

En bref, nous pouvons conclure, avec Ross et Morrison (1996), que c'est le croisement des méthodologies et de leur utilisation conjointe sur un même objectif qui entraîne les résultats les plus pertinents. L'appel à des recherches de types différents, mais complémentaires s'est imposé à nous en raison de la nature même de notre objet. Les recherches de type expérimental permettent en effet de tester des modèles de fonctionnement cognitif et d'accéder à des informations sur le rôle de tel ou tel facteur, toutes choses égales par ailleurs. Les recherches qualitatives de type ethnographique permettent de leur côté de saisir la complexité du fonctionnement d'une classe ou d'un groupe d'apprentissage, d'observer finement les conditions de l'apprentissage et de faire des hypothèses nouvelles. Les enquêtes et les entretiens permettent d'y ajouter la dimension des représentations que les sujets se font de leur activité.

Dans ce travail, nous ne nous situons pas dans une confrontation théorique qui mettrait en concurrence des représentations abstraites de la réalité, mais nous mettons en lumière des points communs dont la visée est pragmatique, même si la vigueur des débats actuels témoigne de la richesse et de la diversité des points de vue et de l'incomplétude des connaissances.

4. Une recherche pour la formation ?

Nous nous proposons d'apporter dans ce rapport des éclairages précis sur les effets réels des TIC sur les apprentissages et sur l'enseignement. L'intérêt des TIC, on le verra, n'est pas négligeable, lorsqu'on sait les intégrer dans des situations pédagogiques pertinentes.

Modifier la vision de nombreux enseignants sur les technologies de l'information et de la communication, enrichir leur "culture technologique" est une des retombées souhaitables d'une étude comme celle-ci. Aux États-Unis, l'ordinateur est aujourd'hui encore souvent utilisé pour entraîner à des compétences de bas niveau, plutôt qu'à des activités de résolution de problèmes, et c'est encore plus vrai avec les élèves des milieux socioculturels défavorisés (Warschauer, 1998). On peut penser, bien que les enquêtes d'ensemble manquent, qu'il en va de même en France (voir la troisième partie du rapport).

Mais nous nous garderons bien de préconiser pour autant la simple généralisation verticale des pratiques repérées comme intéressantes, et cela pour deux raisons au moins.

Les didacticiens, mais plus généralement tous les spécialistes qui conduisent des recherches aux implications didactiques et pédagogiques, versent facilement dans le conseil normatif et la prescription. Un exemple parmi d'autres, relevé dans un article consacré au traitement de texte : "Le traitement de texte doit nécessairement être utilisé lors de la mise en texte et de la révision, et cela dès les premiers instants de rédaction. Le texte ne doit pas être d'abord écrit sur papier et ensuite recopié sur ordinateur, car alors les effets bénéfiques du traitement de texte sont minimisés⁹..." (Desmarais & Bisailon, 1998). Il y a dans tout didacticien un rédacteur d'*Instructions officielles* qui sommeille ! Cette attitude normative est d'ailleurs l'attitude spontanée de la plupart des enseignants, y compris des enseignants novices, comme le révèle l'analyse de leurs mémoires professionnels (Crinon & Guigue, à paraître). Or les conseils tirés de la généralisation des résultats de recherches peuvent toujours être contredits par d'autres observations, d'autres recherches.

Il est vrai que la didactique et la recherche en éducation ne peuvent se contenter de décrire et d'expliquer, elles ont vocation à proposer des pistes pour l'action. Mais la prudence, comme l'efficacité, nous obligent à préférer les recommandations contextualisées aux recommandations généralisantes : plutôt que les "il faut" et "on doit", nous préférons dire : "Si on procède de telle manière dans tel contexte, il y a des chances qu'on obtienne tel résultat".

La généralisation des résultats de la recherche pose d'autres problèmes plus redoutables encore. Connaître les effets des outils et des systèmes multimédias est une étape indispensable qui ne signifie pas que les résultats expérimentaux puissent être reproductibles et généralisables. Les processus de transformation, en matière d'éducation, sont lents. L'intégration des nouvelles pratiques aux représentations et aux pratiques préalables de l'enseignant, la compatibilité de ces pratiques avec ce qu'il sait faire et avec le temps dont il dispose sont sans doute des conditions importantes pour le succès d'une innovation.

L'analyse des travaux sur les effets des systèmes et des outils multimédias sur l'apprentissage et l'enseignement, réalisée durant les deux années de ce programme de recherche nous a permis de comprendre l'importance des enjeux nouveaux pour l'école... Elle nous permet de réfléchir à la

⁹ On verra dans le chapitre V "Apprendre à écrire avec l'ordinateur" à quel point de telles injonctions gagneraient à être relativisées !

définition des contenus de formation indispensables à l'adaptation du métier d'enseignant aux révolutions technologiques en cours.

Ce travail ne constitue cependant qu'une étape. L'évolution rapide des technologies de l'information et de la communication (TIC) et les nouveaux paradigmes d'apprentissage en émergence qu'elles provoquent (Koschmann, 1996) imposent un développement des recherches psychologiques et didactiques dans le domaine de la communication et de l'enseignement à distance qui associe l'ensemble des acteurs : enseignants et chercheurs (Bonk & King, 1998 ; Legros, Pudelko, Crinon & Tricot, 2000). L'avenir de l'enseignement est en jeu (Gillingham & Topper, 1999).

Première partie

**Technologies de l'information
et de la communication
et apprentissage**

CHAPITRE I

Les théories de l'apprentissage

Denis Legros, Béatrice Pudelko et Assia Talbi

“ L'une des exigences de base de l'école du futur est de préparer les élèves au travail en réseau et de les intégrer à la société de l'information dans laquelle la connaissance constitue la ressource fondamentale pour le développement économique et social. L'institution scolaire est contrainte d'adapter sa pédagogie et son enseignement. Les nouvelles technologies de l'information et de la communication peuvent contribuer à transformer l'apprentissage et l'enseignement et à rendre le système capable d'évoluer et de répondre aux défis. ” (Lehtinen, 1998.)

Les travaux consacrés aux effets des systèmes multimédias sur l'apprentissage sont rares en France. De nombreuses études, essentiellement américaines, nous mettent en garde depuis de nombreuses années sur l'inefficacité de ces systèmes. Selon Clark (1994), les médias en général ne sont que de simples véhicules qui présentent des informations, mais n'aident pas le sujet à construire les connaissances. Dans une revue de question, Kozma (1994) n'a relevé aucune recherche mettant clairement en évidence l'effet positif des systèmes multimédias sur l'amélioration de l'apprentissage. Dès 1986, Clark et Salomon pensaient même qu'il ne fallait plus perdre de temps sur ce sujet avant qu'une nouvelle théorie de l'apprentissage multimédia ne soit développée. Et ils jugeaient indispensable d'entreprendre des recherches, afin de mettre clairement en évidence les effets des fonctionnalités multimédias sur l'apprentissage. Contrairement à ce qui se passe en France, les travaux conduits sur cette question aux États-Unis constituent aujourd'hui un domaine de recherche énorme. Les revues spécialisées se comptent par dizaines. L'exploration de ce champ immense nous a plongés dans la perplexité. Comment peut-on ignorer tous ces travaux, alors que l'utilisation des technologies de l'information et de la communication (TIC) à l'école se généralise ?

Dans ce contexte, où l'imbrication des théories du fonctionnement cognitif et des théories de l'apprentissage n'a jamais été aussi grande, le moment semble favorable pour faire le point et contribuer à l'explicitation des théories de l'apprentissage qui sont souvent implicitement à la base des systèmes et des outils multimédias.

Le but de ce chapitre est de présenter une synthèse des principaux travaux, essentiellement américains, sur l'étude des rapports entre théories de l'apprentissage et systèmes d'aide à l'apprentissage. Cette synthèse doit contribuer à apporter quelques éléments de réponse à trois questions que pose à l'école le développement de l'utilisation des technologies de l'information et de la communication : quelle est l'influence des théories de l'apprentissage sur la conception et l'utilisation en classe de ces environnements techniques ? En quoi ces environnements techniques modifient-ils les modèles théoriques de référence et influencent-ils nos conceptions de l'enseignement ? Quels bénéfices peut-on espérer en tirer pour améliorer l'efficacité de l'apprentissage et de l'enseignement ?

La plupart des spécialistes de l'apprentissage et de l'enseignement, et, en particulier, les responsables et les formateurs des Instituts universitaires de Formation de maîtres (IUFM) sont conscients de la nécessité de développer auprès des futurs enseignants la connaissance des bases cognitives de l'apprentissage et des effets des nouvelles technologies sur l'apprentissage. Ces bases constituent en effet les fondements indispensables à tout acte d'enseignement. Quel que soit le domaine de connaissances enseigné, il apparaît en effet difficile de concevoir des scénarios pédagogiques incluant des environnements d'apprentissage sans connaître précisément le fonctionnement cognitif de l'apprenant dans les activités proposées et les effets de ces environnements sur ces activités.

Sans ces bases, l'enseignant s'appuie dans sa pratique sur des conceptions confuses, partielles, et qui renvoient le plus souvent au paradigme behavioriste (Burton, Moore & Magliano, 1996). Dans

sa formation et dans sa pratique, il passe alors l'essentiel de son temps à construire des cours, c'est-à-dire à organiser les informations à proposer aux élèves en s'appuyant le plus souvent davantage sur les connaissances des champs disciplinaires que sur les processus de traitement des connaissances appartenant à ces différents champs. Or, les deux domaines de connaissances sont indispensables pour construire des séquences efficaces, c'est-à-dire qui tiennent compte des modalités de traitement cognitif des différents types d'informations proposées à l'apprenant au cours des différentes activités pédagogiques. Lorsqu'on observe les changements provoqués par les nouvelles technologies dans la façon de traiter l'information, on imagine aisément les bouleversements que ces nouvelles technologies produisent dans la façon d'apprendre et d'enseigner.

Depuis vingt-cinq ans, Salomon (1974 ; 1979) a analysé les nouveaux médias et leurs effets sur l'apprentissage sans que rien ne change fondamentalement dans la façon d'enseigner. Il semble que ce que l'on nomme parfois " les nouvelles technologies de l'information et de la communication " (NTIC), utilisées dans les environnements multimédias sont d'un autre type. Parce que ces nouveaux environnements permettent l'expérience concrète et la découverte personnelle, ils constituent des outils cognitifs avec lesquels on peut penser et agir. Ils affectent notre façon de lire, de comprendre, de construire des connaissances, de résoudre des problèmes (Dieuzeide, 1994). Ils nécessitent de la part de l'utilisateur une nouvelle façon de traiter les informations (Cohen, 1985 ; Marton, 1992, cité par Depover, Giardina & Marton, 1996).

De plus, par leur capacité à établir des situations d'apprentissage interactives, ils constituent une force potentielle de changement dans la façon d'enseigner. Selon Depover, Giardina et Marton, (1996), " l'arrivée d'une nouvelle technologie exige la mise en œuvre de nouveaux modèles d'apprentissage qui doivent permettre de définir d'autres façons d'accéder et de traiter un contenu d'une manière plus interactive ", (p. 93). L'analyse et l'utilisation efficace de ces nouveaux modèles nécessitent de s'appuyer sur les cadres théoriques de référence qui peuvent permettre de rendre compte des effets de l'interaction entre les différents composants et leur rôle respectif. Cependant, l'analyse de ces cadres théoriques n'est pas simple. En France, les environnements d'apprentissage s'inscrivent le plus souvent dans des cadres pédagogiques et didactiques qui se sont développés, dans l'ensemble, de façon autonome. En revanche, dans les pays anglo-saxons, les modèles d'apprentissage et les conceptions pédagogiques qui s'en inspirent s'appuient généralement sur les grands courants de la psychologie. L'analyse des effets sur l'apprenant des systèmes et des outils multimédias ne peut se fonder sur la seule réflexion pédagogique. Elle doit s'inscrire dans une réflexion qui s'appuie sur les théories de l'apprentissage. Sans cette réflexion, l'accélération du développement des technologies de l'information et de la communication risque de mettre en péril la réussite de l'intégration des nouveaux environnements à l'école (Hannafin, Hannafin, Land & Oliver, 1997).

Ces clarifications théoriques, et les analyses qu'elles impliquent ont contribué à l'élaboration d'un champ de connaissances qui se situe à l'interface de la psychologie cognitive développementale et de l'enseignement, et que les Américains définissent comme la science " instructionniste " (Driscoll & Dick, 1999 ; Mayer, 1992a ; Richey, 1997 ; voir Conway, 1997). Ces clarifications peuvent contribuer à l'enrichissement et à la convergence des différents courants et des différents domaines de la didactique vers une réflexion sur les apprentissages. Cette synergie peut contribuer au développement de l'étude de ce que les Américains définissent comme le " *design* instructionnel " (Glaser, 1976), c'est-à-dire " un projet de recherche engagé dans un but pédagogique fondé sur la nouveauté et l'efficacité " (Rowland, 1993, p. 80). Sans cette convergence de la réflexion autour des théories de l'apprentissage, l'analyse des effets des outils et des systèmes risque de rester vaine, et les décisions de conception s'appuieront plus sur des bases intuitives ou des caractéristiques techniques à la mode que sur des arguments fondés sur l'efficacité cognitive (Jonassen, 1994).

La notion de " *design* pédagogique ", qui n'est pas récente (Gagné & Briggs, 1979), ne renvoie pas à une conception pédagogique au sens où l'entendent généralement les pédagogues et qui repose très souvent sur le bon sens résultant de l'expérience pratique, mais à une conception fondée sur les sciences de la connaissance, et qui fait appel en même temps à l'intuition pédagogique¹⁰. Selon Depover, Giardina et Marton (1996), le temps et les recherches ont contribué " à tisser autour de cette notion une multiplicité de représentations tantôt positives, tantôt nettement plus critiques. Ainsi, alors que certains lui associent volontiers l'idée de rigueur, d'efficacité, voire de rentabilité, d'autres s'attachent d'avantage à stigmatiser ce qu'ils considèrent comme des défauts majeurs : rigidité, approches trop standardisés... " (p. 41). L'analyse de ces *designs* qui inspirent les environnements d'apprentissage et de leur place dans la configuration des situations pédagogiques est une condition à

¹⁰ C'est la raison pour laquelle nous employons l'expression " *design* pédagogique " et non pas " conception pédagogique ". La première, contrairement à la seconde, renvoie en effet généralement à des théories de l'apprentissage identifiables.

l'efficacité de ces environnements. Cette analyse, rendue complexe en raison des différents cadres épistémologiques, sous-jacents aux différents champs de connaissances impliqués, est certes difficile, mais indispensable. Selon Hannafin et Land (1997), les designs qui sont à la base des systèmes d'aide à l'apprentissage font appel à la psychologie, à la pédagogie, à la technologie, à la culture, à la pragmatique (voir Hannafin, Hannafin, Land & Oliver, 1997). L'ignorance ou la mise entre parenthèses de ces domaines impliqués dans la conception des "designs instructionnels", c'est-à-dire des conceptions et des projets d'enseignement ne peut conduire qu'au simplisme, à la caricature et souvent à l'inefficacité.

Cette clarification des champs théoriques s'impose d'autant plus que les futurs environnements tendent à reposer sur des bases théoriques multiparadigmatiques et à proposer des champs de connaissances multidisciplinaires (Willis, Thompson & Sadera, 1999). Enfin, cette clarification rend possible une interaction efficace entre la recherche théorique et la recherche de terrain. Elle permet en effet un aller et retour entre la prise en compte du fonctionnement de l'apprenant et les intuitions des enseignants contrôlées et évaluées par la recherche empirique (Niederhauser, Salem & Fields, 1999).

Après avoir présenté les grands paradigmes de l'apprentissage et leur influence sur la conception des systèmes d'aide, nous analysons les effets des nouvelles technologies sur les conceptions de l'enseignement et plus précisément sur les designs pédagogiques. (Shneiderman, Borkowski, Alavi & Norman, 1998). Nous évoquons pour terminer les designs basés sur le travail coopératif à distance, et qui s'appuient en particulier sur l'utilisation d'Internet (Land & Greene, 2000 ; Slotta & Linn, *à paraître*). Le champ de recherche en cours de constitution autour de ce nouveau design ouvre des perspectives pédagogiques passionnantes et riches. Il doit impliquer l'ensemble des acteurs intéressés par l'apprentissage et l'enseignement, dans la mesure où il définit des pratiques d'enseignement qui semblent radicalement nouvelles (Moursund & Bielefeldt, 1999), mais qui peuvent s'appuyer sur de nombreuses expériences et projets pédagogiques.

1. Théories de l'apprentissage, enseignement et nouvelles technologies

Les avatars du béhaviorisme et l'enseignement

Skinner, l'un des pionniers du béhaviorisme, a suscité des recherches et généré une quantité énorme de données expérimentales qui ont contribué à constituer pour plusieurs décennies le paradigme de référence des théories de l'apprentissage (Burton, Moore & Magliaro, 1996). Les béhavioristes ne s'intéressent qu'aux données observables de l'apprentissage, et donc aux comportements. Le travail de l'enseignant consiste alors à lier les réponses de l'individu et implicitement les capacités (*skills*) de bas niveau qui les produisent de façon à élaborer les capacités de haut niveau. Des environnements d'apprentissage ont été conçus pour favoriser la construction de ces capacités de haut niveau (Roblyer, Edwards & Havriluk, 1997, cité par Conway, 1997).

Les béhavioristes ignorent le contenu de la "boîte noire" et mettent ainsi entre parenthèses tout le système cognitif de l'individu : les processus cognitifs et les structures sur lesquels ils opèrent pour traiter les informations nouvelles et construire de nouvelles connaissances. Cette ignorance du système cognitif de traitement entraîne chez de nombreux enseignants et de nombreux concepteurs d'environnements une confusion grave entre information et connaissance qui ne fait que se renforcer avec le développement des TIC. La tentation est grande alors d'établir dans ce cadre des relations de causalité entre les informations reçues et proposées et les comportements qui en résultent. D'autres confusions encore plus graves, comme celles qui consistent à assimiler cohésion entre les informations proposées et cohérence entre les connaissances construites, contribuent à ignorer le travail de l'apprenant dans son activité de construction de la cohérence des représentations des connaissances (voir Hoover, 1997).

Ainsi, mettre entre parenthèses la boîte noire, c'est ignorer toutes les caractéristiques de l'individu apprenant, avec les conséquences qui en découlent et particulièrement l'échec scolaire. En effet, les problèmes et les difficultés de l'enfant ne sont pas traités dans leurs dimensions cognitives, c'est-à-dire comme des facteurs jouant sur les activités de traitement, mais comme des facteurs contextuels de la situation d'apprentissage. Une telle conception encore largement dominante dans de nombreuses pratiques enseignantes ne peut contribuer efficacement au développement cognitif et metacognitif de l'élève. Même si les développements les plus récents du paradigme béhavioriste ont permis de renouveler et d'enrichir les modèles pour les adapter aux TIC (Bergan, 1990 ; Gagné, Briggs & Wager, 1992), ces modèles continuent à proposer des programmes de renforcement qui, dans de nombreux cas, reposent essentiellement sur les mêmes principes de base (voir Goupil & Lusignan, 1993). C'est ainsi que de nombreux systèmes d'aide à l'apprentissage ont été conçus sur la base explicite des principaux concepts du béhaviorisme (Chance, 1994 ; Bruillard, 1997).

Théories cognitives, apprentissage et enseignement

Le paradigme cognitiviste qui s'intéresse au fonctionnement et au contenu de la boîte noire peut être résumé par deux notions clés : les représentations cognitives et les processus sur lesquelles ils opèrent, quelles que soient les activités de l'individu. Ces notions renvoient aux mécanismes de base du fonctionnement cognitif de l'apprenant, grâce auxquels il est possible de concevoir des modèles de compréhension de textes (Denhière & Baudet, 1992 ; Kintsch, 1997), de production écrite (Fayol, 1997 ; Levy & Ransdell, 1996), de résolution de problèmes (Bastien, 1991 ; Gumm & Hagedorf, 1990 ; Newell & Simon, 1972 ; Richard, 1990), de construction des connaissances (Ferstl & Kintsch 1999) ou de la cohérence des représentations de ces connaissances (Noordman & Vonk, 1998 ; Pazzani, 1991).

Ces modèles ont permis de proposer des outils d'aide au développement des capacités de traitement de l'information. Papert et ses collègues du *MIT's Media Laboratory*, avec l'environnement micromonde LOGO (Papert, 1981) et les travaux sur les micromondes qu'il a inspirés (Harel & Papert, 1991) ont été les premiers initiateurs. Depuis ces premiers travaux, les recherches de psychologie cognitive ont contribué à alimenter et à développer la recherche dans le domaine de la technologie éducative. Par exemple, les travaux sur les modèles mentaux (Johnson-Laird, 1980 ; 1983) ont permis de concevoir le principe du multimédia interactif et de mettre au point des systèmes conçus comme des outils cognitifs d'aide à la construction des connaissances (Hueyching & Reeves, 1992 ; Lajoie & Derry, 1993 ; Jonassen, 1999) ou à la production écrite (Crinon & Legros, 2000 ; Legros & Crinon, 2000). En effet, le développement technologique a favorisé la mise au point de systèmes qui permettent des interactions de plus en plus riches entre l'apprenant et la machine et qui jouent ainsi le rôle d'outils cognitifs pour penser et pour apprendre (Cockerton & Shimell, 1997 ; Jonassen, 1995 ; Kozma, 1991 ; Salomon, 1979). Cependant, selon Jonassen et Reeves (1996), l'utilisation de ces systèmes comme outils cognitifs ne va pas de soi, elle nécessite toute une analyse pour théoriser l'intégration des mémoires externes dans le fonctionnement cognitif de l'apprenant et pour les rendre opérationnalisables et utilisables au niveau pédagogique. Sans cette théorisation, les systèmes et les outils multimédias sont condamnés à n'être que des assistants techniques de l'enseignant. Certes, l'élève apprendra les fonctionnalités des outils informatiques, bien utiles pour sa vie quotidienne et professionnelle, mais comme le constatent Salomon, Perkins et Globerson (1991), rien ne changera dans ses activités d'apprentissage, si les activités pédagogiques elles-mêmes ne changent pas.

Notons cependant que les apports des recherches cognitives sur les modèles mentaux dans le domaine du design instructionnel et de la technologie éducative qu'il inspire conduit à des obstacles théoriques et épistémologiques qui accentuent les difficultés de conception des outils et des techniques. Ainsi, la plupart des conceptions des représentations des relations entre les objets et les événements du monde et des mondes possibles repose sur le " comment ces relations sont encodées et mémorisées " et non pas sur le " comment elle sont visualisables et visualisées ". Il en résulte tout un système de conventions graphiques et de métaphores spatiales nécessaires à la visualisation des structures sémantiques qui elles ne sont pas spatiales (Winn & Salomon, 1991 ; Winn & Snyder, 1996). Cet exemple montre bien l'importance et la place des travaux expérimentaux de psychologie cognitive classique sur la recherche sur les TIC et l'apprentissage (Dent & Rosenberg, 1990 ; Williams & Dwyer, 1999).

Les recherches conduites dans le domaine de la psychologie cognitive (Winn & Snyder, 1996), et des sciences cognitives en général, conduisent à une profusion de modèles de plus en plus sophistiqués, en raison notamment du développement de la technologie et des possibilités de simulation qu'elle offre (Kintsch, 1997 ; van Oostendorp & Goldman, 1999). Il semble que ces recherches inspirées et réalisées grâce au développement des nouvelles technologies doivent aussi alimenter la recherche sur le " design instructionniste " et sur l'architecture des nouveaux environnements (Riley, Kunin, Smith & Roberts, 1996). Un tel travail implique une collaboration plus étroite, non seulement entre les laboratoires, mais aussi entre les chercheurs de laboratoire, les concepteurs, les chercheurs de terrain (Richey, 1998). C'est cette recherche collaborative qui peut, seule, contribuer à l'adaptation des modèles d'apprentissage, mais aussi des designs instructionnels aux TIC (Greeno, Collins & Resnick, 1996). C'est dans cette perspective, par exemple, qu'a été créé en 1997, le *National Science Foundation-founded Center Innovating Learning Technologies (CILT)*, (voir Pea, Tinker, Linn, Means, Bransford, Roschelle, Hsi, Brophy & Songer, 1999) mais aussi, en France, le programme " Sciences cognitives et École ".

Les technologies de l'apprentissage inspirées par le cognitivisme s'inscrivent, selon Winn et Snyder (1996), dans le cadre du " design du contenu de l'information ", caractérisé par le fait que les concepteurs se fondent sur les théories du traitement de l'information et plus particulièrement sur les travaux sur la mémoire et les modèles mentaux pour conceptualiser les environnements basés sur les TIC. La conjonction et l'interaction entre les recherches cognitives et les recherches en Intelligence

Artificielle des concepteurs des technologies éducatives ont permis que les systèmes symboliques des mémoires des ordinateurs deviennent véritablement des systèmes cognitifs (Salomon, 1988), capables d'interagir avec l'apprenant comme de véritables partenaires. C'est cette nouvelle orientation conceptuelle, due aux progrès de la technologie, qui a favorisé le développement des théories de l'apprentissage cognitif (voir Järvelä, 1995 ; 1996) de la cognition distribuée (Salomon, 1993), de la cognition située (Brown, Collins & Duguid, 1989) ou de l'apprentissage collaboratif (Dillenbourg, 1999) ou coopératif (Cavalier & Klein, 1998), ainsi que les environnements qui s'en inspirent (Schauble & Glaser, 1996 ; Vosnadiou, De Corte, Glaser & Mandl, 1996).

La signification cognitive de ces nouvelles orientations s'appuie sur le fait que les individus humains se caractérisent par des ressources cognitives limitées et largement surestimées (Norman, 1993) – en mémoire et en capacités de traitement – et que l'environnement humain ainsi que les artefacts constituent des partenaires et des outils cognitifs d'aide aux activités de traitement. Ils apportent en effet des représentations multiples, riches et diverses ainsi que des outils d'aide au traitement de ces représentations (Grabinder, 1996 ; Pea, 1993).

Ces nouvelles orientations débouchent sur la conception d'environnements d'apprentissage, c'est-à-dire d'outils et de systèmes qui permettent les échanges et la collaboration entre partenaires (Casey, 1996 ; Hannafin & Land, 1997 ; Winn & Snyder, 1996), orientation qui va ouvrir les perspectives de la recherche sur la réalité virtuelle (Winn, 1993), le travail coopératif à distance, via Internet, et qui va bouleverser les conceptions de l'apprentissage et de l'enseignement (Dwyer, 1996 ; Garner & Gillingham, 1998 ; Poole, 2000) et imposer de nouvelles orientations à la recherche en éducation et à la formation (Kozma, 2000).

Les théories constructivistes (Vygotski, 1978 ; Tudge & Rogoff, 1989), redevenues à la mode et invoquées pour conceptualiser cette nouvelle orientation, semblent aujourd'hui constituer le paradigme de référence pour développer les environnements conçus à l'aide des TIC et favoriser leur intégration dans les classes (Hannafin, Hannafin, Land & Oliver, 1997 ; Kafai & Resnick, 1996 ; Steffe & Gale, 1995 ; Strommen & Lincoln, 1999). Ce nouveau paradigme semble inspirer aujourd'hui un nouveau type de design instructionnel, mais aussi un nouveau domaine de recherche que les Américains dénomment " la technologie instructionniste " (Driscoll & Dick, 1999) et qui est révélateur de l'influence des TIC sur les théories de l'apprentissage et de l'enseignement.

Théories constructivistes, apprentissage et enseignement

Le terme " constructiviste ", qui apparaît dans tous les discours, projets et rapports pédagogiques, dans toutes les présentations théoriques de l'apprentissage et dans tous les milieux pédagogiques, n'est plus aujourd'hui, selon Duffy et Cunningham (1996), qu'un " slogan, un cliché et même une banalité " (p. 170). Ce terme recouvre une multiplicité de significations qui dissimulent bien souvent un vide théorique ou qui, en tout cas, renvoient à une multiplicité de points de vue (Philips, 1995). Il apparaît donc indispensable, non seulement de clarifier la notion, mais encore d'expliciter les fondements communs qui sont à la base de l'ensemble du paradigme et qui permettent seuls d'analyser la pertinence des designs et des environnements d'apprentissage qu'ils inspirent, mais aussi de comprendre l'effet des nouvelles technologies sur l'évolution du paradigme.

Selon ces mêmes auteurs, deux idées fortes sont communes à tous ces points de vue. Tout d'abord, l'apprentissage est conçu comme un processus de construction des connaissances, et non pas comme un processus d'acquisition des connaissances. Ensuite, les activités d'enseignement sont des activités d'aide à la construction des connaissances et non pas des activités de transmission des connaissances. La plupart des auteurs qui ont analysé ce paradigme et ont rendu compte des designs qu'il a inspirés se sont attachés à examiner la façon dont l'apprentissage et la cognition sont distribués dans les environnements, plutôt qu'à décrire la façon dont les connaissances sont construites et stockées dans la tête de l'individu (Cunningham & Knuth, 1993). Cependant, ce paradigme a donné lieu à deux types d'approches bien distinctes, mais souvent confondues dans les modèles et les designs qui sont à la base des environnements d'apprentissage (Hannafin, Hannafin, Land & Oliver, 1997).

L'approche constructiviste individuelle, dérivée de la théorie piagétienne et qui se concentre sur l'activité du sujet, conçoit la construction des connaissances comme un ensemble de processus d'" assimilation " des informations nouvelles aux schémas anciens. Les connaissances nouvelles qui en résultent constituent les nouveaux objets de pensée sur lesquels les sujets s'appuient pour agir (Piaget, 1977). Von Glaserfeld (1995) a analysé le rôle des partenaires qui, dans l'activité du sujet, facilitent la cassure du " puzzle " de connaissances antérieures, constitutives des schémas, et qui contribuent ainsi à la construction des connaissances nouvelles. Les travaux sur le conflit socio-cognitif et son rôle dans l'assimilation individuelle des connaissances aux schémas antérieurs rentrent dans ce cadre (Doise & Mugny, 1984 ; voir Dillenbourg, Baker, Blaye & O'Malley, 1995).

L'approche socioculturelle inspirée des travaux de Vygotski, Leontiev et Bakhtine (voir Wertsch, 1985) et qui met l'accent sur le contexte socioculturel de la cognition conçoit la connaissance comme le résultat d'une co-construction. On imagine aisément le succès d'un tel principe qui peut facilement servir de base et de justification théorique à de nombreux designs pédagogiques et à de nombreux environnements d'apprentissage compatibles avec le travail de la classe. Malgré le scepticisme provoqué par certaines faiblesses de ces modélisations (Braden, 1996), cette approche a cependant ouvert la voie à la constitution de nombreux cadres théoriques qui ont pour point commun de concevoir l'apprentissage comme une activité située socialement (" *Situated cognition* ", voir Brown, Collins & Duguid, 1989 ; Anderson, Reder & Simon, 1996 ; Lave & Wenger, 1991 ; McClellan, 1996) et ancrée dans la réalité quotidienne (Bransford, Sherwood, Hasselbring, Kinzer & Williams, 1990). Cette approche ne s'inspire pas uniquement des théories cognitivistes, elle s'appuie aussi sur des courants très forts de la philosophie des sciences (Kitcher, 1990) qui conçoit l'activité cognitive comme une activité distribuée ou partagée socialement dans le but d'étendre les ressources cognitives individuelles (Pea, 1993).

Malgré la tentative de certains auteurs pour rendre complémentaires et unifier ces deux grandes approches (Cobbs, 1994) – souvent confondues dans les designs instructionnels et sous la pression des environnements qu'ils inspirent –, Duffy et Cunningham (1996) jugent contradictoire la position qui consiste à concevoir la construction des représentations des connaissances du monde comme résultant d'une activité abstraite et formelle telle que la conçoit Piaget, et celle qui conçoit les processus d'apprentissage comme des processus insérés dans les pratiques socioculturelles et collectives. Ce sont ces pratiques d'action sur le réel, qui en transformant les représentations de ce réel, sont responsables de la (re)construction des connaissances. Cette idée apparemment simple renvoie en réalité à des conceptions philosophiques et épistémologiques (Jonassen, 1991) que la pression des concepteurs d'environnements d'apprentissage oblige à prendre en compte sous peine de tomber dans le simplisme et l'applicationisme béat. En effet, le monde dont il s'agit, n'est pas simplement le monde réel, ni le monde expérimenté comme certains spécialistes des sciences cognitives ont tendance à le concevoir, il est le monde de la complexité. L'apprentissage est une activité de construction des connaissances du monde de l'individu qui implique une activité " sémiotique " (Cunningham, 1992 ; Dinter, 1999 ; Seel, 1999) qui va au-delà de l'expérience immédiate et individuelle du sujet. Pour Deely (1982), c'est par le(s) langage(s) que les individus s'engagent dans ce type particulier de construction collective d'un monde façonné par la culture, c'est-à-dire par la collectivité (Lave & Wenger, 1991).

De nombreuses données ont confirmé la plus grande efficacité de l'apprentissage collaboratif sur l'apprentissage individuel (Dillenbourg, Baker, Blaye & O'Malley, 1995 ; Teasley & Roschelle, 1993)

L'analyse des principes qui définissent les grands paradigmes de l'apprentissage ne suffit pas pour clarifier les fondements des systèmes d'aide à l'apprentissage qu'ils ont inspirés, ni pour comprendre les effets des TIC sur l'évolution de ces théories. C'est pourquoi, à partir de l'analyse des principes qui définissent ces paradigmes, il nous semble important de rendre compte des principaux types de designs ou de modèles d'enseignement qui s'inspirent explicitement ou implicitement de ces paradigmes.

2. Modèles d'enseignement et conceptions des environnements

De même que tout acte d'enseignement s'appuie implicitement ou explicitement sur une théorie de l'apprentissage, c'est-à-dire sur une représentation du fonctionnement cognitif de l'apprenant, tous les systèmes et tous les outils d'aide à l'apprentissage s'appuient, par définition, sur une représentation du fonctionnement de l'enseignant et des principes théoriques qui définissent sa pratique pédagogique, c'est-à-dire sur un design pédagogique¹¹ ou modèle d'enseignement. La confusion qui règne en raison du nombre important de modèles dans les revues spécialisées anglo-saxonnes peut décourager le pédagogue. Nous présentons dans cette partie une synthèse rapide des principaux travaux qui permettent de comprendre les apports des technologies de l'information et de la communication et des recherches sur l'apprentissage multimédia dans la conception des designs pédagogiques.

¹¹ Les équivalents français possibles de l'expression " *grounded design* " sont d'un emploi délicat, en raison notamment de l'importance de la tradition et du rôle de la didactique et de son histoire sur l'influence des théories de l'apprentissage et qui confère aux équivalents possibles une signification particulière qui n'a rien à voir avec ce à quoi renvoient les termes anglais.

Hannafin, Hannafin, Land et Oliver (1997) opposent deux grandes catégories de designs : les “designs instructionnistes” et les “designs constructionnistes”. Les premiers se fondent sur les théories objectivistes de l'apprentissage. Ils s'appuient à la fois sur les bases du paradigme béhavioriste et du paradigme cognitiviste, ainsi que sur celles des technologies “instructionnistes” (*IST : Instructional Systems Technology*) que ces paradigmes ont inspirées. Les seconds se fondent sur l'épistémologie constructiviste et, plus particulièrement, sur la conception du constructionnisme de Papert (Jonassen, 1991 ; Resnick, 1996b ; voir Winn, 1993) qui analyse les hypothèses qui découlent des modèles instructionnistes et celles qui découlent des théories de la cognition située.

Les modèles instructionnistes

L'instructionnisme s'inspire des théories de l'apprentissage qui ont pour but de concevoir et de rendre opérationnalisables les activités de construction des connaissances. Dans ce cadre, la tâche de l'élève consiste à apprendre à reconnaître et à structurer ses représentations initiales, et à y intégrer ses connaissances nouvelles. Les concepteurs des designs instructionnistes s'attachent alors à mettre au point des procédures d'enseignement capables de contribuer à mettre en place et/ou à développer les capacités (*skills*) plus ou moins complexes et les sous-capacités des apprenants qui correspondent aux processus identifiés par les chercheurs. De plus, ces “capacités” sont souvent confondues avec des éléments appartenant aux différents domaines du monde.

La pédagogie par objectifs, l'enseignement par unités capitalisables, de nombreux systèmes tutoriels d'apprentissage s'inspirent de ces designs, mais n'y intègrent pas toutes les recherches théoriques qui les fondent¹². Les connaissances et les domaines de connaissances à faire acquérir à l'apprenant sont décomposés, isolés, simplifiés en unités de plus en plus petites et décontextualisées, et finissent par perdre toute signification. Les capacités invoquées à partir de ces unités pour désigner les traitements qu'elles permettent n'ont pas beaucoup de rapport avec les processus et les modèles de traitement cognitif. De plus, le choix du découpage de ces unités relève le plus souvent de l'inspiration de l'enseignant ou des contraintes des programmes conçus le plus souvent en fonction des contenus disciplinaires, plutôt qu'en fonction des processus d'apprentissage sur lesquels ils opèrent. Il en résulte que les activités pédagogiques proposées aux élèves pour comprendre et intégrer ces capacités sont souvent aussi floues que les termes et les concepts utilisés. Il en résulte aussi que les objectifs fixés pour justifier ces activités correspondent le plus souvent à des contraintes extérieures aux intérêts cognitifs de l'élève.

Les activités et les situations contextuelles utilisées dans le cadre des designs instructionnels sont différentes et n'ont pas le même objectif que celles utilisées dans les designs inspirés de la “cognition située”. Elles ont pour but de faciliter l'utilisation et le transfert des connaissances construites, en facilitant la transformation des connaissances “déclaratives” en connaissances “procédurales”, si l'on se réfère à l'interprétation du fonctionnement cognitif d'Anderson (1983), comme c'est le cas dans de nombreux designs instructionnistes.

Les systèmes et les outils d'aide à l'apprentissage qui s'inspirent de ces designs instructionnels ont alors pour but de faciliter le développement de ces capacités (*skills*) conçues comme structurées hiérarchiquement. Ils permettent en effet à l'apprenant de réduire sa charge cognitive, et ainsi d'augmenter les capacités de sa mémoire de travail en éliminant les efforts inutiles, c'est-à-dire les traitements improductifs (Gagné, Briggs & Wager, 1992).

Cependant, la conception pédagogique sur laquelle ces systèmes reposent et l'apprentissage modulaire qu'ils imposent (Dick & Carey, 1996) – même s'ils s'expliquent par les limites du système cognitif de l'apprenant et les contraintes provoquées par les tâches et les situations d'apprentissage – finissent par produire des “connaissances inertes”, car construites sans fondements, dans des contextes abstraits et sans liens directs avec la réalité de l'apprenant. Et les apprenants eux-mêmes en sont alors réduits à “traiter ces objets d'apprentissage comme des fins et non comme des moyens” (Bransford & al., 1990, p. 117), “objets” qui ne sont alors que des facteurs de démotivation, de passivité surtout chez les élèves de douze à seize ans (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1993a), voire de rejets (Perelman, 1992, p. 72, cité par Grabinger, 1996). Les produits de ces apprentissages décontextualisés peuvent être, certes, mémorisés, mais rarement transférés et donc réutilisés dans d'autres situations d'apprentissage. Les chercheurs du groupe Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1993b) ont analysé précisément les caractéristiques des approches appartenant aux designs instructionnistes, analyses qui permettent de comprendre ce que sont ces

¹²C'est la raison pour laquelle le terme “capacité” utilisé en France dans de nombreux discours pédagogiques n'est pas toujours l'équivalent de l'anglais “*skill*”, qui lui renvoie le plus souvent à un processus cognitif identifié, compris et intégré par l'apprenant.

connaissances inertes et leurs effets sur la conduite des élèves. Notons que ces analyses permettent aussi de mesurer l'importance des lacunes dans notre système de formation des enseignants.

Les appels à la restructuration de l'apprentissage et de ses modèles, lancés depuis longtemps par les autorités nord américaines pour sortir le système éducatif de son inefficacité et préparer les jeunes générations aux défis technologiques du troisième millénaire, expliquent en partie le succès et le développement des designs et des environnements constructivistes (Bransford & al., 1990 ; Resnick & Klopfer, 1989).

Les modèles constructionnistes

À la différence des modèles instructionnistes qui sont centrés sur l'enseignant (*teacher-centered model*), les modèles constructionnistes sont centrés sur l'apprenant (*learner-centered model*, Webb & Palincsar, 1996, cité par Lehtinen, 1998). Le terme " *construct* " signifie construire quelque chose en assemblant et en combinant des éléments. Le terme " *construction* " désigne l'activité et le processus de construction (American Heritage College Dictionary, 1993, p. 299, cité par Hannafin, Hannafin, Land & Oliver, 1997). Le design constructiviste a pour but de créer des configurations d'apprentissage qui puissent rendre les individus capables de s'engager dans le travail coopératif en vue de (co)construire, d'organiser et de structurer les connaissances. Les deux grandes approches qui constituent le paradigme constructiviste ont inspiré deux grandes catégories de modèles d'apprentissage coopératif. La première, d'inspiration piagétienne, a donné lieu par exemple, au modèle d'enseignement réciproque (*reciprocal teaching model*, Palincsar & Brown, 1984). L'apprentissage coopératif par enseignement réciproque est une méthode d'apprentissage des capacités (*skills*) de compréhension en lecture. Selon cette méthode, les élèves apprennent à se poser entre eux des questions pertinentes sur le texte qu'ils lisent de façon à se centrer sur les composants les plus importants du texte et à construire la signification globale du texte (voir Järvelä, 1996 ; Lehtinen, 1998).

Dans la seconde catégorie de modèles, les partenaires de l'apprentissage coopératif sont plus que des partenaires, ils sont des constituants contextuels du processus d'apprentissage. Selon Slavin (1997), ce sont les approfondissements théoriques que cette conception nécessite qui ont permis de concevoir les designs constructionnistes et de rendre opérationnalisables les environnements technologiques qu'ils inspirent. Ces enrichissements théoriques ont rendu possible le passage de la recherche sur l'apprentissage coopératif à la recherche collaborative sur la construction des connaissances (Roschelle & Teasley, 1995 ; voir Lehtinen, 1998).

Soutenir que la construction des connaissances dépend du contexte ne suffit pas pour conceptualiser les designs constructionnistes, c'est-à-dire les situations d'apprentissage ancrées dans le réel. Le contexte n'est pas seulement un " *habillage* " artificielle des processus de traitement que l'on veut mettre en place et développer, il doit être théorisé dans la mesure où il est constitutif de ces processus. La métaphore du rhizome inspirée par Eco (" *mind as rhizome* ", 1984), reprise par Duffy et Cunningham (1993) assimile les connaissances à un ensemble de racines, de tiges et de fibres entremêlés qui s'oppose à toute idées de structure, de hiérarchie, d'ordre, de nœud et de noyau. De plus, le rhizome n'a pas d'extérieur, ni d'intérieur, il est un réseau ouvert qui peut être connecté à d'autres réseaux dans toutes ses dimensions. Si l'on file la métaphore, le fonctionnement de l'esprit (à la fois " *mind* " et " *brain* ") de l'individu humain, conçu comme système de traitement de l'information, ne peut s'envisager que comme une partie de l'esprit collectif distribué dans les contextes sociaux, culturels, historiques et institutionnels. Wertsch (1985), à partir des travaux de Vygotski en particulier, conçoit ainsi l'esprit comme un système cognitif connecté non seulement aux membres des communautés culturelles et linguistiques, mais aussi aux milieux socioculturels d'appartenance de l'apprenant caractérisés par des outils comme les ordinateurs, la télévision etc. et des systèmes sémiotiques propres à chaque domaine du monde. La pensée n'est donc pas une activité qui se situe dans la tête de l'individu, mais plutôt dans les connections et les interactions entre, d'une part, les individus humains et, d'autre part, les objets du monde qui constituent ainsi des outils cognitifs d'aide à la construction des connaissances.

Les designs constructionnistes sont divers. Ils s'appuient sur et renvoient à des courants pédagogiques qui inspirent les environnements d'apprentissage : les environnements d'apprentissage ouverts (*open-ended learning environments*) (Land & Hannafin, 1996), les micromondes et l'enseignement ancré sur la réalité (*anchored instruction*, Cognition and Technology Group, 1992), l'apprentissage basé sur les problèmes (*problem-based learning*, Savery & Duffy, 1995), les scénarios pédagogiques basés sur des buts (*goal-based scenarios*, Shank & Cleary, 1995) ou sur des théories psychologiques comme l'apprentissage situé (Brown, Collins & Duguid, 1989), ou la cognition socialement partagée (Resnick, Levine & Teasley, 1991). Les environnements inspirés de ces designs que Jonassen (Jonassen & Land, 1999 ; Jonassen & Murphy, 1999) dénomme les environnements d'apprentissage constructiviste (*Constructivist Learning Environments : CLEs*) diffèrent

complètement des environnements inspirés par les designs instructionnistes. Ils incluent tous dans leur conceptualisation une “théorie de l’action” inspirée de Vygotski, Leontiev et Luria, mais qui s’appuie sur les fondements théoriques de la philosophie classique allemande (Kant et Hegel) et qui résulte de l’interaction entre l’activité et la pensée. Chacune des deux composantes ne peut s’analyser que dans le contexte où elle opère (Tessmer & Richey, 1997). Jonassen et Murphy (1999) ont proposé une analyse qui permet de décrire les différentes composantes du système inspiré par la théorie de l’activité dans lesquels sont inclus les différents types d’activité (activité, action, opération), les buts et les intentions des participants (motivation, but, condition), les objets et les produits de ces activités, les lois, les normes et les contraintes du contexte général et particulier dans lesquels s’inscrit toute activité humaine.

Cette théorisation du design instructionnel conduit à réanalyser toutes les composantes qui interviennent interactivement dans toutes les activités d’apprentissage. L’analyse de cette interaction n’est pas simple. Elle oblige, par exemple, à réinterroger et à remettre en lumière certaines préoccupations théoriques qui ont fait l’objet de nombreux travaux depuis Gibson (1979) sur l’affordance. Les objets de l’activité affectent la nature de l’activité qui affecte les objets dans une relation dynamique. Selon Jonassen et Murphy (1999), l’utilisation de la théorie de l’action permet de réanalyser les situations et les différents composants du monde réel, et, ainsi, de les intégrer dans la conception des environnements d’apprentissage constructiviste (CLEs) (Nardi, 1996). De plus, ces différents composants du monde réel constituent autant de facteurs “qu’il faut être capable d’intégrer dans les plans d’analyse des données, de façon à évaluer la pertinence des modèles et des environnements qu’ils inspirent” (Jonassen & Murphy, 1999, p. 78). Si la méthode expérimentale classique a encore sa place dans l’analyse de protocoles fondés sur ces designs (Corbett, Koedinger & Anderson, 1999), Kozma (2000), après Richey (1998), propose des méthodologies de recherche alternatives à la recherche expérimentale classique qui tiennent compte de la multiplicité des facteurs inclus dans les designs instructionnistes.

Dans ce cadre, et contrairement aux conceptions du paradigme cognitiviste, la pensée ne se réduit pas à un ensemble d’activités discrètes et désincarnées comme la prise de décision, la catégorisation ou la mémorisation, mais plutôt comme un processus global qui unifie l’attention, l’intention, le raisonnement, la mémoire et le langage. La pensée étant dans la pratique, elle est contenue dans des matrices sociales composées des membres du groupe et des artefacts (outils techniques et systèmes sémiotiques intégrés dans les pratiques sociales) (Nardi, 1996).

Pour analyser le fonctionnement de la pensée ou pour intervenir sur les mécanismes qui la composent, il est donc nécessaire d’analyser les contextes qui les définissent et même qui les constituent afin de pouvoir concevoir des outils et des systèmes sémiotiques d’aide à la médiation entre les composants des interactions. De nombreux environnements d’aide qui appartiennent au design constructionniste sont ainsi conçus comme des outils de médiation.

Les conditions d’un design efficace

Dans son étude consacrée à l’influence des théories de l’apprentissage sur la science instructionniste, De Corte (1996) décrit les caractéristiques majeures qui permettent de définir un apprentissage efficace. Ces caractéristiques résument les points essentiels qui se dégagent de la synthèse des travaux évoqués plus haut. “L’apprentissage efficace est constructiviste, cumulatif, autorégulé, intentionnel, situé et collaboratif.” (p. 99.)

L’apprenant n’est pas un récepteur qui reçoit et accumule l’information, ni un système cognitif autonome et passif ; il est un agent actif qui participe avec ses partenaires et les outils cognitifs dont il dispose, à la (co)construction active des connaissances et des habilités (*skills*) nécessaires à cette activité de construction.

L’apprentissage est cumulatif. Les élèves construisent les connaissances sur la base de leurs acquis. C’est sur cette base de données qu’ils s’appuient pour construire les nouvelles connaissances et les nouvelles habilités. Les erreurs de conceptions s’expliquent ainsi par la résistance au changement, c’est-à-dire par le poids de ces structures cognitives (Perkins & Simmons, 1988), d’où l’intérêt cognitif du travail coopératif.

L’apprentissage est autorégulé. Cette caractéristique renvoie aux aspects métacognitifs qui définissent l’apprentissage efficace. Plus l’apprentissage devient autorégulé, plus les élèves prennent le contrôle de leurs propres activités et moins ils sont dépendants des supports d’apprentissage.

L’apprentissage est orienté vers un but. Bien que l’apprentissage incident puisse toujours se produire, il y a aujourd’hui un large consensus pour admettre que l’apprentissage est le plus efficace lorsque qu’il est orienté vers un but défini par l’élève. Bereiter et Scardamalia (1989) ont introduit le terme d’“apprentissage intentionnel” pour définir les processus cognitifs qui sont eux-mêmes orientés vers un but.

L'apprentissage est situé (Brown, Collins & Duguid, 1989 ; Greeno, 1991 ; Lave & Wenger, 1991). Selon cette conception, qui s'est constituée en réaction contre la tendance la plus dure du cognitivisme, la connaissance est distribuée dans les corps, les esprits, les activités, les structures culturelles qui incluent tout un ensemble d'acteurs. Greeno (1991) compare l'apprentissage d'un domaine de connaissances à l'apprentissage de la vie au milieu de ce domaine de connaissances. Cette conception implique que les situations d'apprentissage soient ancrées dans des contextes de la vie réelle.

L'apprentissage est collaboratif. Il se produit à travers les interactions sociales. Cette idée simple est en réalité l'objet de débats très vifs entre les différents courants du constructivisme.

Ces caractéristiques définissent les bases du constructionnisme tel que l'analysent Papert et ses collaborateurs (Harel & Papert, 1991). Selon Kafai et Resnick (1996), le constructionnisme diffère des autres théories de l'apprentissage sur plusieurs points. Alors que "la plupart des théories décrivent l'acquisition des connaissances en termes purement cognitifs, le constructivisme reconnaît le poids important des affects. L'engagement de l'individu confère à ses activités et à ses projets une dimension significative personnelle importante et constitutive des connaissances construites. Créer de nouvelles relations avec la connaissance est aussi important que de construire de nouvelles connaissances. Le constructionnisme met l'accent sur l'importance de la diversité et de la richesse des connaissances côtoyées" (p. 2).

Selon Kafai et Resnick (1996), ces caractéristiques expliquent pourquoi le constructionnisme est à la fois une théorie d'apprentissage et une stratégie d'enseignement. Le constructionnisme permet en effet d'établir des interactions très fortes entre l'apprentissage et le design pédagogique. Dans ce contexte, le statut des technologies instructionnelles se trouve modifié. Les environnements d'apprentissage ne sont plus des tuteurs à la disposition de l'enseignant, comme dans le paradigme du design instructionniste (Coulsen, Estavan, Melaragno & Silberman, 1962), ils ne sont plus seulement des outils cognitifs pour l'individu apprenant (Winograd & Flores, 1986), mais ils constituent à la fois un partenaire cognitif et moyen de travailler avec une communauté de partenaires (voir Reiman & Spada, 1996 ; Koschmann, 1996). Cette idée de communauté d'apprenants a toujours été présente dans la vision du constructionnisme (voir l'analyse des écoles de samba brésilienne, Papert, 1981).

3. Technologies, apprentissage et enseignement : vers un nouveau paradigme

Il en résulte que les recherches sur l'apprentissage, sur le design pédagogique et sur les environnements constructionnistes sont souvent considérées comme constitutives d'un nouveau paradigme en émergence (Driscoll, 1995), changement de paradigme qui nécessite un renouvellement des méthodes (Richey & Nelson, 1996 ; Savenye & Robinson, 1996), mais aussi un enrichissement théorique permanent. Dans le cadre de ce paradigme, les environnements technologiques qui favorisent le travail coopératif ont montré leur efficacité dans l'aide à la co-construction des connaissances (Crook, 1994 ; Pea, 1994).

Les travaux à la fois théoriques et pédagogiques constitutifs de ce design constructionniste conduits autour du programme *CSILE*, par exemple, (*Computer-Supported Intentional Learning Environment*) lancé par Scardamalia et Bereiter (1991a) constituent une illustration de ce nouveau paradigme. De nombreuses recherches ont été conduites autour de ce programme, afin de tester non seulement l'efficacité du système comme outil d'apprentissage, mais aussi comme outil d'expérimentation des conditions d'efficacité du travail coopératif (Koivusaari, 1999 ; Koschmann, 1996).

Ce programme est à l'origine de nombreux enrichissements théoriques. C'est ainsi, par exemple, que Shaw (1996) développe à travers le "constructionnisme social" l'idée selon laquelle les outils cognitifs ne permettent pas seulement le développement de l'individu à travers et grâce à sa communauté d'appartenance, mais le développement de la communauté d'appartenance de l'individu elle-même. Dans ce cadre, Bruckman et Resnick (1996) décrivent l'environnement Media MOO qui permet d'intégrer Internet comme vecteur de communautés réelles et virtuelles d'apprentissage. Kirkley, Savery et Grabner-Hagen (1998) analysent une expérience d'utilisation du courrier électronique comme moyen d'enrichir les échanges entre partenaires, mais surtout comme système électronique favorisant le travail collaboratif (voir Bonk & King, 1998).

Ce programme, ainsi que les applications pratiques qu'il permet, doit cependant se développer en liaison avec les recherches théoriques sur l'apprentissage qui sont à son origine, ce qui ne va pas de soi (Land & Greene, 2000 ; Resnick, 1996b ; Shneiderman, Borkowski, Alavi & Norman, 1998). Sa réussite implique des changements profonds dans les conceptions de l'apprentissage et de l'enseignement.

En quoi consiste CSILE ? Cet environnement a pour objectif de développer chez les apprenants les capacités de recherche d'informations et de construction des connaissances dans tous les domaines, et, plus particulièrement, dans les domaines scientifiques : mathématiques, physique, biologie (Scardamalia, Bereiter, McLean, Swallow & Woodruff, 1989 ; Scardamalia & Bereiter, 1989 ; 1991b ; 1993 ; 1994). Il est aujourd'hui considéré comme l'un des projets les plus représentatifs du mouvement de "l'École collaborative pour apprendre à penser", (*Schools for Thought : SFT*).

CSILE se fonde principalement sur trois grands courants théoriques.

"L'apprentissage intentionnel", sans rejeter les apprentissages incidents, s'appuie sur l'idée que l'apprentissage efficace répond à une volonté et à un objectif qui engage l'élève dans l'action (Bereiter & Scardamalia, 1989 ; Ng & Bereiter, 1991).

"Le processus d'expertise". Bien que l'expertise renvoie habituellement à la performance, elle est ici conçue par Bereiter et Scardamalia (1989) comme un processus qui consiste à réinvestir les ressources mentales disponibles des apprenants dans de nouvelles tâches de plus en plus complexes, et qui mettent en jeu des processus de plus en plus automatisés. Le processus d'expertise est en lui-même un apprentissage intentionnel.

La "transformation de l'école en communauté de construction de connaissances" est le seul moyen de rendre possible la mise en place du processus d'expertise. La plupart des environnements sociaux ne peuvent pas jouer ce rôle, et Scardamalia et Bereiter (1994) analysent plusieurs types d'environnements et de cadres sociaux en vue de favoriser l'émergence d'une école qui favorise chez les élèves la construction de connaissances vivantes, c'est-à-dire réutilisables (Scardamalia & Bereiter, 1996).

Cet environnement est constitué d'outils divers qui permettent de produire des textes et des graphiques, et la partie centrale du système est constituée d'une base de données commune qui sert à traiter les informations les plus diverses : classement, classification, structuration dans le but de faciliter un traitement en profondeur des connaissances, et qui surtout permet d'objectiver les connaissances construites. Les élèves qui utilisent le système sont eux-mêmes les responsables de la base de données et de l'élaboration de son contenu. Des outils sont prévus pour faciliter le partage des tâches, ainsi que les échanges entre les participants : notes, commentaires, graphiques etc. Les élèves sont encouragés à exposer leurs idées, leurs théories naïves et leurs questions. Les élèves utilisent CSILE en rédigeant des notes, en proposant des remarques et des commentaires ou en constituant des graphiques. Ils comparent ainsi les différentes réponses et les différentes perspectives théoriques proposées. Les élèves ainsi engagés dans un travail commun de production de connaissances apprennent à comprendre et à construire des connaissances. Les écrits sont enregistrés et à la disposition de tous. Le produit final est comparable à des journaux ou à des revues consacrés à un thème ou à un domaine scientifique.

Il est difficile d'engager naturellement les élèves, et particulièrement les jeunes élèves de collège, dans des formes sophistiquées de recherche scientifique. Cet environnement se prête à ce type d'exigence en favorisant par le travail coopératif la recherche scientifique telle qu'elle se pratique dans les laboratoires, c'est-à-dire une activité partagée, socialement distribuée et qui réunit toutes les ressources cognitives de l'équipe et du laboratoire (Bereiter, 1994 ; Kitcher, 1990 ; Oatley, 1990). L'environnement CSILE est conçu pour transformer l'organisation de la classe et la faire fonctionner comme une équipe de recherche. Cet objectif ne va pas sans poser de problème. Comment en effet parvenir à transformer une salle de classe en un groupe de jeunes chercheurs, capables de partager les connaissances nouvelles, de construire ensemble des concepts, d'échanger et de soulever de nouvelles questions ? CSILE a constitué un formidable outil d'aide à la construction coopérative des connaissances, mais aussi un outil de modélisation qui alimente la recherche dans le domaine du travail coopératif et qui ouvre de nouvelles perspectives à l'adaptation de l'école aux TIC. D'ailleurs, en 1996, a été créé *WebCSILE* qui permet de rendre accessible à une communauté élargie la base de données par l'intermédiaire de *Netscape* ou de *Microsoft Explorer*.¹³

Selon Lehtinen (1998), alors que la plupart des environnements d'apprentissage coopératif conçus selon des principes théoriques technocentrés favorisent les processus de construction des connaissances de bas niveau, les environnements conçus selon les principes de l'apprentissage cognitif (*cognitive apprenticeship*) – voir Collins, Brown et Newman, 1989 – contribuent au développement des processus de haut niveau. CSILE rentre dans ce cadre. Lamon, Secules, Petrosino, Hackett, Bransford et Goldman (1996) ont comparé des classes élémentaires utilisant cet environnement avec des classes témoins ne l'utilisant pas. Ils ont observé que les élèves des classes

¹³ En ligne : <http://csile.oise.on.ca/intro.html>.

CSILE obtenaient de meilleures performances à des tâches de lecture et de compréhension de textes. Ils comprenaient mieux les textes difficiles. Ils posaient des questions beaucoup plus pertinentes et proposaient des réponses plus riches. Selon les auteurs, les progrès proviennent des changements radicaux dans l'apprentissage. Les connaissances ne sont plus transmises, mais construites par une communauté d'acteurs actifs, et ces connaissances ne sont pas des objets formels appris, mais des outils réinvestissables dans des constructions de connaissances de plus en plus complexes (Brown et Campione, 1994). Selon Lamon, Secules, Petrosino, Hackett, Bransford et Goldman (1996), le cours n'a plus rien à voir avec la leçon traditionnelle. Dans un cours de biologie par exemple, " il n'y a plus de classification des organismes en catégories taxonomiques comparant et contrastant les caractéristiques des êtres vivants à apprendre. Le travail est conçu en s'appuyant sur des faits observables. Il n'y a plus de thèmes dominants, mais des sous-thèmes qui incluent la photosynthèse, les échanges d'énergie, la nourriture, etc. La recherche s'étend sur plusieurs mois. Les élèves génèrent eux-mêmes les questions et des experts sont consultés. C'est la classe qui conduit et qui gère le projet " (pp. 249-250).

Hakkarainen et Lipponen (cité par Lehtinen, 1998) ont analysé les activités de recherche et les processus d'apprentissage mis en place au cours de ces activités chez des élèves appartenant à des écoles du Canada et de Finlande. Ils ont observé des différences importantes au niveau de la gestion du travail coopératif et du fonctionnement des élèves dans les activités de construction des connaissances, différences qu'il importe d'étudier surtout dans la perspective d'échanges internationaux où les différences culturelles doivent être prises en compte dans la conception des outils et des systèmes. De plus, les échanges se faisant essentiellement par messages et notes asynchrones, il importe de tenir compte de ces variables interculturelles dans la construction des connaissances, afin de préserver l'identité et la spécificité de chaque culture, et de rendre plus efficace le système (Cifuentes & Murphy, 2000). Une étude de Riel (1995) a montré qu'après une année de travail coopératif à distance, " les partenaires prenaient davantage conscience de leur propre identité et de leur propre spécificité culturelle " (p. 234). De même Zeitz et Kueny (1998) ont observé à travers l'analyse d'échanges entre étudiants japonais et américains une capacité à briser rapidement les conceptions stéréotypées des uns et des autres et à construire ensemble de nouvelles conceptions fondées sur et enrichies par la diversité culturelle des représentations. Ce constat favorise le développement des outils qui permettent les changements et l'enrichissement des représentations des domaines complexes, et donc leur transfert à d'autres domaines de connaissances (Jacobson & Archodidou, 2000).

Cette ouverture sur le champ de l'apprentissage interculturel permet aussi d'ouvrir de nouvelles perspectives de recherche, non seulement dans la conception de l'interactivité et du travail coopératif (Gilbert & Moore, 1998), mais aussi dans le domaine de la sémantique cognitive interculturelle.

CHAPITRE II

Hypermédiats et construction des connaissances

Béatrice Pudelko et Denis Legros

Le terme “ hypermédia ” provient de la jonction des deux termes : “ multimédia ” et “ hypertexte ” et désigne aujourd’hui les outils et les systèmes qui se caractérisent par la non-linéarité, l’interactivité, l’interconnexion et l’hétérogénéité des systèmes symboliques (textuels, sonores, visuels, dynamiques ou statiques) et qui s’appuient sur les techniques hypertextuelles permettant une “ navigation ”, c’est-à-dire une lecture/parcours de type “ exploration libre ” et non séquentielle (Bélisle, 1999). La recherche sur les effets des hypermédiats sur l’apprentissage et la cognition se situe au confluent des deux différents courants théoriques et empiriques. Le premier courant, plus ancien, décrit les outils multimédias et se fonde sur des travaux théoriques et expérimentaux sur les processus cognitifs du codage et du stockage de l’information délivrée sous différents formats symboliques. Le second courant, plus récent et souvent incriminé pour son manque de fondements théoriques solides, concerne les hypertextes¹⁴ et a pour source les travaux informatiques sur le développement des techniques hypertextuelles. On retrouve cette division dans les choix des termes opérés par les auteurs s’intéressant aux applications éducatives des hypermédiats et qui utilisent préférentiellement le terme “ multimédia ” lorsqu’ils s’intéressent à la multimodalité, alors que les auteurs concernés par la problématique des hypertextes éducatifs assimilent habituellement les “ hypermédiats ” aux “ hypertextes ”¹⁵. Cependant, malgré la dénomination commune dictée par les développements technologiques, la fusion des deux approches reste superficielle. En effet, dès qu’on examine de plus près la problématique des apprentissages à l’aide des hypermédiats, on découvre une hétérogénéité persistante et une faiblesse des liens entre ces deux courants de recherche (Burton, Moore & Holmes, 1995). Ainsi, les recherches sur la multimodalité ont été, le plus souvent, menées en laboratoire indépendamment de celles concernant les apprentissages dans les contextes éducatifs (Tergan, 1997), alors que la recherche empirique sur les usages éducatifs des hypertextes s’est tout d’abord centrée sur les aspects techniques du développement des nouveaux systèmes et a été dirigée principalement par la problématique de conception (Foltz, 1996).

Notre analyse des recherches sur les effets des hypermédiats sur la construction des connaissances suit cette division. La première partie concerne le versant “ média ” des hypermédiats et décrit les travaux empiriques sur la multimodalité. La deuxième partie, traite du versant “ hyper ”, et présente la problématique générale des travaux sur la construction des connaissances à l’aide des hypermédiats.

1. Multimodalité et construction des connaissances

La multimodalité¹⁶ est une caractéristique essentielle des outils multimédias et cette possibilité de la présentation conjointe du son, de l’écrit, du graphique, de l’image et de l’animation est considérée habituellement comme favorisant l’apprentissage. Dans la grande majorité des hypermédiats, cette présentation multimodale d’une même information, s’effectue simultanément, plus rarement de manière successive. Par exemple, dans les cédéroms destinés à l’apprentissage des langues étrangères, les exercices d’acquisition du vocabulaire ont recours à la présentation écrite et orale du nouveau mot accompagnée de sa traduction écrite, sa traduction orale et associée à une image. Cependant, malgré

¹⁴ Pour une définition de l’hypertexte voir chapitre IV “ Lecture et compréhension de textes ”.

¹⁵ Dans ce chapitre nous employons les trois termes en respectant les termes utilisés par les auteurs.

¹⁶ Mayer et Anderson (1991 ; 1992) rappellent que le terme “ multimodal ”, qui renvoie à l’idée selon laquelle l’apprenant utilise plus d’une modalité sensorielle, est préférable à celui de multimédia, qui renvoie à l’idée selon laquelle l’enseignant utilise plus d’un moyen de présentation.

son attrait, une présentation multimodale requiert un traitement cognitif plus complexe. Les recherches sur la présentation simultanée des textes, des images statiques et/ou du son ont pu bénéficier des apports importants des travaux en psychologie cognitive sur la lecture et la compréhension des textes illustrés (Glenberg & Langston, 1992 ; Gyselinck & Tardieu, 1999 ; Waddill, McDaniel & Einstein, 1988), sur le codage, le stockage et la récupération de l'information imagée et verbale : la théorie du double codage¹⁷ (Paivio, 1971 ; 1986 ; Clark & Paivio, 1991) et la théorie de la mémoire de travail¹⁸ (Baddeley, 1990). Les recherches sur les aides graphiques à la visualisation, des images animées ou des vidéos ont recours en outre à la théorie des modèles mentaux de Johnson-Laird (1983) et aux travaux sur l'imagerie mentale (Kosslyn, 1980).

À l'heure actuelle, on peut avancer que la problématique de la multimodalité nécessite des études approfondies en ce qui concerne les processus cognitifs de traitement d'information et de construction des représentations et leurs liens avec les processus de mémorisation et d'acquisition des connaissances, afin de dégager des principes des combinaison de formats favorisant un apprentissage efficace et adapté aux situations et aux domaines particuliers (Dubois & Vial, 2000 ; Legros, 1997 ; Mayer, 1999 ; Rieber, 1990a).

De même, on doit souligner que si certains des résultats obtenus paraissent fiables et peuvent déjà servir de guides aux concepteurs des systèmes, la grande majorité de ces recherches nécessitent encore une intégration dans une perspective complexe de la situation d'apprentissage avec les outils multimédias. En effet, il s'agit de replacer ces études expérimentales dans le contexte des situations d'apprentissage où plusieurs autres facteurs influencent de manière importante la qualité de l'apprentissage, comme le degré d'interactivité proposé par l'outil, l'intégration de l'outil avec d'autres méthodes d'enseignement, ou encore la structuration de la séquence d'apprentissage (Reinhard, Hesse, Hron & Picard, 1997 ; Sweller & Chandler, 1994 ; White & Kuhn, 1997). De plus, le rôle des différences individuelles et des stratégies d'apprentissage a été souvent démontré et doit être pris en compte (Barba, 1993 ; Barba & Armstrong, 1992 ; Chen, 1997 ; Cox & Brna, 1995 ; Gerlic & Jausovec, 1999 ; Harp & Mayer, 1997 ; Hays, 1996 ; Mayer & Sims, 1994 ; McKay, 1999 ; Weber, 1995).

Nous passerons ici en revue les principaux résultats des recherches effectuées sur les différents formats multimodaux de présentation possibles : texte et image statique ou graphique ; texte et image animée ; texte, image et son. Nous concluons par un bref aperçu d'un nouvel environnement technologique, qui vient, depuis peu, augmenter la problématique de la multimodalité, et qui est celui de la réalité virtuelle.

Texte et image statique

Selon le principe de contiguïté, fondé sur la théorie du double codage, dans les situations d'apprentissage multimédia impliquant les mots et les images, un apprenant peut construire trois types de connexions de base entre les informations nouvelles qui lui sont proposées et ses connaissances antérieures :

- le premier type implique la construction des connexions représentationnelles entre l'information verbale présentée et la représentation verbale activée de cette information ;
- le deuxième implique la construction des connexions représentationnelles entre l'information imagée qui est présentée et la représentation visuelle que se construit l'apprenant de cette information ;
- le troisième implique la construction de connexions entre les représentations verbales et les représentations visuelles construites (connexions référentielles).

Les performances dans les tâches de mémorisation dépendent des connexions représentationnelles des apprenants, alors que celles pour les questions de transfert nécessitent à la fois les connexions représentationnelles et référentielles. Étant données les limites de la capacité de la mémoire de travail, les sujets peuvent plus facilement construire des connexions référentielles lorsque

¹⁷ La théorie du double codage (Paivio, 1971 ; 1986 ; Clark & Paivio, 1991) qui postule l'existence d'une distinction entre des processus de codage visuel et de codage verbal, ce qui conduit à des formats différents de stockage en mémoire permanente : les représentations mnésiques imagées sont sensibles à la structure spatiale, alors que les représentations mnésiques verbales sont sensibles à la structure séquentielle du texte.

¹⁸ Selon la théorie de la mémoire de travail de Baddeley (1990), la capacité de traitement est limitée et se partage entre différents sous-processus fonctionnels en interaction selon les exigences de la tâche. L'information visuelle est traitée, en fonction de ces caractéristiques, soit par le sous-système verbal "boucle phonologique", soit par le sous-système visuo-spatial "calepin visuo-spatial", les deux se retrouvant sous le contrôle d'un système de supervision central.

les mots et les images sont présentés en contiguïté. Plusieurs recherches ont mis en évidence la validité du principe de la contiguïté, c'est-à-dire l'effet positif de la présentation simultanée des textes et des images sur la construction des connaissances (Mayer & Moreno, 1998 ; Mayer, 1989 ; Mayer, Steinhoff, Bower & Mars, 1995). Cependant, l'ajout de l'image au texte doit encourager le traitement du matériel présenté. En effet, l'image est plus efficace lorsqu'elle permet à l'apprenant de construire des relations de signification entre les concepts présentés. Dubois et Vial (2000) ont analysé les performances des étudiants d'université (et qui n'ont jamais appris le russe) lors d'une tâche d'apprentissage du vocabulaire russe avec un outil multimédia. Leurs résultats indiquent qu'une image ajoutée à simple titre d'illustration (par exemple l'image du lit pour illustrer le mot signifiant " lit " en russe : " kravat' ") est sans effet sur l'apprentissage, alors qu'une illustration intégrant les deux significations proposées (par exemple une illustration où se retrouve à la fois l'image du lit pour la signification du mot russe et l'image de la cravate pour sa forme phonologique, donc par exemple une illustration présentant la cravate sur le lit) améliore le rappel du vocabulaire de façon significative.

L'ensemble des résultats obtenus (pour une revue, voir Mayer, 1997) montre que la présentation simultanée du texte et de l'image facilite la construction de la cohérence de la représentation verbale et donc sa mémorisation, mais elle favorise aussi la construction intermodale d'une représentation référentielle, c'est-à-dire à la fois verbale et imagée, et qui permet de servir de base pour des activités de traitement plus profond comme celles impliquées dans les tâches de transfert.

Cependant, d'autres recherches indiquent que ces activités dépendent à la fois des connaissances en mémoire du sujet et des différences individuelles portant sur la capacité à traiter l'espace et qui sont mises en jeu notamment dans la visualisation des formes, la rotation des objets et les activités d'assemblage. Mayer et Gallini (1990) ont montré que la coordination des mots et des images améliore l'efficacité du processus de transfert dans une tâche de résolution de problème chez les sujets qui ont peu de connaissances sur le domaine, mais qu'elle est sans effet chez les sujets qui possèdent ces connaissances. Cet effet des connaissances antérieures des domaines a été également retrouvé en ce qui concerne les cartes graphiques (McDonald & Stevenson, 1998, voir plus loin).

Mayer et Sims (1994) ont examiné comment la capacité à traiter l'espace peut affecter la construction de connaissances portant sur un système technique ou scientifique. Dans deux expériences, des étudiants aux habilités spatiales bonnes ou moins bonnes voyaient une animation sur un ordinateur et écoutaient simultanément (groupe 1) ou successivement (groupe 2) une narration expliquant le fonctionnement soit d'une pompe à vélo (expérience 1) soit du système respiratoire humain (expérience 2). Les résultats montrent que le groupe 1 génère plus de solutions créatives aux problèmes de transfert que le groupe 2 ; l'effet de la contiguïté est important pour les sujets de haute capacité spatiale et plus faible pour les sujets de basse capacité spatiale. Leurs capacités spatiales permettent aux apprenants de haut niveau d'attribuer plus de ressources cognitives à la construction des connexions référentielles entre les représentations visuelles et verbales du matériel présenté, alors que les apprenants de basse capacité spatiale doivent mettre en jeu plus de ressources cognitives pour construire ces connexions. De plus, les résultats montrent que cette capacité à traiter l'espace peut compenser le faible niveau de connaissances des sujets sur le domaine à acquérir.

Dans une étude récente et bien contrôlée, Gyselinck, Ehrlich, Cornoldi, De Beni et Dubois (2000) ont retrouvé les résultats de Mayer et ses collègues et ceux de Pazzaglia et Cornoldi (1999), qui ont montré que la capacité du calepin visuo-spatial affecte la compréhension des textes descriptifs. Les résultats de leurs expériences indiquent que dans une situation d'apprentissage avec un outil multimédia, la compréhension des textes portant sur les notions de base en physique est améliorée par la présentation des illustrations et ce, de façon plus importante pour les questions nécessitant des inférences que pour les questions nécessitant le rappel des faits (paraphrases). Cependant, l'analyse des performances des étudiants dans une tâche impliquant la limitation des ressources visuelles (condition avec une tâche visuelle concurrente) laisse supposer qu'il existe une interaction entre le niveau des capacités spatiales¹⁹, le type de question (paraphrase ou inférence) et le format de présentation (texte seul vs texte + illustration). Dans la condition texte + illustration, les étudiants avec de bonnes capacités spatiales améliorent leur performance pour les questions nécessitant la production d'inférences, alors qu'aucune différence n'est détectée en ce qui concerne les étudiants aux capacités spatiales faibles.

¹⁹ Habituellement, dans ce type de recherches, les capacités spatiales des apprenants sont déterminées préalablement par un test de " cubes de Corsi ".

Les aides graphiques

Certains outils, incorporés dans les systèmes hypermédias, font appel aux capacités spatiales et ont pour but d'aider l'apprenant à construire des représentations cohérentes des domaines complexes. Cependant, les effets de ces outils sur l'apprentissage doivent être envisagés différemment selon qu'il s'agit des outils destinés à aider l'apprenant à visualiser la structure d'un domaine des connaissances ou lorsqu'ils sont conçus pour conduire l'apprenant à construire lui-même une représentation graphique structurée du domaine en question.

Les premiers sont des outils de lecture tels que les cartes graphiques utilisés fréquemment dans les hypertextes²⁰. Les études sur l'utilisation des cartes graphiques ont donné des résultats contradictoires. Des effets négatifs ont été constatés par Stanton, Taylor et Tweedie (1992) qui ont montré qu'elles diminuent la performance dans les tests de connaissances et conduisent au sentiment d'un moindre contrôle de la progression de l'apprentissage de la part de l'utilisateur, alors que Wenger et Payne (1994) trouvent que les cartes n'ont aucun effet sur la compréhension. En revanche, selon les résultats de la méta-analyse de Chen et Rada (1996), les cartes graphiques diminuent le temps d'étude et améliorent la performance dans les tests de connaissances (voir aussi Britt, Rouet & Perfetti, 1996a, et Dee-Lucas & Larkin, 1995).

Cependant, Goldman (1996) insiste sur le fait que ces effets positifs sont souvent de courte durée et que les cartes graphiques peuvent même augmenter la charge cognitive de la navigation au lieu de la réduire.

McDonald et Stevenson (1998) montrent qu'aussi bien les experts que les novices tirent avantage des cartes graphiques, mais cet avantage s'amenuise pour les experts. Ils en concluent que les sujets experts s'appuient davantage sur leurs propres connaissances de la structure du domaine que sur les informations fournies par la carte.

Une précision importante a été fournie par la recherche de McDonald et Stevenson (1999) qui indique qu'il faut distinguer entre les effets des cartes graphiques sur les stratégies de la navigation dans un hypermédia et sur ceux concernant la compréhension du domaine présenté. En effet, si on peut avancer que les cartes graphiques facilitent réellement la navigation, leurs effets sur la compréhension, mesurés par les tests des connaissances et le rappel des contenus des nœuds parcourus, ne semblent pas différer de ceux obtenus avec des aides linéaires textuelles (telles que les sommaires). McDonald et Stevenson en tirent une conclusion importante, à savoir qu'une navigation efficace ne suffit pas pour apprendre. De façon similaire, Goldman (1996) considère que " trop aider c'est mal aider " et que fournir des aides pour faciliter la consultation d'un hypermédia génère des effets néfastes sur la création, la gestion et le contrôle métacognitif des stratégies d'apprentissage nécessaires pour une construction des connaissances autonome et réellement efficace.

McDonald et Stevenson (1999) montrent également que lorsqu'on distingue les cartes spatiales et les cartes conceptuelles (c'est-à-dire celles dans lesquelles la nature des liens entre les concepts est explicitée verbalement) des effets d'apprentissage à long terme sont constatés pour les cartes conceptuelles, mais non pour les cartes spatiales. Un résultat similaire est rapporté par Mayer, Bove, Bryman, Mars et Tapangco (1996) qui ont montré que les illustrations explicatives étaient plus efficaces quand elles comportaient des légendes concises décrivant chaque étape avec des mots, et ce aussi bien pour les épreuves de mémorisation que pour les épreuves de transfert. McDonald et Stevenson (1999) en concluent que les cartes spatiales produisent des représentations structurelles de surface, mais ne permettent pas de s'orienter dans l'espace sémantique ni d'aider à la restructuration du modèle mental en construction.

Le second type d'outil graphique a pour but d'aider l'apprenant à externaliser ses processus de construction des connaissances. Ces outils²¹ qui permettent à l'apprenant de dessiner des graphiques, des diagrammes ou des liens entre les concepts ou les parties du texte et de créer ainsi des cartes conceptuelles du domaine sont supposés conduire les apprenants à expliciter leur propre activité d'apprentissage en facilitant la création des relations sémantiques entre les informations, et, par conséquent, à favoriser la construction d'un modèle mental du domaine (Goldman, 1996).

Les travaux sur les cartes conceptuelles s'appuient sur les recherches sur l'appariement des concepts (*concept mapping*) (Buzan, 1993 ; Gaines & Shaw, 1995 ; McAleese, 1998). Ces auteurs soulignent la nature virtuelle des cartes conceptuelles, où les relations entre les concepts, qui peuvent être profondes ou de surface, sont décrites dans un espace à n dimensions. C'est pourquoi la

²⁰ Voir aussi le chapitre IV " Lecture et compréhension de textes ".

²¹ Parmi les outils qui sont commercialisés, on peut citer *Inspiration*, *Mind Map*, *Activity Map* (voir McAleese, 1998).

métaphore “ cartographique ” (expression de la version “ représentationnelle ” de la carte conceptuelle et qui met l’accent sur les aspects visuels et spatiaux) ne rend qu’imparfaitement compte de la complexité du champ conceptuel exprimé dans une carte (McAleese, 1998 ; 1999). Selon la “ version constructiviste ” (Jonassen, Reeves & Hong, 1998) la carte conceptuelle est également un outil cognitif (*mindtool*) puisqu’elle est à la fois le résultat et l’outil de la construction des relations entre les concepts. Selon Jonassen et al. (1998), ces relations expriment les connaissances structurelles du domaine et il existe une isomorphie entre ces connaissances et leur représentation externe. En revanche, McAleese (1998 ; 1999) met l’accent sur le fait que l’utilité des cartes consiste tout d’abord dans le fait qu’elles constituent des outils dynamiques facilitant les processus de construction des connaissances et en tant que telles peuvent être envisagées comme des extensions de la mémoire de travail. McAleese (1998) propose de considérer les outils d’aide à la création des cartes conceptuelles comme des “ *learning environments* ” à part entière.

Les recherches empiriques sur les apports des aides graphiques à l’apprentissage sont peu nombreuses et rapportent des effets positifs dans le domaine de la résolution de problèmes, où ils permettent de visualiser les caractéristiques saillantes de l’espace-problème et de la structure des buts intermédiaires (Cox & Brna, 1995 ; Mayer & Gallini, 1990 ; Reinhard & al., 1997). Goldman, Zech, Biswas, Noser et CTGV (1999) soulignent cependant que les effets de l’utilisation des aides graphiques sont très variables et leur usage plutôt limité.

Texte et animation

Les premières recherches sur les effets de l’utilisation des images animées ou des vidéos à fins d’apprentissage se sont intéressées à la comparaison entre les images statiques et les images animées et ont donné des résultats mitigés et contradictoires (Rieber, 1990a). Certains concluent en faveur des animations (Rieber, 1990b ; Mayer & Anderson, 1991 ; 1992), d’autres n’indiquent aucune supériorité des images animées sur les images statiques (Rieber & Hannafin, 1988 ; Rieber, 1989).

Au terme de leur analyse de vingt-cinq études empiriques, Park et Hopkins (1993) avancent que cette inconsistance des résultats provient aussi bien des problèmes méthodologiques des situations expérimentales, que d’un biais plus général lié à la conception des outils en fonction des attributs spécifiques de la situation d’apprentissage, ceux-là dépendant à leur tour des préférences théoriques des auteurs (par exemple : on montrera facilement la supériorité des animations en choisissant une situation d’apprentissage dédiée à l’étude du mouvement).

Ainsi, une recherche de Park (1998) sur l’apprentissage des principes de fonctionnement des circuits électroniques par des étudiants d’université compare le temps alloué et les performances au test de mémorisation et au test de transfert dans trois conditions de présentation des aides visuelles : la première utilise les graphiques statiques, la deuxième les graphiques statiques avec des signes indiquant le mouvement du courant et la troisième les animations graphiques. Les résultats montrent que l’animation est plus efficace uniquement lorsque le graphique statique ne peut pas représenter de façon adéquate la nature dynamique du circuit électronique. De plus, les animations graphiques sont plus efficaces que les graphiques statiques pour la résolution des problèmes de transfert complexes, mais pas pour les problèmes simples.

C’est pourquoi, on peut dire que la présentation visuelle animée ou statique facilite l’apprentissage lorsque ses attributs sont congruents avec les demandes spécifiques de la tâche (Mayer & Gallini, 1990 ; Mayer, Steinhoff, Bower & Mars, 1995, Rieber, 1990a). De plus, certaines études suggèrent que les apprenants construisent leurs modèles mentaux plutôt sur la base de leurs connaissances antérieures du système ou de la tâche que sur l’apport de l’information externe. Par exemple, dans l’étude de Park et Gittelman (1995), 87 % des sujets qui ont étudié les circuits électroniques utilisant les graphiques statiques déclarent s’imaginer le mouvement du courant dans les circuits, ce qui montre que les graphiques peuvent jouer un rôle similaire à celui de l’animation, du moment où ils sont construits de façon à représenter les propriétés relationnelles ou fonctionnelles entre les concepts du domaine.

Les études plus récentes continuent à fournir des résultats contradictoires sur les effets des animations sur l’apprentissage. Ainsi, l’expérience de Haserbrook et Gremm (1999) confirme le manque de supériorité des images animées lorsque la tâche ne l’exige pas de façon spécifique. Ces auteurs ont comparé l’influence de la présentation des vidéos et des photographies sur le rappel de l’information auprès de soixante-quinze étudiants (âge moyen : dix-sept ans), lors de la consultation d’un cédérom d’orientation professionnelle présentant les différents métiers. La consultation, d’une durée de trente minutes, consistait à lire trois textes consacrés aux deux métiers. Les participants répartis en deux groupes (lecture des textes seuls vs textes accompagnés des photographies) ont été assignés au hasard dans une des deux conditions de la présentation de vidéo sur les métiers (avant vs après la séance de lecture). L’analyse de la variance des données recueillies au test des connaissances

a montré qu'il n'y a pas d'effet de la présentation de la vidéo sur le rappel d'informations, mais qu'il existe un effet positif de la présentation des photographies, bien que celles-ci n'illustrent qu'un texte sur trois. Cette étude souligne également la nécessité de prendre en compte les facteurs émotionnels et motivationnels lors de la recherche sur les vidéos. Un effet négatif sur l'engagement des élèves et la persistance dans l'activité a été rapporté par Flanagan (1996), qui a trouvé que les élèves de neuf à dix ans qui regardent une vidéo dans le domaine des mathématiques avant la séance d'apprentissage, abandonnent plus vite et choisissent des activités plus faciles que les élèves qui ont été engagés dans les activités portant sur le même domaine, mais nécessitant davantage de participation active de leur part.

En revanche, des résultats indiquant une meilleure compréhension des histoires écoutées, lorsque celles-ci sont accompagnées par des vidéos, ont été obtenus par Sharp, Bransford, Goldman, Risko, Kinzer et Vye (1995) auprès d'un groupe d'enfants défavorisés (école maternelle).

Les recherches sur le rôle des images animées dans l'apprentissage n'en sont qu'à leurs débuts et la complexité du sujet explique les contradictions constatées et montre la nécessité de conduire des études plus approfondies. À l'heure actuelle, on peut avancer que la présentation des informations à l'aide des animations joue plusieurs rôles importants: elle permet d'attirer et de faciliter le maintien de l'attention (Sharp & al., 1995), de représenter le domaine qui implique le mouvement explicite ou implicite (White, 1984), d'expliquer les connaissances complexes ou les phénomènes qui ont des relations structurelles ou fonctionnelles entre plusieurs composantes du système et d'aider ainsi à construire les modèles mentaux des domaines en question (Gentner & Stevens, 1983 ; Kozma, Russell, Jones, Marx & Davis, 1996). Il est important cependant de rester prudent et de ne pas se laisser séduire par le côté ludique et attractif des animations ou des vidéos. À la suite de Mayer et Anderson (1991 ; 1992), Hasebrook et Gremm (1999) recommandent l'utilisation des présentations imagées simples et pas chères, comme les photos, en veillant à ce qu'elles soient bien connectées avec les autres informations fournies sur le sujet.

En effet, Bétrancourt et Bisseret (1998) soulignent que la co-référenciation de l'information doit être le souci majeur des concepteurs des outils hypermédias, puisque celui-ci se caractérise par la présentation de discours sur plusieurs niveaux, qu'il s'agisse de la présentation texte + texte ou de la présentation texte + image. En travaillant avec ces systèmes, l'apprenant est souvent amené à devoir distinguer une information de premier plan d'une information secondaire. Pour réduire sa charge de traitement, ces auteurs préconisent l'utilisation des "*pop-up windows*", c'est-à-dire de placer l'information secondaire dans des fenêtres qui n'apparaissent que lorsque l'apprenant décide de les consulter.

Texte, image et son

Les recherches sur la présentation conjointe du son, du texte et/ou de l'image dans les systèmes multimédias indiquent un effet important de facilitation de traitement d'information suite à la présentation auditive en complément des autres modalités (Kalyuga, Chandler & Sweller, 1998 ; Mayer & Sims, 1994).

En effet, combiner les modalités graphiques et auditives permet une meilleure performance que la présentation de graphique ou de texte seuls, qu'il s'agisse de la réception des messages (Archer, Head, Wollersheim & Yuan, 1996 ; Mousavi, Low & Sweller, 1995 ; Tindall, Chandler & Sweller, 1997) ou de la production (Daly-Jones, Monk, Frohlich, Geelhoed & Louhgran, 1997). De même, la présentation simultanée du matériel visuel, verbal oral et verbal écrit améliore l'apprentissage dans les domaines complexes (Mousavi & al., 1995), mais peut rendre l'apprentissage plus difficile lorsque le matériel est simple, à cause des effets de redondance (Bobis, Sweller & Cooper, 1993). Les résultats de Mousavi et al., (1995), de Mayer et Moreno (1998) et de Dubois et Vial (2000) montrent que l'information auditive accompagnant une image permet un meilleur rappel que lorsque cette image est accompagnée par cette même information verbale mais présentée sous forme écrite. Dans leur ensemble, ces résultats sont en accord avec la théorie de mémoire de travail de Baddeley (1990).

Immersion sensorielle

La problématique de la multimodalité s'élargit et change rapidement : elle est centrale pour les environnements de la "réalité virtuelle"²² qui deviennent maintenant disponibles grâce à la baisse des coûts des ordinateurs personnels et l'augmentation continue de la puissance des processeurs. On recense actuellement plus de quatre mille "mondes virtuels" accessibles à travers les outils de visualisation en trois dimensions (voir aussi Winn & Jackson, 1999). Il s'agit des environnements qui

²² Certains proposent l'utilisation de l'appellation "environnement virtuel" à la place de celui de la "réalité virtuelle" qui constitue un oxymoron prêtant à confusion.

“immergent”, à degrés divers, l'utilisateur dans un environnement synthétique, dans lequel il est conduit non seulement à percevoir mais surtout à interagir avec des objets et êtres vivants virtuels. Les environnements virtuels “héritent d'une conception centrée sur l'opérateur, prenant en compte de manière importante les facteurs humains et les canaux d'interaction : il s'agit de plonger l'utilisateur dans un univers cohérent, bien que simulant le réel, en utilisant le maximum de ses sens.” (Bruillard, 1997, p. 271.)

Les travaux sur les applications éducatives de ces environnements sont à leurs débuts (voir par exemple Dede, Salzman, Loftin & Ash, 2000 ; et Pea, Tinker, Linn, Means, Bransford, Roschelle, Hsi, Brophy & Songer, 1999) et on peut déjà avancer qu'ils rencontreront des difficultés méthodologiques particulières. Une étude de Mills et De Araujo (1999) a comparé les performances d'apprentissage des élèves adultes dans un environnement virtuel dans le domaine de gestion économique et un environnement traditionnel. L'environnement virtuel avait trois objectifs : simuler les concepts difficiles à visualiser, encourager les étudiants à explorer et à construire activement les connaissances et augmenter leur motivation. Les résultats n'ont pas été à la hauteur des attentes : ils montrent que les étudiants adultes ayant suivi un cours traditionnel rappellent davantage d'informations et obtiennent de meilleurs résultats au test de transfert que les étudiants ayant suivi le même cours dispensé dans un environnement virtuel.

2. Hypertextualité et construction des connaissances

L'introduction des applications hypertextuelles dans l'éducation a suscité rapidement un grand enthousiasme qui s'est traduit par des affirmations optimistes et péremptoires, malgré les mises en garde de certains chercheurs considérant l'hypertexte comme une “technologie non-pédagogique” (Duchastel, 1992). Ainsi, l'hypertexte a été qualifié de :

- format de représentation idéal pour un apprentissage intelligent et adaptatif (Jonassen, 1988) ;
- environnement puissant qui permet un apprentissage exploratoire optimal des domaines mal structurés et complexes tels que les domaines littéraires (Landow, 1990 ; Spiro & Jehng, 1990) ;
- plateforme pour un apprentissage multidisciplinaire dans les domaines scientifiques (Davenport & Cronin, 1990).

Les hypermédias (hypertextes) éducatifs sont employés dans un nombre croissant d'activités, mais ils restent assez difficilement classables, puisque établir une taxonomie sur des critères autres que les critères techniques nécessite que l'on dispose d'une définition claire de leurs objectifs, ce qui est loin d'être le cas (Balpe & al., 1996). Legget, Schnase et Kacmar (1990, cités par Balpe & al., 1996, p. 50-51) ont proposé un classement basé sur les fonctionnalités et les usages possibles. Ils ont distingué :

- les hypertextes généraux, caractérisés par la facilité d'annotation et la prédominance des liens sur la structuration interne des nœuds (*Xanadu*, *INTERMEDIA*) ;
- les hypertextes structurels, qui, contrairement aux précédents, attribuent plus d'importance aux nœuds qu'aux liens et sont prévus pour gérer l'information et aider à l'argumentation (*KMS*, *NoteCards*) ;
- les hypertextes de présentation, qui ajoutent aux fonctionnalités des hypertextes structurels un outil “auteur” permettant de créer un “hyperdocument” et une “table d'orientation” (*browser*) qui autorise sa lecture. Ils sont employés pour les documents de référence et la documentation technique (*Hyperties*) ;
- les hypertextes de travail coopératif, où liens et nœuds ont la même importance et les annotations libres sont possibles. Ils peuvent être employés comme environnement dans l'ingénierie du logiciel et la gestion des informations à l'intérieur d'une organisation (*MultiCard*) ;
- les hypertextes d'exploration présentent en plus une interface utilisateur centrée sur des métaphores spatiales. Ils permettent la recherche d'idées dans les processus d'écriture, la formulation et l'exploration de problèmes (*KMS*, *INTERMEDIA*).

D'autres découpages ont été proposées (pour une revue, voir Bruillard & La Passardière, 1994), et l'absence d'une classification consensuelle reflète la difficulté à cerner le concept même de l'hypertexte dans la communauté des chercheurs et des concepteurs (Bruillard & La Passardière, 1994).

Dans le domaine des applications éducatives des hypertextes, Bruillard et La Passardière (1994) proposent un classement selon trois critères :

- les activités de l'apprenant,
- le type d'aide ou de contrôle sur ces activités,
- les formes d'apprentissage visées.

Pour sa part, Nanard (1995), en s'appuyant sur les métaphores développées par Bernstein (1993), distingue trois catégories d'hypertextes en fonction de “leurs attitudes face à l'information” :

- l'extraction d'information brute dans des bases d'information (" *information mining* " de Bernstein) ;
- l'organisation de l'information existante pour mieux la présenter et valoriser (" *information manufacturing* ") ;
- la production d'information ou de structures de connaissances nouvelles (" *information gardening* ").

Cette classification correspond bien à celle de Duffy et Knuth (1990, citée dans Bruillard, 1997, p. 252) qui distinguent quatre grands types d'usage :

- explorer un réseau d'informations important ;
- accéder précisément à des noyaux d'informations (avec un critère d'efficacité dans la navigation) ;
- opérer (par exemple annoter, extraire...) sur un réseau d'informations ;
- construire un réseau d'informations.

Les recherches sur les trois premiers types d'applications sont examinées dans le chapitre sur la lecture et la compréhension. Une illustration du quatrième type d'application est présentée dans le chapitre sur les théories d'apprentissage. Dans le présent chapitre, nous nous intéresserons à la problématique générale de la construction des connaissances à l'aide des hypertextes, étant donné que la grande majorité des recherches empiriques se sont focalisées sur la problématique de la lecture dans ces environnements, directement liée aux questions de la non linéarité et de la navigation, examinées dans le chapitre V : *Lecture et compréhension de textes*.

De plus, depuis une dizaine d'années, les recherches et les comptes rendus sur l'utilisation des hypertextes (hypermédiats) sont devenus très populaires dans les milieux des sciences de l'information et de la recherche en éducation. Cependant, nous avons constaté qu'une grande partie des articles recensés et examinés pour les besoins de cette recherche, concernent soit les aspects techniques de la conception des hypertextes, soit des comptes rendus des cas ou des pratiques des enseignants dans les classes, soit des recherches d'évaluation des applications expérimentales (souvent de petite taille), fondées sur les mesures de satisfaction des usagers et concluant par des professions de foi de " ce qui devrait être " ou de " ce qu'on pourrait faire " avec l'hypertexte, soit encore des réflexions sur les aspects littéraires, philosophiques ou sociaux de l'hypertexte (souvent dans son sens large de la " Toile ", c'est-à-dire la *World Wide Web*).

C'est pourquoi on a pu souligner le paradoxe suivant : malgré un grand intérêt témoigné au concept d'hypertexte, relativement peu d'applications hypertextuelles ont été décrites en détail ou étudiées empiriquement (Balcytiene, 1999 ; Bernstein, Joyce & Levine, 1992 ; Dillon & Gabbard, 1998 ; McKnight, Dillon & Richardson, 1993).

En effet, l'étude de l'impact des hypertextes sur les processus cognitifs impliqués dans la lecture ou sur leur efficacité comme outils d'aide à l'apprentissage, souffre principalement du manque d'une base théorique solide (Spiro & Jehng, 1990), ce qui s'accompagne de nombreux problèmes méthodologiques et fait qu'il y a peu de recherches empiriques fiables (Jacobson, Maouri, Mishra & Kolar, 1995 ; Rouet & Levonen, 1996). La conception des hypertextes éducatifs s'appuie, le plus souvent, sur la " spéculation intuitive " (Leu & Reinking, 1996), ou sur les analogies et les métaphores (Rouet & Levonen, 1996) et reflète, selon Dillon (1996) les conceptions implicites répandues dans les travaux théoriques et empiriques sur les hypermédiats, conceptions qu'il qualifie de " trois mythes de l'hypertexte " :

- le texte imprimé est linéaire et constitue un médium contraignant ;
- le réseau associatif de l'information est naturel car il imite le fonctionnement de l'esprit humain ;
- un accès rapide à une masse d'informations manipulables permet un meilleur apprentissage.

En ce qui concerne le premier mythe, les recherches expérimentales ont montré que, comparativement à des médias traditionnels, la structure non linéaire de l'hypertexte n'améliore pas l'apprentissage (voir Rouet, 1992). La plupart des études empiriques montrent que les différences individuelles et les objectifs de la tâche revêtent plus d'importance que les paramètres structurels des hypertextes.

Le deuxième présupposé, selon lequel les caractéristiques structurelles et fonctionnelles des hypertextes imitent la structure et le fonctionnement de l'esprit humain (Jonassen, 1988) est plus insidieux puisqu'il concerne la théorie, souvent évoquée mais rarement explicitée (Eklund, 1996), selon laquelle la structure en réseau des unités d'information reflète la structure sémantique de la mémoire humaine. De plus, comme le souligne Tergan (1997), prétendre que les structures hypertextuelles possèdent le même ordre de complexité que les structures des connaissances humaines équivaut à admettre qu'un réseau arbitraire des informations possède *per se* une signification. Selon Lehtinen, Balcytiene et Gustafsson (1993), cette vue statique et associative véhicule en fait une

conception de “l’esprit passif” et puise ses racines dans les conceptions associationnistes des psychologues du XIX^e siècle. Pour Eklund (1996) cette conception constitue un raccourci commode pour éviter d’affronter le problème de la modélisation du domaine des connaissances et/ou de l’apprenant. Répondre à la question sur l’influence des caractéristiques structurelles du contenu sur l’apprentissage nécessite de disposer des méthodes de recherche beaucoup plus fines que celles employées actuellement (Rouet & Passerault, 1999 ; Tergan, 1997).

Le troisième présupposé s’accompagne souvent de celui que Clark et Craig (1992) désignent comme “*Meeting Place and Melting Pot*” et qui veut que la multimodalité des hypertextes représente les principes cognitifs du système humain de traitement de l’information. Or, comme nous venons de le souligner, si certains des résultats expérimentaux basés sur la théorie du double codage paraissent fiables, les recherches sur les hypermédias éducatifs nécessitent encore une intégration dans une perspective complexe de la situation d’apprentissage.

Tergan (1997) dans sa critique des travaux théoriques à la base des applications pédagogiques des hypertextes souligne un quatrième présupposé largement accepté et selon lequel les hypertextes possèdent intrinsèquement des caractéristiques correspondant aux principes constructivistes d’enseignement et favorisent une autorégulation de l’apprentissage. Lors d’un apprentissage avec l’hypertexte, les apprenants sont supposés créer eux-mêmes une structure virtuelle du document en sélectionnant les informations pertinentes.

Si le contrôle de la progression et des stratégies est effectivement central pour l’apprentissage avec l’ordinateur (De Corte, 1994), les résultats empiriques montrent que les apprenants n’utilisent pas spontanément les fonctions structurelles ou fonctionnelles (Jacobson & al., 1995) des hypertextes de manière constructive, et préfèrent souvent suivre les liens proposés (Schroeder & Grabowski, 1995), à moins qu’ils ne possèdent déjà des connaissances avancées sur le domaine (Spiro & Jehng, 1990). Les études sur les situations d’apprentissage dans le contexte réel des situations scolaires montrent que les hypertextes peuvent favoriser le développement de l’apprentissage constructif à condition d’être inscrits dans les conditions bien spécifiées de la tâche et de la situation d’apprentissage (Goldman & al., 1999 ; Jacobson & Archodidou, 2000 ; Scardamalia & Bereiter, 1996).

Ainsi, Cunningham, Duffy et Knuth (1993) qui rapportent les expériences sur l’utilisation de INTERMEDIA²³ soulignent que le succès de son utilisation est dû principalement à l’implication des enseignants et à l’inscription de l’activité dans un contexte social élargi.

Par conséquent, on peut avancer qu’en l’absence d’une confrontation des travaux théoriques, techniques et empiriques, la pratique de la conception des hypertextes s’accompagne de l’acceptation crédible d’un ensemble de notions quasi-psychologiques sur la lecture et la cognition. Plutôt que d’utiliser le monde réel comme fondement des théories, la pensée contemporaine sur l’hypertexte semble s’attacher aux concepts de la non linéarité et de l’association, même au prix de distorsion intellectuelle majeure (Dillon, 1996), et les concepteurs s’évertuent à inventer des solutions, sous forme d’outils d’aide, aux difficultés de l’apprentissage avec les hypertextes diagnostiqués comme étant celles de la navigation, alors qu’elles révèlent probablement un problème beaucoup plus profond, celui de la signification construite par l’apprenant de la situation d’apprentissage dans un environnement hypermédia (Eklund, 1996).

L’évolution actuelle des hypermédias s’oriente de plus en plus vers des environnements d’apprentissage ouverts (*OELE* pour *Open Ended Learning Environments*), axés sur les possibilités de communication et d’exploration des réseaux de données offertes par la technologie Internet. Certains voient dans ces nouvelles possibilités technologiques l’avènement d’une ère nouvelle, où se produira une connexion entre la science et la technique d’une part et l’économie de libre marché d’autre part, où émergeront les prestataires de formation et les universités mondiales, “jusqu’à ce que l’encyclopédie absolue et intotalisable du Web devienne le marché absolu et intotalisable, jusqu’à ce que le *web marketing*, les liens hypertextes, l’indexation des moteurs de recherche, les logiciels de travail coopératif et les communautés virtuelles deviennent la clé du tout” (Lévy, 2000, p. 99).

Cependant, comme le souligne Salomon (2000) :

“The information encountered and accessed is not the same as the knowledge constructed on its basis. *Information is not knowledge*. It is perhaps for this reason that we are talking of the *information highway* and of the *information age*, not the *knowledge highway* and not the *knowledge age*.” (p. 3.)

²³ INTERMEDIA (Yankelowitch, Meyrowitz & Van Dam, 1985) est la première application éducative significative des hypertextes, conçue pour l’enseignement en milieu universitaire, développée à l’université de Brown (pour une description voir Bruillard, 1997, p. 257-258).

En effet, les médias ouverts offrent une possibilité de s'engager dans des activités intellectuelles supérieures, mais elles ne les garantissent guère (Barab, Bowdish & Lawless, 1997). Les auteurs d'une recherche récente (Wallace, Kupperman, Krajcik & Soloway, 2000) constatent que, paradoxalement, un environnement d'apprentissage ouvert tel que le Web n'est pas fait pour répondre à des questions ouvertes (et surtout pas par les novices), mais pour répondre à des questions très spécifiques et précises. Le même constat est fait par Goldman et *al.* (1999) : les environnements ouverts ne sont pas adaptés à l'acquisition des connaissances complexes dans les domaines fondamentaux de la science. Hannafin et ses collègues (Hannafin, Hall, Land & Hill, 1994), dans leur important travail théorique sur les fondements des OELE, soulignent la nécessité de préparer aussi bien les apprenants que les enseignants aux défis posés par les caractéristiques de ces nouveaux environnements, qui concernent l'importance du contrôle individuel, de l'existence des perspectives multiples et des divergences de pensée, de l'indépendance de la réflexion, de la maîtrise des stratégies d'apprentissage et des habiletés métacognitives (Hill & Hanafin, 1997).

En effet, *“ technology can provide information, allowing easy access, it can offer problems to be solved, like in simulations, it can afford means of traversing new multimedia routes or connect students from the continents, but it cannot transform the information access into knowledge for them.[...] What the technology does or fails to do in education depends far less on what it can do and far more on what education allows it to do. ”* (Salomon, 2000.)

CHAPITRE III

Aspects psychosociologiques de l'apprentissage multimédia

Patrice Georget

Introduction

Comme le rappellent Grégoire et *al.* dans leur rapport de 1996 consacré à l'apport des TIC dans l'apprentissage :

“ Il devient de plus en plus clair que la technologie, en elle-même et par elle-même, ne modifie pas directement l'enseignement ou l'apprentissage. En l'occurrence, l'élément déterminant, c'est la manière dont la technologie est incorporée dans la démarche pédagogique. ”

Si l'ordinateur a d'abord été considéré comme un instrument de changement par lui-même, il est aujourd'hui appréhendé comme un outil. Dans cette perspective, le contexte social et motivationnel de l'apprentissage, le contrat de communication (compétitif, collaboratif) et l'enjeu instauré non seulement entre les apprenants et les enseignants, mais aussi entre les apprenants eux-mêmes s'avèrent nécessairement pertinents dans les opérations cognitives en jeu dans l'apprentissage.

Dans cette logique, certains ont avancé l'idée que l'enseignement traditionnel à l'école n'a pas été et n'est toujours pas en mesure de développer certaines connaissances et compétences que les élèves peuvent appliquer en dehors des situations scolaires. Par exemple, ils estiment que trop peu d'attention a été portée aux processus mis en œuvre par des experts d'un domaine lors de l'acquisition ou de l'utilisation de leurs connaissances spécifiques pour la résolution d'une tâche complexe ou réelle. Leurs propositions sont principalement étayées sur le modèle théorique de la “ cognition située ” (Brown, Collins & Duguid, 1989). Le fondement de cette approche est consistant avec les propositions constructivistes de Piaget (les individus ne sont pas de simples “ enregistreurs ” d'information, mais au contraire des “ constructeurs ” actifs de structures de connaissances) et avec l'approche socioculturelle de Vygotski qui insiste sur le rôle moteur de l'interaction sociale dans la construction des connaissances. L'implication de ce point de vue est d'une part que l'environnement dans lequel l'apprentissage a lieu affecte les expériences de celui qui apprend et par conséquent définit le contenu de la connaissance acquise et d'autre part qu'il est nécessaire de concevoir des environnements d'apprentissage qui facilitent l'interaction sociale et l'apprentissage coopératif dans la classe. L'exemple de Casalegno (1996, p. 354) est à ce titre tout à fait convainquant. Pour prendre l'exemple d'une maison, “ le système d'enseignement classique dit ce qu'est une maison, avec l'idée d'apprentissage actif (ou constructivisme) ; on dit où aller chercher les informations pour se faire une idée de maison, et avec l'idée de constructionnisme, on ajoute le fait qu'il faut construire une maison (en utilisant, par exemple, les systèmes multimédias) afin d'achever d'une manière efficace le processus d'apprentissage ”.

L'idée que l'apprentissage doit être “ situé ” a un riche passé en psychologie (Dewey, 1938 ; Gibson, 1966 ; Jenkins, 1977) qui ne se dément pas dans les sciences cognitives contemporaines (Butterworth, 1992). Les modèles actuels du développement cognitif insistent sur les contraintes contextuelles dans l'acquisition de connaissances : les concepts acquis dans un certain contexte tendent à être “ soudés ” à ce contexte et ne sont pas spontanément et facilement transférables et utilisables dans des cadres différents. On saisit déjà l'avantage supposé du multimédia : se rapprocher du *real world*, dans lequel l'apprenant est mis face à des contextes qui simulent le monde, donc qui situent la cognition.

Ainsi l'émergence des systèmes d'information hypermédias tels Internet révèle une nouvelle ère quant à la façon dont l'éducation est conceptualisée et délivrée. Le Web permet l'accès à une information quasi illimitée : ici il ne s'agit plus d'obtenir des informations précises et guidées comme

dans les systèmes classiques (ressources bibliographiques, par exemple), mais de rechercher l'information pertinente (utile et utilisable) parmi un ensemble en pleine expansion, avec des outils (moteurs de recherche par exemple) dont l'objectif premier est d'identifier et d'accéder aux documents, et non pas d'estimer l'adéquation du contenu des documents au besoin de l'utilisateur. Une spécificité de l'hypertexte réside dans sa capacité à fournir une information de façon flexible et non linéaire. Un premier problème posé par cette nouvelle approche est l'aspect plus aventureux de l'enseignement (White & Kuhn, 1997), où le pédagogue devient un guide et non plus un conférencier.

Comme le rappelle Casalegno (1996) :

“ L'apprentissage classique (objectivisme) se base sur un modèle linéaire de transmission des informations qui circulent du plus compétent vers le moins compétent. [...] Le modèle du déterminisme structural, en revanche, suppose qu'un élève doit apprendre mais ce sera la structure de l'élève qui déterminera le déroulement de la leçon du professeur. Dans ce sens, une information n'existe pas en tant que telle, mais dans l'interaction entre celui qui écoute et celui qui parle. Construction, échange et négociation sont donc trois mots clés pour comprendre les dynamiques d'apprentissage entendues non au sens linéaire, mais selon une vision circulaire qui se base sur le concept du déterminisme structural et de réalité construite de façon relationnelle. ”

En France, l'approche psychosociale représentée par les travaux de Monteil (1993 ; 1998) est à ce titre tout à fait éclairante. L'auteur montre en effet que sous l'effet croisé de la visibilité sociale et de la comparaison sociale entre élèves âgés de quatorze à quinze ans en classe de biologie ou de mathématique les performances cognitives sont susceptibles d'être modifiées profondément. Les principales variables manipulées dans les groupes collaboratif en environnement multimédia dépendent bien entendu de ces considérations générales. Par exemple, la différence ou la similarité des statuts, des connaissances ou des attentes des élèves, la nature des interactions entre pairs, la nature et la synchronicité des tâches, l'allocation d'un type de rôle sont autant d'éléments qui ont été étudiés dans leurs effets sur les activités cognitives et comportementales des membres du groupe. Nous détaillerons les résultats les plus significatifs de ces travaux après avoir défini ce qu'est un groupe de collaboration.

1. Apprentissage par collaboration

L'apprentissage collaboratif²⁴ en éducation a une longue tradition de recherche, toujours actuelle compte tenu des développements des conceptions de l'apprentissage rencontrés dans le constructivisme ou la cognition située.

Pour Johnson et Johnson (1996) dans un groupe de collaboration tous les membres sont engagés dans le but d'optimiser l'apprentissage de chacun. Pour créer un groupe de collaboration, ils préconisent l'application de règles précises. Il s'agit de créer une interdépendance positive entre les membres du groupe qui doivent :

- partager un destin commun ;
- lutter pour un bénéfice commun ;
- s'unir à long terme ;
- partager l'identité groupale.

Pour ce faire, le professeur doit :

- donner aux élèves une tâche claire et explicite (les membres du groupes doivent savoir ce qu'ils sont supposés faire) ;
- expliquer les buts mutuels de la tâche ;
- créer un enjeu.

L'une des particularités des groupes de collaboration est que ses membres partagent une responsabilité ; chacun peut compter sur l'autre. Cependant, l'apprentissage par collaboration est plus complexe que l'apprentissage par compétition ou l'apprentissage individuel car les membres du groupe doivent s'engager simultanément dans un travail lié à la tâche et un travail de groupe.

²⁴ Si certains auteurs font une distinction importante entre “ coopération ” et “ collaboration ” (Dillenbourg, 1999, par exemple), d'autres semblent manier l'un et l'autre comme synonyme. Nous avons choisi de réaliser les comptes rendus en tenant compte de la distinction habituellement adoptée : la collaboration consiste à réaliser une tâche en commun, du début à la fin. La coopération consiste à partager des éléments de la tâche de façon à ce que chacun en réalise une partie, puis à rassembler les résultats individuels en un tout. Ainsi, nous avons dû parfois traduire le terme anglais “ *cooperation* ” par “ collaboration ”, lorsque la différence mentionnée était utilisée.

Une des questions qui a suscité des réactions contrastées parmi les chercheurs est celle qui consiste à savoir si les groupes de collaboration doivent être homogènes ou hétérogènes. Les résultats de ces études indiquent qu'en fait l'apprentissage par collaboration est efficace pour les groupes hétérogènes comme pour les groupes homogènes, mais cependant les différences sont observées en fonction du niveau de compétence des élèves : les élèves ayant de faibles compétences ont de meilleures performances dans les groupes hétérogènes (et ceci est d'autant plus vrai pour les filles que pour les garçons) alors que les élèves ayant des compétences plus élevées sont quant à eux, aussi performants dans un groupe que dans l'autre.

2. Influence de l'utilisation des TIC en groupe

L'enseignement assisté par ordinateur²⁵ a été traditionnellement conçu pour s'adresser à un seul individu. Pour des raisons diverses (budget, locaux...) ce sont parfois plusieurs individus qui sont amenés à apprendre sur une même machine²⁶. Comment cela s'opère-t-il ? Quels sont les facteurs qui déterminent l'apprentissage et la motivation des élèves dans ces conditions ?

Plusieurs recherches de type expérimental se sont intéressées à l'enseignement assisté par ordinateur en groupe. Si plusieurs parmi elles ont montré des effets positifs de l'apprentissage en petits groupes (mentionnées par exemple dans Cavalier & Klein, 1998), d'autres montrent des effets identiques entre les méthodes individuelles ou groupales (Klein & Doran, 1997 par exemple). D'ailleurs ces derniers auteurs révèlent aussi dans leur étude que les étudiants qui travaillent seuls expriment une motivation significativement plus continue pour leurs structures d'apprentissage que ceux qui travaillent avec un partenaire²⁷, même si les étudiants qui utilisent les structures de petit groupe extensif montrent significativement plus de discussion et fournissent plus de réponses aux questions de leurs partenaires que des étudiants qui utilisent la structure de groupe occasionnelle. On le voit, le champ de recherche offre des perspectives largement contradictoires. Néanmoins, parmi les études récentes et concordantes, on retiendra les résultats suivants.

Recherche d'information

Dans leur recherche expérimentale en milieu social naturel, Okolo et Ferretti (1996) montrent que la recherche et la production d'information réalisées à l'aide de l'outil multimédia en groupe entraîne une augmentation de la motivation des apprenants, de leur attitude par rapport au fait de travailler en groupe, de leurs connaissances et de la perception de leur efficacité personnelle (d'autant plus chez ceux qui n'ont pas de difficulté scolaire).

Résolution de problème

Pour Casey (1996) les activités collaboratives semblent fournir les bénéfices suivants en résolution de problème :

- appréciation et compréhension des perspectives multiples dans le raisonnement et la résolution de problème ;
- compréhension plus riche et multiperspective du domaine ;
- chance d'apprendre à partir de l'expérience des autres grâce aux discussions sur le domaine ;
- opportunité pour les apprenants de tester réellement et de développer leurs connaissances en articulant leur compréhension du domaine à celle des autres.

²⁵ CBI : *Computer-based instruction*.

²⁶ Cavalier et Klein (1998) ont recensé dans leur étude que sur 5 964 logiciels d'enseignement assisté par ordinateur seulement 40 d'entre eux sont conçus avec un programme destiné à plusieurs individus en même temps.

²⁷ Ce phénomène, bien connu dans les travaux de psychologie sociale, est étudié sous le terme de "*social loafing effect*" (Latané & al., 1979), soit "effet de paresse sociale", qui va à contre-courant de nombreuses croyances sur le rôle bénéfique du groupe. Une méta-analyse quantitative de Karau et Williams (1993) sur 78 recherches consacrées au *social loafing* révèle que l'amplitude de cet effet est plus grande sur des populations caractérisées par une orientation de soi individualiste (Europe de l'Ouest et Amérique de Nord notamment) relativement à des populations plus collectivistes (Chine, Corée, Inde par exemple). On constate aussi que l'amplitude de l'effet est plus importante chez les hommes que chez les femmes. Ce résultat est interprété par une plus grande sensibilité des hommes à la différenciation interpersonnelle.

Interactions entre pairs

Cavalier et Klein (1998) montrent que les interactions entre pairs dans des groupes collaboratifs (comportement d'aide et comportement centré sur la tâche) sont d'autant plus importantes que les membres du groupe ont des objectifs précis liés à la tâche.

Les efforts communs de collaboration stimulent les liens sociaux et la cohésion de groupe, indépendamment de l'hétérogénéité du groupe (culture, sexe, âge, etc.). Les travaux sur la cohésion ont montré que plus les relations entre les membres du groupe sont positives, plus l'absentéisme est faible, plus les élèves sont enclins à être motivés, à pouvoir résoudre des tâches difficiles, à répondre à des buts communs, etc. (Johnson & Johnson, 1996).

Hannafin et al. (1996) montrent que l'apprentissage coopératif entraîne un engagement des apprenants grâce à un sentiment d'appartenance au groupe. Les élèves se sentent concernés par la réussite commune ce qui a pour effet d'accroître la motivation dite continue.

Complexité

C'est dans les situations d'apprentissage complexe ou de grande créativité que l'apprentissage par collaboration s'avère plus efficace et largement supérieur à l'apprentissage individuel ou compétitif. Dans certaines circonstances, les élèves apprennent plus de leurs pairs que de leurs professeurs (Kanselaar & Erkens 1996).

En résumé, si l'on suit la revue de question de Johnson et Johnson (1996), l'apprentissage par collaboration assisté par ordinateur est une méthode qui s'avère efficace car elle permet aux élèves d'augmenter leurs connaissances, d'apprendre à les contrôler, de promouvoir un développement cognitif, de susciter des attitudes positives face à l'apprentissage (Huang, 1993 ; McDonald, 1993) et d'accroître leurs compétences sociales. Hooper (1992) a pu constater que les étudiants se sentent davantage frustrés lorsqu'ils travaillent seuls sur un ordinateur, entre autre car la maîtrise de la technologie est difficile.

3. Influence de l'utilisation de l'ordinateur dans les discussions de groupes et les collaborations entre élèves

La communication médiatisée par ordinateur (CMC²⁸) est un terme générique maintenant couramment utilisé pour désigner les systèmes dans lesquels les individus communiquent entre eux au moyen d'ordinateurs et de réseaux : conférence à distance, courrier électronique, listes de discussion... Ces outils sont utilisés non seulement dans les environnements professionnels, mais aussi dans l'éducation et la formation. Dans ce cas, la technologie est par exemple utilisée pour médiatiser la communication entre "classes virtuelles" (Hiltz, 1990). Nous n'aborderons pas ici l'enseignement à distance, qui nécessite à lui seul un dossier de recherche complet. Nous nous limiterons aux interactions médiatisées entre élèves ou étudiants entre eux mais aussi avec leurs enseignants.

Chacun s'accorde à penser que les ordinateurs stimulent la participation des élèves aux discussions et que c'est à travers ce type d'échange que les apprenants prennent en compte les informations et les perspectives alternatives d'un objet d'apprentissage (Jonassen, 1996). L'approche empirique de Ruberg et al. (1996) analyse ces implications à partir d'une vaste étude qualitative, tout en faisant le point par rapport aux travaux expérimentaux antérieurs.

Principales conclusions de ce travail

Les activités de CMC contribuent à augmenter la responsabilité des élèves face à l'apprentissage. Ces résultats sont compatibles avec les travaux de Scardamalia et Bereiter (1994) dans le cadre du CSILE.

En terme général, les discussions ont un effet bénéfique ; apprendre les uns des autres conduit les élèves à avoir plus confiance en leur efficacité personnelle, donc à développer une ténacité dans la recherche d'information et à plus questionner qu'accepter l'information transmise par le système. En effet comme le montrent Hill et Hannafin (1997) à la suite de nombreux autres chercheurs un doute sur ses capacités, un manque de confiance freine la localisation de l'information et empêche l'extraction de l'information utile.

Le fait que les élèves puissent lire les réponses des autres constitue également un avantage en terme de profondeur de compréhension. Il a été constaté que l'engagement des étudiants dans la discussion dépend de leur capacité à contrôler leur écriture au bon moment, à établir les connexions nécessaires, etc. Même si selon toute évidence, les élèves ou étudiants d'un même établissement n'ont

²⁸ CMC : Computer-Mediated Communication.

pas besoin d'ordinateurs pour interagir, l'étude de Ruberg et *al.* montre cependant que la CMC constitue une alternative viable pour faciliter la participation, les échanges et l'engagement des élèves.

De manière plus significative, il a été observé que les étudiants qui ne parlent pas en situation de face à face partagent davantage d'idée en CMC. Ce résultat est consistant avec des études plus récentes. Par exemple, Beach et Lundell (1998) réalisent une observation armée longitudinale d'un petit groupe d'adolescents communiquant en temps réel dans une même salle à l'aide d'un système en réseau. Ils constatent que les élèves habituellement réticents à prendre la parole en classe ou à interagir avec leurs pairs sont plus amenés à interagir en CMC. Leur hypothèse suggère que ces élèves, n'ayant plus à attendre leur tour pour entrer dans l'interaction effective, peuvent expliciter leurs idées sans être interrompus. Les auteurs constatent aussi que plus les élèves participent aux échanges CMC plus ils deviennent confiants dans leur potentiel d'émettre des opinions différentes ou divergentes à celles des autres.

4. CMC et contextes sociaux

Le risque traditionnellement avancé de ce type de communication médiatisée est d'inscrire les apprenants dans un contexte social réduit (Kiesler & *al.*, 1984 ; Siegel & *al.*, 1986), dans lequel les normes et l'identité sociales, la conscience de soi sont absentes ou largement minorées. Les auteurs ont été jusqu'à avancer une hypothèse de désindividuation pour qualifier l'absorption des utilisateurs par la machine²⁹, en référence aux travaux psychosociaux consacrés aux statuts des individus dans les groupes. Le problème majeur est de savoir dans quelle mesure l'absence d'indices sociaux, verbaux et non verbaux, des CMC est dommageable pour les apprenants. Des résultats et commentaires discordants sont relevés dans l'analyse des travaux ayant abordé ce point depuis une vingtaine d'années.

Parmi les principaux développements théoriques, on trouve trois orientations dominantes (Kim, 2000).

“ Cue-filtered-out theory ”

L'argument majeur de Sproull et Kiesler (1991) part du constat que les messages transmis par CMC ne permettent pas la manifestation des indices physiques (geste, mimiques, tonalité de la voix) et sociaux traditionnels de la communication interpersonnelle, et que, par conséquent, la CMC peut favoriser le développement de comportements qui n'obéissent pas aux normes habituellement en vigueur, ce qui donne un potentiel d'expression aux comportements déviants, impulsifs, voire agressifs. Le corollaire positif de cette absence d'indices “ socio-émotionnels ” est la libération des contraintes normatives et la rupture des frontières sociales, la démocratisation des relations entre individus qui n'utilisent pas les mêmes normes communicationnelles ou n'ont pas le même statut. Ces effets sont connus dans le monde de l'entreprise : Sproull et Kiesler (1991) montrent que la CMC permet aux utilisateurs de dépasser les barrières hiérarchiques et donc de créer une nouvelle dynamique dans les groupes de travail, en particulier sur le plan des “ prises de parole ” des individus, moins subordonnées au “ droit à la parole ” induit par la position hiérarchique. Dans l'éducation, une étude récente de Hara et *al.* (1998) révèle des effets similaires. Les auteurs analysent le contenu des messages transmis entre étudiants de psychologie et entre étudiants et enseignants lors de trois mois de cours, dans lesquels sont utilisés des outils de communication à distance³⁰ dont le rythme et le cadre de l'utilisation ont été contraints par l'enseignant³¹. Ils constatent que les messages deviennent progressivement moins formels et de plus en plus centrés sur la tâche d'apprentissage, au détriment des indices sociaux comme les rituels d'interaction (introduction, clôture de l'échange). De plus, les interactions impliquent très rarement moins de trois participants, au contraire les groupes d'interaction montrent des patterns évolutifs de plus en plus entrecroisés. Enfin, ces interactions servent surtout à compléter ou confirmer une information déjà connue de l'étudiant, et beaucoup plus rarement à engager une discussion riche ou un débat approfondi.

²⁹ Faigley (1992) suggère que l'utilisation des pseudonymes a tendance à extraire les utilisateurs des conséquences sociales de leurs messages.

³⁰ Logiciels FIRSTCLASS et COW (*Conferencing On the Web*).

³¹ Par exemple le nombre minimum de messages à envoyer ou encore le rôle attribué aux étudiants : à chaque cours un étudiant doit initier un thème de discussion, un autre doit faire le bilan des discussions précédentes. Les auteurs estiment que ce cadrage est indispensable au bon déroulement des séances utilisant la CMC, justement pour éviter les problèmes inhérents à la désindividuation.

“ Social information processing perspective ”

Contrairement à la perspective précédente, la proposition de cette orientation de recherche (Walther, 1996) insiste sur la façon dont un message transmis par CMC peut-être porteur d'une véritable information sociale, surtout grâce au temps beaucoup plus long qui peut-être consacré au choix d'un style de rédaction et d'un contenu pertinent, contrairement à l'interaction de face à face. L'aspect impersonnel des échanges CMC est en mesure de renforcer la qualité de la production de la communication, puisqu'il implique une centration de l'attention des participants sur le contenu du message, au détriment des indicateurs non verbaux, considérés ici comme des distracteurs. C'est pourquoi les auteurs parlent de communication “ hyperpersonnelle ” : les producteurs construisent à travers la mise en scène discursive de leur message une identité spécifique et choisie. Les auteurs montrent par exemple que les participants d'une interaction CMC ont un degré plus élevé de conscience de soi et d'activité introspective que les participants d'une interaction de face à face.

“ Social identity model of deindividuation effects ”

Le fameux “ *SIDE Model* ” de Spears et al. (1990) va à l'encontre de la *cue-filtered-out theory* ci-dessus mentionnée. Pour ces auteurs, la CMC ne fait que renforcer les frontières sociales existantes en rendant saillante l'identité groupale de l'utilisateur, au détriment de son identité personnelle. En d'autres termes, les auteurs défendent l'idée que l'immersion dans un groupe (virtuel), même s'il ne s'agit pas de face à face, peut augmenter l'identité sociale, et par là même rehausser, plutôt qu'abaisser, l'adhésion individuelle aux normes du groupe. Ce qui oppose les approches relève d'un *a priori* sur l'utilisateur : d'un côté l'apprenant est considéré comme isolé, investi dans la machine et la tâche ; de l'autre, il a une représentation effective du contexte et de son identité sociale. Ainsi les nombreux travaux expérimentaux des américains Lea et Spears (1991) et des canadiens Matheson et Zanna (1989) montrent que les activités de CMC n'impliquent pas de désindividuation, mais au contraire une forte conscience de soi et une intégration des valeurs véhiculées par le groupe (normes, stéréotypes). Par exemple, dans une récente recherche expérimentale, Postmes, Spears et Lea (1998) montrent que des élèves qui communiquent par CMC ont tendance à plus accepter et mettre en valeur les normes et l'identité de leur groupe d'appartenance, et à plus rejeter celles des autres groupes. Ce résultat est significativement plus marqué que dans la situation où ces mêmes élèves communiquent en interaction de face à face. Dit autrement, leur recherche montre qu'en CMC le biais de favoritisme intra-groupe se trouve augmenté, parallèlement à l'activation des stéréotypes dirigés vers le hors-groupe. Ces résultats ont été obtenus pour les catégories de genre (homme/femme), de race et de nationalité.

En comparant les situations de face à face et les situations de communication médiatisée par ordinateur, Ruberg et al. (1996) n'observent pas de différences significatives en termes de statut. Ceux qui participent le plus en face à face participent également davantage en CMC, alors que des études précédentes pouvaient laisser supposer que l'ordinateur permettrait aux individus de statut inférieur de mieux participer (Harasim, 1993 ; Levin, Kim & Riel, 1990 ; McGuire, Kiesler & Siegel, 1987).

Il semble donc que le champ de la recherche et de la polémique reste ouvert et qu'il ne s'agit probablement pas de tout ou rien. Beach et Lundell (1998) suggèrent d'ailleurs que plutôt que de créer une fausse opposition entre les CMC et les autres formes de communication, il serait probablement plus productif de les appréhender de façon complémentaire.

5. Perception de sa propre efficacité et de son contrôle

Les facteurs inter-individuels abordés ci-dessous ne doivent pas faire oublier les aspects intra-individuels de l'utilisation des outils multimédias. Parmi ceux-ci, l'attitude du sujet vis-à-vis de sa performance n'est pas à négliger, car elle explique un certain nombre d'effets des systèmes.

La perception de l'efficacité personnelle (PSE³²) renvoie à un jugement sur ses propres capacités à exécuter les actions requises pour réussir. Ce jugement sur soi³³ vis-à-vis de l'appréhension d'un système d'information hypermédia influence les choix des activités des individus, c'est-à-dire la façon dont les sujets utilisent le système (et le fait même d'utiliser le système : Kinzie, Delcourt & Powers, 1994). Les recherches réalisées en psychologie sociale (Bandura, 1977) montrent qu'à compétence et motivation égales, la croyance en son efficacité personnelle se révèle être un déterminant majeur de la façon dont les individus agissent, font des efforts et persévèrent. Sur le plan de l'utilisation des TIC, une PSE faible entraîne un manque de

³² PSE : *Perceived self-efficacy*.

³³ Il s'agit bien d'une auto-évaluation sur ses capacités *a priori* à utiliser le système.

confiance dans ses capacités à maîtriser le système, et donc les individus sont plus enclins à accepter qu'à questionner l'information générée par le système. Une PSE élevée entraîne une ténacité dans la recherche et une plus grande confiance dans ses compétences à trouver l'information recherchée.

Dans leur étude qualitative réalisée sur l'observation d'utilisateurs d'Internet, Hill et Hannafin (1997) montrent que le nombre de stratégies utilisées pour trouver les informations ainsi que la qualité de celles-ci est proportionnel au niveau de perception de son efficacité personnelle. On retrouve ici les résultats obtenus par Kinzie et Delcourt en 1991 : doute sur ses capacités, manque de confiance freine la localisation de l'information et empêche l'extraction de l'information utile.

Un second problème lié à l'attitude des apprenants est le sentiment de contrôle de la navigation. Il s'agit du fait d'être au courant de là où l'on en est dans la recherche d'information, comment on y est arrivé, et comment revenir à l'étape précédente. D'après Tricot (1995) deux problèmes se posent alors, d'une part une question de localisation : ne pas savoir où l'on est, ou plus savoir comment accéder à quelque chose que l'on croit exister, arriver à un endroit et ne plus savoir pourquoi on est là, se perdre en digressions, ne pas savoir s'il reste des documents pertinents dans le système, et d'autre part une question de traitement : quand on voit trop d'informations, sans outil pour les traiter, on ne retient rien, on a oublié quelles sélections on a faites précédemment, on n'est pas capable de se représenter une vue d'ensemble ou un résumé cohérent. Cette capacité à reconnaître sa localisation influence la réussite dans les systèmes ouverts (Beasley & Waugh, 1995). Même si des auteurs ont montré qu'une désorientation modérée était susceptible de motiver l'apprenant, on constate que globalement la désorientation affaiblit les performances. L'étude déjà citée de Hill et Hannafin (1997) – mais aussi Beasley et Waugh (1995) ; Tripp et Roby (1990) – confirme ce résultat : pour des sujets recherchant une information sur Internet, une désorientation élevée a entraîné une insatisfaction et une gêne, une difficulté à faire référence à leurs connaissances sur le domaine et à leur savoir métacognitif. Elle implique aussi une moindre perception de la capacité à réussir la tâche, donc une moindre confiance en soi. Foss (1989) constate que les utilisateurs novices ont tendance à tourner en rond dans les hypertextes et à "feuilleter" les pages au lieu de les lire attentivement. À travers les commentaires des sujets, il constate que ces attitudes ne sont pas le reflet de stratégies délibérées, mais résultent de problèmes de désorientation. Les sujets font part de difficultés dans la définition d'un ordre de lecture efficace ainsi que de difficulté à se situer dans le réseau. Rouet et Levonen (1996) en concluent que si les élèves n'ont pas de connaissances initiales ni de pratique de la lecture de matériel non linéaire, alors le risque est élevé de voir ceux-ci désorientés dans leur navigation, d'où une chute corrélative des performances et de la motivation.

Deuxième partie

**Multimédias et apprentissage
des différents domaines de connaissances**

Recherches empiriques

CHAPITRE IV

Lecture et compréhension de textes

Jacques Crinon, Denis Legros et Béatrice Pudelko

Introduction

Ce chapitre présente une synthèse de travaux conduits sur les outils et systèmes multimédias dédiés à la lecture et à la compréhension de textes. L'examen de la littérature consacrée à cette thématique nous a conduits à diviser ce vaste domaine en deux parties : la première partie est consacrée à la synthèse des recherches menées sur les systèmes et outils conçus pour favoriser l'apprentissage de la lecture. La deuxième partie, consacrée à la synthèse des travaux centrés sur la problématique de la lecture et de la compréhension des textes électroniques (construction de la signification du texte lu), est dominée par la présentation des travaux sur les systèmes hypertextes.

En effet, les documents électroniques sont de plus en plus souvent fondés sur des techniques hypertextes et les problèmes de lecture et de compréhension qu'ils engendrent ont donné lieu à une littérature abondante (voir Goldman, 1996 ; Reinking, McKenna, Labbo & Kieffer, 1998). Dans ce chapitre nous analysons les recherches sur les hypertextes, uniquement sous l'angle de leur lecture et de leur compréhension, soit encore comme aides à la lecture et à la recherche d'informations. C'est pourquoi nous considérerons l'hypertexte dans son sens restreint de "hyper-texte", c'est-à-dire un système dans lequel les unités de la couche d'information sont de nature textuelle. Nous adoptons ce point de vue, bien que le concept d'*hypertexte* soit employé en général de façon interchangeable avec celui d'*hypermédia*, sa caractéristique principale étant en effet sa facilité d'établir des liens entre les différents formats des informations (texte, graphique, image, son) et un accès par navigation à toutes les informations stockées (Conklin, 1987 ; Marchionini, 1988 ; Spiro & Jehng, 1990 ; Balpe, 1997).

On constate que l'évolution des documents sur écran vers un format multimodal constitue une tendance forte : de plus en plus souvent, l'écrit y voisine avec l'image et le son. La facilité d'intégrer les différents formats de représentation constitue un atout majeur des systèmes d'aide à l'apprentissage de la lecture (Mayer & Moreno, 1998 ; Vandendorpe, 1999), et leurs effets seront analysés dans la première partie de ce chapitre. Cependant, étant donné l'ampleur des travaux sur la problématique de l'hypertexte, nous avons choisi, par souci de cohérence, d'analyser les aspects multimodaux des hypertextes dans le chapitre sur la construction des connaissances.

1. L'apprentissage de la lecture

Des logiciels d'aide à la maîtrise du code

La synthèse vocale

Les systèmes de synthèse vocale permettent à une machine de prononcer des mots ou des séquences de mots à partir des caractères d'un texte écrit. Ces systèmes, utilisés surtout dans les pays de langue anglaise, ont montré leur efficacité avec des lecteurs en difficultés de décodage et de reconnaissance de mots. Ainsi Olson et Wise (1992) ont comparé les effets de ce système sur les performances de sujets présentant une déficience dans le décodage phonologique et la reconnaissance de mots. Un premier groupe de sujets a utilisé un tel système pendant un semestre à raison de seize périodes d'une demi-heure prise sur leur horaire d'enseignement de la langue maternelle ; le groupe témoin a suivi l'enseignement normal. Les progrès dans le décodage phonologique ont été quatre fois plus importants dans le premier groupe que dans le groupe témoin, et les progrès en reconnaissance de mots deux fois plus importants. Cette étude met en évidence également des différences de performances en fonction du niveau initial des élèves et du soutien individuel apporté par l'adulte.

Lovett, Barron, Forbes, Cuksts et Steinbach (1994), ainsi que Wise (1992) ont comparé les performances dans trois conditions de restitution orale des mots : son par son, distinction de l'attaque

et de la rime, et par mots entiers. Les résultats sont différents dans les deux études. Les élèves qui ont fait l'objet d'un diagnostic d'atteinte neurologique (étude de Lovett & al.) ont tiré un meilleur bénéfice d'un entraînement incluant la segmentation (attaque/rime et phonèmes). La population d'élèves en difficulté de lecture ne présentant pas de troubles neurologiques a progressé de façon identique, quel que soit le type d'entraînement.

Dans une étude de Wise et Olson (1992), le système propose des feed-back vocaux de la lecture orale de mots. Deux versions du système ont été utilisées. La première version fournit, à la demande de l'élève, la prononciation du mot entier. La seconde propose la prononciation correcte de ce qu'il a tenté de prononcer, que le mot soit complet ou incomplet. Cette procédure permet à l'élève de comparer son essai au résultat souhaité. Cette seconde version du système a été favorable aux progrès du décodage phonologique avec les enfants de dix à douze ans. Les auteurs n'ont en revanche pas constaté de différences avec les enfants de sept à neuf ans et de treize à quatorze ans³⁴.

Scrase (1998) a évalué les performances obtenues par des élèves dyslexiques à une batterie d'exercices de remédiation présentée sur ordinateur. Les résultats de cent cinquante élèves ont été enregistrés pendant quatre ans. Le rythme des progrès obtenus dans les tâches de décodage a été mesuré, ainsi que les effets du programme sur ces progrès. Les données permettent de conclure à l'efficacité du système que les auteurs attribuent principalement à deux fonctionnalités du logiciel. D'une part la possibilité de choisir la couleur des lettres et du fond, qui permet de réduire le "stress visuel" des élèves atteints du syndrome de Meares-Irlen ; d'autre part, la synthèse vocale, qui favorise le développement des capacités de segmentation phonémique.

On notera donc, à la fois, l'intérêt de ces approches pour la remédiation et la rééducation de certaines difficultés de lecture. Leur efficacité avec de jeunes enfants n'est cependant pas clairement affirmée.

L'entraînement auditif et visuel

Les logiciels visant à entraîner les élèves à la correspondance entre les phonèmes et les graphèmes ou bien à développer les aspects idéo-visuels de la lecture sont nombreux sur le marché. Les premiers visent le public des jeunes enfants en début d'apprentissage de la lecture, les seconds s'adressent à des élèves plus âgés (fin de l'école primaire ou collège).

Dans la première catégorie, on trouvera par exemple, en France, des logiciels parascolaires (*Adibou*, *Atout Clic CP*, Hachette...) ou ludo-éducatifs (*Moi je sais lire* du Club Pom...).

Atout Clic CP propose ainsi différentes activités d'aide aux premiers apprentissages de la lecture : extraire une graphie ou un son parmi plusieurs, trier des lettres, des mots, des syllabes, compléter des mots, écrire sous la dictée, remettre les lettres d'un mot en ordre, repérer un mot lu dans une liste de mots, s'entraîner à l'identification rapide de mots. Il s'agit d'exercices dont la présentation se veut ludique et humoristique. Un personnage crayon anime les séquences, présente les activités, fait des commentaires sur le temps mis par l'enfant pour réaliser un travail ou intervient pour rappeler l'utilisateur à l'ordre s'il n'agit pas sur la machine...

Moi je sais lire a pour objectif d'entraîner l'enfant à la discrimination auditive et visuelle, à l'acquisition d'un capital de mots et de l'orthographe de mots simples, à la construction des mots à partir de lettres et de syllabes, à la construction de phrases, et enfin à la construction de la signification des phrases.

Dans la seconde catégorie, les logiciels d'entraînement visuel fondés sur les facilités d'affichage de l'ordinateur (*ELMO* ou *ELSA* de l'Association française pour la Lecture, *Lirebel* des Éditions Chrysis), permettent de développer un ensemble d'habiletés (*skills*) du lecteur expert : mémorisation des mots et de leur signification, élargissement de l'empan de lecture, accélération de la vitesse de lecture, anticipation (exercices de *closure*), recherche non linéaire d'une information dans une page...

L'intérêt des logiciels destinés aux enfants en début d'apprentissage de la lecture semble confirmé par des études comme celle de Boone, Higgins, Notari et Stump (1996), qui porte sur 143 élèves de jardin d'enfants. Un logiciel hypermédia propose des jeux permettant d'associer les lettres aux sons correspondants et à des images d'objets dont le nom contient ce son. L'étude, fondée sur la comparaison entre les données d'un groupe expérimental et celles d'un groupe témoin, conclut à l'efficacité de cet entraînement sur la reconnaissance de lettres. Cette efficacité est plus marquée pour les élèves bons ou moyens que pour les élèves en difficulté.

L'efficacité sur l'apprentissage de la lecture de ce type de logiciel d'entraînement reste cependant discutée. Les évaluations disponibles sont certes positives, dans le cadre même de ce type

³⁴ Olofsson (1992) conclut aussi à l'absence de résultats avec les plus jeunes enfants.

d'entraînement³⁵, mais les données expérimentales fiables et généralisables sont rares. Augmenter la vitesse de lecture est certes un objectif à poursuivre pour améliorer les compétences des mauvais lecteurs. Les limites de la mémoire de travail rendent en effet peu efficace une lecture trop lente. Des études expérimentales ont mis en évidence, non seulement le rapport de causalité entre la vitesse de lecture et la compréhension, mais aussi l'amélioration de la compréhension lorsqu'on accélère la vitesse de lecture (voir Breznitz, 1997). S'agit-il d'accélérer l'activité de décodage phonologique ou de favoriser l'accès direct au lexique mental ? Breznitz (1997) fournit des arguments expérimentaux en faveur des deux stratégies avec des lecteurs débutants. Il montre, de plus, l'intérêt de la seconde stratégie pour améliorer les performances des enfants présentant un dysfonctionnement dans l'activité de reconnaissance des mots liée à un déficit phonologique. On peut s'interroger sur la pertinence de la focalisation des entraînements sur ces processus dans le développement de la capacité de lecture. Mais cette question interroge non pas la pertinence des outils techniques, mais la pertinence des théories de l'apprentissage de la lecture qui fondent la conception de ces outils.

Si les évaluations des gains immédiats dus à des exercices informatisés sont positives, reste posée la question de la généralisation de ces gains hors du contexte des exercices sur ordinateur. Ainsi, Olson et ses collègues (1997) ont suivi pendant deux ans une population d'enfants présentant des difficultés de lecture. Ces enfants ont suivi un programme de remédiation sur ordinateur, incluant pour les deux groupes expérimentaux une aide à la lecture d'histoires sous forme de synthèse vocale des mots difficiles, et, pour seulement l'un des deux groupes, un entraînement explicite à l'analyse phonologique. Les effets immédiats du programme, pour l'un comme pour l'autre groupe, ont été importants. Mais l'hypothèse selon laquelle le groupe "analyse phonologique" obtiendrait, avec le temps, de meilleurs scores de reconnaissance de mots que l'autre groupe ne s'est pas vérifiée. Après deux ans, on n'observait pas de différences entre les performances des deux groupes, même là où le premier groupe réussissait mieux à l'issue de l'entraînement à la conscience phonologique et au décodage. Les auteurs attribuent ce résultat à un temps d'entraînement insuffisant et à un manque d'explication de la manière d'utiliser sans l'aide de l'ordinateur les compétences acquises.

La généralisation et le transfert des compétences à des situations réelles de lecture nécessitent une conception de l'apprentissage et donc de l'enseignement qui facilite l'explicitation des acquis dans le cadre du fonctionnement cognitif de l'élève.

Les livres animés

Les livres animés qui se sont multipliés dans l'édition grand public³⁶ offrent des fonctionnalités séduisantes pour faciliter les premiers apprentissages de la lecture :

- les aides orthographiques, orales, imagées visent à faciliter la compréhension des mots ;
- la même information est présentée de manière multiple. Les apprenants peuvent utiliser la modalité d'aide qui leur convient le mieux ;
- les mots nouveaux peuvent être prononcés ;
- la possibilité de lire et relire indéfiniment améliore la fluidité de la lecture.

La compréhension des textes semble meilleure sur les livres CD-ROM que sur les livres papiers (Matthew, 1996). Les enfants passent plus de temps devant un livre CD-ROM que devant un album lu par un adulte. Les images et les animations maintiennent l'intérêt de l'élève pour l'activité (Goldstein, Olivares & Valmont, 1996). En outre, des résultats expérimentaux déjà anciens portant sur l'effet de la lecture et de l'écoute simultanées sur la compréhension d'un texte peuvent être transposés à ces situations. Neville (1975, cité par Topping, 1999) a montré, avec un échantillon de 180 enfants, que les performances de compréhension de textes sont meilleures lorsque les textes enregistrés sont écoutés et, en même temps, suivis visuellement sur le papier.

Il reste à s'interroger sur l'origine de ces effets : faut-il les attribuer aux fonctionnalités du produit ou à un effet de motivation lié à la nouveauté ? Le caractère ludique des animations, qui peut détourner l'enfant du texte et modifier ses activités de traitement, ne semble pas constituer un facteur d'aide à la compréhension. Dans une recherche expérimentale conduite avec des enfants de quatre à sept ans, Oyen et Bebko (1996) ont comparé les effets de deux situations d'apprentissage : le jeu sur ordinateur et la leçon. Le nombre d'informations rappelées par les élèves dans la condition "jeu" était significativement plus important que dans la condition "leçon".

³⁵ Voir par exemple, pour *Lirebel*, www.education.gouv.fr/sec/servlet/lireb3.htm.

³⁶ On peut citer quelques exemples heureux et bien diffusés en France : *Just Grand'Ma and me* (collection "Living Books" de Broderbund, proposant des versions en différentes langues du même livre) ou les adaptations proposées par Bayard Presse de la collection "J'aime lire" (*Un prince à l'école*, *La princesse Dragonne*).

Il ne semble cependant pas que la présence de l'animation fasse obstacle à l'activité de compréhension. Underwood et Underwood (1996) ont observé 62 garçons et filles de huit ans travaillant en tandem sur ces livres animés. Les animations sont souvent utilisées mais, comme l'indiquent les résultats d'une épreuve de rappel libre, ce sont les éléments importants de l'histoire qui sont retenus.

Conclusion

Les critiques souvent portées contre les tentatives d'aide informatisée à la lecture sont en réalité le plus souvent des critiques portées contre les théories implicites de l'apprentissage qui les inspirent. Ainsi les logiciels d'aide à la lecture peuvent favoriser des traitements locaux et porter remède à des difficultés ponctuelles. Ils sont cependant souvent inefficaces pour aider les élèves en échec et incapables non seulement de comprendre les textes, mais encore d'assigner au langage écrit ses fonctions de communications et d'outils cognitifs pour penser et pour apprendre (McKenna, Reinking & Labbo, 1998). À cet égard, certaines pratiques pédagogiques de lecture sont plus favorables que d'autres pour activer et élargir le champ de connaissances et le champ d'expériences des élèves, en particulier les pratiques qui favorisent l'échange, le partage de la lecture, le travail coopératif. Un des apports essentiels des nouvelles technologies est de permettre le développement du travail collaboratif à distance et des communautés virtuelles³⁷. On connaît par ailleurs l'importance du rôle du milieu familial dans la compréhension par l'enfant du sens de la lecture et certains spécialistes fondent de grands espoirs sur le rôle que pourrait jouer l'ordinateur à la maison dans l'implication des parents dans cet apprentissage (voir Topping, 1999).

De nombreuses applications informatiques inspirées de la “*whole language approach*” – approche globale visant à inclure l'apprentissage des codes dans des activités langagières authentiques – ont vu le jour aux États-Unis (pour une revue, voir McCullough, 1995). Des logiciels incluant éventuellement des images et du son qui permettent ainsi de lier lecture et production de textes dans des projets d'apprentissage interdisciplinaire existent aussi en France (*L'auteur en herbe*, etc.). Mis à part les effets motivationnels souvent relevés, il est cependant difficile d'évaluer l'apport spécifique de l'ordinateur dans l'apprentissage de la lecture qui se fonde sur une conception aussi globale des apprentissages, et des situations aussi complexes.

Des logiciels ont aussi été conçus à l'intention des enfants d'école maternelle en vue de les sensibiliser au monde de l'écrit. Une étude ethnographique de Labbo (1996) montre comment, grâce à des activités adaptées à un éditeur multimodal (*Kid Pix 2*), l'écran se révèle être un espace d'activités symboliques. Il permet en effet aux enfants d'utiliser des images et des signes typographiques divers pour exprimer leurs idées et les communiquer. Il leur permet d'explorer des formes non conventionnelles d'“écriture”, et il favorise ainsi la construction de symboles grâce à une exploration active et coopérative de l'environnement écrit. Shilling (1997) a observé pendant cinq mois le coin ordinateur d'une classe de jardin d'enfants en vue de tester la compréhension des conventions du langage écrit. Les enfants avaient accès à un traitement de texte muni d'un système de synthèse vocale et ils pouvaient jouer et créer des textes et des dessins. Cette étude montre que l'ordinateur peut favoriser chez les jeunes enfants la compréhension de “l'univers de l'écrit”. Les échanges dont il est le support contribuent en outre, dès deux ou trois ans, au développement de l'expérience sociale du jeune enfant et de son langage.

2. La lecture et la compréhension des textes électroniques

Comprendre un texte consiste à construire une représentation compatible à la fois avec les données de la situation symbolique (évoquée dans le texte), avec la tâche à réaliser et avec les connaissances qui sont en mémoire (cf. Kintsch, 1998 ; Kintsch & van Dijk, 1978 ; van Dijk & Kintsch, 1983, pour une revue voir Graesser, Gernsbacher, & Goldman, 1997). Cette construction passe par la récupération des éléments linguistiques et leur analyse en propositions de forme sujet-prédicat, l'interprétation sémantique de ces éléments de la “micro-structure”, leur condensation en macro-éléments de signification, leur intégration aux connaissances antérieures du sujet. Elle aboutit à une représentation cohérente de ce que dit le texte (voir Denhière & Baudet, 1989) : le “modèle de situation” (Perrig & Kintsch, 1985 ; Mannes & Kintsch, 1987) ou le “modèle mental” du texte et de son contenu (Johnson-Laird, 1980 ; 1983).

³⁷ Voir la présentation du CSCL (*Computer supported collaborative learning*) dans le chapitre V : “Apprendre à écrire avec l'ordinateur” ?

Paramètres physiques des textes électroniques

La présentation du texte sur écran est traditionnellement signalée comme un handicap pour la lecture. Il est en fait difficile de comparer de manière générale la lecture sur papier et la lecture sur écran. Ainsi, lorsqu'on utilise des écrans à haute résolution, les vitesses de lecture sont équivalentes. Les recherches sur l'ergonomie des écrans montrent que les procédés de présentation jouent en outre un rôle non négligeable sur les performances des lecteurs, qu'il s'agisse de typographie ou autres marques para-linguistiques³⁸ (Caro & Bétrancourt, 1998), la présence d'"escamots" (Bétrancourt & Caro, 1998) ou les caractéristiques des fenêtres d'affichage.

Ce dernier aspect a été étudié par Piolat et Roussey (1999). Deux études expérimentales ont été conduites dans le but d'étudier les effets de types de présentation du texte : page par page et dans des fenêtres déroulantes (*scrolling*). Dans la première, les sujets devaient lire un texte, replacer des phrases dans le texte et résumer celui-ci ; la seconde proposait une tâche de révision du texte lu. Dans un cas comme dans l'autre, les performances du groupe "présentation par pages" ont été supérieures à celles du groupe "*scrolling*" : meilleure localisation des informations importantes, meilleur rappel des idées principales, plus grand nombre de corrections portant sur le niveau global du texte. La présentation par page semble permettre une meilleure représentation mentale de la hiérarchie des informations. Des expériences déjà anciennes avaient montré que la lecture sur écran est à la fois plus lente que la lecture sur papier (Gould & Grischowski, 1984 ; Gould & al., 1987) et plus fatigante (Wilkinson & Robinshaw, 1987).

Dillon, dans une revue de question publiée en 1992, conclut que la vitesse de lecture est probablement plus lente sur écran, mais que la compréhension n'en est pas affectée.

Les livres électroniques

Les livres électroniques, grâce à leurs fonctionnalités, semblent ouvrir aux étudiants et aux chercheurs de nouvelles perspectives de travail. Ces fonctionnalités constituent en effet une aide à l'exploration tabulaire des textes. Parmi ces livres électroniques, on citera le pionnier en la matière, le monumental *Discotext 1* (CNRS-InaLF/Hachette), mais aussi la collection des "Hyperlivres" (Éditions Ilias) ou encore les productions des éditions Acamédia (*Alexandre Dumas, Balzac, Chateaubriand*). Ces éditions numérisées des classiques de la littérature sont sans doute moins commodes pour une lecture cursive que les éditions sur papier, mais elles permettent de retrouver rapidement un passage et de le copier/coller dans un traitement de texte, d'établir rapidement des listes d'occurrences de mots ou d'expression, de travailler sur les contextes grâce aux méthodes de l'analyse lexicométrique, de faire appel à des dictionnaires intégrés...

Le développement rapide sur Internet de bibliothèques de textes numérisés, en particulier en France, sur le serveur Gallica de la bibliothèque nationale de France ou encore sur le site de l'association des bibliophiles universels³⁹, ainsi que l'apparition récente du nouveau support que constitue le livre électronique rechargeable semble promettre un bel avenir à ce type d'outils.

Les recherches sur le traitement cognitif des textes électroniques sont encore très peu développées (voir Gillingham, 1996 ; Goldman, 1996 ; Dillon, 1996). Les applications pédagogiques n'en sont sans doute qu'à leurs balbutiements. Les travaux de Pierre Muller, menés à l'INRP dès le début des années quatre-vingt, ont permis d'expérimenter et d'éditer des outils lexicométriques pour les études littéraires au lycée (collection "Pistes" au CNDP). On peut évoquer aussi l'exemple du système LYRE, décrit par Bruillard (1997). Un affichage en surbrillance de certains mots produit des effets sur l'activité de lecture, en activant successivement tel ou tel réseau sémantique. À cet égard, un simple traitement de texte peut constituer un instrument de lecture. La transformation de la présentation ou de la mise en page d'un texte permet de faciliter l'activation d'autres significations ou d'autres superstructures (van Dijk, 1977) restées inactivées avec la présentation linéaire du texte.

Les aides " en ligne "

Parmi les aides à la lecture que proposent les livres électroniques, les fonctions hypertextuelles ont été les plus étudiées : qu'il s'agisse de notes de vocabulaire ou de questions visant à favoriser une lecture active (par exemple, aux États-Unis, le projet *Electrotext*, Horney et Anderson-Inman, 1994, 1999 ; en France, Collinot et Saustier, 1991), voire de conseils sur les stratégies de lecture à employer (Salomon, Globerson & Guterman, 1989). Quelle est l'efficacité de ce type d'aides, apportent-elles autre chose que leur équivalent dans les manuels traditionnels ?

³⁸ Comme la couleur, les caractères spéciaux, la disposition du texte, la place des figures...

³⁹ <http://www.bnf.fr> et <http://cedric.cnam.fr/ABU>.

La présence d'aides en ligne facilite la compréhension d'un texte : plusieurs recherches l'indiquent nettement. MacArthur et Haynes (1995) montrent les effets sur dix élèves de quinze à dix-sept ans présentant des difficultés de lecture, d'aides hypermédias destinées à compenser ces difficultés. Deux versions d'extraits d'un manuel de sciences sont présentées sur ordinateur : l'une est une simple reproduction du texte imprimé ; dans l'autre, on a ajouté une synthèse vocale, un glossaire, des liens entre les questions et le texte, un soulignement des idées principales, des explications supplémentaires. De meilleures performances de compréhension sont obtenus par les élèves utilisant la version hypermédia.

Rouet et Levonen (1996) résument ainsi une expérience de Reinking et Rickman (1990) :

“Ceux-ci ont demandé à des élèves de cinquième et sixième année (dix à onze ans) d'étudier un court texte scientifique dans une des quatre conditions de présentation suivantes : texte imprimé avec un dictionnaire, texte imprimé avec un glossaire de termes choisis, texte sur ordinateur avec les définitions soit optionnelles, soit obligatoires. Les sujets dans la condition “ordinateur et définition optionnelle” ont été beaucoup plus disposés à lire les définitions des mots que dans la condition “texte imprimé et glossaire”. De plus, les deux conditions avec ordinateur ont abouti à un meilleur apprentissage du vocabulaire que sur papier.”

Cet effet positif des aides en ligne dépend cependant de la conception de l'aide. Lachman (1989) a obtenu, avec des étudiants du début de l'enseignement supérieur, des résultats différents aux tests de compréhension portant sur un même texte, selon que les définitions proposées comme aide concernaient des mots et expressions plus ou moins importants (au sens du modèle de la compréhension des textes proposé par van Dijk et Kintsch, 1983).

Rouet et Levonen concluent à un effet positif sur la compréhension des textes des aides en ligne – effet qui ne semble pas dû au format différent des textes sur papier et sur écran. Les lecteurs tirent davantage profit des éléments non linéaires d'aide sur écran que sur papier. La présentation sur écran diminue en effet le coût cognitif de l'accès aux informations extérieures au texte et favorise chez les étudiants la compréhension des textes. Avec de jeunes enfants, les aides en ligne semblent moins efficaces. Encore faut-il s'entendre sur ce que l'on entend par aides en ligne. Celles-ci peuvent varier sur le contenu, mais aussi sur la modalité de présentation. Les lecteurs de documents numériques peuvent être perturbés par le passage d'une modalité sensorielle à une autre. Ainsi, dans l'expérience de Black, Wright, Black et Norman (1992), des lecteurs pouvaient obtenir des définitions des mots du texte. Dans l'un des groupes, cette définition était écrite et affichée dans la marge. Dans l'autre groupe, la même définition était donnée oralement. Contrairement aux hypothèses, les sujets n'ont pas plus utilisé l'aide orale que l'aide écrite. En outre, ils ont demandé à réutiliser les aides avant de répondre aux questions plus souvent dans la condition “aide orale”.

Les liens lecture/écriture

Certains lecteurs éprouvent le besoin de gloser et de commenter les textes. Souligner, annoter un passage dans la marge, le recopier dans un cahier sont des pratiques courantes. Pratiques parfaitement rationnelles d'ailleurs : prendre des notes en lisant améliore la compréhension du texte lu (voir van Oostendorp, 1996). Cependant des expérimentations conduites par van Oostendorp ne mettent pas en évidence une quelconque supériorité des effets de la prise de note sur écran par rapport à la prise de note sur papier. L'intérêt des espaces électroniques réservés à la prise de note est donc plutôt de fournir des environnements intégrés de lecture, d'annotation et éventuellement de travail collaboratif à distance⁴⁰.

Les hypertextes

Hypertexte :

“ [C']est une démarche cognitive qui constitue un paradigme spécifique dans les méthodologies de construction des connaissances. [...] Cette démarche cognitive postule une construction non linéaire, relativement personnalisée, adaptative de la connaissance : elle fait l'hypothèse de la nécessaire variété des parcours d'apprentissage. Elle implique une observation externe des données d'information, quelque chose comme une métaconstruction constituant une représentation des ces données. ” (Balpe, 1997, p. 12.)

Les travaux théoriques

Dans la perspective de la psychologie cognitive, l'activité de la compréhension de texte a trois composantes : la situation, les connaissances et la tâche. Cette modélisation, qui rapproche les

⁴⁰ Sur ce dernier point voir le chapitre de ce rapport consacré à l'écriture. Pour un exemple de stations de lecture destinées à des chercheurs et intégrant des outils d'annotation, voir Stiegler, 1995.

situations de compréhension des textes de celles de résolution de problèmes, permet de mettre en évidence les caractéristiques importantes du traitement : le rôle de la finalité perçue de l'activité de lecture et le rôle des connaissances et stratégies métacognitives portant sur l'analyse de la situation, la sélection de procédures pertinentes, le contrôle des différentes activités et l'ajustement des stratégies en fonction de la tâche (Haberlandt, Graesser & Schneider, 1989 ; Haberlandt, Graesser, Schneider & Kiely, 1986). De nombreuses recherches sur les processus de compréhension des textes " classiques " (c'est-à-dire linéaires) ont montré le rôle des connaissances sur le domaine évoqué par le texte dans la construction de la cohérence de la représentation, surtout au niveau global, et l'élaboration des inférences : les lecteurs qui ont des structures conceptuelles correctes du domaine intègrent mieux une nouvelle information et présentent un meilleur rappel du texte (Deschênes, 1988).

Par ailleurs, les lecteurs confirmés disposent d'une variété de stratégies pour progresser à travers un texte, en fonction des buts de lecture, des connaissances sur les structures textuelles et des connaissances causales (Fayol, 1991; Kintsch & Yarborough, 1982 ; Trabasso & van der Broeck, 1985) La plus typique (et la plus étudiée) des structures textuelles est la structure narrative du récit, caractérisée par l'ordre de présentation de l'information qui correspond à la logique sous-jacente du récit, habituellement temporelle, et qui implique souvent la connexion causale entre les deux événements. Comme le souligne Goldman (1996), étant donné que la structure narrative constitue la structure privilégiée (et " par défaut ") du texte (voir Coirier, Gaonac'h & Passerault, 1996 ; Denhière, 1984), il n'est pas surprenant de constater que les recherches sur la compréhension ont montré que la lecture s'effectue de gauche vers la droite, commence au début du texte et progresse vers le bas... En effet, dans ce type de texte, les lecteurs n'ont aucun intérêt à " sauter " d'un endroit à un autre du texte et n'en tireraient d'ailleurs qu'un bénéfice minime, puisque l'auteur lui-même a écrit le texte en présupposant que les lecteurs le liront de façon linéaire et non en " sautant ".

La différence principale entre les textes et les hypertextes consisterait dans la non-linéarité des derniers. Les documents hypertextes sont appelés " non-linéaires " dans la mesure où leur lecture est supposée s'effectuer de façon différente de celle des textes imprimés et " linéaires " : c'est le lecteur qui détermine l'ordre de lecture des différents nœuds de l'hypertexte. Cependant, pour Espéret (1996) cette conception de la linéarité résulte de la confusion entre trois différentes caractéristiques du traitement de l'information verbale :

- l'organisation des unités de langage du niveau inférieur ;
- la façon dont l'information est stockée dans un médium (livre, bande, hypertexte) ;
- la façon dont le lecteur contrôle les processus d'accès à l'information.

L'examen des deux premières caractéristiques, qui concernent la structure du texte, montre que le livre et l'hypertexte impliquent tous deux l'ordre linéaire des unités de langage (phonèmes, mots, phrases) et que, de plus, les hypertextes, à la manière des textes, possèdent souvent des marques linguistiques pour coder la cohérence au niveau des paragraphes. Par ailleurs, la présentation physique des unités de base (paragraphes ou nœuds) contraint les processus d'accès à ces unités aussi bien dans textes imprimés que dans les textes électroniques. Cependant, à la différence de l'imprimé, la façon dont le texte est stocké dans un hypertexte n'est pas directement accessible au lecteur : c'est l'ordinateur qui se charge de retrouver l'information en offrant généralement une gamme d'outils qui permettent l'accès aux unités. Certains de ces outils sont similaires à ceux des textes imprimés (renvois, tables de matières), d'autres (cartes ou *fisheyes*) ont été développés pour faciliter la consultation des hypertextes. C'est pourquoi, Espéret (1996) propose de remplacer l'opposition entre un format linéaire et non-linéaire du texte par une notion de continuum de la flexibilité dans l'accès à l'information.

D'autre part, l'opinion largement répandue selon laquelle la non-linéarité de l'hypertexte est synonyme de liberté pour le lecteur est contestable. En effet, si, lors de la lecture d'un texte imprimé, le lecteur peut aller à son gré d'une page à l'autre, dans un hypertexte, la progression d'une unité textuelle à une autre est contrainte par les liens imposés par l'auteur. La prétendue liberté du lecteur de l'hypertexte n'est donc pas le résultat de la structure hypertextuelle, mais des décisions du lecteur lui permettant de construire un parcours personnel dans l'hypertexte (Rouet & Levonen, 1996 ; Tricot, 1995). C'est pourquoi le problème majeur de la lecture des hypertextes réside dans la troisième caractéristique : la façon dont le lecteur contrôle l'accès à l'information.

Si la lecture des hypertextes présente des difficultés, c'est parce qu'elle oblige le lecteur à contrôler de façon continue son activité de lecture en fonction de ses besoins et de ses objectifs. Pour construire une représentation cognitive satisfaisante du texte, il doit choisir quelle information doit être lue, d'abord, quelle autre traiter ensuite, etc. L'obtention du but désiré implique un ou plusieurs cycles de la sélection, de l'évaluation et du traitement d'information. C'est pourquoi, on a avancé que la difficulté majeure rencontrée par un lecteur d'hypertexte consiste à ne pas activer les connaissances qu'il possède déjà sur la structure typique de textes. À leur place, les lecteurs doivent apprendre les

avantages des différents formats de présentation (par exemple, l'accès hiérarchique ou direct), donc acquérir de nouvelles habiletés stratégiques de traitement qui peuvent éventuellement se combiner avec les capacités existantes (Dillon, 1996 ; Espéret, 1992 ; Rouet & Levonen, 1996).

Cet accent mis sur l'importance des stratégies des lecteurs et des connaissances sur la structure de l'hypertexte, est d'autant plus justifié qu'une grande partie des recherches sur l'utilisation des hypertextes concerne les activités de la recherche d'informations, dans lesquelles l'explicitation des buts de la lecture et la maîtrise des stratégies de navigation conditionne la réussite de la construction d'une représentation cohérente du texte lu.

La complexité de la problématique de la lecture des hypertextes commence à susciter un renouvellement de la réflexion théorique sur les processus cognitifs mis en jeu dans la compréhension des textes, et une réinterrogation des modèles et des méthodologies existants (Goldman, 1996 ; van Oostendorp, 1996 ; Rouet & Passerault, 1999). Depuis les premiers travaux sur les hypertextes dont l'objectif était l'évaluation comparative de l'efficacité des textes linéaires et non linéaires, le contexte de la recherche a évolué : les travaux actuels définissent plus clairement les enjeux des études sur les processus cognitifs mis en œuvre dans les activités basées sur la lecture des hypertextes du point de vue aussi bien des apprentissages que de la conception des systèmes. On peut avancer que les efforts de l'évaluation de l'efficacité des apprentissages dans le contexte des hypermédias convergent avec les efforts dans les études des processus discursifs pour examiner les processus de construction des modèles mentaux des textes (Goldman, Pellegrino & Bransford, 1994). Goldman (1996) a souligné que la focalisation des recherches sur la structure de texte lu, plutôt que sur les stratégies que les lecteurs emploient pour construire la signification du texte, est l'expression de l'influence insidieuse des conceptions d'apprentissage basées sur la transmission du savoir vers un apprenant passif (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1993).

Les recherches empiriques

De nombreuses recherches sur la lecture des hypertextes et leur compréhension ont été effectuées avec des résultats souvent contradictoires (Jakobson, 1994 ; Jacobson, Maouri, Mishra & Kolar, 1995 ; Nielsen, 1989 ; Rouet & Levonen, 1996). Chen et Rada (1996), qui ont procédé à une méta-analyse de trente et une recherches menées entre 1989 et 1993, ont constaté une grande hétérogénéité des résultats expérimentaux rapportés, ce qui les a conduits à mettre en doute leur validité même. Ces auteurs ont souligné que la diversité des situations expérimentales rend problématique toute tentative d'effectuer des comparaisons valides entre les différentes recherches et concluent à la nécessité de s'accorder sur une classification des tâches dans les environnements hypertextes.

Pour Foltz (1996), une grande part de cette variabilité est due aux différences non contrôlées dans les caractéristiques des tâches, des types de textes employés et des systèmes utilisés. En effet, étant donné que l'hypertexte incorpore plusieurs caractéristiques entièrement nouvelles par rapport au texte linéaire (liens, outils de recherche, l'aide en ligne), il est nécessaire tout d'abord d'examiner le rôle et les apports de ces différents outils afin de déterminer leurs effets sur les processus de la lecture en ligne et la compréhension des hypertextes.

De plus, la recherche dans le domaine des hypertextes est jeune et s'est focalisée tout d'abord sur le développement des nouveaux systèmes dans une perspective athéorique " endémique " (Spiro & Jehng, 1990) dont les risques de dérive technocentrée ont été soulignés par Rouet et Levonen (1996).

Nous avons analysé les données empiriques sur les processus de la compréhension et la construction de la représentation des hypertextes en procédant à un classement des différentes variables étudiées dans le but de clarifier la problématique complexe des recherches sur les hypertextes. Pour ce faire, nous avons suivi la distinction souvent opérée dans la littérature (Gall & Hannafin, 1994 ; McKnight, 1996 ; Rouet, 1992) entre les caractéristiques des usagers, des tâches et les caractéristiques des systèmes incluant les fonctionnalités des outils. Ce découpage ne peut éviter certaines redondances dans la présentation, en raison des facteurs qui ne peuvent pas toujours être isolés et de leurs effets qui sont souvent confondus.

Les caractéristiques des systèmes

La non-linéarité de la présentation des informations dans les hypertextes a souvent été présentée comme plus avantageuse, car permettant une interaction " naturelle " avec une diversité de sources d'information (Collier, 1987 ; Jonassen, 1989). Une méta-analyse de 92 études (Nielsen, 1989) a montré que dans la plupart des recherches, les performances de l'hypertexte sont moins bonnes ou, dans le meilleur des cas, équivalentes à celles du texte papier. D'autres études ont montré que la lecture des textes électroniques non linéaires est plus difficile que celle des textes électroniques linéaires (Gordon, Gustavel, Moore & Hankey, 1988 ; voir Anderson-Inman & Horney, 1998 ; McKenna, 1998). Une recherche bien contrôlée de Foltz (1993, cité par Foltz, 1996) a comparé les deux formats de présentation (sur l'écran) d'un chapitre d'un livre sur l'économie, en procédant à un

recueil des différentes mesures de la compréhension et les stratégies des lecteurs (temps de lecture, nombre de macropropositions des résumés, questionnaires à choix multiples). Par ailleurs, il a manipulé les objectifs des lecteurs, dont la moitié avait pour but le recueil des connaissances générales, tandis que l'autre moitié avait pour but de trouver des informations spécifiques. Ses résultats ne montrent aucune différence significative entre les performances des lecteurs de la version linéaire et celles des lecteurs de la version hypertexte, quel que soit l'objectif de lecture. La seule différence concerne les meilleures performances des lecteurs de la version hypertexte dans les questions portant sur la structure des documents.

Afin d'expliquer les résultats mitigés de ces études comparatives, deux sortes d'arguments ont été avancés. D'une part, dans la plupart des expériences de ce type, la conversion d'un texte linéaire en hypertexte consiste habituellement à restructurer l'information tout en maintenant les marques de progression (titres de chapitres, énumération, etc.), ce qui permet de lire l'hypertexte de la même façon linéaire que le texte papier, tout en y incluant des outils supplémentaires de navigation. C'est la stratégie adoptée par les concepteurs de *SuperBook* (Egan, Remde, Landauer, Lochbaum & Gomez, 1989 ; Landauer, Egan, Remde, Lesk, Lochbaum & Ketchum, 1993). D'autre part, faute de connaissances ou d'entraînement, les lecteurs n'utilisent pas ou peu les différents outils de navigation. Ils lisent les hypertextes de la même façon que les textes imprimés (Anderson-Inman, Horney, Chen & Lewin, 1994 ; Messing, 1996) ou encore abandonnent leurs tentatives de navigation en raison des difficultés éprouvées dans l'utilisation des outils de navigation mal conçus des hypertextes expérimentaux (Goldman, 1996).

La navigation. L'accès aux unités d'information formant la structure non linéaire de l'hypertexte s'effectue par "navigation", ce qui permet au lecteur de passer d'un nœud hypertextuel à un autre, et de choisir ainsi son propre chemin dans "l'espace sémantique". La navigation s'accompagne du phénomène de désorientation ou de "perte dans l'hyperespace" qui a très tôt été diagnostiqué comme la difficulté principale de la lecture des hypertextes (Barab, Bowdish & Lawless, 1997 ; Beasley & Waugh, 1996 ; Conklin, 1987 ; Gall & Hannafin 1994 ; Halasz, 1988 ; Nielsen, 1990 ; Rouet et Tricot, 1995). En revanche, les défenseurs des hypertextes affirment que la navigation hypertextuelle n'est qu'un faux problème (Landow, 1990). Dans les petites applications, elle ne constitue qu'un problème mineur (voir Dillon, McKnight, & Richardson, 1993). La récurrence dans la lecture (le fait de passer plusieurs fois par les mêmes nœuds hypertextes), peut même constituer un avantage pour les lecteurs dans les hypertextes complexes, puisque "la répétition fournit une force structurante puissante, et un moyen qui aide les lecteurs à synthétiser leur expérience de la lecture..." (Bernstein, Joyce & Levine, 1992).

Foss (1988, cité par Tricot, 1995) a identifié deux types de problèmes à la base de la désorientation. D'une part, le problème de la localisation : le lecteur ne sait plus où il se trouve, il ne sait pas comment accéder à quelque chose qu'il croit exister, il arrive à un endroit et ne sait plus pourquoi il est là, il se perd en digressions, il ne sait pas s'il reste des documents pertinents dans le système...). D'autre part, le problème de la charge de traitement : le lecteur a le sentiment de voir trop d'informations, de ne pas posséder d'outil pour les traiter, de ne rien retenir, il oublie les sélections faites précédemment, n'est pas capable de se représenter une vue d'ensemble ou de construire un résumé cohérent.

Des études ont confirmé que la désorientation est un phénomène important, existant même dans des hypertextes simples (Rouet, 1990). Etant donné l'accroissement de la charge cognitive lors de la lecture, il n'est pas surprenant de constater que les comparaisons des performances obtenues lors de la lecture du texte imprimé (situation familière) et la lecture de l'hypertexte, sont rarement en faveur de ce dernier (pour une revue voir Rouet & Levonen, 1996). Cependant, ce constat doit être modulé étant donné que la lecture dépend fortement des types d'interface (Schroeder, 1992), des différents modes d'accès à l'information (Leidig, 1992), de la structure même de l'hypertexte (Rouet, Britt, Mason & Perfetti, 1992), ce qui amène certains chercheurs à poser la question de la définition même des hypertextes, à savoir si un réseau d'informations à la stricte organisation hiérarchique constitue encore un hypertexte (Lai & Waugh, 1995).

Cette problématique concerne également la distinction, souvent effectuée, entre les hypertextes "ouverts" et "fermés". En effet, si l'on peut envisager de structurer un hypertexte "fermé" (par exemple un CD-ROM) afin d'augmenter son potentiel pédagogique (Rhéaume, 1991), cela devient impossible avec les environnements ouverts, comme le *World Wide Web*. Comme le souligne Bélisle (1999), avec l'interconnexion des espaces due aux progrès technologiques (par exemple la possibilité d'appeler un site Web depuis un CD-ROM), la frontière entre les systèmes ouverts et les systèmes fermés tend à disparaître, ce qui rend la navigation encore plus difficile à maîtriser.

Les aides à la navigation. L'existence des différents outils de navigation que l'on peut catégoriser comme ponctuels (boutons d'aide), structurels (cartes, *fisheyes*, filtres, index) et

historiques (historiques du parcours, marqueurs des liens visités) (Bruillard & La Passardière, 1994 ; La Passardière & Dufresne, 1992) constitue probablement la différence principale entre le texte imprimé et hypertexte (Dee-Lucas, 1996). En effet, les outils de navigation définissent les possibilités de la localisation et de l'accès à l'information et, par là, influencent la façon dont les lecteurs vont interagir avec l'hypertexte.

Dans le cas des hypertextes pédagogiques, la conception de ces outils est particulièrement critique puisqu'elle détermine la façon dont les lecteurs pourront atteindre les buts de la tâche. Cependant, l'utilisation adéquate des outils de navigation nécessite un apprentissage spécifique qui accroît la charge cognitive liée à la gestion de la tâche de lecture (McKnight, Dillon & Richardson, 1990). Par ailleurs, les études sur les effets des différents types d'outils navigationnels sur la performance de la recherche d'information et la compréhension du contenu de l'hypertexte n'ont pas réussi à démontrer la supériorité d'un type d'outil sur un autre. Ainsi, on n'a trouvé aucune différence entre une recherche par index et une recherche par menu dans une encyclopédie hypertextuelle ou entre une recherche par index et une recherche par carte, que ce soit dans un hypertexte à structure linéaire ou à structure hiérarchique (Wright & Lickorish, 1990). Allinson et Hammond (1989) ont comparé cinq conditions de recherche dans un hypertexte avec un but exploratoire *vs* spécifique. Dans une première condition, les lecteurs effectuaient leur recherche à l'aide des seuls liens hypertextuels, dans chacune des trois autres conditions, un outil différent a été rajouté : la carte, l'index ou le parcours guidé. Dans la cinquième condition, les lecteurs disposaient de tous ces outils simultanément. Les résultats de tests de connaissances n'ont révélé aucune différence significative entre les cinq conditions, que ce soit pour le groupe avec des buts de recherche généraux ou le groupe avec des buts spécifiques. Leader et Klein (1996) ont examiné l'effet du type d'outil (carte, index, *browser*) sur les performances des lecteurs adultes dans une tâche de lecture d'une base de données hypertextuelles en fonction des styles cognitifs (dépendance à l'égard du champ). L'analyse de la variance des mesures recueillies (nombre d'écrans visités, temps passé sur chaque écran, test des connaissances et questionnaire sur la satisfaction) a montré un effet significatif de l'interaction type de recherche/style cognitif au test des connaissances : les sujets catégorisés comme " indépendants " réussissent mieux en utilisant l'index et la carte. En revanche, il n'y a pas de différence entre les " dépendants " et les " non dépendants " lors de l'utilisation de *browsers*. Cependant, les résultats doivent être interprétés avec prudence, d'autant plus que d'autres expériences similaires n'aboutissent pas aux mêmes résultats (Leidig (1992).

Ces résultats conduisent les auteurs à souligner la nécessité de développer des systèmes hypertextes offrant une grande variété d'outils de navigation, afin de faciliter leur usage par les différentes catégories d'apprenants.

Les structures. Du fait qu'elle constitue le fondement de la conception des hypertextes, la problématique des structures de l'hypertexte a été étudiée de façon approfondie. Selon l'approche hypertextuelle classique (Balpe, 1997), la conception des hypertextes consiste à faire dépendre les informations portées par les médias – quelle qu'en soit la nature – à deux couches de structuration différentes :

- une couche de premier niveau matérialisée par une structure topologiquement constituée des médias portant l'information terminale (la couche des informations),
- une couche de second niveau dont la matérialisation peut emprunter des modalités diverses – liens, ancres, modalités de calcul – portant un graphe de représentation plus ou moins conceptuelle du champ d'informations du premier niveau et permettant une circulation transversale⁴¹.

La séparation entre la couche des informations (contenu) et celle des connaissances (structures) constitue à la fois la richesse et la faiblesse des hypertextes (Nanard, 1995). En effet, contrairement au livre imprimé, où la connaissance apportée par l'auteur est indissociable de l'information, dans un hypertexte, elle peut rester non accessible au lecteur, qui tentera alors de deviner pourquoi l'auteur a proposé un tel lien plutôt qu'un autre (Charney, 1994).

Les recherches indiquent que cette séparation de la structure et du contenu influence grandement la lecture et l'acquisition des connaissances à partir des hypertextes. Ainsi, de nombreuses études empiriques ont montré que le manque de perception de la structure de l'hypertexte diminue de façon importante la lisibilité des hypertextes (Levonen, 1996), alors que les hypertextes structurés accroissent les performances des sujets. Les résultats de l'expérience de Dee-Lucas et Larkin (1995) montrent que la structure hiérarchique de l'hypertexte, rendue accessible à travers un

⁴¹ La presque totalité des CD-ROM actuels sont conçus selon une approche hypertextuelle classique : un ensemble fini et fixe de la couche des informations sur lequel est défini un ensemble fini de parcours prédéterminés, c'est-à-dire des réorganisations de la topologie de surface des informations (Balpe, 1997).

sommaire hiérarchique, favorise la recherche d'information et le rappel de l'organisation des titres, comparativement à la version non structurée de ce même hypertexte, où l'accès aux informations s'effectuait à l'aide d'un index alphabétique. De même, Dee-Lucas (1996) a montré qu'un hypertexte hiérarchique facilite la sélection de l'information pertinente pour les objectifs de la tâche, favorise le rappel de l'information principale et subordonnée et, par conséquent, la construction de la macrostructure mesurée à l'épreuve du résumé. D'autres études ont également montré que les hypertextes hiérarchiques conduisent à des performances meilleures que d'autres structures hypertextuelles (Girill & Luk, 1992 ; Mohageg, 1992 ; Simpson & McKnight, 1990 ; Xu, Dainoff & Mark, 1999 ; Lai & Waugh, 1995).

Cependant, l'effet des différentes structures dépend de l'objectif fixé à la tâche de lecture. Dee-Lucas et Larkin, (1995, expérience 2), ont constaté que la lecture de l'hypertexte orienté par un but spécifique (résumer le document) diminue les écarts dans les performances constatées antérieurement entre les différents formats de présentation. Ces résultats conduisent ces auteurs à proposer l'interprétation qu'une plus grande implication des sujets dans la tâche d'apprentissage peut permettre de surmonter l'influence des différents formats de présentation.

L'ensemble de ces résultats est compatible avec les données des recherches sur la compréhension de textes qui ont montré l'importance des marques de structure textuelles dans la construction d'une représentation mentale du contenu d'un texte. L'analyse des protocoles verbaux enregistrés lors de la lecture d'un hypertexte sur l'économie (Foltz, 1993, cité par Foltz, 1996) indique que les sujets utilisent des stratégies pour maintenir la cohérence de l'information traitée.

C'est pourquoi l'absence des marqueurs de la macro-structure du texte (titres, pages, table de matières) peut interférer avec les stratégies usuelles de la lecture et conduire à un manque de cohérence des textes non linéaires (Gillingham, 1993 ; Martindale, 1993 ; Rouet & Tricot, 1995). Deux expériences de Lacroix (1999) ont comparé l'effet du type des titres (rhétoriques ou sémantiques) et du format de présentation (linéaire vs non linéaire) sur la construction de la macro-structure de la représentation d'un texte informatif. L'analyse des performances a été faite à la fois en termes de produits (résumés et rapports) et de processus de lecture (progression de la lecture, nombre et endroit des pauses, temps de lecture). Cependant les résultats n'indiquent pas que le type de titre exerce une influence sur la construction de la macrostructure.

Les connaissances et l'expertise. Hillinger et Leu (1994) ont évalué les possibilités qu'offre un hypertexte à remédier aux manques de connaissances du domaine. Leurs résultats sur la lecture d'un hypertexte décrivant la maintenance d'une turbine d'avion indiquent que les apprenants novices obtiennent les mêmes résultats que les apprenants possédant déjà des connaissances sur le domaine. Ces résultats ont été retrouvés aussi bien en ce qui concerne les informations spécifiques (définies comme étant l'objectif de la lecture) que les informations générales.

Cette étude a également montré que les lecteurs novices obtiennent de meilleurs résultats sous le contrôle du système, alors que les apprenants possédant des connaissances sur le domaine ont de meilleures performances lorsqu'ils contrôlent eux-mêmes leur apprentissage. Ces résultats permettent à Hillinger et Leu (1994) d'avancer que l'interaction entre le niveau des connaissances initiales et le type de contrôle de l'environnement, devrait être prise en considération lors de la conception des systèmes hypertextuels sur les domaines complexes.

Un résultat similaire rapporté par Balcytiene (1999) a montré que les étudiants avec peu de connaissances initiales bénéficient davantage de l'étude d'un domaine hypertexte structuré que des étudiants possédant déjà des connaissances sur le domaine. Un hypertexte structuré permettrait ainsi à ces lecteurs de former d'abord une vue globale de la complexité du domaine sans les surcharger des détails.

L'expertise de la lecture constitue également un facteur important pour la réussite de la lecture d'un hypertexte (Leu, Gallo, & Hillinger, 1995, cités par Leu & Reinking, 1996). Les bons lecteurs obtiennent des meilleurs résultats lors de rappel. Les données et les analyses des protocoles de l'interaction effectuées par Leu, Gallo, et Hillinger (1995) indiquent que le niveau d'expertise de la lecture conduit les lecteurs à exploiter différemment les caractéristiques des hypertextes : les bons lecteurs utilisent des éléments graphiques inclus pour évaluer leur compréhension des textes, alors que les lecteurs faibles s'en servent pour essayer de construire la signification des passages textuels.

Les stratégies. Bien que l'importance des stratégies et des connaissances stratégiques lors de la lecture des hypertextes a été fréquemment soulignée, les études consacrées prioritairement à l'analyse des processus stratégiques de lecture, que ce soit au niveau micro- ou macrostructurel sont quasi inexistantes (Leu & Reinking, 1996).

Cependant, de nombreuses études ont montré de façon indirecte que les lecteurs des hypertextes sont fort concernés par le besoin d'établir une représentation de la macrostructure du

texte. De plus, on a souligné que la lecture d'un texte non linéaire s'apparente davantage à l'activité de résolution de problèmes dans un espace-problème non familier que la lecture d'un texte linéaire (Rouet & Levonen, 1996). Cette dernière caractéristique de l'activité de lecture peut aussi être modélisée en termes de l'heuristique du "gravisement de la montagne" ("*hill climbing*", cf. le modèle CE+ de Lewis & Polson, 1990), selon laquelle afin de trouver une information spécifique les sujets doivent d'abord apparier leurs objectifs de lecture avec tous les nœuds d'information possibles et ce n'est qu'ensuite qu'ils procèdent de façon descendante en cherchant parmi ceux-là les nœuds pertinents. Lewis et Polson (1990, cité dans Rouet & Levonen, 1996) suggèrent qu'une des façons de rendre efficace la progression des lecteurs est de concevoir des hypertextes permettant aux lecteurs d'avoir des conjectures valides (*successful guessing*) sur la structure de l'espace-problème, ce qui peut être facilité par la présence des marques de la macrostructure du texte comme les titres. En effet, les sujets qui ont des objectifs de lecture généraux peuvent utiliser des titres comme aide à déterminer les relations entre nœuds et choisir les transitions les plus cohérentes.

Dans l'état actuel de connaissances, on peut dire que les stratégies des lecteurs des hypertextes évoluent avec l'entraînement (van Oostendorp, 1996 ; Rouet, 1990 ; 1991) et que leur ajustement en fonction de la spécificité de l'hypertexte correspond au besoin de la cohérence textuelle (Foltz, 1996) et au besoin d'accéder au niveau supérieur de l'hierarchie de l'information (Britt, Rouet & Perfetti, 1996b ; Dee-Lucas, 1996).

Cependant, le fait que les recherches sur la lecture des hypertextes sont effectuées le plus souvent avec les étudiants du niveau supérieur, présente le risque d'ignorer les aspects développementaux de l'activité de la lecture et de leur interaction avec les processus mis en œuvre lors de la construction des connaissances à l'aide des hypertextes (Alexander, Kulikowich & Jetton, 1994 ; Leu & Reinking, 1996). En effet, les études menées avec des lecteurs jeunes sont plus nombreuses sur les processus d'écriture hypertextuelle ou sur les stratégies coopératives (Oshima, Bereiter & Scardamalia, 1995 ; Signer, 1992 ; Turner & Dipinto, 1992), que sur la lecture *stricto sensu* dans les environnements hypertextes.

Les différences individuelles. Les stratégies et les connaissances stratégiques sont liées au problème de contrôle méta-cognitif des processus de lecture des hypertextes (cf. les sections de ce chapitre sur les problèmes de la navigation hypertextuelle). Dwyer (1994), à la suite de Gray (1990), a constaté que les étudiants utilisant les hypertextes éprouvent un sentiment de contrôler davantage leur activité, ce qui s'accompagne de niveaux d'implication personnelle plus élevés que dans les environnements traditionnels de lecture.

Les résultats de la méta-analyse effectuée par Chen et Rada (1996) indiquent qu'on ne peut pas conclure à l'existence des différences individuelles en termes de "styles cognitifs" ou de "*locus of control*", malgré l'importance accordée par certains chercheurs aux avantages de "l'indépendance à l'égard du champ" lors de la lecture des hypertextes (cf. l'étude de Leader & Klein, 1996). La seule variable individuelle qui semble jouer un rôle important lors de la lecture des hypertextes concerne les habiletés spatiales (Vicente & Williges, 1988) et celles-ci peuvent être notablement atténuées par l'implémentation des outils d'aide graphiques (cartes) qui favorisent la visualisation de l'organisation structurelle de "l'espace sémantique" (Chen & Rada, 1996). C'est pourquoi certains auteurs ont souligné l'importance des processus de la création d'une "carte cognitive" correspondant à "l'espace sémantique" d'un hypertexte (Gaines & Shaw, 1995 ; Jonassen, 1993 ; Lai & Waugh, 1995 ; Nigay, 1994). D'autres chercheurs ont relevé les limites conceptuelles des métaphores spatiales et ont proposé de développer plutôt une rhétorique propre aux hypertextes (Dillon, 1991 ; pour une revue voir Dillon, McKnight, & Richardson, 1993). En effet, les représentations topographiques construites par les lecteurs des hypertextes correspondraient aux structures rhétoriques typiques des textes et des documents, telles que la structure linéaire, hiérarchique, grille à plusieurs dimensions, tableau à double entrée (Gray, 1990, cité par Tricot, 1995).

Dans les environnements hypertextes, il devient particulièrement important de distinguer l'intérêt *situationnel*, habituellement transitoire de l'intérêt *individuel*, plus permanent et résultant des expériences individuelles antérieures à l'expérience (Alexander, Kulikowich & Jetton, 1994). L'intérêt situationnel peut avoir un impact négatif sur la performance des lecteurs, qui peuvent être distraits de leur tâche principale par des détails "séducteurs", des informations intéressantes, mais non importantes ou non pertinente. Plusieurs recherches ont montré que ce que l'on considère généralement comme un avantage essentiel des hypertextes, à savoir la libre navigation dans "l'espace informationnel", n'est que rarement mise à profit par les apprenants, qui, bien souvent, s'intéressent davantage aux images et aux animations qu'au contenu de l'hypermedia (Anderson-Inman, Horney, Chen & Lewin, 1994 ; Barab, Bowdish & Lawless, 1997). C'est pourquoi, les chercheurs s'intéressant au rôle de ces facteurs doivent veiller à ne pas confondre les mesures de

l'intérêt situationnel, effectuées après l'expérience et les mesures de l'intérêt individuel qui sont effectuées avant l'expérience.

Selon les données de Becker et Dwyer (1994), les lecteurs ont le sentiment de contrôler leur environnement et de s'impliquer davantage, lors de la lecture d'un hypertexte que lors de la lecture d'un même matériel présenté de façon traditionnelle. De façon similaire, la recherche de Hill et Hannafin (1997) sur la navigation dans le Web à l'aide de *Netscape* indique que le nombre de stratégies utilisées nécessaires à la recherche d'informations pertinentes est proportionnel au niveau de perception de son efficacité personnelle. Par ailleurs, les recherches expérimentales peuvent difficilement isoler l'effet du facteur motivation des autres facteurs (Alexander, Jetton & Kulikowich, 1995 ; Dillon, 1991).

Les caractéristiques des tâches

L'examen des recherches effectuées sur les processus de compréhension mis en jeu dans le traitement des textes dans les environnements traditionnels et dans les environnements électroniques montre que ces derniers sont considérés davantage comme des *outils* plutôt que comme des *supports* de connaissances (Platteaux & Rickenmann, 1998). Les résultats soulèvent de nouvelles questions sur les objectifs de l'activité de la lecture et leurs effets sur la compréhension. La construction d'une représentation cohérente de ce qui est dit dans un hypertexte ne constitue plus le but exclusif de la lecture, comme l'illustre l'utilisation de la métaphore de "brouillage" (*browsing*) pour décrire l'activité typique d'un lecteur d'hypertexte qui ne possède pas d'objectif précis. Pour Tricot (1995), la possibilité pour le lecteur d'avoir des buts "flous" est une grande nouveauté des hypertextes comme outils cognitifs. Il considère que la navigation libre (*browsing*) peut constituer un avantage pour la consultation d'une base de données, puisqu'elle permet une exploration de l'espace sémantique et la construction progressive et cohérente des connaissances (Tricot, 1995). Cependant, selon Tonta (1991), les systèmes hypertextes ne sont pas conçus pour une recherche rapide et efficace des informations, mais plutôt pour une recherche informelle, lente et temporellement coûteuse. C'est pourquoi, la consultation libre d'un hypermédia n'est pas adaptée à l'apprentissage d'un domaine complexe.

Mais lire un hypertexte c'est également "harponner" l'information (Nanard, 1995), puisqu'un système hypertexte a pour caractéristique principale de faciliter la tâche de la recherche d'information. La recherche d'information est considérée soit comme une activité d'apprentissage fondamental (Jonassen & Grabinger, 1990), soit comme un cas spécial de résolution de problème (Marchionini, 1989) caractérisé par des stratégies itératives, non linéaires et opportunistes (Marchionini, 1992).

D'autres modélisations des activités cognitives de la recherche d'informations dans les systèmes hypertextes ont mis l'accent sur la planification des différentes étapes de la recherche. Ainsi, Guthrie, Britten et Barker (1991) ont proposé un modèle cognitif de la recherche d'information en cinq étapes : formation de but, sélection de la catégorie (la sélection de la branche), extraction de l'information, intégration et recyclage. Leurs résultats montrent que l'étape cruciale de la recherche, et donc la plus coûteuse en ressources cognitives, est la sélection de la catégorie (la branche) pertinente au but formulé. C'est pourquoi les hypertextes à structure hiérarchique facilitent cette étape en permettant de réduire le temps alloué à la recherche de la branche adéquate.

Les recherches empiriques consacrées à l'activité de recherche d'information ont étudié principalement les différences entre les buts de la tâche et ont montré que la représentation du but influence le traitement du contenu. Les résultats d'une expérience de Foltz (1996) qui a manipulé les buts de lecture (recherche d'informations spécifiques vs générales) indiquent que les sujets dont l'objectif était de rechercher des informations spécifiques ont été plus rapides et ont manifesté une moins bonne compréhension lors des questions sur les connaissances générales. Cependant, dans cette tâche, le format hypertexte ne présente pas toujours un avantage comparativement à un texte linéaire (Leidig, 1992) et, de plus, l'effet du format varie en fonction des buts du lecteur (Dee-Lucas & Larkin, 1999). Rouet (1994) a montré que l'entraînement favorise l'amélioration des stratégies de la recherche des utilisateurs novices, et conduit à l'élaboration des stratégies différentes en fonction du type de question (simple vs complexe).

De plus, on constate que le développement des stratégies efficaces est meilleur lorsque les lecteurs ont des buts spécifiques lors de la consultation des hypertextes à structure hiérarchique (*Hypertext Research Group*, 1999). De façon similaire, lorsqu'on indique aux lecteurs qu'ils vont avoir à reconstruire la structure logique du domaine, ils sont moins désorientés, et les résultats indiquent une corrélation positive entre l'acquisition des connaissances structurelles et la rétention des faits (Beasley & Waugh, 1996).

La recherche d'information peut être considérée comme une tâche de lecture des textes multiples dans laquelle le but de lecture est de rechercher la solution à des problèmes et à des

questions. Pour ce faire, le lecteur doit déterminer si ce qu'il lit est pertinent par rapport à son objectif de recherche, effectuer des comparaisons des contenus entre les textes, les synthétiser pour en faire un tout cohérent. De plus, une lecture efficace des sources multiples nécessite la maîtrise d'autres habiletés tels que prendre les notes, organiser l'information, détecter les inconsistances et les redondances. Les chercheurs qui se sont intéressés à la problématique de la lecture des textes multiples ont montré que les adolescents et les adultes ont recours à des stratégies très variées pour construire la représentation basée sur la lectures de multiples sources (Britt, Rouet & Perfetti, 1996 ; Perfetti, Britt & Georgi, 1995 ; Reinking & Rickman, 1990 ; Wright, 1991) et cette tâche est d'une grande difficulté pour les enfants de onze ou douze ans (Goldman, 1997). L'exploration de multiples points de vue dépend également de l'expertise du domaine. Les travaux de Spiro, Feltovich, Jakobson et Coulson (1992) ont montré que l'entrecroisement (" *criss crossing* ") est bénéfique pour les lecteurs qui possèdent un haut niveau d'expertise du domaine. Les novices bénéficient davantage d'une présentation linéaire et singulière, au moins lorsqu'ils abordent un domaine pour la première fois.

Conclusion et perspectives

L'ensemble de ces recherches indique qu'il existe une interaction complexe entre les caractéristiques des systèmes, les caractéristiques des lecteurs et les caractéristiques des tâches. La complexité de la problématique de la lecture des hypertextes et la nécessité de poursuivre des recherches empiriques sur les processus à l'œuvre dans environnements interactifs de lecture ont été soulignées par Rouet et Levonen (1996). En effet, des recherches empiriques fiables sont nécessaires pour guider la conception des environnements hypertextuels efficaces.

Par ailleurs les chercheurs soulignent fréquemment la nécessité de contrôler la complexité des situations expérimentales utilisant les technologies des hypertextes et d'augmenter la fiabilité des méthodologies employées. De même, on constate qu'il est de plus en plus urgent de développer un cadre théorique de l'interaction apprenant-système hypermédia (Rouet & Passerault, 1999).

En effet, on peut avancer que :

“ La spécificité de la lecture des hypertextes ne se trouve ni dans la diversité médiatique qu'elle sollicite, ni dans son fonctionnement “rhizomatique” ou sa non-séquentialité. En fait, la navigation déplace le centre d'activité dans son rapport à l'information. [...] Les mouvements de lecture qu'impose l'hétérogénéité inhérente à un hypermédia demandent une prise en compte de la diversité des contextes, des visées ou des niveaux d'information ; ils obligent à un travail de prise de conscience conceptuelle, qui était jusque-là de l'ordre de la métacognition, et qu'on peut appeler ici une *métalecture*. ” (Bélisle, 1999, p. 66.)

Selon les membres de l'équipe “ *Hypertext Research Group* ” (1999), les recherches se sont principalement focalisées sur les effets des hypertextes et de leurs fonctionnalités sur la compréhension et l'apprentissage. Le développement des technologies et la recherche de leur efficacité impose que les hypertextes puissent servir de laboratoire pour la recherche du traitement cognitif des textes.

Tout un programme...

Vers une maîtrise des textes électroniques

C'est donc un programme de compétences à acquérir qu'il faudrait établir à ce point de notre réflexion. Schetzer et Warschauer (à paraître) l'esquissent et classent les compétences liées à cette littéracie électronique en trois catégories : communication, création et lecture/recherche d'informations. Dans cette dernière catégorie, ils recensent les points suivants :

- Comment trouver des questions à étudier, comment établir des mots clés, comment catégoriser et sous-catégoriser, comment “cartographier” les idées et les concepts (développement non linéaire des idées).
- Comment trouver de l'information en ligne en utilisant les indices d'organisation de la Toile, les moteurs de recherche et les autres outils de recherche spécialisés.
- Comment analyser ce que valent les informations trouvées et les outils.
- Comment déterminer l'autorité et l'expertise.
- Comment identifier les techniques rhétoriques de persuasion.
- Comment distinguer les sources primaires et secondaires.
- Comment citer les sources en ligne et comment donner les références des autres.
- Comment sélectionner les techniques de recherche disponibles : indices de recherche, moteurs de recherches, logiciels, etc.
- Comprendre les enjeux : problèmes de publicité, d'autorité, de protection de la vie privée, de qualité, de délinquance électronique. ”

Ces compétences ne sont pas seulement de l'ordre de la " culture technique ", ni d'une conception purement instrumentale de l'apprentissage de la lecture, mais bien d'une maîtrise critique des langages et d'une diversification des supports de lecture à l'école. Vingt-cinq ans après que Foucambert (1976/1994) a remis en cause l'impérialisme de la " page grise " dans l'apprentissage de la lecture, le travail sur les encyclopédies, les journaux, les hypertextes reste marginal à tous les niveaux du système scolaire. Dans l'enseignement secondaire français, sa prise en charge, lorsqu'il existe, par les documentalistes, le professeur de technologie ou des aides éducateurs tend à minimiser l'importance de ces compétences en tant que compétences de lecture à part entière ou à les réduire à de simples compétences techniques ou " méthodologiques " déconnectées des enjeux de compréhension critique des textes et de construction des connaissances. En matière d'introduction des technologies de l'information et de la communication dans le système scolaire, il y a sans doute là une priorité.

On insistera également sur le rôle du contexte d'usage des documents électroniques, et en particulier du contexte de la tâche. Il serait absurde d'évoquer de manière abstraite et générale les difficultés ou les avantages de la lecture des hypertextes. L'expérience de Gordon et *al.* (1988), déjà évoquée, montre que les performances des lecteurs d'hypertextes sont liées aux contraintes de la tâche : la compréhension est moindre que pour le texte linéaire en situation de lecture d'agrément, alors qu'en situation de lecture pour apprendre il n'y a pas de différence significative selon la forme de présentation. Maîtrise nécessaire de nouvelles formes d'écrits, mais pour les tâches de lecture où ces nouvelles formes peuvent être utiles.

Considéré comme un outil de lecture, l'ordinateur peut contribuer à l'apprentissage, mais il pose aussi de nouveaux problèmes en exigeant la maîtrise de nouvelles compétences. Ces deux raisons complémentaires rendent urgente son utilisation à l'école :

- afin que les élèves s'initient aux textes électroniques comme aux différents genres et formes textuels sur papier, linéaires et non linéaires ;
- afin que les gains que l'ordinateur peut apporter, tant dans l'acquisition des compétences de " savoir lire de base " que pour l'exploration active des textes et dans l'accès aux informations et aux connaissances, ne soient pas réservés aux enfants bénéficiant d'un équipement dans leur famille.

CHAPITRE V

Apprendre à écrire avec l'ordinateur

Jacques Crinon et François Mangenot

Le traitement de texte et ses effets

Les perspectives ouvertes par les fonctionnalités du traitement de texte

Le traitement de texte est sans doute une des utilisations les plus fréquentes de l'ordinateur en milieu scolaire⁴². Une enquête statistique du ministère français de l'Éducation nationale le montrait déjà, en ce qui concernait les écoles, en 1989 (Chateau, 1989) ; des enquêtes plus récentes indiquent que cette prépondérance existe toujours⁴³. En effet, les caractéristiques du traitement de texte ont fait naître des espoirs importants : il constituerait en lui-même un instrument amenant chez les élèves des progrès dans l'apprentissage de la production de texte.

Un outil de présentation des textes

Une première caractéristique est souvent invoquée par les avocats du traitement de texte à l'école. Il permet une mise en forme, un "mise au net" finale des textes produits par les élèves, ce qui est très gratifiant pour les intéressés. Les élèves, et en particulier les plus jeunes et les plus maladroits du point de vue grapho-moteur sont ainsi capables de produire des écrits d'une bonne qualité esthétique, tant sur écran que sous forme imprimée, qui leur renvoient une image positive d'eux-mêmes, et mettent en valeur les qualités de fond de leur texte. Plane (1996), à l'issue d'une recherche menée dans plusieurs classes du département de la Manche, souligne tout en le regrettant, que cette utilisation du traitement de texte comme "supplément esthétique" est la plus fréquente dans les classes primaires. Le même constat a été fait dans une école secondaire australienne par Snyder (1999). Les programmes de l'école primaire française (Ministère de l'Éducation nationale, 1995) évoquent également le traitement de texte sous cet aspect : développer "méthode et rigueur" dans la présentation des textes.

Cette allure finie, voire professionnelle des écrits produits sur traitement de texte amène à donner à cet outil une place importante dans des pédagogies privilégiant les projets d'écriture socialisés : journaux scolaires, plaquettes de poésie ou de contes, panneaux d'exposition. C'est ainsi que dès l'apparition des micro-ordinateurs, ceux-ci ont pris la place de l'imprimerie dans les pratiques des classes Freinet (Lafosse, 1993).

Un outil pour gérer les idées

On écrit plus facilement sur des sujets qu'on connaît bien (Fayol, 1996 ; 1997). Lorsque ce n'est pas le cas, il est utile de se ménager un moment de recueil des idées. Le traitement de texte, grâce à ses fonctions couper/coller ou mieux encore glisser/déposer, se prête à l'organisation ultérieure de notes et d'idées rédigées de manière provisoire au fur et à mesure qu'elles viennent à l'esprit de l'auteur.

L'intérêt de ces fonctionnalités est plus grand pour des élèves déjà avancés que pour les plus jeunes apprentis scripteurs : à l'école primaire, l'aide au recueil des idées passe d'abord par des pratiques orales collectives. Pourtant, même pour des élèves de lycée ou des scripteurs adultes, la petite taille des écrans d'ordinateurs actuels limite les possibilités de réorganisation : le scripteur a

⁴² C'est aussi la principale application informatique utilisée par les professionnels de l'écriture.

⁴³ Une enquête menée par des chercheurs de l'IREDU en 1998 sur 414 écoles primaires connectées à Internet (Gonon & Orivel, 1999 ; Orivel & Gonon, 2000) met le traitement de texte en tête des utilisations citées, tant en nombre d'écoles qui l'utilisent qu'en temps moyen hebdomadaire d'utilisation : un petit tiers du temps moyen d'utilisation, soit une grande stabilité par rapport à 1989, alors que les autres utilisations de l'ordinateur ont considérablement changé.

besoin, pour ce travail, d'embrasser du regard l'ensemble de son texte. Enfin, avant de pouvoir atteindre avec l'ordinateur la souplesse d'utilisation du papier crayon⁴⁴ pour organiser les idées (schémas, flèches, etc.), il est nécessaire de maîtriser différentes fonctionnalités complémentaires (mode plan, hypertextes spécialisés dans la gestion des idées...) que peu d'utilisateurs adultes emploient : ainsi Scavetta (1991), à la suite d'une enquête auprès de journalistes utilisant le traitement de texte, montre que ceux-ci le sous-utilisent presque systématiquement, le considérant simplement comme une machine à écrire perfectionnée⁴⁵. C'est sans doute la raison pour laquelle le traitement de texte semble favoriser une écriture par collage (Eco, 1991).

Cette raison explique aussi que cet aspect du traitement de texte est moins souvent mis en avant par ceux qui en attendent qu'il aide les élèves à apprendre à écrire.

Écrire avant de savoir écrire

Avec de jeunes enfants, ou des enfants atteints d'un handicap moteur, l'utilisation du clavier est un moyen de faire écrire des textes de manière précoce (Cohen, 1987 ; Piazza & Riggs, 1984 ; Plane, 1996). En libérant des difficultés grapho-motrices, le traitement de texte apparaît comme un instrument possible d'entrée dans l'écriture : écrire, ce n'est pas seulement savoir former des lettres et des mots ; c'est aussi et surtout être capable d'utiliser le langage afin de se souvenir, de mettre de l'ordre dans ses idées, de réfléchir ou d'entretenir une communication différée. Entrer dans le monde de l'écrit passe par l'élaboration de textes écrits : il n'est pas nécessaire d'attendre d'avoir la capacité neuro-motrice de former des lettres pour le faire, dès lors que qu'on a un clavier à sa disposition.

Utiliser ainsi l'ordinateur permettrait aux jeunes enfants d'explorer le langage écrit tout comme ils explorent la parole, par des tâtonnements qui facilitent des hypothèses épilinguistiques⁴⁶.

Le retour sur le texte écrit

La principale étude menée en France sur l'utilisation du traitement de texte à l'école a été faite dans le cadre d'une équipe de l'INRP sur la "révision"⁴⁷ (Plane, 1994 ; 1996 ; 1997). Ailleurs aussi, l'effet du traitement de texte sur la révision a fait l'objet de la majorité des nombreuses recherches concernant le traitement de texte.

C'est une caractéristique évidente du traitement de texte que de permettre au scripteur de modifier le texte qu'il écrit, à tout moment (il n'y a pas de rupture d'une version à l'autre du texte, la révision est continue) et à peu de frais (c'est-à-dire en s'épargnant de longues et fastidieuses recopies). Ses fonctions essentielles répondent aux quatre opérations de base de toute réécriture, mises en évidence par les généticiens du texte sur les avant-textes d'écrivains (Grésillon & Lebrave, 1983), comme par les didacticiens sur les brouillons d'écoliers (Fabre, 1990) : supprimer, ajouter, remplacer, déplacer. Le texte électronique étant par essence mutable (Balpe, 1990), on s'attend à ce que la composition d'écrits électroniques donne au scripteur une autre vision du texte, comme une chose appelée à se modifier.

On sait les difficultés rencontrées par les jeunes scripteurs à réviser et à réécrire leurs textes (Crinon & Pachet, 1995 ; Groupe Éva, 1996). Le postulat qu'on rencontre couramment, depuis le début des années quatre-vingt, chez les enseignants militants de l'introduction des TIC à l'école est qu'en facilitant matériellement les opérations de réécriture et en libérant les élèves de la charge de la recopie, on les amènera à cibler l'activité de relecture/réécriture sur l'amélioration de leur texte. En leur donnant un outil favorisant la modification du texte, on espère leur faire découvrir qu'un texte est modifiable. On en trouve récemment encore une expression enthousiaste chez Archambault (1996)⁴⁸ :

“ Déplacer un mot, une phrase, un paragraphe, corriger quelques fautes, recopier un nouvelle version d'un brouillon vite devenu illisible par la multiplicité des modifications... tout cela est

⁴⁴ “ Crayon ” englobe ici et dans ce chapitre le stylo ou tout autre outils d'écriture manuscrite.

⁴⁵ Voir aussi l'enquête de Guibert (1997).

⁴⁶ Épilinguistique : Besse et Porquier (1991, p.113), citant Culioli, définissent ce terme comme “ structuration non consciente des données ”. Il s'agirait alors plus d'acquisition que d'apprentissage. D'autres auteurs (dont nous faisons partie) indiquent par cet adjectif qu'une réflexion sur la langue a lieu, on a donc une dimension consciente, mais sans qu'il soit fait usage du métalangage correspondant.

⁴⁷ Selon le modèle dominant permettant de rendre compte de la complexité de l'activité cognitive de rédaction d'un texte, trois grandes composantes peuvent être distinguées : planification, mise en texte et révision. Ces composantes ne rendent pas compte d'un cheminement linéaire du rédacteur ; elles sont récursives et interagissent l'une sur l'autre. La révision se décompose elle-même en sous-processus : comparer, diagnostiquer, opérer (voir Hayes & Flower, 1980 ; 1986 ; Hayes, 1996).

⁴⁸ Tout comme, une dizaine d'années plus tôt, chez Cohen (1987).

fastidieux et rédhibitoire s'il n'y a pas une forte motivation. Mais avec un traitement de texte, s'il faut repérer des répétitions ou mettre en évidence ce qui relève du langage parlé, l'enseignant peut demander de mettre les mots en caractères italiques. Erreurs, ratures, ajouts ne sont pas insupportables. La reprise est facile. On échappe à la lourdeur de la réécriture à la main."

Le traitement de texte facilite la transformation du texte qu'on est en train d'écrire et devrait par conséquent avoir des effets positifs sur cette composante importante du processus d'écriture qu'est la révision. Mais il est fréquent aussi qu'on fasse l'hypothèse d'effets plus globaux encore de ces fonctionnalités sur l'apprentissage. En ne figeant pas les erreurs, le traitement de texte permettrait aux apprenants d'ancrer leurs progrès sur le dépassement de ces erreurs : l'erreur, comme dans l'apprentissage de la langue orale chez le jeune enfant (Guillaume, 1927), deviendrait savoir provisoire à dépasser dans un savoir plus complet, au lieu d'être fautive, avec les connotations morales que cela implique. Un nouveau rapport à l'erreur se ferait jour, plus favorable à la construction des savoirs.

Par ailleurs, le traitement de texte pourrait être assimilé à un micromonde d'apprentissage, au sens que Papert (1981 ; 1994) donne à cette notion : un environnement informatique d'expérimentation sur un domaine de savoir, permettant des mises en relation, bref un " incubateur de savoir ". Chaque action du rédacteur sur son texte fait apparaître aussitôt une rétroaction, une réaction de l'environnement. Le traitement de texte constitue un *micromonde*, puisque " il s'agit d'un monde ouvert, à explorer, composé d'un ensemble d'outils [...] à l'aide desquels l'apprenant construit ses propres productions en explicitant les étapes et les opérations à réaliser " (Romainville et Donnay, 1987). C'est aussi l'analyse d'Anis (1995), selon lequel le traitement de texte est un dispositif de " méta-écriture " qui permet au scripteur de construire ses productions dans une démarche ouverte d'exploration et de construction d'une représentation de celles-ci.

On notera cependant, avec Piolat et Roussey (1995), que le traitement de texte, par rapport à d'autres dispositifs informatiques d'aide à l'écriture, est un environnement particulièrement ouvert, qui laisse le rédacteur " gérer lui-même les différents processus (planifier, mettre en texte, réviser) et connaissances qui sont impliqués dans l'activité rédactionnelle ".

Des effets limités sur les apprenants ?

Les effets mesurés par les recherches⁴⁹ sont-ils à la hauteur de ces attentes ? Il faut reconnaître qu'ils sont très souvent décevants, et que les résultats des différentes recherches sont très contradictoires.

Trois types d'effets ont été évalués, selon les recherches⁵⁰ :

- les effets sur la quantité et la qualité des textes produits ;
- les effets sur les processus d'écriture, et en particulier sur la révision ;
- les effets sur le contexte pédagogique.

La quantité et la qualité des productions

L'ensemble des recherches qui prennent en compte la longueur des textes produits montre que les textes écrits par des élèves sur traitement de texte sont un peu plus longs que ceux qu'ils écrivent au crayon, du moins lorsque les élèves ont acquis une familiarité du clavier. Les élèves passent en outre plus de temps à écrire dans la première situation que dans la seconde (Cochran-Smith, 1991).

En revanche, en ce qui concerne la qualité des écrits, les résultats sont décevants. La plupart des recherches concernent ici des étudiants de l'enseignement supérieur ou des adolescents. Elles montrent rarement une amélioration de la qualité des textes produits lorsqu'on utilise le traitement de texte, si ce n'est par rapport à des critères de présentation formelle⁵¹ (Cochran-Smith, 1991). Par exemple, la comparaison entre des lycéens qui ont utilisé le traitement de texte pendant un an dans le cadre de l'enseignement de l'écriture n'écrivent pas mieux que ceux du groupe témoin qui a utilisé le papier et le crayon (Dalton & Hannafin, 1987). Bangert-Drowns (1993) note que sur trente-trois études analysées (dans trente-deux articles), une seule aboutit à des résultats négatifs significatifs, dix indiquent des résultats statistiquement significatifs en faveur du traitement de texte. Mais, à deux exceptions près, il s'agit de petits effets positifs.

⁴⁹ Qu'il s'agisse d'expérimentations contrôlées ou d'étude utilisant une méthodologie de type ethnologique.

⁵⁰ Certaines recherches s'intéressent à plusieurs de ces aspects.

⁵¹ On a même parfois insisté sur l'effet pervers de ces qualités de présentation ; l'aspect du texte donne parfois aux scripteurs novices l'illusion d'un texte fini (Snyder, 1994).

Les processus d'écriture

La planification

Plusieurs recherches menées sur des étudiants du début de l'enseignement supérieur ou des scripteurs expérimentés mettent en évidence qu'on planifie moins sur traitement de texte qu'en utilisant le crayon (Cochran-Smith, 1991).

L'expérience d'Espéret et de son équipe (Espéret, 1995) concerne des élèves de troisième et cherche à étudier les effets du traitement de texte sur la planification. La méthode utilisée est celle des pauses. La mesure de la durée des pauses et leur localisation, la vitesse d'écriture sont déterminées par le traitement cognitif mis en jeu et en rendent compte. Les résultats sont peu concluants. Les différences entre les deux groupes sont très limitées et disparaissent au bout de plusieurs mois : l'usage du traitement de texte a peu modifié les stratégies de planification des élèves ; et une fois familiarisés au logiciel, ils reviennent à leurs habitudes de planification manuscrites.

Snyder (1994b), qui observe et compare deux classes analogues de huitième année, l'une utilisant le traitement de texte, l'autre pas, ne constate aucune différence dans le comportement des élèves, ni en ce qui concerne la planification, ni en ce qui concerne la révision. La seule variable qui semble intervenir est la nature de la tâche : les élèves, dans l'une et l'autre classe, planifient peu leurs textes narratifs, davantage leurs textes argumentatifs. Quand ils révisent des narrations, ils ne modifient que la surface du texte, dans les textes argumentatifs, ils cherchent à clarifier.

Le traitement de texte ne semble donc pas un outil particulièrement favorable à la planification et à son apprentissage. Mais les effets dans le domaine de la révision apparaissent limités, là où pourtant la croyance en l'efficacité de cet outil est particulièrement répandue.

La révision

Les possibilités qu'offre le traitement de texte de transformer facilement son texte sont sous-employées par les scripteurs. Le déplacement, en particulier, est très peu utilisé. Poudet, Temporal et Zwobada-Rosel (1990) et Plane (1994) soulignent que les élèves de primaire qu'elles ont observés ne procèdent à aucune opération de déplacement. On remarquera cependant que cette opération, sur papier également, est celle qui apparaît le plus tard (Fabre, 1990). De manière plus générale, les pratiques habituelles des jeunes rédacteurs sur papier sont peu affectées par le passage au traitement de texte (Greenleaf, 1994 ; Piolat & Roussey, 1990 ; Snyder, 1994a). Concernant le déplacement, y a-t-il une difficulté indépassable chez des enfants de cet âge ou bien le traitement de texte, dans certaines conditions d'utilisation, peut-il apporter une aide ? Une étude menée par une professeur des écoles stagiaires dans le cadre de son mémoire professionnel indique, au cours d'une modeste activité d'organisation d'un texte descriptif scientifique sur les planètes, une différence notable entre des dyades d'enfants utilisant le traitement de texte et des dyades travaillant avec le papier et le crayon (Orriger, *in* Crinon & Legros, 2000) : la cohérence des textes se trouve améliorée, du moins chez les bons élèves, c'est-à-dire ceux qui ont acquis des compétences en matière d'organisation des textes descriptifs.

Mais revenons aux effets plus globaux de l'utilisation du traitement de texte sur la révision. Owston, Murphy et Wideman (1992) constatent un retour plus fréquent sur l'écriture, une amélioration globale, et surtout moins d'erreurs locales. L'amélioration locale est aussi une des conclusions de la revue de question de Snyder (1993).

Une étude expérimentale réalisée à Lausanne par Nicolet, Genevay et Gervais (1992), portant sur des élèves de douze à treize ans à qui on avait proposé une activité de révision d'un récit, montre également que le traitement de texte favorise les corrections locales. Globalement les élèves travaillant sur traitement de texte ont moins modifié les textes initiaux que ceux qui ont travaillé sur papier ; sur traitement de texte, les sujets ont privilégié les corrections de forme (accords, prépositions, style) ; sur papier, ils se sont attachés au sens, procédant à des déplacements et des remplacements. L'une des conclusions importantes qui se dégagent de cette étude est donc que l'utilisation du traitement de texte amène une focalisation sur les corrections de surface, au détriment des corrections plus globales, concernant le sens et l'organisation d'ensemble du texte.

L'étude de Plane (Plane, 1994 ; 1995 ; 1996a ; 1996b ; 1997) est une étude écologique qui analyse de manière qualitative des pratiques de classe et les effets de propositions didactiques, à l'école élémentaire cette fois. Elle a essayé dans des classes deux types de situations. Dans le premier, toutes les tâches sont réalisées directement et uniquement sur ordinateur ; dans le deuxième, elle a fait alterner des phases d'écriture sur traitement de texte et des phases de travail sur version papier. Ce second dispositif s'est révélé particulièrement adapté à l'apprentissage de la révision. Elle relève, sur une activité de production d'annonce en CE1-CE2, la richesse et la diversité des modifications apportées aux différents moments de l'écriture : travail métacognitif mettant en relation les opérations effectuées et les résultats sur le texte ; développement de pratiques expertes (relecture des versions

intermédiaires, comparaison de plusieurs essais, consultation de documents de référence, sollicitation d'interventions critiques extérieures...). L'ordinateur a servi de " médiateur⁵² " dans l'apprentissage, mais les effets constatés sont à mettre au compte de la démarche proposée autant qu'aux potentialités de l'outil.

Révision de surface plus que de sens, meilleure révision lorsque les élèves font des aller-retour entre l'écran et les sorties d'imprimante : on peut relier ces résultats aux difficultés de la lecture sur écran : le scripteur qui révise sur écran n'a pas une vision d'ensemble de son texte, dès que celui-ci dépasse quelques lignes. Réviser un texte implique de lire la version antérieure du texte produit (Hayes & Flower, 1980 ; Hayes, 1996). La difficulté à se décentrer de la production, à se situer en lecteur de son propre texte est une difficulté majeure de la révision. Il est cependant difficile, sur l'écran, de se faire une image globale du texte, qui " s'enroule " et auquel on n'a qu'un accès séquentiel. Le papier permet, mieux que le déroulement de l'écran, un accès parallèle aux différentes parties du texte et favorise ainsi une révision " pour le sens ". Et les scripteurs, au fur et à mesure que s'affirme leur expertise, évoquent de plus en plus, quand on les interroge, le besoin d'une vue globale sur leur texte (Severinson Eklundh, 1992).

Une recherche de Piolat, Roussey et Thunin (1997) donne des arguments supplémentaires à cette analyse en mettant en évidence les avantages de la page : cette présentation allège la tâche du lecteur, lui facilite la localisation des informations et aide à la mémorisation. Piolat, Roussey et Thunin ont en effet comparé, avec les méthodes de la psychologie expérimentale, deux types de présentation d'un texte sur écran, par pages ou sur des fenêtres déroulantes (*scrolling*), et les effets de ces modes de présentation sur la lecture et sur la révision de textes. Les performances des sujets, dans une tâche comme dans l'autre, sont meilleures dans la condition " pages écrans ". Les sujets y font en particulier plus de corrections globales.

Les facilitations qu'offre le traitement de texte pour corriger, insérer ou déplacer des éléments d'un texte déjà écrit ne semblent donc pas suffire à en faire un outil de révision efficace. La question de la " lisibilité " du texte se pose. Cette lisibilité a été acquise, pour le livre ou le journal, à l'issue d'une longue évolution historique (Cavallo & Chartier, 1997 ; Vandendorpe, 1999). Il n'en va pas encore de même pour les écrans⁵³.

La métacognition

L'activité d'écriture comporte des dimensions métacognitives et les scripteurs expérimentés sont capables de faire preuve d'une activité réflexive sur leur propre production (Gombert, 1990). On a vu plus haut que l'influence du traitement de texte sur la révision était volontiers mise en relation avec un effet métacognitif.

La recherche que Jones et Pellegrini (1996) ont conduite sur des élèves de première année de l'école élémentaire compare les effets des relations sociales et du média sur les processus métacognitifs dans une tâche d'écriture de récits. Les vingt élèves de la classe sont couplés par dyades pour écrire : dans un groupe, les dyades sont composés en fonction des affinités des enfants (dyades " d'amis "), mais pas dans le second groupe. Chaque dyade écrit alternativement sur papier et sur traitement de texte (quinze séances de chaque type). Les chercheurs ont analysé les récits produits et les conversations entre coéquipiers au cours de la tâche. Leurs résultats montrent un effet du média sur la qualité du texte (les textes écrits sur ordinateur sont plus denses et plus cohésifs), mais également des effets cumulatifs du média et des relations entre pairs sur la métacognition : les " conversations métacognitives " (caractérisées par un emploi plus fréquent d'expressions comme " *I think, I know, I guess* " ou des articulateurs logiques, " *although, because* ") sont plus nombreuses lorsque les enfants ont travaillé sur le traitement de texte, et dans les dyades d'amis plus que dans les autres dyades. En outre elles diminuent au cours de l'année, au fur et à mesure que la maîtrise de la tâche augmente.

Intérêt donc d'une explicitation par les apprenants eux-mêmes de l'activité mentale qu'ils sont en train de mener. Et rôle, indirect, du traitement de texte dans la structuration de situations

⁵² Ou de " médiatisateur ", si l'on réserve le terme de " médiateur " à l'intervention d'un partenaire humain.

⁵³ Du moins si l'on s'en tient aux fonctionnalités présentes dans les logiciels utilisés dans les recherches. L'utilisation en milieu scolaire des fonctions " plan " ou " lecture à l'écran " et leur effet sur les processus de composition mériteraient des recherches, qui restent à faire. Cependant, un nouvel apprentissage est ici nécessaire avant que ce mode de lecture sur écran devienne opérant. C'est une autre manière de se repérer dans l'espace de l'écrit pour en trouver la structure logique, d'autres indices que ceux auxquels nos pratiques de lecture du texte imprimé nous ont familiarisés, disposition en paragraphe, titres et sous-titres... (voir le chapitre V : " Lecture et compréhension des textes ").

pédagogiques favorables à des dialogues métacognitifs. Première pièce à verser dans le dossier des rapports entre introduction du traitement de texte et modification du contexte pédagogique.

Le contexte pédagogique

C'est un effet bien établi du traitement de texte que de modifier l'attitude et la motivation des élèves. Plusieurs auteurs attribuent à cet élément l'essentiel des effets positifs constatés, en particulier sur la longueur des textes. Les élèves, lorsqu'ils sont interrogés, déclarent qu'ils aiment utiliser l'ordinateur pour écrire, qu'ils ont moins peur d'être jugés négativement, qu'ils ont l'impression de progresser et qu'ils sont fiers de leurs productions sur ordinateur (Cochran-Smith, 1991 ; Hawisher, 1989). Aussi n'hésitent-ils pas à passer plus de temps sur leur travail. Des auteurs ont également noté une plus grande concentration sur la tâche (Landreville, 1995 ; Cochran-Smith, 1991). L'effet de motivation n'est d'ailleurs pas inhérent au traitement de texte, il est souligné à propos de divers usages de l'ordinateur (voir la revue de Grégoire, Bracewell & Laferrière, 1996).

Mais la présence du traitement de texte ne change pas seulement l'attitude des élèves face à l'écriture, elle amène des modifications radicales dans la façon dont se déroulent les cours et dans les interactions au sein de la classe.

Caillot-Gary et Glykos (1993) exposent un travail mené pendant plusieurs mois avec des élèves de cinquième. Les effets sur les productions sont peu spectaculaires, mais les auteurs mettent en évidence la coopération accrue entre élèves, dès lors que le manque d'équipement oblige à travailler à plusieurs sur un même ordinateur ; la discussion sur les textes à l'intérieur des groupes de travail semble avoir été bénéfique pour les élèves les plus faibles.

Snyder (1994b) compare deux classes de huitième année, qu'elle a suivies pendant une année scolaire. La méthode quasi expérimentale (pré-test et post-test) est complétée par des observations, des questionnaires et des entretiens. Les deux classes sont du même niveau, ont la même enseignante et pratiquent les mêmes activités d'écriture. La première classe utilise le traitement de texte, les élèves de la seconde écrivent au crayon. Cette recherche étudie l'influence de l'outil d'écriture 1. sur les textes produits (narratifs, argumentatifs et informatifs) ; 2. sur les processus d'écriture ; 3. sur les contextes d'enseignement-apprentissage en comparant les deux environnements de classe. L'hypothèse émise est que l'usage du traitement de texte modifie les relations dans la classe et que l'effet sur les productions est à mettre en relation avec cette modification du contexte pédagogique. Les résultats ne montrent pas de différence en ce qui concerne le comportement d'écriture ; mais la qualité des textes (et en particulier des textes argumentatifs) produits par le groupe utilisant le traitement de texte est meilleure. Les différences de contexte pédagogique entre les deux classes sont considérables : la classe travaillant avec papier et crayon est plus centrée sur l'enseignante et passe plus de temps à écouter des explications magistrales ou des cours sur les genres (l'enseignante s'y déclare d'ailleurs plus à l'aise et plus efficace !), alors que la classe utilisant le traitement de texte offre plus d'interactions entre les élèves concernant la tâche et de conseils individuels de la part de l'enseignante. Dans la classe avec traitement de texte, les élèves sont plus mobilisés, plus actifs, moins faciles à distraire. C'est là aussi qu'on constate le plus d'expérimentations et d'exploration des possibilités d'écriture.

Greenleaf (1994) relève les changements importants qu'amène l'introduction d'ordinateurs dans une classe de lycée qu'elle a observée avant et après. Il s'agit de modifications introduites par l'enseignant dans l'organisation de sa classe, mais aussi de changements importants dans les comportements de certains élèves, en conflit permanent avec les autres et qui se mettent à collaborer avec leurs pairs après l'introduction du traitement de texte. On pourrait évoquer ici l'analyse qu'Oury et Vasquez (1971) font des outils et des buts d'activités dans la pédagogie coopérative (imprimerie, correspondance, etc.). Ils agissent comme des médiations pour casser l'enfermement dans une relation pédagogique duelle et permettent aux enfants d'évoluer.

Les variables d'utilisation

L'outil, l'apprenant, et la pédagogie

On peut conclure de l'ensemble de ces résultats qu'il n'y a pas d'effet du traitement de texte en lui-même, mais, soit des effets indirects (motivation), soit des effets soumis à l'influence de variables de contexte. Faut-il se rallier à la position de Clark (1994) polémique avec Kozma (1994) à propos des effets des médias sur les apprentissages : le média en lui-même est neutre, c'est son usage qui est déterminant ? Salomon (1979, cité par Clark, 1994) montrait déjà à propos de la télévision que ce sont des attributs précis d'un médias qui influencent certains processus cognitifs, pour certaines tâches et pour certains apprenants. Intervenant dans le débat, Jonassen et ses collègues (1994) mettent l'accent sur le rôle du contexte d'apprentissage et évoquent " une distribution de l'apprentissage entre les médias, celui qui apprend et le contexte ". On passe de la problématique des " effets des médias " à celle des " effets avec les médias " (Hannafin, Hannafin, Hooper, Rieber & Kin, 1996 ; Salomon,

1993 ; Salomon, Perkins & Globerson, 1991). Ici c'est l'interaction de l'utilisation du traitement de texte avec d'autres facteurs qui permet d'obtenir des effets favorables sur les apprentissages. L'ordinateur, en matière d'utilisation du traitement de texte comme de tout autre logiciel, n'est qu'un élément dans une " configuration " où interagissent plusieurs variables, pour aboutir (ou non), à un apprentissage.

Les résultats contradictoires des recherches sur les effets du traitement de texte sur les processus et les productions peuvent ainsi s'expliquer par l'interférence avec d'autres facteurs. Bangert-Drowns (1993), à l'issue d'une méta-analyse de trente-deux recherches expérimentales comparant des groupes traitement de texte et des groupes témoins, constate aussi que les résultats sont contradictoires et laissent soupçonner l'influence d'éléments de contexte non pris en compte dans les études. Ils ne permettent pas de valider l'hypothèse d'une influence de l'outil, hypothèse qu'il avait formulée de la manière suivante⁵⁴ :

“ Il est possible que les utilisateurs acquièrent de nouvelles compétences en interaction avec leurs outils. En bref, les outils transformeraient la cognition et instruiraient parce qu'ils laissent les apprenants exercer, et donc accroître, des compétences qui autrement n'auraient pas été exercées aussi fréquemment ou parce qu'ils permettent une intériorisation des représentations de l'information, des processus ou des stratégies mises à jour ou stimulées par l'outil. ”

Ces résultats négatifs sont cohérents avec ceux obtenus à propos d'autres outils, et en particulier la calculatrice (voir Lajoie & Derry, 1993), ou l'hypertexte (White & Kuhn, 1997)⁵⁵.

La présence d'un support didactique ou d'un outil n'implique pas que les apprentissages se fassent pour autant. La tentation est grande de modéliser les démarches d'apprentissage sur les possibilités d'un outil plus que sur une observation suffisante des processus d'apprentissage des enfants.

Réhabiliter la copie ?

C'est ainsi que les avocats du traitement de texte postulent que faire recopier un texte empêche les élèves d'écrire, en leur ôtant toute motivation et tout intérêt pour la tâche. C'est pourquoi, pensent-ils, l'écriture directe au clavier est plus pertinente que la copie d'une première version (Plane, 1994). Cette observation ne semble pas fondée pour tous les élèves et dans toutes les situations.

D'une part, tous les élèves ne vivent pas l'écriture manuelle ni la copie comme une contrainte douloureuse, certains y trouvent même du plaisir (Bernardin cité par Barré de Miniac, à paraître ; Penloup, 1999).

D'autre part, recopier un texte peut parfois conduire le scripteur à réviser son texte pour le sens. Une étude réalisée par une professeur stagiaire dans le cadre de son mémoire professionnel (Seguin cité par Crinon et Legros, 2000), interroge le bien-fondé de l'hypothèse selon laquelle écrire directement sur le traitement de texte aide à progresser en centrant directement le travail sur la révision. Des élèves de CE1 ont été invités à écrire des textes divers dans le cadre d'une " simulation globale " (Caré & Debyser, 1978). Les uns ont travaillé d'un bout à l'autre sur l'ordinateur. D'autres ont écrit leurs premiers jets sur papier et les ont révisés puis recopiés sur l'ordinateur. La correction de l'orthographe a été effectuée par l'adulte et, dans les deux groupes, les enfants ont eu la possibilité de travailler sur des sorties imprimées de leur texte. C'est dans les textes des enfants du deuxième groupe que les remaniements ont été les plus riches et les plus nombreux.

Comment faut-il interpréter ces résultats ? Les enfants ont-ils considéré que le texte, une fois tapé sur le traitement de texte, était définitif puisque imprimé ? D'autres recherches ont en effet mis en évidence l'obstacle à la révision que constitue parfois cette représentation du texte imprimé comme un texte définitif (Snyder, 1994b). Une interprétation mettant l'accent sur le processus de planification aurait cependant notre préférence. La réécriture des apprentis scripteurs est à relier à la (re)planification et pas seulement à la révision (Hayes, 1996). Dans l'expérience de Seguin, les élèves du deuxième groupe ont modifié leur texte en le recopiant. La copie leur a permis de reprendre entièrement leur texte et de le recréer avec des variantes plus importantes que ne l'ont fait les élèves du premier groupe qui modifiaient directement leur première version sur l'écran.

⁵⁴ En ce qui concerne le traitement de texte, il s'agissait en particulier, on l'a vu, de rendre visible et d'expérimenter la nature réursive du processus d'écriture. Cette hypothèse sur le rôle des outils cognitifs est celle-là même qui sous-tendaient les attentes des auteurs cités plus haut dans la section " Les perspectives ouvertes par les fonctionnalités du traitement de texte ".

⁵⁵ Voir le chapitre V : " Lecture et compréhension des textes ".

Certes le traitement de texte peut être un moyen d'éviter l'ennui de la recopie et d'alléger la charge cognitive de l'élève en lui évitant de graphier et réviser son texte en même temps. Mais s'en tenir là reviendrait à laisser de côté le rôle de la replanification dans la réécriture des scripteurs novices et à négliger la diversité des élèves.

Les résultats contradictoires des recherches sur les effets du traitement de texte sur les processus de production peuvent ainsi s'expliquer par la complexité de ces interactions et la difficulté des méthodologies de validation des hypothèses, en particulier dans les situations écologiques. De plus, les situations pédagogiques introduisent des variables intermédiaires et des biais qui rendent les interprétations et les conclusions souvent délicates voire contradictoires. C'est pourquoi nous examinerons à présent différentes variables qui jouent directement ou indirectement sur les performances des utilisateurs de traitement de texte.

Les styles rédactionnels

Une première variable tient aux sujets scripteurs eux-mêmes. Tout le monde ne s'y prend pas de la même façon pour écrire. La notion de style cognitif (Bruner, 1956) a donné naissance à celle de style rédactionnel, voire d'identité rédactionnelle (Guibert, 1990). Hay (1979), à propos des brouillons d'écrivains, distingue deux grands types d'écriture, l'écriture à processus (l'auteur se lance d'emblée dans la rédaction) et l'écriture à programme (l'auteur établit d'abord des plans détaillés) : d'un côté Beaumarchais, de l'autre Péric. Cette distinction recoupe la typologie proposée par des cognitivistes (Galbraith, 1992 ; Piolat & Roussey, 1995) : d'un côté les rédacteurs "beethoveniens" ou "découvreurs", de l'autre, les "mozartiens" ou "exécuteurs". Les découvreurs s'engagent d'emblée dans l'écriture, jettent des idées sur le papier, les reprennent, ajustent, affinent et organisent au fur et à mesure. Les exécuteurs mettent au point des plans minutieux (mentaux ou sur le papier) avant de passer à la mise en texte.

Stratégies rédactionnelles qu'on ne peut pas considérer comme entièrement indépendante des outils matériels de l'exercice de l'écriture. Les historiens de l'écrit parlent, après Lucien Fèbvre, d'"outillage mental" (Chartier, 1998). Changer de média et d'instrument pour écrire implique une reconfiguration de pratiques complexes, où interagissent les possibilités de l'instrument et un style personnel d'élaboration du texte. Dans la pratique, ce sont de véritables "tours de main", au sens artisanal du mot, que la pratique de l'écriture met progressivement en place, et qui sont à reconstruire autrement avec le traitement de texte.

L'âge des élèves et leur niveau

Le niveau des élèves sur lesquels ont porté les expérimentations est un autre facteur à prendre en compte pour en interpréter les résultats. Les élèves écrivent avec le traitement de texte avec les stratégies qu'ils connaissent : c'est ainsi qu'on a observé chez des élèves de onze à treize ans une stratégie de correction ligne par ligne alors que des élèves plus vieux modifiaient l'organisation de leur texte (Wolf, 1985, cité par Cochran-Smith, 1991). De manière plus générale, ce sont les scripteurs les plus expérimentés qui bénéficient le plus des potentialités du traitement de texte à faciliter la révision (MacArthur, 1988 ; Cochran-Smith, 1991). De la même manière, ce sont les élèves les meilleurs en expression écrite qui tirent le plus avantage du traitement de texte, en l'absence d'une intervention d'enseignement particulière. En revanche, les élèves faibles ou en difficulté progressent avec le traitement de texte lorsque son utilisation est accompagnée d'un enseignement portant sur l'écriture et la révision (Cochran-Smith, 1991).

Les recherches qui portent sur de jeunes enfants (école maternelle ou jardin d'enfants, toutes premières années de l'élémentaire) concluent à un effet positif sur les compétences de lecture-écriture (*literacy skills*) de l'utilisation du traitement de texte⁵⁶ (voir Jones & Pellegrini, 1996). Ce qu'on attend ici du traitement du texte est tout à fait différent de ce qu'on en attend avec des élèves plus âgés. Son effet est interprété comme une confirmation de l'hypothèse selon laquelle les compétences de création de texte des jeunes enfants sont masquées par les difficultés de l'écriture manuscrite et que l'ordinateur rend plus facile l'expression des idées (voir plus haut, le point "Écrire avant de savoir écrire" de la section "Les perspectives ouvertes par les fonctionnalités du traitement de texte"). Jones et Pellegrini (1996) ont proposé à des élèves de première année de primaire d'écrire des récits ; ils alternent, au cours de l'année, séances sur ordinateur et séance avec papier et crayon (quinze séances de chaque type). Ces auteurs montrent notamment⁵⁷ que l'allègement des aspects matériels de l'écriture permis par le traitement de texte conduit les enfants à écrire des textes lexicalement plus

⁵⁶ Il s'agit en général dans ce cas d'éditeurs de logiciels spécifiques permettant à la fois de taper/traiter du texte et de créer des images.

⁵⁷ Cette recherche s'intéresse aussi aux effets conjugués des relations sociales dans la classe et du média : voir plus bas.

denses et qui contiennent plus de marques de cohésion (par exemple des conjonctions ou des références anaphoriques et non pas déictiques) que sur papier.

La familiarité avec le traitement de texte

Pour que le traitement de texte devienne un outil efficace, les élèves ont à apprendre à s'en servir. Ils ont certes à apprendre à taper à la machine, car l'ignorance de la frappe détourne l'attention de l'élaboration du texte⁵⁸. Mais ils ont surtout à acquérir des connaissances sur la nature du texte électronique.

L'utilisation des fonctionnalités de l'outil nécessite de la part de l'utilisateur non seulement des connaissances sur ces fonctionnalités elles-mêmes, mais aussi sur leur but et leurs effets sur le texte en construction. Le support du texte en construction que représente l'écran impose des contraintes particulières sur la représentation du texte et modifie le système de connaissances mises en jeu dans la tâche d'écriture. Le texte électronique est un texte immatériel, même si l'écran en donne à l'utilisateur une image plus ou moins semblable à ce qu'il obtiendra en l'imprimant. C'est un texte virtuel et mobile (Balpe, 1990), c'est-à-dire une suite de codes dont l'actualisation peut se faire de manières diverses.

Des données empiriques ont révélé l'importance des connaissances concernant les outils et de leur rôle dans les activités d'apprentissage. Grégoire, Bracewell et Laferrière (1996) ont comparé les résultats de deux études concernant l'influence du traitement de texte sur les capacités d'écriture et de révision d'élèves de huitième année (environ quatorze ans). Dans la première, conduite par Joram, Woodruff, Bryson et Lindsay (1992), les élèves ont reçu une formation à l'utilisation du traitement de texte d'environ dix heures. Dans la seconde (Owston, Murphy & Wideman, 1992), ils connaissent et utilisent le logiciel depuis plus d'un an, soit environ cent heures consacrées à écrire des textes sur traitement de texte. La première étude conclut à l'absence d'effets du traitement de texte. La seconde met en évidence une supériorité des textes rédigés sur traitement de texte, quels que soient les critères retenus. Les élèves ont besoin d'apprendre à utiliser le traitement de texte, telle est aussi la conclusion d'une recherche menée par Seawel, Smaldino, Steele et Yokoto (1994).

C'est une erreur méthodologique trop fréquente que de comparer les performances des élèves avec un instrument qu'ils connaissent et dont ils ont une pratique (le crayon) et avec un instrument nouveau ; dans ce dernier cas, ils ont rapidement tendance à reproduire les comportements éprouvés sur papier. Oublier ce facteur essentiel est sans doute le résultat d'une erreur de perspective courante quand il s'agit de technologie de l'information et de la communication : croire que l'outil a une vertu et des effets à lui seul, là où bien d'autres facteurs et en particulier le scénario pédagogique, sont déterminants.

Le scénario pédagogique

C'est en général sur les variables didactiques et pédagogiques qu'insistent les chercheurs qui ont cherché à synthétiser et à tirer les conclusions des recherches empiriques. Donner simplement des ordinateurs, sans les intégrer dans le curriculum, n'a pas d'effet, conclut Snyder (1999), s'appuyant sur des revues de question plus anciennes (Bangert-Drowns, 1993 ; Cochran-Smith, 1991 ; Snyder, 1993). Cochran-Smith, en 1991, conclut une revue critique concernant l'école primaire de la manière suivante : " Nous ne pouvons pas déterminer comment le traitement de texte est le plus efficacement utilisé dans les classes sans nous soucier de la manière dont des enseignants particuliers travaillent dans des contextes d'enseignement (*instructional contexts*) particuliers. Nous ne pouvons pas comprendre comment le traitement de texte affecte la qualité, la quantité ou les processus de l'écriture des enfants sans nous soucier de ce qui l'enserme et la modifie, le système social de la classe. " C'est aussi la position de Piolat et Roussey (1995), pour qui les nouveaux scénarios pédagogiques intégrant le traitement de texte sont encore largement à expérimenter.

On pourrait, à l'appui de cette position, évoquer les résultats, déjà présentés plus haut, de plusieurs études qui montrent le rôle du contexte d'utilisation du traitement de texte (Jones et Pellegrini, 1996 ; Plane, 1994 ; 1995 ; 1996a ; 1996b ; 1997) et notamment la conclusion de l'étude de Snyder (1994b) : la supériorité des résultats de la classe qui utilise le traitement de texte sur la classe traditionnelle est un effet des contextes pédagogiques différents de ces deux classes ; la première est plus efficace parce que le professeur y enseigne moins.

Snyder (1999), dans une étude de cas portant sur une école secondaire, montre également l'inefficacité de l'utilisation des salles informatiques, lorsque les enseignants y emmènent leurs élèves écrire une fois par semaine, de manière déconnectée des objectifs du reste du cours.

⁵⁸ Plusieurs auteurs ont constaté une baisse de l'aisance d'écriture (*writing fluency*) au début de l'utilisation du traitement de texte. Voir par exemple Scavetta, 1991.

Greenleaf (1994) a observé quotidiennement pendant un an une classe d'anglais d'élèves en difficulté dans un lycée urbain californien, avant et après l'introduction d'ordinateurs. La longueur des productions s'accroît de manière importante après l'introduction des ordinateurs. Mais elle insiste sur les changements que l'enseignante introduit dans l'organisation de son enseignement à cette occasion. En outre, les élèves ne réviseront pas plus sur traitement de texte qu'ils ne le faisaient dans leurs pratiques d'écriture manuscrite, jusqu'à ce que l'enseignante mette l'accent sur cet aspect et les aide à réviser.

Nous interpréterons aussi les résultats décevants relevés plus haut à propos de la révision comme un effet de la situation. L'usage du traitement de texte peut avoir l'inconvénient de mettre l'accent sur une conception instrumentale du langage et faire prendre la révision pour de la correction d'erreurs (Crafton, 1996). Faute d'interventions pédagogiques mettant l'accent sur la dimension globale de la révision (enrichir son texte d'un point de vue sémantique et en travailler la cohérence), les sujets expérimentaux font avec le traitement de texte ce qu'ils sont habitués à faire sans (des modifications de surface), ils mettent l'accent sur le formalisme auquel les a souvent habitués l'école plus que sur le dynamisme d'un discours vivant qui se construit.

Ainsi la question du scénario pédagogique est, pensons-nous, la question essentielle. Beaucoup de recherches avaient posé la question : est-ce que l'usage du traitement de texte améliore la compétence à écrire ? À juste titre, les recherches de ces dernières années s'orientent vers la question : dans quelles conditions pédagogiques et didactiques le traitement de texte améliore-t-il les compétences à écrire ?

Des aides logicielles à l'écriture

Des environnements d'écriture

Le traitement de texte habillé

Si l'usage du traitement de texte est en lui-même relativement neutre à bien des égards, il se prête à la mise en ligne d'aides à l'écriture, disponibles sur le même écran. Certaines font partie de l'environnement disponible sur les logiciels bureautiques : affichage de statistiques (nombres de signes, de mots, etc.), correcteur orthographique, glossaire de formules stéréotypées... D'autres sont des dispositifs ajoutés à des fins pédagogiques : banques de mots et d'idées, règles de grammaire, conjugaison, voire hypertextes encyclopédiques (Bibeau, 1995). On arrive ainsi à la notion de "traitement de texte habillé" proposée par une équipe italienne (Caviglia & Ferraris, 1988 ; 1991) pour caractériser son logiciel *Wordprof* : ce logiciel, adapté et perfectionné en France par Mangenot (*Gammes d'écriture*, voir Mangenot, 1996) propose différentes fonctionnalités : relances par des jeux d'écriture, guide de révision, bibliothèque de textes d'experts proposant des modèles, classées par actes de langages, types de textes, tons et figures de rhétorique, exercices d'apprentissage permettant de guider l'apprenant dans l'élaboration d'un texte. Certains systèmes d'assistance (Hayes, Flower, Schriver, Stratman, Carey, 1987 ; Piolat & Roussey, 1992a) proposent des tâches de correction d'erreurs ou de complètement de récits à phrases manquantes, et ont pour but d'aider les scripteurs novices à apprendre à réécrire et à transformer un texte incomplet en fonction de sa cohérence sémantique globale.

Ces environnements d'écriture offrent aux enseignants une mine d'exercices et de situations d'apprentissage. Les expériences d'introduction de ce type de logiciel dans des classes primaires et secondaires qu'ont menées les auteurs de ce chapitre montrent cependant qu'on est loin de l'idée, parfois présente chez les promoteurs des logiciels, d'environnements permettant l'individualisation du travail d'écriture et qui seraient des recours à utiliser par les élèves en autonomie. Contrairement à ce qui a été constaté pour l'appropriation du traitement de texte, simple et rapide (Cochran-Smith, 1991 ; Snyder, 1993), les élèves ont ici à maîtriser des environnements d'autant plus complexes qu'ils se veulent complets. L'apprentissage de l'usage d'un correcteur orthographique recèle à lui seul des difficultés redoutables.

Chacune des fonctionnalités et chacun des types d'exercices implémentés mériterait ici d'être examiné et évalué. Nous nous limiterons à quelques uns.

Une des fonctionnalités souvent couplées au traitement de texte lorsqu'il s'agit de jeunes enfants ou de publics en difficulté est la synthèse vocale, qui permet à l'utilisateur d'entendre une lecture du texte qu'il a écrit sur un traitement de texte. Landreville (1995) synthétise ainsi les recherches américaines sur le sujet : "Les résultats montrent une relation significative entre l'utilisation d'un traitement de texte jumelé à un synthétiseur vocal et le nombre de révisions sur le plan de la phrase. La synthèse de la voix a permis à de jeunes élèves d'améliorer l'orthographe des mots et a favorisé une prise de conscience du public lecteur et de la nécessité de réviser." Ce type d'aide semble être pratiqué avec quelque succès aux États-Unis dans le cadre de programmes de lutte

contre l'illettrisme utilisant notamment l'ordinateur dans la famille (*family electronic literacy*) (pour une revue, voir Topping, 1999). Aujourd'hui, toute une génération d'outils "parlant" se répand, du moins en langue anglaise : " *prompting* " proposant des suites, correcteurs orthographiques parlant...

L'utilisation d'un correcteur orthographique augmente le pourcentage des erreurs détectées et corrigées lors d'une tâche de relecture – correction orthographique d'un texte (voir une revue dans McNaughton & al., 1997). En outre, dans d'une expérimentation menée avec trois élèves âgés de seize à dix-huit ans présentant des difficultés d'apprentissage, McNaughton et ses collègues conjuguent l'emploi du correcteur orthographique et un entraînement à une stratégie systématique de détection et de correction des erreurs. Les résultats sont encore améliorés, tant aux tests standardisés que sur les propres productions des élèves. Correcteur orthographique comme stratégie systématique permettent d'éviter la dispersion de l'attention.

Aider le scripteur à activer ses connaissances

Une autre piste est celle évoquée par Scardamalia et Bereiter (1986) ou par Daiute et Kruidenier (1985) : une série de questions serrées mais vides de contenu (des " *prompts* ") aide l'utilisateur à réviser son texte en orientant son attention sur le contrôle du niveau sémantique et non plus seulement sur la surface textuelle (voir aussi Espéret, 1991 ; Hayes, Flower, Schriver, Stratman & Carey, 1987 ; Piolat, 1991 ; Piolat & Roussey, 1995 ; Salomon, 1993 ; Scardamalia, Bereiter & Steinbach, 1984). Ce dispositif n'est pas sans analogie avec les listes de contrôle proposées par plusieurs didacticiens, dans le domaine de l'apprentissage de l'écriture sans ordinateur, pour soulager la charge cognitive lors de la révision (Groupe Éva, 1991 ; Garcia-Debanco, 1984 ; Schneuwly & al., 1993). Ces " *computer prompting programs* " simulent en quelque sorte la réaction d'un auditeur, car l'une des difficultés de l'apprentissage du langage écrit est que, contrairement au langage oral, il n'offre pas d'interaction avec un interlocuteur et de feed-back direct permettant d'ajuster son discours.

D'autres logiciels utilisent les ressources de l'intelligence artificielle. Topping (1999) les décrit de la manière suivante et en cite plusieurs exemples :

" Quand l'élève hésite sur ce qu'il va écrire après, la machine lui souffle des solutions. L'ordinateur mémorise et intègre de plus en plus d'éléments sur le vocabulaire utilisé le plus fréquemment par chaque enfant [...] ainsi que sur le style propre à l'enfant. Les propositions de l'ordinateur s'accordent ainsi toujours plus à la "personnalité" rédactionnelle de chaque enfant. "

Le but est ici de permettre à l'enfant de venir à bout de son travail sans qu'il ressente un sentiment d'échec.

Une recherche de Reynolds et Bonk (1996) évalue l'utilisation d'un *prompting program* et met à l'épreuve l'hypothèse selon laquelle il pourrait constituer un partenaire d'écriture, dans une conception de l'aide inspirée de la théorie vygotskienne de la médiation. Les apprenants disposent de *prompts*, vingt-quatre messages de conseils procéduraux en ligne qu'ils peuvent afficher au bas de leur écran, et qui concernent, soit la production du texte, soit son évaluation. Par exemple :

" Faites mentalement la liste de tout ce que vous savez à propos de votre sujet. Y a-t-il des éléments de la liste qui ne sont pas encore dans votre texte ? Si oui, notez-les. ". Ou encore : " Essayez de prendre des exemples pour rendre votre raisonnement plus clair. Est-ce que les idées de votre texte sont compliquées ou bien sont-elles exposées clairement d'une manière simple et directe ? "

Un programme enregistre les actions de l'utilisateur au clavier et permet ainsi aux chercheurs d'étudier leur comportement d'écriture. L'utilisation de cet outil permet-il aux utilisateurs de produire de meilleurs textes et les amène-t-elle à les réviser davantage ? Les résultats sont très différents avec des étudiants du début de l'enseignement supérieur et des élèves de collège (*middle school*). Les premiers produisent avec ce dispositif des textes bien meilleurs que ceux d'un groupe témoin. En revanche les seconds font défiler le texte bien davantage que sans aide, pour essayer de suivre les conseils du logiciel, mais ne parviennent pas à améliorer leurs textes. Ces résultats sont contraires aux hypothèses des auteurs : les élèves les plus jeunes devraient davantage bénéficier du système puisque ce sont eux qui ont le plus besoin d'un partenaire d'écriture. " Peut-être les scripteurs plus vieux et plus expérimentés ont-ils bénéficié des *prompts* en ayant déjà les habiletés d'écriture et les ressources métacognitives que l'assistance informatisée pouvait augmenter efficacement ", concluent les auteurs de l'article. Ainsi ces listes de conseils apparaissent plus comme des aide mémoire utiles lorsqu'on a déjà acquis un savoir ou un savoir faire que comme des outils d'apprentissage.

Une série d'expérimentations de McKuchen, Francis et Kerr (1997) incite à la même prudence quant à l'effet des aides à la détection d'erreurs sur les scripteurs novices : une aide consistant à signaler l'emplacement des erreurs, efficace avec des scripteurs adultes, conduit les scripteurs moins avancés à travailler phrase par phrase et les détourne d'une révision pour le sens.

Piolat et Roussey (1994) ont de leur côté analysé le rôle de tels “ messages préformés ” dans des situations d’écriture en collaboration (dyades d’étudiants de l’enseignement supérieur). Les étudiants disposant de tels messages “ ont plus interagi à propos du processus rédactionnel ciblé (la planification ou la révision) qu’ils ne l’ont fait en situation de communication “libre”. [...] Cette augmentation de la réflexion a été suivie de la recomposition d’un texte respectant plus nettement la structure argumentative attendue. [...] Tout se passe comme si, concluent les auteurs, l’environnement informatique contenant des messages préformés maximisait l’effet de l’écriture collaborative en guidant le contenant des échanges. ”

Aider le scripteur à contrôler son processus d’écriture

L’Association française pour la Lecture a développé de son côté un système permettant de garder les traces des opérations successives d’écriture et de réécriture (*Genèse du texte*). L’utilisateur travaille sur son traitement de texte et au fur et à mesure, toutes ses actions sont enregistrées. Il peut ensuite se repasser le “ film ” de son écriture et ainsi réfléchir à ses stratégies. Mais les résultats disponibles, s’ils offrent des indications intéressantes sur la manière dont les enfants travaillent leurs textes, et s’ils ouvrent aux enseignants de nouvelles possibilités d’interventions didactiques, ne permettent pas de se faire une idée très nette des effets d’apprentissage du dispositif (Doquet, 1993 ; Foucambert, 1995).

Copie active et écriture personnelle

On évoquera enfin le système proposé par une équipe de l’IUFM de Créteil (*Scripertexte*, voir Crinon & Pachet, 1995 ; 1997 ; 1998 ; Crinon & Legros, à paraître ; Crinon, Legros, Pachet & Vigne, 1996 ; Legros & Crinon, à paraître). Le traitement de texte est ici accompagné d’une base de textes ressources, consultable grâce à une liste de mots clés rendant compte de l’univers du genre. Les utilisateurs, des élèves du cycle 3 de l’école primaire, peuvent puiser dans ces extraits pour réécrire leurs propres textes, des récits d’expérience personnelle. Le scénario pédagogique dans lequel est insérée l’utilisation du logiciel met l’accent sur les aspects discursifs et pragmatiques de l’écriture plutôt que sur la correction orthographique et grammaticale⁵⁹. Plusieurs séries d’évaluations faites en situation quasi expérimentale et permettant la comparaison avec des élèves travaillant sur papier concluent à une grande efficacité du dispositif : épaissement des textes, modifications “ macrostructurelles ”, cohérence des ajouts, effets durables et transférés, à moyen terme, à l’écriture sur papier et à d’autres genres textuels.

La génération de textes

Il ne s’agit pas ici d’évoquer ces recherches fondamentales situées au carrefour de la linguistique, de l’Intelligence artificielle et de la psychologie cognitive et liées aux industries de la langue (voir Anis, 1992) mais quelques didacticiens de génération de texte (ou qui simulent la génération)⁶⁰.

Ces programmes visent à aider le scripteur dans les premiers moments de l’élaboration du texte, celui de la récupération des idées (voir Fayol, 1997). Qu’est-ce qui, dans ces premiers instants de l’élaboration, si pénible à tant d’élèves (“ je n’ai pas d’idées ”), peut aider le texte à naître ? Les procédés sont nombreux : du “ remue-méninges ” cher aux professionnels de la communication aux jeux sur matrice proposés par Caré et Debyser (1978) pour l’apprentissage du français langue étrangère, aux jeux surréalistes mis à l’honneur à l’école et au collège par Malineau (1973) ou au “ binôme imaginaire ” (Rodari, 1979).

Les enseignants désireux d’utiliser le micro-ordinateur à l’école, dès le début des années quatre-vingt, ont exploité la capacité de la machine à tirer au sort et afficher des mots, des phrases, des images stockées dans des bases de données : logiciels à faire des cadavres exquis ou fonctionnalités ludiques ajoutées dans des traitements de texte pour enfants. On peut penser ici à *L’auteur en herbe* (Microsoft), où les fonctions permettant de composer et de mettre en page son texte sont réparties entre les étages d’une maison ; dans le “ grenier ”, un jeu de type “ bandit manchot ” assemble des images de manière aléatoire afin de faire démarrer l’écriture d’une histoire. Un logiciel qui a eu une diffusion importante dans les écoles, ELMO 0 (de l’Association française pour la lecture) propose notamment un jeu “ d’écriture automatique ” : des mots tirés au sort à partir de textes entrés par l’enseignant forment une matière première pour écrire.

C’est le pendant pédagogique d’outils d’aide à la créativité destinés aux professionnels de la publicité comme *Brain Booster*, “ qui permet de présenter toutes les combinaisons de mots jusqu’à

⁵⁹ La correction orthographique est faite par les adultes. Les textes sont destinés à être publiés et les enseignants mettent l’accent, pour la réécriture, sur les “ effets ” qu’on veut produire sur le lecteur.

⁶⁰ La section qui suit est adaptée d’un article paru dans *Le Français aujourd’hui* (Crinon, 1999). Nous nous en tenons à des exemples de logiciels en français.

trouver la meilleure formulation d'une idée qu'il ne se lasse jamais d'exprimer de toutes les manières possibles" (Gavriloff, 1991).

Mais la plupart des produits proposés aux enseignants vont au delà du simple jeu de hasard et introduisent un modèle de cohérence textuelle.

On peut citer plusieurs logiciels, sans chercher à être exhaustif⁶¹. *Conte II* (Profil) génère des récits conformes au schéma narratif de base du conte merveilleux. *Pour écrire un mot* (CIEP) produit des textes répondant à des contraintes de genre et de situation de communication. *Boxes*⁶² permet de combiner le contenu de différentes "boîtes" (mots, phrases, vers, etc.) en fonction d'une syntaxe définie dans une de ces boîtes. *Roman* (CNDP) permet d'écrire des romans "à la manière de..." à partir d'un choix parmi des critères décrivant un univers littéraire.

L'intérêt de ces logiciels dépasse la simple mise en mouvement de l'écriture. Certes, les mots, les images, les suites de phrases, les trames de textes qu'ils proposent, fonctionnent comme des tremplins pour l'imagination, orientent l'écriture et lui fournissent une matière première linguistique. Ils facilitent l'invention, mais permettent aussi de revenir sur le texte de manière réflexive. Un des effets de plusieurs de ces logiciels est de créer des situations problèmes. Le conte que produit la machine à partir des descriptions structurales et d'une banque d'épisodes est plat : c'est un schéma plutôt qu'un conte. Beaucoup de contes populaires racontent les mêmes histoires ; mais ce qui fait la qualité d'un conte, ce qui fait que nous aimons telle version plutôt que telle autre, c'est la manière du conteur. Pour l'élève, le travail d'écriture commence lorsque la machine a fourni une trame. Avec *Roman* également, l'essentiel arrive au moment où la machine a fait une proposition : le logiciel fournit des paragraphes faits de phrases de Stendhal, de Jules Verne ou de tel autre romancier. Tout n'est pas cohérent dans ce qu'il propose en allant tirer dans sa base de citations. Pourquoi ? Qu'y a-t-il à changer, à supprimer, à ajouter ?

La plupart de ces logiciels prévoient aussi que l'utilisateur pourra créer ses propres matrices de textes. *Roman* était ainsi livré avec des bases de données toutes prêtes, mais aussi avec un module permettant d'entrer de nouvelles bases, c'est-à-dire des phrases appartenant à un genre ou à un auteur et les descripteurs rendant compte de l'univers du genre ou de l'auteur en question. On voit quel travail d'analyse nécessite la réalisation d'une base par de grands élèves ou des étudiants. Avec des élèves plus jeunes, *Boxes* ou *Écritures automatiques* offrent des exemples d'une démarche comparable : il s'agit, pour mettre dans la machine les connaissances qui lui permettront de générer des petits textes, de faire l'analyse des caractéristiques, formelles ou pragmatiques de ces textes (voir Mangenot, 1996). La démarche était la même, mais plus exigeante pour l'enseignant, dans une expérimentation conduite dans les années quatre-vingt (Crinon, 1987) : programmer des phrases et des textes en Logo, langage modulaire permettant de donner aux élèves des "briques" de programme simples à manipuler et adaptées au traitement de la langue⁶³. Pour programmer ces simulations linguistiques, on modélise et on explicite le fonctionnement de la langue ou d'un univers de discours : le recours à l'ordinateur permet de mettre à l'épreuve ces hypothèses : le texte généré correspond plus ou moins aux attentes, aux textes "naturels" (Crinon, 1987). En même temps, on s'est créé ses propres outils créatifs, pour démarrer l'écriture de textes appartenant au genre visé.

On citera les travaux déjà anciens de Sharples (1985). Celui-ci relate, sous le titre "*Creative Writing*", une expérimentation avec cinq enfants de onze ans : les enfants ont créé une aventure sur un logiciel adéquat, *Fantasy*, puis ont rédigé une histoire basée sur l'aventure "jouée". Les observations du chercheur résument bien l'intérêt didactique des jeux d'aventure pour faire entrer progressivement les enfants dans le monde de la narration :

"Les enfants sont passés de descriptions isolées à un environnement descriptif, puis narratif. Le réseau de descriptions ordonnées de *Fantasy* joue le rôle d'un plan d'histoire et d'une mémoire externe, et les histoires naissent naturellement, quand les enfants jouent l'aventure et explorent le réseau. Grâce à la séparation d'une histoire en deux composantes – un environnement descriptif et un itinéraire à travers cet environnement – les enfants ont pu créer, modifier et passer

⁶¹ Pour une typologie et une analyse détaillée des logiciels pédagogiques de génération de texte, on peut se reporter à Mangenot, 1996.

⁶² Une pile *HyperCard* programmée par Sharples et adaptée en français par Crinon et Mangenot.

⁶³ Le support proposé ici (programmation intégrant des macro-commandes *Logo*) pour mettre les élèves en situation de se construire des savoirs et des compétences linguistiques nouveaux, s'inscrit dans le paradigme de recherche ouvert par Papert (1981) et qui a été illustré aussi, au cours des années quatre-vingt, dans d'autres disciplines, de la simulation d'objets techniques au pilotage de robots.

alternativement d'une composante à l'autre, l'ordinateur fournissant un pont entre description et narration. ”

L'ordinateur pour communiquer et pour collaborer

Enjeux et attentes

Communiquer

Le langage, écrit comme oral, s'acquiert par l'exercice même de l'activité langagière. À l'oral, les interactions dialogiques aident le locuteur à récupérer ses connaissances et à gérer son discours (Scardamalia & Bereiter, 1986) : c'est la stratégie du “ *what next* ”. À l'écrit, c'est plus difficile, faute d'un interlocuteur présent.

Le travail de groupe permet de créer ces feed-back et ces interactions verbales : on fait travailler des élèves ensemble (généralement par paires), pour élaborer et corriger leurs textes. L'ordinateur peut intervenir ici de deux manières.

– C'est un objet autour duquel s'organisent des interactions. On parle autour de l'écrit, et l'ordinateur semble favoriser ce travail collectif.

– C'est un vecteur de communication. Les particularités de la langue de la communication à distance la situent à mi-chemin entre l'écrit et l'oral (Anis, 1998 ; Debyser, 1989 ; Luzzati, 1991). Dans les messages électroniques, l'écrit devient lui aussi immédiatement interactif. L'ordinateur, au service de projets de communication, permet aux élèves d'expérimenter la nature sociale du langage écrit, moins sensible dans les situations de communication différée, et particulièrement opaque dans beaucoup de situations d'écriture scolaire. Et parce que le cyberspace est de nature essentiellement linguistique (Cicognani, 1998), il peut être un lieu privilégié d'apprentissages linguistiques et langagiers.

Écrire et apprendre

La manière traditionnelle d'envisager l'apprentissage de l'écrit en termes de maîtrise de compétences émietées est remise en cause par la conception vygotkienne du rôle du langage dans la construction de la pensée et des savoirs (Vygotski, 1997). L'enjeu du langage, et notamment du langage écrit, est le développement de la pensée et, inversement, c'est par l'exercice du langage dans des pratiques ayant cet enjeu cognitif que se développent et se perfectionnent des compétences linguistiques, discursives et pragmatiques (Bautier, 1995). La mise en mots et les échanges (entre pairs ou avec l'adulte) jouent un rôle important pour que l'enfant réfléchisse et construise des savoirs. Les pratiques langagières liées aux apprentissages ont un double effet : sur les contenus (la connaissance du monde) et sur l'apprentissage de la langue et des discours. Scardamalia et Bereiter (1987) lorsqu'ils distinguent deux stratégies d'écriture, celle qui se contente de restituer des connaissances (stratégie des connaissances racontées) et celle qui les réélabore (stratégie des connaissances transformées), mettent également l'accent sur le rapport étroit entre l'écriture et l'élaboration de la pensée.

Dans cette perspective, on peut considérer que des projets qui font du langage écrit un moyen et non une fin et mettent l'élaboration de textes au service d'apprentissages dans différentes disciplines sont le meilleur moyen de développer la maîtrise de l'écrit.

La notion de “ *situated literacy* ”, créée par analogie avec celle de “ *situated cognition* ”⁶⁴, permet ainsi de porter l'accent sur le contexte d'écriture créé par le réseau informatique (Duin & Hansen, 1996). Si l'expression organise l'expérience plus qu'elle n'est organisée par l'expérience (Bakhtine, 1977), si l'interprétation qu'un individu fait du monde qui l'entoure résulte des interactions sociales langagières avec les autres, il est important de construire les situations d'apprentissage de manière à permettre aux élèves d'interagir avec une “ communauté ”.

Ces conceptions trouvent leur illustration dans le CSCL (computer supported collaborative learning : apprentissage collaboratif assisté par ordinateur). Considérer l'ordinateur comme un outil permettant aux élèves d'apprendre ensemble, de manière coopérative, a donné naissance à une communauté de chercheurs qui considère le CSCL comme un nouveau paradigme de recherche sur les technologies éducatives et une alternative aux paradigmes de l'EAO ou des micro-mondes de Papert (Koschmann, 1996). Ce type d'orientation s'inscrit bien dans l'évolution récente des recherches dans le domaine de l'informatique éducative : l'objectif n'est plus de créer des “ machines à enseigner ” et les recherches sur les “ tuteurs intelligents ” ont perdu de leur actualité. “ Il s'agit aujourd'hui de

⁶⁴ La “ cognition située ” ou “ cognition en contexte ” est un courant théorique qui insiste sur le rôle des interactions sociales dans les apprentissages.

concevoir des systèmes coopératifs d'apprentissage qui intègrent comme acteurs des enseignants ou formateurs et des apprenants, et qui offrent de bonnes conditions d'interaction à travers les réseaux entre agents humains et agents artificiels, ainsi que de bonnes conditions d'accès à des ressources formatives distribuées, humaines et/ou médiatisées. ” (Vivet, *in* Bruillard, 1997)

Cependant, les recherches menées jusqu'ici dans ce domaine sont encore largement des recherches descriptives ; les études tirant des conclusions sur l'efficacité de ces pratiques manquent, remarquaient plusieurs auteurs en 1996 (Bowen, 1996 ; Kolodner & Gudzial, 1996). Aujourd'hui encore, les résultats disponibles ne sont pas suffisamment nombreux pour tirer toutes les implications de ces pratiques en pleine expansion. Les effets de ces projets sur les apprentissages, l'effet, sur les interactions, de l'artefact que constitue le logiciel de communication ou de collaboration, le rôle respectif de la collaboration et des outils spécifiques de collaboration, le transfert des capacités acquises au cours de tels projets sont des questions essentielles pour les futures recherches.

Quels apprentissages ?

Mais par ailleurs, la problématique mise en avant par les partisans des activités coopératives avec l'ordinateur n'est pas seulement fondée sur leur efficacité pour apprendre, mais aussi sur la revendication d'une école ouverte à la réalité du monde. Dans une pédagogie du projet aboutissant à des productions et de la communication, l'emploi des outils performants utilisés dans la société va de soi (Scardamalia & Bereiter, 1996). En outre, d'autres objectifs d'apprentissage sont mis en avant autant que les apprentissages cognitifs : le développement de l'autonomie et de l'aptitude à coopérer ou à vivre dans un groupe, les compétences civiques et sociales (Carrier, Crinon & Gautellier, 1999 ; Scardamalia & Bereiter, 1996 ; Riel, 1996).

Interactions autour du traitement de texte

On a déjà mentionné, dans la partie de ce chapitre consacrée au traitement de texte, que les apprenants interagissent davantage quand ils écrivent sur ordinateur et que cette coopération a des effets positifs sur l'écriture. Ils interagissent autour de la machine alors que l'écriture papier crayon est le plus souvent individuelle et privée : le caractère public de l'écrit sur écran provoque des interactions entre élèves qu'on n'observe pas sur le papier (Bruce, Michaels & Watson-Gegeo, 1985, cités par Cochran-Smith, 1991 ; Hawisher & Selfe, 1999) ; les élèves ont tendance à se déplacer, à lire et à commenter les productions des autres.

Cochran-Smith (1991) s'appuie sur plusieurs recherches pour montrer l'intérêt d'utiliser délibérément les interactions sociales favorisées par l'ordinateur. Ainsi dans une expérimentation menée avec des élèves du secondaire (huitième année) travaillant avec un logiciel de géographie (Johnson, Johnson & Stanne, 1986), l'ordinateur couplé à des situations d'apprentissage coopératif donne de meilleurs résultats (concernant la production, la stratégie de résolution de problème et la compétence à utiliser l'ordinateur) que l'ordinateur couplé avec des situations d'apprentissage individuel et en compétition. La recherche de Jones et Pellegrini (1996), déjà évoquée, montre, avec des enfants en début d'apprentissage, des effets cumulatifs du média et des relations d'affinité sur la métacognition au cours de tâches d'écriture de récits.

Zammuner (1995) reprend l'hypothèse selon laquelle la difficulté de l'écrit est liée à l'absence de feed-back et d'interactions verbales avec un interlocuteur. Mais plutôt que d'avoir recours à des listes de conseils procéduraux implémentés dans des logiciels, très compliqués à mettre au point si l'on veut tenir compte des besoins de chaque individu (Johnson & Johnson, 1996) et dont les effets sont décevants dans l'état actuel (voir plus haut la section consacrée aux environnements d'écriture), elle table simplement sur l'efficacité de l'aide entre pairs. Dans une classe italienne de quatrième année, elle compare les récits écrits par les élèves sur traitement de texte dans trois conditions :

1. écriture individuelle et révision individuelle,
2. écriture individuelle et révision avec un pair,
3. écriture avec un pair et révision avec un pair.

Si l'on constate des améliorations lors de la révision dans les conditions 1 et 3, ces améliorations ne concernent qu'un petit nombre de critères. Mais les révisions opérées dans la condition 2 sont plus importantes sur presque tous les critères, qu'il s'agisse du style évalué globalement, de la complexité syntaxique, des erreurs orthographiques ou de la structure narrative. Le brouillon coopératif est également de meilleure qualité que le brouillon individuel. La situation la plus aidante est celle où les enfants écrivent avec un pair et révisent avec un partenaire différent (un regard neuf sur le texte aide à la révision). Le travail avec un pair est donc fructueux, indépendamment même d'interventions didactiques de l'enseignant, qu'il s'agisse de produire ou de réviser. L'auteur souligne cependant que ce travail coopératif ne permet pas à la dyade d'aller au delà de son niveau de compétence collective.

De nombreux autres auteurs notent un enrichissement des échanges métalinguistiques, à l'instar de Gibelli (1988) qui, rendant compte d'une expérimentation du traitement de texte au collège, montre que ses élèves se livrent à des discussions de "grammaire appliquée" (l'échange cité porte sur la clarté de certaines anaphores) qu'ils n'auraient sans doute pas eues devant une feuille de papier.

Dam, Legenhausen et Wolff (1990) font des constatations analogues avec des lycéens rédigeant en anglais langue 2. Dans ce cas, la communication métalinguistique a naturellement lieu dans la langue maternelle. Les réflexions échangées par les pairs peuvent également porter sur les stratégies rédactionnelles mises en œuvre : Barbier et ses collègues (1993) soulignent "les intérêts pédagogiques de l'utilisation d'un réseau comme aide à la rédaction de textes". Ils notent que la communication par le biais du réseau d'ordinateurs a entraîné chez les apprenants une meilleure interaction "à propos du processus rédactionnel ciblé (la planification ou la révision)" que dans le cas d'une communication libre ; ces interactions permettent de mieux atteindre "le but rédactionnel".

L'écriture collaborative : construire des savoirs en écrivant

L'étude de la collaboration entre pairs devant un même ordinateur n'épuise pas la question de l'ordinateur comme outil de collaboration. Deux domaines de recherche distincts, tous deux très bien documentés dans le monde anglo-saxon, concernent actuellement l'écriture collaborative : l'apprentissage collaboratif assisté par ordinateur (CSCL, *computer supported collaborative learning*, pour une revue, voir Lehtinen et al., 1998) et la communication médiée par ordinateur (CMC, *computer mediated communication*⁶⁵). La différence entre la CMC et la CSCL appliquées à la production écrite tient tout d'abord à ce que, dans la première, on se sert des canaux de communication habituels, comme le courrier électronique, les forums, les bavardages ("chats"), tandis que pour la seconde, on utilise en général des logiciels *ad hoc* destinés à permettre, voire à structurer les interactions, celles-ci étant souvent d'ordre métacognitif. Dans la CMC, l'outil informatique joue ainsi un rôle plus neutre que dans la CSCL. Dans les deux cas cependant, l'intervention de l'enseignant reste fondamentale : dans la CMC, c'est lui qui élabore le projet et qui en planifie les grandes étapes ; dans la CSCL, c'est lui qui fournit consignes et ressources ou qui crée une situation problème ; dans les deux cas, c'est à lui que revient l'évaluation des productions. La frontière n'est pas toujours facile à tracer : dans le cas de *Simulab*, par exemple, un environnement HTML permettant la pratique de simulations globales par des groupes distants, le logiciel d'un côté permet et encourage la communication mais de l'autre structure également la collaboration⁶⁶.

La communication médiatisée par ordinateur (CMC)

Les exemples de situations où l'ordinateur sert de support à des projets de communication seraient innombrables : journaux scolaires utilisant le traitement de texte et/ou la PAO pour diffuser des informations vers les parents, le quartier ou plus largement encore (voir *Argos*, 1995) ; correspondances scolaires par messageries électroniques (Clauzel, 1988 ; Riel, 1996), publications sur des serveurs télématiques ou créations collectives à distance (Archambault, 1996 ; Crinon, 1993b ; Debyser, 1989 ; Tardif, 1998) ; création de produits multimédias sur CD-ROM (Millet & Tissier, 1997⁶⁷)... Le développement d'Internet amène un foisonnement d'initiatives visant à mettre des élèves en réseau et à créer en collaboration (de nombreux exemples dans Chenevez, 1997 ; Chenevez, 1999). Les pratiques de correspondance scolaire et d'imprimerie à l'école héritées de Freinet trouvent ici de grandes possibilités d'extension.

Bâtir des projets de production et de communication motive les élèves et les rend actifs, dans une perspective constructiviste des apprentissages. Beaucoup de comptes rendus insistent sur l'intérêt que manifestent les élèves. Ainsi par exemple Nicaise et Crane (1999), évaluant un travail de création multimédia sur Internet, notent que le projet a suscité beaucoup d'enthousiasme et de satisfaction chez les étudiants, en particulier chez les plus imaginatifs d'entre eux.

On écrit mieux en situation de communication qu'en situation purement scolaire. Les recherches sur l'écriture en collaboration inter-classes utilisant l'ordinateur (Riel, 1990 et revues dans Riel, 1996) montrent un accroissement des compétences d'écriture et de la motivation d'une part à lire et à écrire, d'autre part à s'intéresser à des sujets scientifiques ou sociaux ; elles viennent ainsi

⁶⁵ Voir notamment Warschauer, 1997 et Anis, 1999.

⁶⁶ Présentation sur le site : <http://oyt.oulu.fi/tsimulab/index.htm>. On reparlera de cet environnement dans le chapitre sur l'ALAO.

⁶⁷ Ces productions d'hypertextes ou d'hypermédiés à l'école, qu'il s'agisse de productions à finalité documentaire ou de fictions interactives, conduisent aussi à un autre type de réflexion que celui qui fait l'objet de ce rapport : avec les ordinateurs sont apparus de nouveaux genres textuels, et ces genres acquièrent peu à peu droit de cité à l'école et dans les pratiques d'écriture scolaire.

confirmer les constats que font chaque jour les praticiens de la pédagogie du projet ou de la pédagogie coopérative.

On repère également une “égalisation des statuts” dans ces situations de communication électronique, alors que les pratiques scolaires habituelles sont caractérisées par une inégalité de participation selon l’origine sociale et le sexe (Hawisher & Selfe, 1999 ; Warschauer, 1997). Aux pédagogues de s’en saisir pour mieux faire participer tous les élèves. Duin et Hansen (1996) citent les résultats de plusieurs recherches menées sur des étudiants de l’enseignement supérieur élaborant en commun des documents en collaborant sur un réseau informatique : la participation y est plus importante que dans le cas d’un travail sans réseau d’ordinateurs, en particulier de la part des étudiants les plus faibles. Ils attribuent ces résultats, non seulement aux facilités de stockage et de partage de l’information, mais surtout à la possibilité offerte à ces étudiants de travailler anonymement, en s’identifiant par un pseudonyme.

Certains projets ayant impliqué plusieurs dizaines de classes à travers le monde présentent la caractéristique intéressante d’utiliser le canal de communication le plus simple techniquement, le courrier électronique, pour aboutir cependant à une “œuvre collective” (Mangenot, 1998) disponible sur la Toile : projet “Calliopée”⁶⁸ associant des écoles françaises et canadiennes pour des recherches et des créations communes, projet “Dessinez-moi un monstre”⁶⁹, animé par Jane Scaplen, enseignante de français en classe d’immersion au Canada, projet “L’immeuble”⁷⁰, animé par Monique Perdrillat de l’association française ADEMIR... Les deux derniers projets cités présentent une autre originalité : ils mêlent des classes pour lesquelles le français est une langue étrangère ou seconde et des classes dont le français est la langue maternelle. Notons, dans les deux cas, le rôle fondamental joué par l’animatrice du projet : c’est elle qui lance le projet, qui donne les consignes à toutes les classes participantes, qui reçoit les contributions par e-mail, qui les organise de manière attrayante (en ajoutant photos, graphismes...) sous forme HTML ; dans ces conditions, l’engagement pour un professeur décidant de participer avec sa classe est bien moindre que dans d’autres types de projets, grâce justement au rôle plus important du coordinateur. N’y aurait-il pas là, pour certains enseignants, une sorte de propédeutique à la création collective multimédia à encourager en reconnaissant mieux le rôle des coordinateurs ?

Un domaine de la CMC dans lequel les pratiques présentent un décalage considérable entre le monde anglo-saxon et la France est celui de l’utilisation pédagogique des “mondes virtuels” – et notamment des MOO – en vue du développement de capacités en communication écrite. Mangenot⁷¹ (1998) décrit ainsi ces environnements :

“ Dès les débuts d’Internet sont apparus, en Amérique du Nord, des jeux de rôle textuels, dans lesquels les utilisateurs interagissaient en temps réel dans un environnement spatial virtuel (également textuel) élaboré par un meneur de jeu. Ces jeux de rôle ont été baptisés MUD (*multi-users dungeons & dragons* ou *multi-users dimension*). Ils ont donné lieu à deux développements plus récents : les MUD multimédias, d’une part, dont *Le deuxième monde*, de Cryo et Canal+ Multimédia, est un exemple, et les *MUD Object Oriented* (MOO), qui restent textuels mais permettent aux utilisateurs de modifier l’environnement en créant de nouveaux lieux et objets. Ces MOO semblent très populaires dans les milieux éducatifs nord-américains, alors qu’ils sont quasiment inconnus en France. ”

On trouve dans Mangenot (1999), outre de nombreuses références, une discussion sur l’intérêt pédagogique de ces environnements, dont on reparlera à propos de l’apprentissage des langues étrangères.

Tout n’est cependant pas idyllique dans les comptes rendus de recherches consacrées aux pratiques de communication par les réseaux d’ordinateurs. Une recherche expérimentale menée par Rada et Wang (1998) ne met en évidence aucune amélioration de la qualité des écrits dans une écriture collaborative. Un autre, concernant l’apprentissage de l’anglais langue étrangère par des étudiants chinois (Huang, 1998) compare la participation de dix-sept sujets travaillant en quatre groupes sur une tâche d’écriture dans deux conditions : discussion en face à face et par communication synchrone sur un réseau d’ordinateurs. La production verbale est deux fois et demie plus importante dans le groupe en face à face. “ Dans un épisode typique de discussion CMC, un seul

⁶⁸ <http://ambafrance.org/CALLIOPEE>.

⁶⁹ <http://www.k12.nf.ca/she/jscaplen/monstres/monstre2.html>.

⁷⁰ Présentation du projet : <http://www.ademirnet.com/ademirne.html>. Accès à la réalisation collective : <http://www.multimania.com/moncade/Immeuble/immeuble.html>.

⁷¹ Brammerts (1995) en avait cependant déjà relevé l’intérêt.

étudiant a parlé, et personne ne lui a répondu. En contraste, un épisode typique de discussion face à face voit la participation de trois étudiants⁷² ». D'autres recherches, citées par Warschauer (1997) mettent en évidence une difficulté plus grande à parvenir à une prise de décision et même à établir des échanges cohérents dans des échanges par ordinateur que dans des échanges en face à face.

Créer une communauté de discours suppose que s'est créée une communauté d'intérêt, que les apprenants estiment qu'il ont à gagner aux échanges avec d'autres participants, et qu'ils reçoivent des réponses rapides à leurs messages, remarquent Duin et Hansen (1996) dans une analyse de plusieurs recherches empiriques. On peut penser que la définition de tâches communes pertinentes joue un rôle central dans la réussite des projets. Pas plus que dans le cas du traitement de texte examiné dans la première partie de ce chapitre, le recours à un réseau d'ordinateurs ne garantit à lui seul des résultats. C'est bien, là encore, un système complexe où le scénario pédagogique joue un rôle particulièrement important qui est à prendre en compte.

L'apprentissage collaboratif assisté par ordinateur (CSCL)

D'assez nombreuses expérimentations ont eu lieu dans ce domaine, un des avantages apportés par des logiciels *ad hoc* étant de permettre une meilleure reproductibilité des conditions d'expérimentation.

Le projet CSILE

Évoquons d'abord un important projet développé depuis le début des années quatre-vingt-dix par une équipe de l'université de Toronto, et qui a des ramifications dans d'autres régions d'Amérique du nord et d'Europe, le projet CSILE : *Computer Supported Intentional Learning Environments* (Scardamalia & al., 1992 ; Scardamalia & Bereiter, 1996 ; Viens, 1995). Les apprenants y élaborent collectivement des contenus de connaissances pour alimenter une base de données commune aux différents participants et destinée à un public large. Ils ont peu de connaissances au départ sur le sujet et disposent d'une large marge de responsabilité pour organiser leur production et leur activité. Des outils spécifiques ont été mis au point (les plus récents utilisent Internet) : les participants peuvent ainsi travailler ensemble à distance et commenter le travail des autres.

Des évaluations ont comparé les performances de classes élémentaires CSILE et non CSILE (Lehtinen & al., 1998). Elles montrent une supériorité des premières dans plusieurs domaines : résultats à des tests de lecture et de vocabulaire, capacité à lire des textes difficiles, qualité des questions, profondeur des explications, résolution de problèmes mathématiques, commentaires de dossiers, lecture d'images. Mais ces effets positifs d'apprentissage sont des effets globaux du projet, dans lesquels il est difficile d'isoler la variable ordinateur. Quelle analyse peut-on faire des apports de l'ordinateur à un tel projet ? Lehtinen et ses collègues, synthétisant différents articles, mettent l'accent sur les points suivants :

- l'ordinateur favorise les interactions en classe en donnant aux apprenants des points de "référence partagée". La collaboration en est rendue plus intensive ;
- la "réalité" de la communication (hors de la classe, avec différents partenaires, des experts du domaine...) : les outils de communication permettent de rendre les échanges plus denses et les feed-back immédiats. Les études sur l'utilisation de la messagerie électronique tendraient à confirmer ces avantages.

Un article de Cohen et Scardamalia (1998), comparant, dans une situation de construction de concepts en sciences physiques par des élèves de cinquième et sixième année de l'école élémentaire, un travail coopératif en face à face autour d'un unique poste d'ordinateur et un travail coopératif CSILE où le temps de travail est partagé entre la situation de face à face oral et le travail individuel devant le terminal d'ordinateur, met l'accent sur l'apport réflexif de l'écriture. Dans le groupe CSILE, les élèves ont eu des échanges plus riches en éléments métaprocéduraux et la collaboration a été plus effective.

De son côté Viens (1995) met en évidence, au sein du projet CSILE, les effets d'une interface particulière qui fournit aux élèves des concepts clés qui fonctionneront comme des mots clés pour organiser la base de données commune. Les résultats obtenus dans une expérimentation avec pré-test et post-test permettant une comparaison avec un groupe témoin montre l'importance des fonctionnalités implémentées sur l'outil informatique : les résultats suggèrent en effet une "plus grande convergence du groupe expérimental vers les concepts importants du sujet à l'étude ainsi qu'une plus grande appropriation du vocabulaire spécialisé".

⁷² Il serait pourtant risqué de conclure sur quelques résultats. Ils sont par exemple contradictoires avec ceux de Warschauer (1996) constatant une participation accrue des étudiants travaillant dans le mode "réseau d'ordinateurs" par rapport au mode face à face, ainsi que des productions plus correctes et plus complexes.

Présentant une étude de cas concernant des étudiants de première année d'université, Neuwirth et Wojahn (1996) insistent à l'inverse, non sur les apports propres de l'ordinateur, mais sur les occasions qu'il fournit. Les étudiants travaillent sur un éditeur possédant un espace pour les commentaires. Les entretiens avec les étudiants mettent en évidence que l'usage de l'éditeur concerne trois aspects correspondant à des difficultés dans les pratiques habituelles : la révision par un pair, l'apprentissage de la révision et la communication à propos de l'écriture.

Daedalus

Un logiciel d'écriture collaborative très utilisé aux États-Unis est le *Daedalus Integrated Writing Environment* (DIWE). Une de ses principales fonctionnalités, nommée "InterChange", est de permettre la communication en temps réel à travers un réseau local. Plusieurs expérimentations ont eu lieu avec ce logiciel.

Kern (1995), en français langue étrangère, s'est livré à une expérimentation consistant à comparer un groupe travaillant avec InterChange à un autre groupe travaillant en classe. Il utilise, pour son analyse, trois types de données : la transcription des productions des étudiants lors d'une session InterChange, la transcription des productions orales des étudiants en classe (avec le même sujet de discussion et le même document de départ), les réponses des étudiants et des enseignants à un questionnaire sur les avantages et inconvénients du système InterChange. Il constate que la production verbale est quantitativement supérieure (le double) et qualitativement beaucoup plus variée dans la condition technologique. Mais ses objectifs ne concernaient pas directement l'amélioration des capacités en production écrite de ses étudiants, aussi sa recherche sera-t-elle analysée plus en détail ailleurs (chapitre sur l'ALAO).

Slatin (1992) pour sa part, décrit un cours de poésie contemporaine qu'il a assuré en utilisant systématiquement (deux fois par semaine durant un semestre, soit trente séances) le module de communication de l'environnement DIWE. Après avoir montré que les messages des étudiants constituaient 85 % de l'ensemble des échanges verbaux lors d'une session InterChange, et après avoir analysé de manière plus qualitative un certain nombre de transcriptions, il conclut de manière très optimiste :

“ La classe que j'ai longuement décrite a sans doute constitué la meilleure expérience que j'ai eue en quinze années d'enseignement. ”

Mais il souligne que l'usage qu'il a fait de l'ordinateur est le résultat d'un choix n'allant pas forcément de soi :

“ Les universités, comme les autres organisations, peuvent utiliser la technologie pour mieux enrégimenter et contrôler, avec comme résultat une distance plus grande entre les enseignants et la direction et entre les étudiants et les enseignants. Ou bien les universités peuvent utiliser la technologie pour distribuer plus largement l'autorité et le pouvoir, afin d'amener étudiants, enseignants et administrateurs à une collaboration active, dans un processus éducatif permettant de dépasser les limites spatio-temporelles imposées par les salles de classe, les horaires de cours et les frontières disciplinaires. ”

Souhaitant aller plus loin que la communication relativement libre permise par des systèmes comme DIWE, une équipe de chercheurs en sciences cognitives de Lyon (GRIC-COAST, CNRS et université Lumière-Lyon 2) s'intéresse depuis plusieurs années à la manière dont il serait possible, grâce à des systèmes informatiques, de structurer les interactions entre pairs, voire de provoquer des "interactions épistémiques" (cf. *infra*). Dans Baker et Lund (1997), ils décrivent un "environnement CSCL" destiné à structurer les échanges entre des lycéens devant résoudre des problèmes de physique. Une dimension de l'expérimentation pourrait concerner la production écrite : les auteurs comparent l'effet sur les interactions (qui concernent toujours la tâche) de deux types d'interface, l'une plus libre (une simple fenêtre permet l'échange de messages en temps réel), l'autre plus structurée (au lieu d'une fenêtre vide, c'est une liste d'actes communicatifs qu'il faut choisir, (Baker et Lund, 1997, p. 183). Le résultat de cette expérimentation montre que l'interface structurée entraîne des échanges plus focalisés sur la tâche et plus réflexifs, l'explication fournie étant que l'interface structurée a un coût cognitif moindre que le fait de devoir rédiger les messages. Une autre expérimentation (Baker, de Vries et Lund, à paraître) concerne plus directement la production écrite, même si elle a lieu dans le cadre de l'enseignement de la physique et non du français. Le système décrit, CONNECT (*Confrontation, Negotiation and Construction of Text*), permet la rédaction par deux étudiants travaillant sur deux ordinateurs différents d'un texte commun à partir de deux textes individuels (de type explicatif-argumentatif). La tâche observée portait sur l'interprétation par des lycéens (classe de première) de phénomènes concernant la propagation du son, les dyades ayant été constituées en prenant en compte la distance entre les conceptions exprimées dans les deux textes initiaux. Les résultats montrent d'une part la difficulté qu'ont les lycéens à se contredire ouvertement

(l'interface incitait à prendre position sur chacune des phrases contenues dans les textes initiaux), d'autre part, malgré tout, la qualité épistémique des échanges : 56 % des messages, selon les auteurs, possédaient cette qualité⁷³. Une autre remarque concerne le poids de la gestion de l'interaction : 41 % de l'ensemble des messages échangés concernent cette dimension. Une doctorante de Lyon a utilisé le système CONNECT dans le cadre de la rédaction collaborative de textes d'opinion, en classe de français, mais ses résultats ne sont pas encore publiés (à notre connaissance) : il s'agit sans doute là de perspectives prometteuses.

CSCL et métacognition

Le point commun entre toutes les expérimentations est l'accent mis sur la dimension "méta" (métalinguistique, métacognitif, métastratégique) des interactions se déroulant à travers l'environnement informatique.

Ainsi Slatin (1992, p. 30) insiste-t-il beaucoup sur la dimension "méta" induite, de manière générale, par les systèmes informatiques de travail collaboratif, dans le cadre d'une organisation professionnelle :

"Les concepteurs de systèmes et leurs utilisateurs doivent décider de la manière d'afficher sur l'écran de l'ordinateur les processus et les négociations, de même que les autres données, sous une forme textuelle ou graphique. Cela signifie que l'organisation doit rendre son savoir explicite, et ce sous une forme textuelle. C'est particulièrement difficile dans la mesure où un tel savoir implique d'habitude beaucoup de connaissances procédurales non explicites acquises par l'expérience plutôt que par une instruction formelle."

Concernant l'écriture collaborative, le même auteur (p. 32) souligne :

"Du point de vue de l'étudiant, le discours interactif écrit offre un accès à la parole jusque là inégalé [...] lors des discussions de classe, sans priver aucun autre étudiant des mêmes droits. Du point de vue de l'enseignant, le discours interactif écrit offre un accès jusque là inégalé à ce qui se passe dans la tête des étudiants, et à leur niveau de compréhension des contenus du cours. Cela offre aussi un accès jusque là inégalé aux processus par lesquels les étudiants, individuellement ou collectivement, parviennent à cette compréhension. Cela rend donc le méta-savoir à la fois possible et nécessaire. Le méta-savoir [...] est le savoir que les participants ont de ce qui se passe dans la classe et de la manière dont la classe fonctionne. [...] Autant pour l'enseignant que pour l'étudiant, c'est l'existence des commentaires sous forme textuelle qui rend le méta-savoir possible."

En conclusion, on peut dire qu'avec les "environnements CSCL", plus encore qu'avec le simple traitement de texte, est visé un enrichissement de la dimension métacognitive de la production écrite, en même temps qu'une stimulation de la régulation des apprentissages grâce à l'écriture.

Conclusion

Pendant la décennie quatre-vingt, la réflexion sur l'écriture assistée par ordinateur a été dominée par l'idée que le traitement de texte pouvait constituer un "outil d'instruction", capable, de par ses caractéristiques propres, de faire progresser les apprenants dans leur écriture. Cette croyance a été contredite par les résultats des recherches empiriques : celles-ci obligent à avoir une vision systémique. Certaines fonctionnalités spécifiques (qu'il s'agisse par exemple de la facilité à modifier un texte sur traitement de texte, de l'accès à des ressources dans des environnement d'écriture ou de la communication par les réseaux) utilisées dans des situations d'apprentissage construites de manière cohérente, conduisent à des résultats parfois spectaculaires. Bref la situation d'apprentissage est primordiale, mais les "gains" que permet l'emploi de tel logiciel dans telle situation d'apprentissage sont loin d'être négligeables.

C'est pourquoi les recherches conduites depuis le tournant des années quatre-vingt-dix se sont souvent reportées dans deux grandes directions, qui dominent aujourd'hui :

- la conception et l'évaluation d'environnement d'écriture ;
- l'étude des contextes pédagogiques dans lesquels l'écriture sur ordinateur est plus efficace que l'écriture manuscrite.

Dans cette optique, les situations de communication et de coopération sont l'objet d'un intérêt tout particulier.

⁷³ Selon les auteurs, pour qu'une interaction soit qualifiée d'épistémique, il faut d'une part que les étudiants ancrent le sens des termes employés aux concepts fondamentaux du domaine de discours, d'autre part qu'ils explicitent leur raisonnement et acceptent de remettre ses fondements en cause. C'est à ces conditions que les interactions communicatives permettent des changements conceptuels.

CHAPITRE VI

La construction des représentations des connaissances scientifiques

Frank Jamet

Introduction

Ce chapitre est consacré aux recherches qui traitent du multimédia et de l'apprentissage des sciences. Lorsque nous parlons des sciences, nous entendons l'ensemble des champs disciplinaires qui sont enseignés tant à l'école élémentaire que dans le cadre de l'enseignement secondaire et supérieur. Notre propos répondra à six grandes questions :

- Quels domaines scientifiques le multimédia a-t-il investis ?
- Quelle est la problématique à la genèse des travaux sur le multimédia et les sciences ?
- Quels sont les cadres théoriques de référence de ces recherches ?
- À quelles méthodologies les chercheurs ont-ils recours ?
- À quelles populations ces recherches se sont-elles intéressées (enfants, adolescents, adultes) ?
- Quels sont les principaux résultats qui se dégagent de ces études ?

Nous concluons notre propos en répondant aux questions posées, en développant un point de vue critique sur les données observées et nous brosserons un panorama des recherches futures.

Les domaines scientifiques

L'examen des cinq dernières années de la littérature sur le multimédia et l'apprentissage des connaissances scientifiques montre que les thèmes de recherches peuvent être regroupés en quatre domaines :

- les travaux dont l'objet porte sur les contenus disciplinaires ;
- les études qui se sont intéressées aux stratégies de l'apprenant face aux outils multimédias ;
- les investigations sur la qualité du discours de l'utilisateur de multimédias ;
- et enfin les recherches sur les types de pratiques pédagogiques.

1. Les travaux sur les contenus disciplinaires, les plus nombreux, touchent la quasi-totalité des matières enseignées : physique, chimie, mathématiques, géométrie, biologie, écologie. Les études qui traitent des sciences physiques concernent d'une part le fonctionnement de différents systèmes mettant en jeu des relations de cause à effet comme la pompe à vélo (Mayer, 1997 ; Mayer & Anderson, 1992 ; Mayer & Anderson, 1991), le freinage assisté (Mayer, 1997 ; Mayer & Anderson, 1992 ; Mayer & Gallini, 1990), le phénomène météorologique de l'éclair (Mayer, 1997 ; Mayer, Steinhoff, Bower & Mars, 1995), les générateurs électriques (Mayer, 1997 ; Mayer & Gallini, 1990) et d'autre part la connaissance des principes de la physique newtonienne comme les lois du mouvement. En chimie, Kozma, Russel, Jones, Marx et Davis (1996) étudient la construction de la notion de l'équilibre chimique qui résulte de la stabilité de la pression et de la température. Ils ont développé un outil appelé : *4M Chimie* (multimédia et modèles mentaux Chimie). Quatre situations sont proposées : la première porte sur un équilibre physique, la seconde sur un équilibre gazeux, la troisième sur une solution en équilibre et la quatrième sur un équilibre hétérogène. L'idée sous-jacente est que la construction de ces situations va du simple modèle mental de l'équilibre à des modèles plus élaborés débouchant sur la compréhension même du concept. En mathématiques, les travaux couvrent de nombreux domaines comme la résolution de problèmes en arithmétique mettant en jeu l'addition ou la multiplication (Schwartz, Nathan & Resnick, 1996), l'apprentissage des techniques opératoires (Chang, Lin & Chen, 1998), les stratégies générales de résolution de problèmes (Babbitt & Miller, 1996) ou un domaine plus complexe, comme le concept de dérivée (Lehtinen & Repo, 1996). En géométrie, les situations problèmes étudiées portent sur le travail de la symétrie, des translations, des rotations dans les deux plans (Johnson-Gentile, Clements & Battista, 1994). Dans le

champ de l'écologie, l'impact de catastrophes industrielles sur l'environnement est retenu (Goldman, Petrosino, Sherwood, Garrison, Hickey, Bransford & Pellegrino, 1996). En biologie, les travaux sur le multimédia abordent les concepts clés de la théorie néo-darwinienne de l'évolution comme la diversité de la population, les conditions environnementales, la sélection naturelle, l'origine des nouveaux traits, des générations, etc. (Jacobson & Archodidou, 2000). On notera que cette étude est une des premières publications empiriques sur le domaine liant hypermédia et apprentissage de l'évolution biologique.

2. Quelques travaux ont abordé l'examen des stratégies que l'élève développe lorsqu'il est confronté à une recherche en science, par exemple sur le cycle de l'eau ou sur ce qu'est la nappe phréatique (Wallace, Kupperman, Krajcik, & Soloway, 2000).

3. Des investigations sur la qualité du discours de l'utilisateur de multimédias au cours de l'interface ont été menées (Herrington & Olivier, 1999).

4. Les recherches sur l'incidence de la pratique de l'Internet ou sur des outils multimédias sur les types de pratiques pédagogiques ont été conduites (Fisher & Churach, 1998 ; Hoffman & Ritchie, 1997).

Problématiques à la genèse des travaux

Les questions qui sont à la genèse des recherches sur le multimédia peuvent être classés en deux catégories :

- les problématiques générales de type pédagogique ou didactique ;
- les interrogations pédagogiques sur un contenu disciplinaire.

Les problématiques générales concernent le type d'approche pédagogique que les écoles ou les enseignants proposent pour utiliser Internet, le multimédia, etc. (Fisher & Churach, 1998). Existe-t-il un rapport entre l'utilisation d'Internet et la perception par l'étudiant du cadre constructiviste du fonctionnement de la classe ? (Fisher & Churach, 1998). Ces problématiques peuvent également s'inscrire dans le champ de la didactique en proposant des réponses aux limites d'un cadre théorique comme l'apprentissage fondé sur la résolution de problèmes (Hoffman & Ritchie, 1997). Comment rendre transférable un apprentissage réalisé à partir de problèmes présentés sous forme écrite ou orale à des situations quotidiennes ?

Les interrogations pédagogiques sur le contenu disciplinaire sont très diverses. Comment aider les étudiants à comprendre des explications scientifiques où opèrent des systèmes fondés sur des relations de cause à effet ? Comment faciliter le développement de la compréhension des mouvements géométriques ? Apprentissage inductif, apprentissage déductif, quelle stratégie utiliser pour les sciences physiques ? Comment faire comprendre aux étudiants en informatique que la récurrence n'est pas si difficile à apprendre ? Comment convaincre le professeur qu'enseigner la récurrence n'est pas si complexe ? Comment développer chez les étudiants une compréhension cohérente de la théorie néo-darwinienne de l'évolution ? Comment l'utilisateur d'Internet s'organise-t-il ? Comment navigue-t-il ? Quel type d'interactions développe-t-il ? En d'autres termes comment s'engage-t-il dans le processus de recherche de l'information ?

Cadres théoriques

Si l'on examine cette littérature du point de vue des références théoriques, quatre points de vue se dégagent.

Une première série de travaux s'inspire de la dualité entre l'"objectivisme" et le "constructivisme" (Fischer & Churach, 1998 ; Rieber & Parmley, 1995). La philosophie sous-jacente à l'"objectivisme" réside dans l'idée qu'il existe un monde réel qui peut être défini, décrit et prédit. Sur le plan de l'enseignement, cette philosophie se traduit par une action directe. Tout ce que l'on sait sur le monde peut et doit être enseigné. En revanche, avec le constructivisme, c'est l'apprenant qui est au cœur du rapport à la connaissance dans la mesure où il construit son propre savoir sur le monde. La connaissance est continuellement inventée et réinventée. De ce fait, elle s'avère difficilement transférable d'un sujet à l'autre. Ces travaux font référence à la théorie piagétienne (Piaget, 1973) ainsi qu'aux travaux de Von Galsersfeld (1995).

La seconde série d'études se fonde sur les travaux théoriques de la psychologie cognitive. Les travaux de Mayer (1997) et Mayer et al. (1990 ; 1991 ; 1992 ; 1994 ; 1995) font référence à la "generative theory" de Wittrock (1974 ; 1989), à la théorie du double codage de Paivio (Paivio, 1986 ; Clark & Paivio, 1991). Jacobson et Archodidou (2000), Kozma, Russel, Jones, Marx et Davis (1996) s'appuient sur les études issues de l'approche "novice/expert" (Chi, Feltovich & Glaser, 1981 ; Glaser & Chi, 1988 ; Jamet, 1999⁷⁴) des travaux récents sur la théorie de l'apprentissage

⁷⁴ Pour une revue de question, voir Larkin, McDermott, Simon & Simon, 1980a ; 1980b.

(Clancey, 1993 ; Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1990 ; 1997) ainsi que sur la théorie des changements conceptuels de Vosniadou et Brewer, (1994). Les travaux sur le multimédia retiennent de l'approche novice/expert, la description des spécificités du fonctionnement cognitif de l'expert par rapport au novice. C'est à partir de la connaissance des procédures de l'expert que ces auteurs conçoivent des outils pour aider le novice. La compréhension du novice se fonde plus fréquemment sur les caractéristiques de surface de la situation. Par exemple, un novice en chimie conclura qu'il y a équilibre lorsque la coloration d'une réaction chimique s'arrête. L'apport des développements récents des recherches dans le domaine de l'apprentissage montre que les connaissances ne sont pas uniquement abstraites et décontextualisées mais au contraire qu'elles résultent d'un processus dynamique qui apparaît dans des situations, des contextes spécifiques. La théorie du changement conceptuel pose l'hypothèse que pour qu'il y ait une modification conceptuelle, il est fondamental que le sujet reconstruise de nouveaux modèles mentaux sur la base de présupposés épistémologiques et de croyances complètement renouvelées. Herrington et Olivier (1999) se réfèrent aux recherches sur l'apprentissage "situé" (Brown, Collins & Duguid, 1989 ; McClellan, 1996). Pour ces auteurs, l'apprentissage n'a de sens que s'il est intégré dans un contexte physique et social. De surcroît, il permet de mobiliser des processus et des stratégies cognitives des plus hauts niveaux.

La troisième série de travaux se réfère à des modèles plus locaux. Ces modèles sont plus précis quant aux prédictions des performances ; en revanche, leur fragilité tient à leur faible pouvoir de généralisation. Le travail de Johnson-Gentile, Clements et Battista (1994) s'appuie sur la théorie de van Hiele. Ce modèle définit cinq niveaux de compétences pour expliquer le développement de la compréhension des propriétés des figures bidimensionnelles. L'enfant qui se trouve dans l'incapacité d'identifier des formes communes est au niveau 0. Celui qui reconnaît la forme sur la base de l'apparence à l'aide d'une Gestalt est au niveau 1. S'il identifie les figures bidimensionnelles à l'aide des formes sur la base de leurs propriétés, le modèle de van Hiele classe ce sujet comme étant au niveau 2, etc.

La quatrième série de travaux s'inscrit dans le cadre d'une pédagogie fondée sur la résolution de problèmes (Hoffman & Ritchie, 1997 ; Chang, Wang, Dai & Sung, 1999). On peut résumer cette approche théorique de la manière suivante.

- Le point de départ est une situation où le sujet ne dispose pas de réponses toutes prêtes.
- Les situations proposées s'appuient sur un des problèmes que le sujet, dans sa profession future, aura à résoudre. L'acquisition de connaissances ne s'effectue pas dans le cadre d'une approche disciplinaire mais autour de problèmes professionnels.
- Ce sont les étudiants qui assument individuellement ou collectivement la majeure responsabilité de leur propre apprentissage et de l'enseignement.
- La quasi-totalité des apprentissages s'effectue au sein de petits groupes plutôt qu'en cours magistraux ou en conférences.

Cette stratégie pédagogique engendre, chez l'apprenant, un meilleur rapport aux apprentissages. L'élève, l'étudiant tend davantage à étudier le sens de ce qu'il apprend plutôt que de reproduire des savoir faire. On observe également une augmentation de la motivation et de l'esprit d'équipe. Lorsque l'on compare ce type d'enseignement aux formes plus classiques, on constate que l'élève prend moins de temps pour acquérir le programme. Le champ d'application de cette pédagogie est large. Il s'adresse aux élèves de l'école élémentaire et du secondaire mais également aux étudiants des écoles d'ingénieurs comme des étudiants en médecine (Hoog, Boyle & Lawson, 1999). Cette approche n'est pas sans soulever quelques critiques (Farnsworth, 1994). Elles portent sur le fait que les descriptions des problèmes sont proposées sur un mode écrit ou oral. Ces deux formes ne coïncident pas nécessairement avec le point de vue du praticien.

Méthodologies

Les méthodes employées pour valider les recherches conduites dans le domaine du multimédia sont très diverses. On retrouve les différentes méthodologies utilisées en sciences humaines, l'approche expérimentale, l'observation, l'analyse de protocoles à voix haute, l'entretien, l'enquête.

On remarque que la majorité des études auxquelles nous faisons référence s'appuie sur une approche de type expérimental. La structure est la suivante : deux groupes ou plus sont constitués : un groupe contrôle et un ou plusieurs groupes expérimentaux. L'expérimentation s'effectue en quatre temps :

- le premier comporte un pré-test qui permet d'évaluer le niveau initial des sujets dans le domaine de connaissances étudié. Il arrive que les expérimentateurs demandent en plus aux sujets une auto-évaluation de leur degré de connaissance initiale afin d'étudier le niveau de métacognition (Jacobson & Archodidou, 2000) ;

- le second temps est consacré à une période de familiarisation avec le système informatique. On remarque que la durée n'est pas toujours précisée ;
- le troisième temps porte sur travail proprement dit avec le multimédia. La durée d'apprentissage est extrêmement disparate : il peut aller de cinquante minutes à plusieurs jours. Le tableau I en donne quelques illustrations ;

Tableau I : Durée des apprentissages

<i>Expériences</i>	<i>Durée</i>
Chang, Wang, Dai & Sung (1999)	50 minutes
Schwartz, Nathan & Resnick (1996)	1 heure
Rieber & Parmeley (1995)	1 heure 30 minutes (avec pré et post-test)
Jacobson & Archodidou (2000)	4 heures
Kozma, Russel, Jones, Marx, & Davis (1996)	4 heures
Johnson-Gentile, Clements, & Battista (1994)	6 et 9 heures
Lethinen & Repo (1996)	50 heures
Wallace, Kupperman, Krajcik & Soloway (2000)	6 jours

– le quatrième et dernier temps est consacré au post-test. Sa mesure indique l'effet de l'apprentissage sur le niveau initial des sujets. On remarque que dans certaines études, un second post-test est pratiqué afin d'apprécier la stabilité des connaissances. Cette stabilité est mesurée sur une durée allant de six mois (Lehtinen & Repo, 1996) à un an. Dans l'étude de Jacobson et Archodidou (2000), seule une partie de la population initiale est réexaminée un an après.

Les recherches conduites à l'aide de la méthode d'observation sont considérées comme exploratoires par les auteurs (Wallace, Kupperman, Krajcik & Soloway, 2000). Un petit nombre de sujets sont sélectionnés par les enseignants comme étant représentatifs de la classe. Les activités des sujets en ligne sont enregistrées (magnétophone et vidéo). L'observation est conduite à l'aide d'une grille d'analyse qui permet de suivre la dynamique de l'activité du sujet. L'ensemble du discours du sujet est enregistré et ce qu'il soit en dyade ou en interaction avec la personne-ressource. Le temps passé est mentionné. Une description des stratégies qui permettent au sujet d'accéder à la page du Web qui contient l'information est réalisée. Quel type de bouton utilise-t-il ? Retour à la page précédente ou suivante ? Se sert-il du menu ? Utilise-t-il les opérateurs logiques “ et ”, “ ou ”, etc. ? On note les problèmes rencontrés ainsi que les aides fournies qui permettent au sujet de résoudre les difficultés. Les commentaires à cet effet sont également consignés (Wallace, Kupperman, Krajcik & Soloway, 2000).

Des études recourent à l'analyse de protocoles à voix haute (Herrington & Olivier, 1999). Habituellement, on demande au sujet d'indiquer à voix haute tout ce qui lui passe dans la tête durant la tâche qu'il réalise. Dans les articles étudiés, les auteurs enregistrent à l'aide d'une vidéo les actions, les discussions, les commentaires des sujets opérants sur le multimédia. Une grille d'analyse est constituée. L'analyse s'effectue sur la base d'une classification du discours en différentes rubriques : sociale, procédurale, niveau de discours (haut niveau, bas niveau, sur le tâche, en dehors de la tâche, sur le matériel, etc.).

Lorsque les chercheurs utilisent l'observation, elle a fréquemment lieu en classe. La durée n'est pas toujours signalée. Dans l'étude de Fisher et Churach, (1998) elle s'étale sur une année scolaire.

Les entretiens sont utilisés soit avec un échantillon représentatif d'apprenants soit avec des enseignants (Fisher & Churach, 1998). La taille de l'échantillon peut être très réduit allant de deux sujets (Herrington & Olivier, 1999) à un nombre plus important (43 chez Fisher & Churach, 1998).

Le recours à la méthodologie de l'enquête est tout à fait classique. Les auteurs construisent une série de questions qui s'intègrent dans différentes échelles. Les réponses sont appréciées à l'aide d'une échelle. Les enquêtes portent soit sur un inventaire des usages de l'Internet par l'apprenant soit sur l'évaluation du type d'enseignement (Fisher & Churach, 1998). Les questions touchent l'usage de l'Internet : Consultez-vous Internet pour votre usage personnel, pour les cours de physique, pour les cours de chimie ? Utilisez-vous Internet à la maison ? Indiquez la durée, etc.

Population

Tableau II : Nombre et âge des sujets

<i>Expériences</i>	<i>Nombre de sujets</i>	<i>Âges</i>
Enfants		
Schwartz, Nathan & Resnick, (1996)	24	9-10 ans
Préadolescents		
Wallace, Kupperman, Krajcik & Soloway, (2000)	8	11-12 ans
Goldman, Petrosino, Sherwood, Garrison, Hickey, Bransford & Pellegrino, (1996)	44	10-11 ans
Johnson-Gentile, Clements, & Battista, (1994)	49	14-16 ans
	223	11-12 ans
Adolescents		
Fischer & Churach, (1998)	431	Secondaire
Herrington & Oliver, (1999)	8	Non précisé
Jacobson & Archodidou, (2000)	8 et 13 sujets	14 –17 ans
Kozma, Russel, Jones, Marx & Davis, (1996)	295	Secondaire
Lehtinen & Repo, (1996)	17	16-17 ans
Mayer (1997)	Non précisé	Secondaire
Adultes		
Rieber & Parmeley, (1995)	160	Adultes
Chang, Wang, Dai & Sung, (1999)	72	Adultes

Les travaux que nous avons examinés sont conduits sur l'ensemble des âges de la vie :

- l'enfance, avec des sujets de 9 à 11 ans (Goldman, Petrosino, Sherwood, Garrison, Hickey, Bransford & Pellegrino, 1996, étude 1 ; Johnson-Gentile, Clements & Battista, 1994 ; Schwartz, Nathan & Resnick, 1996) ;
- la préadolescence avec des sujets âgés de 11 à 12 ans (Johnson-Gentile, Clements & Battista, 1994 ; Wallace, Kupperman, Krajcik, & Soloway, 2000) ;
- l'adolescence avec des sujets de 14 à 17 ans (Goldman, Petrosino, Sherwood, Garrison, Hickey, Bransford, Pellegrino, 1996, étude 2 ; Jacobson & Archodidou, 2000 ; Lehtinen & Repo, 1996 ; Mayer, 1997) ;
- les adultes qui sont très souvent des étudiants de première année ou de licence (Kozma, Russel, Jones, Marx & Davis, 1996 ; Chang, Wang, Dai & Sung, 1999 ; Rieber & Parmeley, 1995).

Les principaux résultats

Dans l'ensemble des domaines scientifiques étudiés (physique, mathématiques, chimie, écologie, biologie), les résultats montrent qu'il est important de préciser les facteurs qui permettent d'augmenter les performances des sujets.

Dans le domaine de la compréhension des systèmes comportant des phénomènes causaux, Mayer (1997) observe que les performances augmentent d'autant plus lorsque le sujet reçoit simultanément des informations verbales et visuelles (texte et image ou discours et animation). Lorsque l'on cherche à expliquer le fonctionnement d'un système causal, le multimédia conçu sur de l'animation et de la narration entraîne 50 % de plus d'efficacité qu'un même multimédia reposant sur une animation associée à un texte. Les effets du multimédia s'observent également lorsque l'on compare le niveau de compétence initiale des sujets. Des sujets avec un bas niveau de compétence dans le domaine de la compréhension du fonctionnement d'une pompe, du freinage assisté, d'un générateur électrique augmentent davantage leur connaissance s'ils travaillent sur du multimédia (texte et illustration) que des sujets initialement plus compétents mais dont l'enseignement ne s'effectue qu'à l'aide du seul texte (Mayer & Gallini, 1990). L'efficacité du multimédia a également ses limites. Les sujets possédant de faibles compétences spatiales tirent peu de bénéfice d'une présentation simultanée visuelle et verbale. En effet, cette situation les contraint à intégrer en même temps des représentations visuelles et verbales (Mayer & Sims, 1994).

Les recherches récentes dans le domaine des mathématiques et du multimédia portent aussi bien sur l'accroissement des connaissances en tant que telles (Lehtinen & Repo, 1996) que sur la manière dont l'apprenant s'approprie ces connaissances (Chang, Lin, & Chen, 1998 ; Chang, Wang, Dai & Sung, 1999).

Lehtinen et Repo (1996) montrent que des sujets d'un même niveau initial, qui reçoivent à l'aide du multimédia un enseignement en mathématique sur la notion fort complexe de dérivée et sur des procédures de calcul, comprennent statistiquement mieux que des sujets n'ayant pas pu recourir à ce type d'outil. L'augmentation de la performance ne porte pas simplement sur la seule compétence du calcul mais également sur l'application, la définition algébrique, l'interprétation des graphiques, la dynamique de cette interprétation, etc. Cet accroissement du niveau s'avère stable après six mois lorsque l'on évalue la capacité à résoudre les algorithmes.

Chang, Lin, et Chen (1998) ; Chang, Wang, Dai et Sung (1999) ont testé l'efficacité d'un système en ligne sur Internet par rapport à un apprentissage traditionnel (lecture d'articles, de chapitres, etc.). L'outil a pour objectif l'apprentissage de la récurrence⁷⁵. Il se présente sous deux formes : une interface où l'apprentissage est conduit de manière coopératif ; l'autre permet un apprentissage individualisé. Les résultats montrent que les trois formes d'apprentissage (coopératif en ligne, individuel en ligne ou traditionnel) n'ont pas d'effet sur les performances des sujets qui disposent initialement d'un fort niveau de compétence dans le domaine de la récurrence. Les auteurs expliquent ce phénomène soit par le fait que ces sujets sont obligés par le système d'apprentissage coopératif d'aider les moins compétents, soit par l'effet plafond. Le niveau initial des sujets est tel (moyenne à 86,6) que l'effet d'apprentissage est alors masqué. Les sujets obtiennent, au post-test, une performance moyenne de 91,7. En revanche, pour les sujets dont le niveau initial est faible, les résultats au post-test sont supérieurs tant dans la condition apprentissage coopératif en ligne que dans la condition apprentissage individualisé. Aucune différence significative n'est observée entre ces deux formes. Ce résultat tranche avec celui de Jehng (1997). Dans son étude sur l'environnement

⁷⁵ Le terme anglais est " récursion ". Les mathématiciens emploient le mot récurrence. Les informaticiens préfèrent parler de récursivité pour traduire l'idée qu'une propriété, une fonction peut se répéter indéfiniment.

informatique et l'apprentissage de la récurrence, l'auteur observe de meilleures performances dans la programmation chez les sujets dont l'enseignement s'effectue sous le mode de l'apprentissage coopératif. Les résultats de Chang, Wang, Dai et Sung (1999) montrent également que le type d'échange dans le cadre de l'apprentissage coopératif peut se classer en trois catégories : la communication, la négociation, la consolidation des connaissances. Les sujets occupent 56,2 % de leur temps d'échange à communiquer, 31,9 % à négociation et 11,9 % à consolider leur connaissance. Les auteurs constatent une différence significative dans la dispersion entre les différentes catégories d'échange entre les experts dans le domaine et les sujets les plus faibles. Les novices occupent 21,3 % de leur temps de communication à négocier alors que les sujets experts n'en passent que 10,6 %. Il est intéressant de constater que ces performances ont été obtenues après cinquante minutes de travail sur le système en ligne.

L'outil développé par Kozma, Russel, Jones, Marx et Davis (1996) a pour objectif d'améliorer les compétences des sujets sur la compréhension du phénomène de l'équilibre chimique. Il montre, qu'après deux séances d'une heure, les performances relatives à la compréhension du phénomène augmentent. Cette amélioration porte essentiellement sur la prise en compte de l'effet de la température (54,6 % de prédiction correcte au pré-test 78,3 % au post-test). Si l'on prend en compte l'explication du phénomène donnée par les sujets les performances passent de 13,2 % au pré-test à 33,9 % au post-test. En revanche, les résultats n'indiquent pas d'accroissement significatif lorsque l'étudiant doit prendre en compte l'effet de la pression. Un autre résultat intéressant se dégage de ce travail. Alors que cette partie du programme de chimie est estimée prendre huit heures de cours magistraux et cinq à six heures de travaux dirigés en laboratoire, les auteurs proposent une intervention sous multimédia d'environ quatre heures.

Le matériel hypermédia conçu par Jacobson et Archodidou (2000) a pour finalité d'accroître les connaissances complexes en biologie, sur la théorie néo-darwienne de l'évolution des espèces. Ce programme a été développé sur *HyperCard*. Il propose, à partir de différentes situations (comme la résistance des bactéries aux antibiotiques) d'articuler les concepts fondamentaux de la théorie néo-darwienne (variation de la population, des conditions environnementales, de la sélection naturelle, de l'origine des nouvelles caractéristiques et des générations et du temps). Les résultats montrent que ce type d'outil aide les apprenants à construire de nouvelles connaissances sur le domaine et que ces dernières sont stables. Les auteurs observent que les sujets ont conscience que leur état de connaissance s'est accru entre le pré-test et la fin de la période d'apprentissage. Ils constatent une évolution qualitative de la représentation initiale de l'évolution biologique des espèces chez les apprenants. Les sujets qui, avant la phase d'apprentissage sur le système hypermédia, disposaient d'une représentation très primitive, où seul l'environnement est la cause des nouvelles caractéristiques de l'espèce, vont au terme de l'expérimentation atteindre un niveau soit lamarckien soit néo-darwien. On n'observe pas une telle évolution dans le groupe contrôle. Ce résultat traduit bien un changement conceptuel dans la conception du phénomène biologique de l'évolution des espèces. C'est-à-dire que l'outil hypermédia a engendré une modification en profondeur de la représentation de la connaissance. Une des difficultés que rencontrent les apprenants (étudiants en sciences) lorsqu'ils étudient l'évolution biologique des espèces est d'intégrer, dans une perspective temporelle, l'accumulation des modifications (Ferrari & Chi, 1998). Jacobson et Archodidou (2000) n'observent pas ce phénomène et ce, dès le pré-test, chez des élèves du secondaire.

Comment les préadolescents de onze à douze ans procèdent-ils pour chercher de l'information sur le Web ? Telle est la question que Wallace, Kupperman, Krajcik et Soloway (2000) se posent. Pour ces auteurs, chercher de l'information dépasse largement la simple collecte de données. C'est un processus complexe composé de différentes étapes. Il débute par une question ou par la recherche d'une solution à un problème. Ensuite, ce processus se traduit par une quête d'informations qui engendre une redéfinition du questionnement initial. Cette nouvelle question conduit l'utilisateur d'Internet à une nouvelle collecte de données. Elle sera ensuite passée au crible d'une évaluation et d'une synthèse avant de pouvoir utiliser ces informations trouvées. Les résultats montrent que les sujets de onze à douze ans semblent être peu familiarisés avec la recherche d'informations telles que nous venons de la définir et ce, bien que la consigne initiale soit donnée avant la tâche et que l'enseignant la rappelle durant l'activité. En effet, ils réduisent le problème de "chercher des informations" à une tâche qui se définirait par trois objectifs :

1. Comment vais-je trouver la meilleure page de Web ?
2. Comment l'obtenir en un minimum de " clics " ?
3. Comment trouver la réponse le plus rapidement ?

Pour ces sujets, la meilleure page est la page " unique " qui contiendrait la réponse à la question qu'ils se posent. On constate que ce type de comportement n'est pas spécifique à cet environnement. Dans des recherches ultérieures qui portaient sur le même thème mais en bibliothèque, on observe cette même attitude où " rechercher de l'information " est compris comme

un synonyme de collecter des données (Kuhlthau, 1993). Les auteurs constatent également que la phase qui consiste à redéfinir plus finement la question pose un réel problème aux sujets. Dans cette étude, les sujets disposaient de trois heures de connexion pour résoudre la tâche soit quatre séances de quarante-cinq minutes. On observe que les préadolescents passent trente-cinq minutes en ligne. Entre 22 à 34 % du temps est consacré à la visite du site (entre 12 et 39 pages). Ils consultent 231 pages passant en moyenne moins de trente secondes par page. Ceux qui passent le plus de temps restent une minute. 31 % du temps est dévolu à la lecture du contenu de la page de Web, les 69 % restants servent à utiliser le moteur de recherche. Ils effectuent en moyenne 33 recherches soit à l'aide d'un mot clé soit à l'aide de plusieurs. Un examen plus fin montre qu'ils recourent beaucoup plus à des mots clés multiples (trois à quatre mots clés par recherche). Il ne faut pas en déduire que l'utilisation des connecteurs logiques est parfaitement maîtrisée. Le "et" est majoritairement utilisé. La procédure d'évaluation de la pertinence de la recherche s'effectue sur la base d'un appariement entre le mot clé et la réponse. Si la recherche débouche sur un site qui ne répond pas explicitement à cette question, les sujets ne prennent pas le temps de le lire. Ceci est vrai même lorsque différentes recherches les conduisent sur ce même site. Ce comportement peut s'expliquer par la méconnaissance qu'ils ont du Web. On peut faire l'hypothèse qu'ils conçoivent le Web comme un gros livre que l'on peut consulter à l'aide d'une table des matières. Le novice trouve le site par le mot clé alors qu'un expert recourt à l'adresse qu'il entre ensuite dans son annuaire. L'étude des stratégies de navigation montre que les sujets utilisent préférentiellement le bouton "précédent" pour naviguer. Les auteurs observent que certains sujets peuvent effectuer cette procédure vingt-cinq fois pour retrouver la page souhaitée.

L'analyse de la qualité du discours au cours d'une situation d'apprentissage "situé" sur un programme multimédia interactif, montre qu'en moyenne, 70 % des échanges sont de haut niveau. Herrington et Olivier (1999) entendent par conversation de haut niveau des propos du type : décision sur une approche à adopter, décision sur la sauvegarde d'information, interprétations relatives à la compréhension, questions ayant trait à la catégorisation, etc. Les auteurs constatent, dans une moindre proportion, un contenu social et procédural.

Le travail de Fisher et Churach (1998) s'inscrit dans le cadre des recherches actions. Malgré une importante population (436 sujets), l'exploitation des données est difficile. Les résultats sont très généraux et sont difficilement exploitables. Par exemple, les auteurs observent l'importance du rôle de l'enseignant dans l'utilisation de l'Internet dans le domaine des Sciences. Ils rapportent que certains enseignants sont particulièrement créatifs dans l'utilisation d'Internet en classe.

Hoffman et Ritchie (1997) proposent d'utiliser le multimédia pour améliorer l'approche de l'apprentissage fondé sur la résolution de problème. Le recours aux enregistrements magnétoscopés ainsi qu'aux vidéos permet de dépasser les seules descriptions verbales ou écrites des situations-problèmes en classe. L'étudiant découvre les situations-problèmes réelles telles qu'elles se présentent et peut, de ce fait acquérir les compétences spécifiques pour traiter les données pertinentes.

Conclusions

Il se dégage de l'ensemble de ces travaux que différents regards ont été portés sur les multimédias et les sciences. Nous en dégageons au moins deux :

- le point de vue de l'enseignant qui cherche à optimiser la transmission des connaissances et ce, dans moult domaines (mathématique, physique, chimie, biologie, écologie et même la médecine nucléaire). Les questions à l'origine des problématiques des recherches montrent combien cette préoccupation est importante ;
- mais également le point de vue de l'apprenant en s'interrogeant sur les stratégies employées ou déployées pour recueillir les informations sur Internet. On remarquera que dans bon nombre de travaux, les auteurs ne parlent plus d'apprenants, d'élèves, d'étudiants mais d'utilisateurs.

L'examen des cadres théoriques montre que la majorité des travaux sur le multimédia s'inscrivent dans deux grands champs disciplinaire des sciences humaines :

- certains se réfèrent aux différents cadres théoriques de la psychologie cognitive comme le constructivisme piagétien, la *generative theory* de Wittrock (1974, 1989), la théorie du double codage de Paivio (Paivio, 1986 ; Clark & Paivio, 1991), les théories de l'apprentissage mais également à des modèles de connaissances plus locaux. On remarque que le courant issu des travaux de l'approche novice/expert constitue une référence puissante ;
- d'autres travaux s'appuient sur des études propres à la didactique des sciences.

Les méthodes employées pour valider ces études sont nombreuses. On retrouve celles, propres aux sciences humaines, avec l'approche expérimentale, l'observation, l'analyse de protocole à voix haute, l'entretien, l'enquête.

Comme nous avons pu le voir, les travaux sur le multimédia ont été conduits de l'enfant de neuf à dix ans à l'adulte qui suit un enseignement en médecine nucléaire. Une lecture attentive montre que le nombre de sujets sur lequel portent ces recherches est extrêmement variable de 8 à 431.

Les résultats des différents travaux soulignent que les bénéfices que les apprenants tirent de l'outil multimédia sont nombreux mais révèlent également la nécessité d'acquiescer des comportements spécifiques si l'on souhaite optimiser le multimédia. La conception de l'outil permet d'offrir, sur le domaine étudié, en situation d'apprentissage, une information sous différents formats (visuel, texte, narration, animation, etc.). La représentation que le sujet se construit du concept est plus riche. Ce gain doit lui permettre une plus grande disponibilité de l'information dans son appareil cognitif. La diversité des formats d'information offre d'emblée, au sujet en situation d'apprentissage, une importante série d'exemples qui illustre le concept étudié. On peut penser que le sujet ne construit plus alors une représentation du concept sur la base d'un exemple qu'il estime prototypique mais qu'en revanche, il développe une capacité de généralisation en traitant les différents exemples proposés sur la base de leurs caractéristiques fondamentales. Cette diversité des modes de présentation permet de pallier les carences individuelles ou les spécificités de chacun. En effet, un sujet qui montre peu d'appétence à traiter une information en faisant appel à l'espace trouvera avec l'outil multimédia un format plus propre à son mode préférentiel de traitement. Une des idées largement partagée sur l'outil informatique est qu'il couperait l'homme de ses rapports avec autrui. Les résultats que nous avons exposés soulignent l'incidence sur la qualité des échanges du multimédia lorsqu'il est conçu dans le cadre d'un apprentissage coopératif. En effet, on observe que le sujet passe la moitié de son temps à communiquer dans le sens d'évoquer des affects, partager de l'information qui se trouve en périphérie par rapport à l'objet initial de l'apprentissage. D'un point de vue pédagogique, on constate que le multimédia permet de réduire le temps imparti pour certains apprentissages. Par exemple, une notion comme l'équilibre chimique qui, dans le cadre d'un enseignement classique, implique environ huit heures de cours magistraux et cinq à six heures de travaux dirigés, peut être étudiée en quatre heures. L'examen du comportement des jeunes utilisateurs de onze à douze ans, lorsqu'ils doivent rechercher des informations sur l'Internet, montre que leur conduite est fort similaire à celle que l'on observe lorsqu'ils sont en centre de documentation ou en bibliothèque. Pour ces sujets, chercher de l'information signifie : trouver la page unique qui leur permettent de trouver la réponse à leur question en un minimum de recherche. Les procédures d'extraction de l'information après lecture, d'évaluation des données collectées, de redéfinition de la question initiale n'entrent pas dans l'univers du sujet. Ce résultat n'est pas spécifique à l'outil multimédia. Les bibliothécaires, les documentalistes ont déjà observé ce type de comportement. Si l'on poursuit l'objectif de développer l'outil multimédia et que l'on souhaite qu'il soit utilisé par le plus grand nombre de sujets, il implique que les pratiques pédagogiques mettent particulièrement l'accent sur les conduites de curiosité.

Si certes ces recherches ont porté sur tous les âges de la vie (l'enfance, l'adolescence, l'âge adulte), on constate d'une part que peu d'entre elles se sont centrées sur les jeunes enfants et ce, qu'ils soient scolarisés à l'école élémentaire ou préélémentaire et d'autre part aux personnes présentant un handicap mental. Seule l'étude de Babitt et Miller (1996) s'est tout particulièrement intéressée à l'élève en très fort échec scolaire. On remarque également que rares sont les études conduites dans le cadre d'une approche "développementale". La caractéristique de l'approche développementale est d'appréhender la connaissance non pas comme un état ou comme une suite d'états mais comme un processus dynamique. Cette perspective permet de comprendre les mécanismes de passage d'un état de connaissance à l'autre (*cf.* Montangero, 1998 pour une revue de question). En effet, rien ne nous permet de dire que ce que le comportement observé à onze à douze ans est identique à celui de l'adolescent, de l'adulte ou de l'expert. Les recherches exposées précédemment sont issues de systèmes multimédias très différents. Certains sont conçus pour être utilisés individuellement avec ou sans personne ressource, d'autres sont mis en place dans le cadre d'un travail coopératif. Une troisième série a été élaborée pour pouvoir s'appliquer à un groupe classe. Ces différences sont à prendre en compte pour apprécier leur efficacité.

Les études futures devront particulièrement s'intéresser au temps d'apprentissage sur l'outil multimédia. Pourquoi proposer cinquante minutes plutôt que trois heures ? Il serait intéressant de réfléchir sur l'adéquation entre le mode d'utilisation individuelle, coopératif, collectif et les contenus des savoirs. Il semble que la conception des outils gagnerait en qualité si elle était élaborée en sortant des champs disciplinaires. Le cadre des sciences cognitives est une opportunité car elle permet de rassembler les psychologues du développement, les psychologues de la compréhension, les linguistes, les chercheurs en intelligence artificielle, les didacticiens des sciences.

CHAPITRE VII

L'apprentissage des langues assisté par ordinateur

François Mangenot

Ce chapitre se fixe pour objectif de décrire tout d'abord l'important champ de recherches qu'est l'ALAO (traduction littérale proposée ici pour l'anglais CALL), d'établir une typologie des très nombreux produits et usages observés dans ce domaine, et enfin de discuter un certain nombre de recherches portant sur l'efficacité des différents systèmes informatiques appliqués à l'apprentissage des langues.

1. Présentation du champ de recherche

L'ALAO constitue à bien des égards un champ de recherche original, notamment si on le compare à d'autres domaines comme celui des applications de l'ordinateur aux apprentissages en langue maternelle. Dans aucune autre matière d'enseignement le développement et la commercialisation de didacticiels, de systèmes-auteurs dédiés⁷⁶ ou de cours élaborés à l'aide de ces systèmes-auteurs n'a connu un tel foisonnement ; dès lors, plus qu'ailleurs, la littérature du domaine mêle de manière souvent indissociable la recherche plus théorique (prospective ou évaluative), la recherche-développement (conception de didacticiels) et la recherche-action (réflexion sur l'intégration des TIC aux dispositifs d'enseignement-apprentissage des langues). Des chercheurs de différentes disciplines (*cf. infra*) sont amenés à collaborer, avec des méthodologies souvent assez éloignées. On cherchera donc, dans cette première partie, à caractériser le champ de manière précise, d'un point de vue diachronique puis synchronique, en montrant notamment que l'on a affaire à une véritable "communauté" de recherche, avant d'aborder les problèmes posés par l'étude d'un domaine aussi vaste et pluridisciplinaire.

Trente années de recherche-développement

L'apprentissage des langues vivantes est l'un des domaines auquel on a le plus – et le plus tôt – cherché à appliquer l'outil informatique. Cela s'explique sans doute à la fois par la croissance exponentielle de la demande sociale d'apprentissage des langues et par une certaine tradition d'autodidaxie dans ce domaine ; une autre raison moins positive pourrait être que la vision de l'apprentissage des langues, jusque vers la fin des années soixante-dix, était très béhavioriste et s'accommodait donc bien des applications de type " *drill and practice* " (exercices structuraux) que l'on réalisait aux débuts de l'informatique éducative. Ainsi le système PLATO (*Programmed Logic for Automated Teaching Operations*), développé à l'université d'Illinois, a-t-il été utilisé pour l'enseignement du russe, puis d'autres langues, à partir de 1970 (Ahmad & *al.*, 1985) ; de même, en France, Demaizière (1986) a-t-elle dès 1969 commencé à développer des didacticiels d'anglais dans le cadre du centre " Ordinateurs pour l'Enseignement " de Paris VII : on peut donc considérer que le champ de recherches a maintenant une trentaine d'années, ce que confirment Desmarais (1998) ou Levy (1997) dans leurs récentes monographies de synthèse. Ce dernier auteur définit l'ALAO comme " la recherche et l'étude d'applications de l'ordinateur à l'enseignement-apprentissage des langues ". Thierry Chanier, l'un des importants acteurs du domaine en France, plaide pour une plus grande implication des universitaires français dans ce champ de recherche :

Les décisions politiques tant de l'Union Européenne que des différents gouvernements nationaux vont à très court terme impliquer des millions d'apprenants et de formateurs dans la pratique des

⁷⁶ Les systèmes-auteur sont des logiciels destinés à la conception et à la réalisation de cours. Un numéro spécial des *Dossiers de l'ingénierie éducative* (CNDP, n° 27, septembre 1998) est consacré aux " Laboratoires multimédias " ; il ne recense pas moins de quatre systèmes-auteurs français dédiés aux langues : *Ematech*, *Lavac*, *Hyperlab* et *Speaker*.

systèmes d'information et de communication pour l'aide à l'apprentissage des langues. La communauté universitaire se doit, pour des raisons intellectuelles et aussi pour des raisons d'utilité sociale, d'apporter une réflexion théorique sur cette transformation sociale, réflexion venant équilibrer des considérations purement pratiques, techniciennes ou technocratiques⁷⁷.

Retraçant un rapide historique de l'ALAO, Warschauer (1996) distingue trois grandes périodes dans le développement du domaine :

- “ *behavioristic CALL* ” : les applications se fondent sur des exercices répétitifs, pour lesquels les ordinateurs semblent bien adaptés.
- “ *communicative CALL* ” : l'ordinateur est toujours utilisé comme tuteur, mais pour développer des compétences communicatives, il est également utilisé comme stimulus (logiciels de simulation dans d'autres disciplines) et comme outil (traitement de texte).
- “ *integrative CALL* ” : grâce au multimédia (CD-ROM) et à Internet, on a maintenant la possibilité de proposer un environnement d'apprentissage plus authentique, où les différentes aptitudes (écouter, lire, écrire) sont plus intégrées, comme dans la vie réelle.

Levy (1997, p. 13-46), dans un historique beaucoup plus détaillé, distingue également trois périodes, les années soixante-soixante-dix, les années quatre-vingt et les années quatre-vingt-dix ; bien qu'il ne nomme pas les tendances dominantes, les projets qu'il décrit entrent assez bien dans les trois paradigmes définis par Warschauer. Pour la dernière période, les trois projets décrits sont *Tandem* et *CAMILLE*, qui ont bénéficié de financements européens et sur lesquels on reviendra plus loin, ainsi que l'*Oral Language Archive* (université Carnegie Mellon), une banque de données d'enregistrements sonores.

La “ communauté ” de l'ALAO

Il existe dans le domaine de l'ALAO, à la différence des applications de l'ordinateur pour l'apprentissage de la langue maternelle, une véritable “ communauté⁷⁸ ” constituée de chercheurs, d'auteurs de logiciels, de praticiens et de formations universitaires ; en témoignent notamment les nombreuses revues scientifiques consacrées exclusivement à l'ALAO⁷⁹ : *CALICO Journal* (revue du “ *Computer assisted language instruction consortium*⁸⁰ ”), *ReCALL Journal* (la revue d'EUROCALL, *European Association for CALL*⁸¹), *CALL Journal*⁸², *Language Learning & Technologies Journal*⁸³, *Apprentissage des langues et systèmes d'information et de communication* (ALSIC⁸⁴), et enfin la plus récente, née en 1999 de la fusion d'une revue japonaise et d'une autre australienne toutes deux consacrées à l'ALAO, *CALL-EJ Online*⁸⁵. Bien évidemment, de nombreuses revues consacrées à l'apprentissage des langues étrangères contiennent également des articles sur l'ALAO ou lui consacrent même des numéros spéciaux. Dans le domaine du Français langue étrangère, par exemple, *Le Français dans le Monde* a publié des numéros spéciaux en 1985 (n° 195, “ Informatique, premiers pas ”), 1988 (numéro spécial *Recherches et applications* d'août-septembre, consacré à “ Nouvelles technologies et apprentissage des langues ”) et 1997 (numéro spécial *Recherches et applications* de

⁷⁷ In “ Motivations scientifiques ” de la revue en ligne *Apprentissage des langues et systèmes d'information et de communication*. Université de Franche-Comté, <http://alsic.univ-fcomte.fr>.

⁷⁸ Levy (1997) évoque ainsi à de nombreuses reprises cette “ *CALL community* ”. Concernant le thème “ Ordinateur et écriture ”, on pourrait également parler d'une communauté, mais d'une importance moindre, notamment en France.

⁷⁹ Les trois premières ne sont disponibles – sous forme papier – que sur abonnement, les trois dernières sont consultables gratuitement en ligne.

⁸⁰ <http://www.calico.org>. Outre sa revue (qui existe depuis 1983), CALICO organise un colloque annuel aux États-Unis et propose, sur son site, de très nombreuses critiques de logiciels (*Software review*).

⁸¹ <http://www.hull.ac.uk/cti/eurocall.htm>.

⁸² *Computer Assisted Language Learning - An International Journal*, édité par Keith Cameron, School of Modern Languages, The University of Exeter, UK et publié par Swets & Zeitlinger, Pays-Bas.

⁸³ Revue en ligne dont les rédacteurs sont Susan Gass (Michigan State University) et Richard Schmidt (Université de Hawaï) : <http://llt.msu.edu>.

⁸⁴ Revue en ligne *Apprentissage des langues et systèmes d'information et de communication* dont le rédacteur est Thierry Chanier (université de Franche-Comté), en ligne <http://alsic.univ-fcomte.fr>.

⁸⁵ <http://www.lerc.ritsumei.ac.jp/caliej/index.html>.

juillet, consacré à “ Multimédia, réseaux et formation ”) ; la revue *Études de Linguistique appliquée*, pour sa part, n’a rien publié dans le domaine entre 1983 (n° 50 “ Pédagogie, informatique, linguistique ”) et 1998 (n° 110, “ Hypermédia et apprentissage des langues ”, et n° 112, “ Ressources pour l’apprentissage : excès ou accès⁸⁶ ”), ce qui montre la faible implantation pendant longtemps dans les universités françaises, en sciences du langage, de recherches concernant l’ALAO, et *a contrario* un net regain d’intérêt pour le domaine depuis peu. L’inévitable pluridisciplinarité du domaine, que l’on va aborder maintenant, constitue très certainement un frein à son développement en France.

Pluridisciplinarité inhérente au domaine

En France, la première thèse sur l’ALAO (à l’époque encore appelé “ EAO des langues ”) a sans doute été celle de Françoise Demaizière (publiée en 1986), très orientée vers les tutoriels et exercices pour l’apprentissage de l’anglais. D’autres thèses ont suivi, pour certaines rattachées aux sciences du langage (Modard, 1991 ; Mangenot, 1995), pour d’autres à l’anglais (Boulon, 1999 ; Petitgirard, 1999), à l’informatique (Teutsch, 1994), voire aux sciences de l’éducation, les rattachements multiples n’étant pas rares : ainsi le jury d’une thèse récente, celle d’Anne-Laure Foucher (1998), relevait-il des quatre disciplines évoquées⁸⁷. Si l’on ajoute deux autres disciplines qui concourent au champ d’étude de l’ALAO, la psychologie⁸⁸ et les sciences de l’information et de la communication⁸⁹, on obtient un panorama très pluridisciplinaire, ce qui ne va pas sans poser de problèmes, notamment en France où la spécialisation (pour ne pas dire l’hyperspécialisation) est le plus souvent la règle, et où aucune institution, comme les “ *Faculties of Education* ” nord-américaines, ne vient fédérer les recherches en didactique et en ingénierie éducative⁹⁰. La plupart des thèses du domaine, par ailleurs, même si elles ne se réclament pas de l’informatique, comportent une partie plus ou moins importante consacrée au développement de systèmes informatiques. Les formations consacrées à l’ALAO, comme certains DESS de Lille 3 ou de Grenoble 3⁹¹, font pour leur part intervenir des enseignants-chercheurs de toutes les disciplines évoquées plus haut.

Comment aborder ce champ d’études ?

Au moment de réaliser une synthèse du domaine, on se trouve donc face à une littérature considérable, pluridisciplinaire, dont seule une modeste part consiste en évaluations des effets ou de l’efficacité de l’ALAO. Tout se passe comme si, dans le domaine de l’apprentissage des langues, la pression sociale, à la recherche de moyens autodidactiques susceptibles de pallier le manque de moyens humains, était si forte que chacun s’applique avant tout soit à créer de nouvelles applications soit à décrire et classer les produits existants afin de mieux les intégrer pédagogiquement : on a ainsi accès à un volume énorme de descriptions de pratiques, à défaut de disposer d’évaluations fiables. Il semble donc difficile de passer sous silence ces formes de recherche-développement ou de recherche-action qui impliquent de nombreux universitaires et disposent de soutiens financiers non négligeables – notamment à travers les projets européens –, et qui ne sont pas sans retentissements sur la manière d’envisager les dispositifs d’apprentissage des langues ; on peut par ailleurs penser que d’une multitude de descriptions de pratiques, à condition de classer et de problématiser celles-ci, peut émerger autant de “ vérité ” objective que de quelques expérimentations cherchant à quantifier les

⁸⁶ On ne peut pas considérer que le numéro 76, consacré à “ Lectures et technologies ”, fasse partie de ce champ.

⁸⁷ Les disciplines auxquelles il est fait référence ici correspondent aux sections du CNU. Il est intéressant de noter que l’intéressée a finalement obtenu un poste de maître de conférences en sciences du langage.

⁸⁸ Merlet (1998), par exemple.

⁸⁹ Yves Chevalier et Thierry Lancien, organisateurs d’un colloque sur l’ALAO (Chevalier, éd., 1996), sont par exemple tous deux enseignants-chercheurs en sciences de l’information et de la communication.

⁹⁰ L’INRP, qui pourrait avoir ce rôle fédérateur, ne le joue pas dans le champ de l’ALAO, sans doute par manque de spécialistes dans ce domaine. Le CNDP et les CRDP contribuent par contre parfois au développement de certains produits, et en tout cas à la nécessaire formation des enseignants. Les IUFM semblent avoir des difficultés à véritablement ancrer la recherche et la formation aux TIC dans les différentes disciplines : certaines pesanteurs font que le plus souvent les professeurs stagiaires se voient délivrer une formation d’ordre trop général.

⁹¹ DESS “ Médiation des savoirs et multilinguisme ” à Lille, DESS “ Formation de formateurs-concepteurs multimédia pour les langues ” à Grenoble.

apports de tel ou tel produit selon des méthodologies très disparates⁹². La plupart des dispositifs d'apprentissage des langues faisant maintenant appel à une part d'autodidaxie reposant plus ou moins sur l'utilisation de l'informatique, la question n'est d'ailleurs peut-être plus tant "est-ce que les technologies sont efficaces ?" que "dans quelles conditions sont-elles efficaces ?" (Chapelle, 1997 ; Desmarais, 1998). Ainsi la suite de ce chapitre sera-t-elle divisée en deux grandes parties : un panorama problématisé des pratiques, puis une synthèse évaluative.

2. Les grands types d'applications et d'usages

Il existe plusieurs points de vue permettant de classer les produits et les pratiques dans le domaine de l'ALAO : point de vue des logiciels utilisables (Mangenot, 1997a), point de vue du rôle joué par l'ordinateur et par l'enseignant (Taylor, 1980 ; Levy, 1997), point de vue de l'activité des apprenants (Chapelle, 1997 ; Mangenot, 1997b et 2000), ou encore point de vue du dispositif d'apprentissage.

Les produits utilisables en langues

Mangenot (1997a), dont la classification est reprise par Lancien (1998) et par d'autres auteurs, propose de distinguer trois grandes familles d'applications :

1. les logiciels de langue, qui peuvent être "prêts à l'emploi" (didacticiels) ou "ouverts" (systèmes-auteur ou générateurs d'exercices) ;
2. les logiciels ne relevant pas des langues (CD-ROM ou sites Internet "grand public", par exemple) mais exploitables dans le cadre de "scénarios pédagogiques" ;
3. les outils permettant la création et/ou la communication multimédia.

Le premier type est de très loin le plus représenté dans la littérature du domaine ; il s'agit d'une des singularités de l'ALAO par rapport, par exemple, au domaine de l'apprentissage de la production écrite où c'est plutôt l'outil qui prédomine : le développement d'applications constitue un champ de recherche à lui seul, certaines équipes regroupant linguistes, pédagogues et informaticiens. Le second type de produit est relativement peu utilisé en langues, probablement parce qu'il nécessite, chez l'enseignant, une connaissance approfondie de l'hypermédia et un travail de préparation relativement complexe ; une équipe de recherche française en sciences du langage (EA 2534, "Plurilinguisme et apprentissages", volet 2 "Analyse et usages des supports multimédias", ENS Fontenay-Saint-Cloud) s'est néanmoins spécialisée dans l'analyse sémiologique et les usages des CD-ROM "grand public", et les "scénarios d'exploitation pédagogique" de sites Internet non dédiés aux langues se multiplient sur la Toile⁹³. Concernant les outils, c'est massivement – et logiquement – la communication qui a la faveur des enseignants de langue, et on y consacrera un paragraphe. Un cas à part est constitué par les tests informatisés, que ceux-ci servent à évaluer un niveau initial (tests de classement), un niveau final (tests certificatifs) ou à aider enseignant et apprenant à réguler les apprentissages (évaluation formative) : pour une revue, on consultera (Laurier, 1998).

Les rôles respectifs de l'ordinateur et de l'enseignant

La classification la plus connue dans ce domaine est sans doute celle de Taylor (1980), qui indique que l'ordinateur peut jouer le rôle d'outil, "tool", de tuteur "tutor", ou même d'apprenti, "tutee"⁹⁴. Pour Levy (1997), ce sont essentiellement les rôles de tuteur et d'outil qui sont pertinents, et ils sont déterminés par le rôle assigné à l'enseignant, absent ou présent. Cet auteur propose aux enseignants, afin de mieux conceptualiser les usages de l'ordinateur en langues, un "cadre tuteur-outil", "tutor-tool framework" : pour lui, la différence fondamentale est du côté de l'évaluation. Si le logiciel évalue l'apprenant, y compris dans le cas des correcteurs orthographiques et des tuteurs intelligents, on se situe dans le "cadre tuteur". Si l'apprenant n'est pas évalué par la machine, on est dans le "cadre outil". Le rôle de tuteur implique l'absence du professeur et un lieu de travail autre que la salle de classe. Dans le cadre "outil", au contraire, l'enseignant joue un rôle charnière. Levy résume sa conception en parlant dans un cas d'un "enseignant dans la machine" et dans l'autre de "l'enseignant et l'étudiant avec la machine" ; le rôle de l'ordinateur comme outil est d'améliorer et de rendre plus efficace le travail de l'enseignant et de l'étudiant. Finalement, cet auteur réussit à faire entrer dans son paradigme binaire la plupart des autres classements proposés dans la littérature du

⁹² Pour une discussion plus approfondie sur ce point, voir chapitre "Une approche systémique".

⁹³ De tels "scénarios" sont souvent conçus lors de formations, initiales ou continues : voir les scénarios produits par des étudiants en ingénierie éducative de Sherbrooke : <http://callisto.si.usherb.ca/~fbreton/lesprofs.html> ; ou par des enseignants en stage de formation multimédia pour les langues : <http://members.aol.com/maestro12/web/wadir.html>.

⁹⁴ Ce dernier rôle est celui préconisé par Papert (1981).

domaine (*op. cit.* p. 185-193) ; il penche clairement pour le rôle d'outil et montre qu'une sous-estimation du rôle pouvant être joué par l'enseignant a souvent biaisé les évaluations de l'efficacité de l'ALAO.

Mangenot (*in* Durpaire & *al.*, 1998, p. 332), à l'inverse de Levy, trouve insuffisante la tripartition de Taylor et propose de lui ajouter d'une part le rôle de *ressource multi- ou hypermédia*, qui n'entre bien ni dans le cadre de l'outil ni dans celui de tuteur, d'autre part celui d'*environnement pédagogique*, qui mêlerait un peu tous les autres rôles, l'ordinateur contenant à la fois des ressources, des outils, des activités guidées, des activités ouvertes et même des simulations ; il mentionne par ailleurs le rôle d'*outil de communication*, qui n'est pas aussi transparent que certains auteurs (Levy, par exemple) le pensent.

En fait, on se rend souvent compte, avec certains produits récents, d'une part qu'ils correspondent à différents rôles (les dispositifs permettant d'enregistrer la voix relèvent du rôle d'outil, mais ils sont en général inclus dans des parcours très guidés, par exemple), d'autre part que le plus important est l'usage qui en est fait, et que de nombreux détournements⁹⁵ sont permis (voir plus loin). Par ailleurs, un produit peut servir de support (par exemple un CD-ROM "grand public") tandis que les activités seront soit implémentées avec un générateur d'exercices ou un langage-auteur (*cf.* Rézeau, 1996), soit proposées sur papier : que classer, alors, l'activité ou le produit support ? Ou l'ensemble du "scénario d'exploitation pédagogique" (Furstenberg, 1997 ; Mangenot, 1997b) ?

Quand c'est le rôle de tuteur qui est mis en avant, tous les auteurs s'accordent maintenant à reconnaître que le lien avec ce qui est fait en présentiel est fondamental (ce qui revient, dans la perspective de Levy, à réintroduire l'enseignant) et parlent très souvent d'intégration, notion ainsi définie par Bourguignon (éd., 1993), dont le livre contient plusieurs exemples de séquences pédagogiques réalisées en classe d'anglais :

" Par intégration, nous entendons toute insertion de l'outil technologique, au cours d'une ou plusieurs séances, dans une séquence pédagogique globale dont les objectifs ont été clairement déterminés. Pour chaque phase les modalités de réalisation sont explicitées en termes de prérequis, d'objectifs, de déroulement de la tâche, d'évaluation, afin que l'ensemble constitue un dispositif didactique cohérent. "

Mais le même terme de dispositif s'applique également aux conditions spatio-temporelles du travail avec les ordinateurs, et celles-ci sont tout aussi importantes que la planification pédagogique.

Les activités ou tâches demandées aux apprenants

Certains auteurs proposent, pour établir une typologie des usages du multimédia, de se fonder sur les activités d'apprentissage, voire sur les activités langagières. La psycholinguiste Chapelle (1997) pose ainsi une double question : " *What kind of language does the learner engage in during a CALL activity ?* " et " *How good is the language experience in CALL for L2 learning*⁹⁶ ? " ; et elle souligne que peu de chercheurs en ALAO se sont penchés sur la nature et sur l'évaluation de l'efficacité de tels échanges langagiers. Ce critère présente l'avantage de ne pas être centré sur la technique et de pouvoir s'appuyer sur certains résultats de la psycholinguistique acquisitionniste.

À l'instar de Chapelle, Mangenot (1997b et 2000) propose d'examiner l'activité langagière de l'apprenant lorsqu'il travaille avec l'outil informatique et de se demander si celle-ci a des chances de lui être profitable en termes d'acquisitions. Il reprend une classification de Bouchard (1985) dans laquelle celui-ci propose, en classe de langue, de distinguer *exercice*, *activité* et *tâche*, considérant que la différence entre *exercice* et *activité* est celle qui existe entre usage et emploi (travail sur la langue pour la langue et travail sur des activités plus réelles, où ce qui est en jeu est l'usage de la langue à des fins de communication) et que la *tâche* est une activité qui n'est pas seulement communicationnellement vraisemblable, mais aussi interactionnellement justifiée dans la communauté où elle se déroule. Selon Mangenot, qui se fonde sur des prémisses socio-constructivistes, une *tâche* linguistique réellement profitable doit partir de supports complexes et authentiques (notamment sur les plans linguistique et civilisationnel), proposer des activités riches (lien support/activités pertinent, situations-problème, appel à la créativité), et prévoir des interactions variées entre pairs et avec le formateur pendant et après son exécution. Étant admis qu'on ne communique pas avec une machine (*cf. infra*), le travail autonome devant un ordinateur peut alors au

⁹⁵ Le détournement, qu'il appelle aussi " usage catachrétique ", fait partie, pour Rabardel (1995), des " schèmes d'utilisation " d'un artefact. Ainsi, le détournement d'un logiciel doit-il être considéré comme un signe de bonne appropriation de l'outil informatique.

⁹⁶ " Dans quel type de langage l'apprenant s'engage-t-il lors d'une activité d'ALAO ? Quel est l'apport de cette expérience langagière à l'apprentissage de la L2 ? "

mieux relever de l'*activité* (compréhension ou sensibilisation linguistique), tandis que des *tâches* (impliquant production orale et/ou écrite) ne peuvent être mises en place que si l'on prévoit des interactions humaines, sur place ou à distance. Le type d'activité langagière dépend donc étroitement de la situation pédagogique envisagée (des exemples sont fournis dans Chapelle, 1997).

Mangenot constate également que les didacticiens de langues, s'ils proposent de plus en plus souvent des activités intéressantes, s'appuient en général sur des supports trop pauvres (notamment pour des raisons de coûts), et que les produits " grand public ", de leur côté, laissent l'enseignant bien démuni quant à leur exploitation pédagogique. Internet, avec l'accès gratuit à de grandes quantités de données authentiques, pourrait apporter un début de solution à ce dilemme : " le principal intérêt de la Toile est sans doute qu'elle permet de dépasser en partie l'apparente antinomie entre richesse des données et intérêt des activités, dans la mesure où toute activité proposée peut ouvrir l'accès, par des liens hypertextuels, à l'ensemble du contenu du réseau " (Mangenot, 1998c) ; Internet encourage par ailleurs la mutualisation des scénarios d'exploitation pédagogiques.

Les différents types de dispositif

Comme le dit Desmarais (1998) :

" La mise en place des technologies nécessite une infrastructure particulière. On ne peut penser qu'un professeur saura se tirer d'affaire seul devant la panoplie de moyens technologiques mis à sa disposition, même si l'on prévoit un allègement de ses tâches d'enseignement. "

En fait, l'utilisation de l'outil informatique en langues est toujours incluse dans un dispositif pédagogique, à l'exception des usages totalement privés, à domicile. Ce dispositif prévoit différents types d'autonomie pour les apprenants. Dans certains cas, l'apprenant ne pourra travailler sur un ordinateur qu'en présence de son enseignant, notamment parce qu'aucun lieu en libre-accès n'est prévu dans l'établissement, comme c'est encore souvent le cas dans l'enseignement secondaire⁹⁷. À l'inverse, des apprenants pourront travailler sur des ordinateurs en autonomie complète, sans conseils ni guidage. Entre les deux se situent les dispositifs d'*auto-apprentissage guidé* et d'*auto-apprentissage intégré* : dans le premier cas, un moniteur aux compétences à la fois pédagogiques et techniques (dans l'idéal...) interroge l'apprenant sur ses besoins, le conseille sur les logiciels à employer et répond à ses éventuelles demandes durant le travail, dans le second, c'est l'enseignant habituel qui aura demandé un travail personnel sur ordinateurs et qui valorisera et évaluera ce travail en classe⁹⁸. Blin (1998), ainsi que Demaizières et Foucher (1998), décrivent d'autres types de dispositifs dans le cadre de l'enseignement supérieur, insistant toutes sur le rôle important de la médiation humaine. Albero (1998), pour sa part, met l'accent sur la nécessaire synergie entre les " interfaces matérielles " et les " interfaces humaines " :

" Lorsque l'autonomisation est un objectif à part entière du projet institutionnel, le rôle interfaciel que joue l'intervenant, entre le projet de l'utilisateur et les ressources disponibles, s'exerce différemment selon chaque apprenant et selon son degré d'autonomie. Et ce à trois niveaux : dans son fonctionnement à l'intérieur du centre de ressources, dans sa prise en charge de l'apprentissage et dans la pratique de la langue étrangère. " Pour cet auteur, " la première et grande fonction de l'intervenant " est " le diagnostic et sa qualité corollaire, l'écoute. "

Souvent, c'est le constat de conditions d'enseignement défavorables (effectifs trop nombreux, public peu motivé, cf. Rézeau, 1996) qui conduisent à avoir recours à l'ALAO. Celui-ci est alors conçu d'une part comme un moyen d'alléger les effectifs, la moitié d'un groupe travaillant sur ordinateurs tandis que l'autre moitié est avec l'enseignant, d'autre part comme une possibilité d'obtenir une motivation plus élevée. Rézeau (1996) décrit ainsi un dispositif dans lequel des étudiants en première année d'histoire de l'art se rendent une semaine sur deux en salle informatique et ont cours une semaine sur deux avec l'enseignant ; il insiste sur la continuité entre les deux conditions, d'autant mieux assurée que c'est l'enseignant lui-même qui a élaboré le matériel multimédia. La limite de cette approche se situe d'une part dans le temps consacré à la préparation, évalué par Rézeau à trente heures pour une heure d'autonomie, d'autre part dans la compétence requise pour élaborer le matériel d'ALAO. Vincent-Durroux et Poussard (1998), pour leur part, montrent qu'à Montpellier 3 deux

⁹⁷ Liautard (1997), à propos du système éducatif, indique qu'il est difficile d'utiliser ces nouvelles ressources sans envisager le moindre changement des " conditions d'organisation spatiale et temporelle de l'enseignement ".

⁹⁸ Ces deux types de pratiques existent de manière clairement définie, par exemple, à la Maison des Langues et des Cultures de l'Université Stendhal-Grenoble 3. Par ailleurs, tout étudiant peut " acheter " des heures d'accès à la salle de ressources multimédias (" auto-apprentissage libre "), et tout enseignant peut se rendre avec son groupe-classe dans une salle équipée d'ordinateurs.

dispositifs différents ont été adoptés, l'un pour les étudiants de premier cycle, l'autre pour ceux de second cycle : pour ces derniers, les cours en présentiel ont été complètement abandonnés au profit d'un auto-apprentissage guidé (tel que défini plus haut) ; pour le premier cycle, l'accès à l'Espace multimédia se fait à bien plus grande échelle que dans la situation décrite par Rézeau, tous les enseignants de langues étant concernés, mais le travail s'effectue sur des produits existants.

Dans une perspective beaucoup plus large que l'apprentissage des langues mais cependant pertinente pour ce domaine, un rapport québécois (Séguin, 1997) propose comme base classificatoire des apports d'Internet une typologie des "modèles d'application pédagogique d'Internet". Un modèle est "un type d'activité d'apprentissage structurée organisée autour ou avec le support d'une ou de plusieurs applications Internet", et se distingue par "le nombre et le statut (dans l'échelle du savoir) des partenaires (étudiants et pairs, professeurs et experts) qu'il met en rapport ; le rôle joué par l'étudiant ou le professeur dans un groupe ou par un groupe au cours de l'activité ; la place dans la chaîne de l'information (producteur, consommateur, chercheur, etc.)". Les modèles cités décrivent des types d'activité qui ont réellement eu lieu et dont "le déroulement est suffisamment avancé pour que l'on puisse en tirer des conclusions". Séguin classe ses modèles en six grandes catégories :

1. la communication interpersonnelle,
2. la cueillette de données (il ne s'agit pas de documentation sur Internet, mais de demande d'informations, par voie télématique, à des individus bien précis),
3. les travaux en équipe,
4. l'utilisation des ressources,
5. la publication électronique,
6. l'auto-apprentissage.

Les catégories de 1 à 3 recouvrent, en les mêlant parfois, la communication médiée par ordinateur et les apprentissages collaboratifs assistés par ordinateur (*cf. infra*). La catégorie 4 se fonde sur les contenus informatifs du réseau, tandis que la 5 amène les apprenants à être créateurs de contenus, à l'instar des techniques Freinet ; on notera que dans ce dernier cas, il existe également une dimension de communication, puisque si l'on "publie", c'est bien dans l'espoir d'être lu, voire d'obtenir un feedback. La dernière catégorie concerne le télé-enseignement. Finalement, quatre catégories sur six concernant peu ou prou la communication, les "modèles" de Séguin peuvent intéresser l'ALAO, même si seuls certains de ses exemples sont tirés de ce domaine. On notera que des projets collaboratifs dans d'autres disciplines que les langues peuvent néanmoins intéresser celles-ci dans une perspective transdisciplinaire (la langue comme outil de communication plutôt que comme objet d'étude) préconisée depuis longtemps par Widdowson et d'autres auteurs.

Les dispositifs d'ALAO permettant la collaboration, à distance ou sur un même site, seront examinés en détail plus loin, mais on peut déjà indiquer qu'ils diffèrent essentiellement par le degré de structuration et d'encadrement par des enseignants-animateurs. Le réseau européen *Tandem*, par exemple, se veut très autonomisant, en mettant en contact deux par deux par courrier électronique des apprenants de langues maternelles différentes, mais les responsables se sont rendu compte qu'il convenait de structurer les échanges en proposant des thèmes de discussion et des ressources : à défaut de cela, le taux d'abandon est très élevé. À l'opposé, dans des projets déjà cités comme "L'Immeuble" (*cf.* chapitre V "Apprendre à écrire avec l'ordinateur"), le rôle de l'animateur est incontournable tout au long du déroulement. Un cas particulier, très prisé en Amérique du Nord, est celui de la communication en temps réel entre des apprenants du même groupe en présence de leur enseignant qui anime la séance : l'objectif principal, dans ce cas, est d'augmenter la participation et le temps de parole global des étudiants par rapport à celui de l'enseignant (*cf.* Swaffar & *al.*, 1998).

3. Expérimentations, recherches et évaluations

Dans cette partie, on rendra compte de diverses expérimentations, recherches et évaluations en fonction tout d'abord des différentes habiletés qu'il est habituel de distinguer dans l'apprentissage d'une langue étrangère (compréhension et production écrites et orales), ensuite en fonction d'atouts présumés du multimédia : la possibilité de favoriser les activités réflexives en mêlant plus intimement langue et discours, de simuler des interactions, d'amener les apprenants à coopérer (CSCL) et enfin de permettre la communication distante (CMO). Mais il faut d'abord évoquer les difficultés particulières posées par l'évaluation de l'efficacité de l'outil informatique dans le domaine de l'apprentissage des langues.

Problèmes spécifiques de l'évaluation dans ce domaine

L'objet d'apprentissage en L2 présente, par rapport aux autres disciplines, une importante spécificité : apprendre une langue, ce n'est pas emmagasiner des savoirs sur cette langue, mais atteindre une

certainne capacité à l'utiliser dans des situations de communication⁹⁹. Et évaluer cette capacité (ou des progrès dans cette capacité) est particulièrement difficile. D'après Pederson, cité par Levy (1997, p. 21), les études qui comparent les mérites respectifs du travail avec ou sans ordinateurs tombent dans le piège de vouloir attribuer des gains en apprentissage au médium lui-même plutôt qu'à la manière dont le médium a été manipulé pour atteindre certains résultats. Mais si on adopte un point de vue plus didactique et institutionnel, il n'est guère plus facile de mesurer l'efficacité pédagogique de quelque dispositif que ce soit, à cause du grand nombre de variables. Dans un chapitre sur "L'évaluation de didacticiels", Desmarais (1998, pp. 115-131) montre ainsi que la stratégie d'évaluation choisie dépend des objectifs visés et évoque l'importance des "mises à l'essai", qui doivent "être dirigées de façon rigoureuse"; elle cite six modèles d'évaluation de produits hypermédias, "le modèle expérimental", "le modèle recherche-développement", "le modèle éclairant", "le modèle décisionnel", "le modèle professeur-chercheur" et "l'étude de cas". Proposant une synthèse des résultats de ces mises à l'essai, elle indique que ceux-ci "montrent souvent un accroissement significatif des connaissances, une attitude favorable à l'apprentissage à l'aide de l'ordinateur, une diminution du niveau d'anxiété au fur et à mesure de l'utilisation du programme, une réaction différente au même logiciel selon le niveau de scolarité des apprenants, l'utilisation de stratégies différentes selon les apprenants, un intérêt marqué pour les apprenants à utiliser les programmes qui leur sont proposés, à tenir compte des rétroactions fournies par le programme, à travailler à leur propre rythme, à répéter un exercice ou des éléments à leur gré, à améliorer leur score à l'abri des remarques et à identifier leurs parcours antérieurs." La principale critique faite aux didacticiels concerne l'analyse de réponse quand celle-ci "n'est pas assez fine pour accepter des réponses valables, mais non prévues".

On peut également énumérer un certain nombre de méthodologies de recueil et d'analyse de données adoptées jusqu'à présent dans le domaine de l'ALAO, tout en soulignant leurs limites, et en sachant que beaucoup de chercheurs ont recours à une combinaison de plusieurs méthodologies :

1. Une première approche consiste à décrire avant tout les produits eux-mêmes et à en établir des typologies. Demaizière (1986) examine notamment, sous l'angle de l'énonciation, le rapport qui s'établit entre le système informatique et l'étudiant qui l'utilise. Modard (1991) élabore de complexes grilles d'évaluation de didacticiels de lecture et d'écriture, un de ses principaux critères étant leur interactivité. Mangenot (1995) tente de croiser les caractéristiques de certains didacticiels avec les besoins d'une didactique de l'écriture prenant en compte à la fois les notions psychologiques de surcharge cognitive et de facilitation procédurale et les apports de la linguistique textuelle. Les chercheurs de l'EA 2534 (ENS Fontenay-Saint-Cloud) ont proposé des analyses (selon une perspective médiologique et sémiologique) d'un certain nombre de CD-ROM "grand public", cette analyse leur semblant le préalable d'une bonne exploitation pédagogique (cf. Develotte, 1997, Barbot 1998, Mangenot, 1998a et Lancien, éd., 2000).

2. Certains chercheurs ont testé, avec pré-test et post-test, des logiciels sur un groupe d'apprenants, un groupe témoin travaillant sans ordinateurs (étude comparative). C'est typiquement l'approche des psychologues cognitivistes, dont les paradigmes de recherche exigent le quantitatif : ainsi Barbier et Piolat (1993) cherchent-elles à évaluer l'impact du traitement de texte et du correcteur orthographique en anglais langue étrangère chez des lycéens. Cette approche semble assez prégnante dans les milieux de la recherche éducative canadienne, sans doute assez marquée par la psychologie (cf. Desmarais & al., 1997). Mais elle atteint vite ses limites en tant que méthode d'évaluation, aboutissant rarement à des conclusions non équivoques, l'apprenant n'étant pas considéré comme partie d'un contexte plus vaste d'enseignement/apprentissage.

3. Une autre méthode liée à la psychologie cognitive consiste à demander à l'apprenant de penser à haute voix ("*think aloud*") durant son utilisation d'un didacticiel, comme l'ont fait Flower et Hayes pour les processus de rédaction. Il est également possible d'interroger l'apprenant après la tâche. Mais on est toujours confronté au décalage entre ce que l'apprenant a fait et ce qu'il pense avoir fait ; par ailleurs, on peut supposer que la verbalisation concomitante modifie l'activité cognitive. Cette méthode peut être avantageusement combinée avec un programme de traces qui enregistre, cette fois-ci de manière parfaitement objective, toutes les actions entreprises par un utilisateur sur un logiciel : ainsi Foucher (1998) cherche-t-elle à déterminer les stratégies employées par les apprenants face à une tâche de compréhension en corrélant leurs verbalisations et les actions entreprises sur le didacticiel. Les CD-ROM de FLE *CAMILLE, Travailler en France* ont fait l'objet d'expérimentations selon les méthodologies 2. et 3. (cf. Pothier, à paraître).

4. Une méthode inspirée de la sociolinguistique consiste à faire remplir des questionnaires aux apprenants, avant, pendant et/ou après et/ou réaliser des entretiens (souvent semi-directifs) avec les

⁹⁹ Cette remarque vaut également pour l'apprentissage de la production écrite en L1.

apprenants avant et surtout après l'utilisation des produits, pour recueillir leurs représentations à la fois sur la langue à apprendre, sur la manière de l'apprendre et sur l'aide apportée par l'outil informatique. Cette méthode permet à Rézeau (1999) de constater que les profils d'apprentissage ainsi que les représentations (sur les langues et sur l'outil informatique) d'étudiants spécialistes et non spécialistes en langues sont susceptibles d'évoluer positivement (sur une année universitaire), sans que la méthodologie mise en place permette de déterminer précisément la part du dispositif multimédia dans cette évolution.

5. L'analyse des discours dans la classe de langue a une longue tradition, notamment en Amérique du Nord (Kramsch, 1984, pour une traduction française, par exemple). Dans le domaine de l'ALAO, certains se sont penchés sur les interactions entre pairs devant un même écran (Little, 1996), d'autres sur les interactions par ordinateur interposé, celles-ci pouvant être d'ordre simplement communicationnel (Warschauer, 1996 et 1998) ou plus métalinguistique (Lamy & Goodfellow, 1998), en temps réel ou, plus souvent, en temps différé. Les outils utilisés pour analyser les corpus ainsi recueillis sont assez divers, d'une classification selon la complexité syntaxique ou lexicale aux analyses conversationnelles, en passant par les types d'actes de parole et le contenu thématique. Les outils de l'analyse conversationnelle ont même été appliqués à l'interaction homme-machine, dans le cas des simulations d'interaction (*cf. infra*).

6. Chapelle (1998) fournit une autre méthodologie intéressante (qu'elle classe dans les "*process-oriented research methods*"): une évaluation des tâches d'ALAO ("*CALL activities*") à travers une observation très détaillée des activités langagières de l'apprenant lors de ces tâches (on recueille ainsi des "*CALL process data*"); elle propose sept points précis à analyser, formulés sous forme de questions: "Les apprenants ont-ils prêté attention aux caractéristiques linguistiques mises en valeur dans l'input?", "Ont-ils demandé à voir l'input modifié¹⁰⁰?", "Ont-ils produit un output compréhensible?", "Se sont-ils rendu compte des erreurs dans leur production?", etc. Il s'agit, selon cet auteur, de croiser les critères de la psycholinguistique acquisitionniste avec les caractéristiques des produits multimédias.

7. Il faut enfin mentionner la recherche-action, même si certains lui dénie son caractère scientifique. Rézeau (1996) est un bon exemple dans cette catégorie: il montre comment il a cherché à résoudre un problème institutionnel grâce à l'emploi de l'ALAO, tout en utilisant, tout au long de sa recherche, plusieurs outils méthodologiques cités plus haut qui lui permettent d'obtenir une plus grande objectivité. L'ouvrage de Bourguignon (éd., 1993) témoigne des activités, durant plusieurs années, d'un Groupe de Recherche Action Formation en langues qui a cherché à intégrer un certain nombre de logiciels (malheureusement pour la plupart aujourd'hui dépassés) en classe d'anglais.

Possibilités et limites des didacticiels selon les quatre habiletés

Il est devenu banal de subdiviser les habiletés dans une langue étrangère en compréhension orale, compréhension écrite, production orale et production écrite. On considère aujourd'hui qu'il est possible de mettre plus l'accent sur une habileté que sur une autre, et de la développer de manière plus ou moins indépendante des autres. Le seul point controversé concerne la part de réflexion sur la langue favorisant l'appropriation¹⁰¹: des auteurs comme Krashen (1981) privilégient l'acquisition, c'est-à-dire une appropriation faisant la place la plus grande possible à des automatismes, tandis que d'autres plaident pour des apprentissages à la dimension plus consciente, notamment dans le cadre de systèmes scolaires peu favorables à des temps de parole élevés pour les élèves. Dans tous les cas, on ne trouve plus guère d'auteurs pour rejeter toute dimension réflexive. Plusieurs auteurs (Mangenot, 1997a; Pothier, 1998) soulignent que c'est dans le domaine de la compréhension et des activités réflexives que les logiciels peuvent jouer le rôle le plus intéressant, du moins si l'on envisage le rôle de l'ordinateur comme tuteur.

Compréhension écrite

La compréhension écrite est sans doute le domaine où les théories psycholinguistiques ont eu le plus de retombées sur la réalisation de didacticiels. Dans sa revue sur "Les technologies et la lecture", Desmarais (1998, pp. 101-114) montre ainsi que certains auteurs visent plus que la simple acquisition lexicale, insuffisante pour établir de bonnes habitudes de lecture: elle cite Brasche, qui "a construit un outil d'aide à la compréhension favorisant l'utilisation du contexte pour inférer le sens d'un mot, le devinement, la régression (revenir sur un passage déjà lu), l'évitement (sauter un mot non compris)"; l'expérimentation menée par cet auteur montre que le groupe ayant des indices contextuels fait plus

¹⁰⁰ Il est fait allusion ici à une des formes d'aide présentes dans les multimédias: la possibilité d'obtenir soit une reformulation de l'input avec des mots plus simples, soit des explications hypertextuelles.

¹⁰¹ Le terme "appropriation" est ici utilisé comme hyperonyme d'*acquisition* et d'*apprentissage*.

d'inférences et qu'un rappel après une semaine révèle un gain supérieur. En règle générale, les autres expérimentations citées par Desmarais montrent toutes un gain lexical, notamment quand les définitions sont présentées de manière multimodale ; les gains en lecture sont moins tangibles (peut-être aussi parce qu'ils sont plus difficiles à mesurer).

Une équipe du CREDIF (ENS Fontenay-Saint-Cloud), s'intéressant à l'analyse des discours de spécialité et aux applications pédagogiques de la lexicométrie, a proposé un outil (le *Lecticiel*) caractérisé par le souci d'autonomiser l'apprenant dans sa lecture de textes spécialisés (Lehmann, Margerie & Pelfrène, 1988) ; mais leur logiciel était assez lourd d'emploi et n'a pas connu une grande diffusion. Il n'a pas non plus, à notre connaissance, fait l'objet d'évaluations.

D'autres recherches plus récentes dans le domaine de la compréhension écrite s'appuient sur la proximité entre la L1 et la L2. Ainsi le projet européen Galatea¹⁰², qui se fonde sur l'intercompréhension entre langues latines (à ce sujet, cf. Dabène & Degache, éd., 1996), doit-il aboutir, courant 2000, à la sortie d'un CD-ROM destiné aux apprenants français d'italien, espagnol et portugais. Cette recherche a un double objectif didactique et psycholinguistique, l'activité métacognitive de l'apprenant étant à la fois fortement encouragée et précisément observée. Les objectifs sont les suivants : optimisation de la parenté linguistique et des pré-connaissances linguistiques et culturelles, prise de conscience du profil de "compréhensif" à travers ses stratégies de compréhension, incitation systématique à la découverte active. On ne dispose malheureusement pas encore d'évaluation de l'efficacité de cette approche, mais le programme Galatea prévoit d'exploiter les traces des actions entreprises par les utilisateurs sur le CD-ROM à des fins de recherche sur l'activité de lecture en langue étrangère. On peut encore citer, dans un domaine proche, le cours *Reading French* de Brian Gill, un universitaire de Calgary¹⁰³, proposé sur Internet et destiné à rendre des débutants en français capables de lire cette langue le plus vite possible ; sa méthodologie s'appuie sur les mots cousins ("cognates"), sur une approche contrastive et sur le repérage des formes grammaticales les plus fréquentes.

Desmarais (1998) rappelle enfin qu'Internet et certains CD-ROM facilitent l'accès aux textes, notamment dans le domaine de l'actualité. Mangenot et Moulin (2000, à paraître) proposent ainsi de se servir de moteurs de recherche pour trouver des contextes à certaines expressions toutes faites : il s'agit là en fait d'appliquer à la Toile, considérée comme un immense corpus linguistique, des approches utilisées depuis longtemps avec des logiciels hors-ligne (cf. notamment Johns, 1988).

Compréhension orale

Desmarais (1998, pp. 43-53) propose un historique des utilisations des supports informatiques pour la compréhension auditive en langues ; elle montre que de grands espoirs avaient été placés dans le vidéodisque, support sur lequel un certain nombre de produits ont vu le jour aux États-Unis (*Montevideo*, *Vi-Conte*, *À la rencontre de Philippe*¹⁰⁴), mais que finalement cette technologie s'est vue évincer au profit du CD-ROM ; les résultats de plusieurs recherches comparatives montraient pourtant que les groupes expérimentaux faisaient des progrès plus rapides que les groupes témoins. Pour cet auteur, parmi les avantages des supports informatiques par rapport aux supports vidéo pour le développement de la compréhension auditive, on trouve : la présentation multimodale (texte, son, vidéo) facilitant l'accès au sens, les rétroactions immédiates appropriées aux réponses des apprenants, l'accès à des options (glossaire, liens hypertextes, transcription ou sous-titres, etc.) et l'enseignement individualisé avec des branchements correspondant aux difficultés des apprenants. Sur ce dernier point, la constatation de Desmarais est néanmoins assez pessimiste : "Même si les supports informatiques permettent de tenir compte du style d'apprentissage des utilisateurs, peu de produits le font, faute de moyens et de recherche dans ce sens. Les résultats de l'étude de Liu et Reed (1994) indiquent que les sujets de style cognitif global ont davantage accès à l'image, alors que les sujets de type analytique utilisent les options associées au mot pour en comprendre le sens.", et elle suggère de fournir d'une part des options diversifiées, d'autre part une aide sur les stratégies à utiliser. Il s'agit certainement là d'une intéressante piste de recherche à creuser.

Une expérimentation (de type recherche-action) coordonnée par le Bureau des Technologies de l'Enseignement (DT-B1) du ministère de l'Éducation nationale et menée à partir de l'année 1994-1995 mérite enfin d'être citée pour son originalité : il s'est agi d'expérimenter "l'utilisation

¹⁰² Présentation sur le site : <http://www.u-grenoble3.fr/galatea>.

¹⁰³ Page personnelle (donnant accès au cours *Reading French*) : <http://www.ucalgary/~bgill>.

¹⁰⁴ Pour une description de ces produits, qui proposent tous des fictions narratives, voir (Desmarais, 1998, p. 48-49). *À la rencontre de Philippe*, développé au Massachusetts Institute of Technology dans le cadre du projet *Athena Language Learning*, existe maintenant sur CD-ROM.

pédagogique de jeux multimédias pour l'enseignement et l'apprentissage des langues¹⁰⁵. Les produits retenus relèvent essentiellement de la catégorie "Jeux d'aventure", les critères de choix étant les suivants : image de qualité, dimension verbale (écrite et orale) relativement importante et niveau de langue adapté, intrigue accessible mais élaborée, intérêt culturel. Le plus souvent, les élèves utilisaient ces jeux en dehors des heures de classe, dans le cadre d'un club ou d'un espace-langues ; ils avaient à leur disposition des fiches réalisées par leurs enseignants pour les aider à mieux comprendre, "pour guider la progression, pour exploiter un fait de langue ou enrichir le lexique". Selon la présentation de cette expérimentation sur Internet¹⁰⁶ :

"Les objectifs définis par les enseignants se soumettent au principe de l'autonomie de l'élève, et à celui du libre accès au savoir dans un cadre où le recours au professeur relève de l'initiative de l'apprenant. L'utilisation des jeux permet d'encourager les élèves à choisir eux-mêmes les instruments de leur apprentissage selon leurs centres d'intérêt, et à dépasser ainsi l'activité strictement scolaire proposée au groupe de classe dans les limites d'un horaire souvent étriqué ; elle permet aussi de favoriser l'exposition à une langue authentique, enfin de modifier les relations entre professeurs et élèves. Par ailleurs plusieurs ont vu dans cette activité l'occasion de définir ce que l'on appelle des objectifs "intellectuels" : développer les capacités d'organisation logique de la pensée, mémoriser ce qui sera utile pour pouvoir avancer dans le jeu. De façon subsidiaire, mais ce n'est pas du tout à négliger, cette expérience est aussi le moyen de familiariser les jeunes avec l'ordinateur multimédia."

Le bilan tiré de cette expérimentation est très positif. L'ensemble des expérimentateurs tire un bilan positif de l'expérimentation :

- L'activité ludique exerce un attrait incontestable sur les élèves. On aurait pu penser que l'obstacle de la langue allait en rebuter plus d'un et faire baisser rapidement la motivation initiale. En fait presque tout le monde a constaté un enthousiasme durable, surtout lorsque le jeu se pratique dans le cadre d'un club (et donc sur la base du volontariat).
 - Bien qu'il soit difficile de mesurer précisément les acquisitions linguistiques au cours de cette activité, on constate que l'élève veut trouver la solution et donc fait de l'anglais parfois sans s'en apercevoir et beaucoup plus que dans le cadre du cours. Il répète souvent après l'ordinateur, surtout les répliques simples et il en tire un enrichissement phonologique.
 - De plus il enrichit son lexique car il a tendance à ne pas oublier le sens des mots ou expressions difficiles à déchiffrer (on ne peut avancer dans le jeu sans trouver le sens exact, d'où nécessité de mémoriser pour ne pas perdre de temps).
- Et il réactive les structures nécessaires au contexte du jeu et renforce ainsi ses acquis.
- Il s'habitue à évoluer dans un contexte de langue étrangère. Il se retrouve dans une situation authentique de jeune joueur anglophone ou germanophone devant son ordinateur. On peut parier qu'il y a au moins un acquis qualitatif lorsque l'élève s'est montré capable d'agir en passant obligatoirement par la langue étrangère.
 - Et comme il l'aura fait dans le cadre d'un jeu, expérience dont il garde un bon souvenir, cela lui donnera confiance par la suite pour agir dans d'autres situations en se servant de la langue étrangère.

Production écrite

Dans sa thèse, Mangenot (1995) émet l'hypothèse, fondée sur l'examen des résultats des recherches psychologiques et psycholinguistiques sur la production écrite, que les difficultés de l'apprentis-scripteur ne diffèrent pas fondamentalement en langue maternelle et en langue étrangère. C'est d'ailleurs le seul des quatre domaines où l'on observe une utilisation des mêmes logiciels dans les deux cas : traitement de texte (en L2, lire Dam, Legenhausen & Wolff, 1990, par exemple), correcteurs (Barbier & Piolat, 1993), environnements d'écriture comme le *Daedalus Integrated Writing Environment* (cf. *infra*) et *Gammes d'écriture*.

Au Canada, Bisailon s'est livrée à deux expérimentations concernant l'utilisation du traitement de texte. La première lui a permis de constater que les apprenants "jouent davantage avec les mots, les phrases et même les idées", ce qui expliquerait aussi qu'ils écrivent des textes plus longs avec le traitement de texte (Bisailon & Desmarais, 1998). La seconde expérimentation (*op. cit.*) était ciblée sur l'apprentissage de stratégies d'écriture simultanément à l'utilisation de l'outil informatique ; des pré-tests et des post-tests ont été administrés à trois groupes d'étudiants suivant des cours de rédaction à l'université Laval ; selon les auteurs...

¹⁰⁵ En fait, seule la langue anglaise semble avoir été concernée.

¹⁰⁶ Compte rendu trouvé à l'adresse : <http://www.educnet.education.fr/langues/expjacc.htm> (février 2000).

“ [...] les résultats obtenus suggèrent que l’enseignement de stratégies de révision combiné avec l’utilisation du traitement de texte est un moyen d’améliorer la qualité de la révision autant que la qualité des écrits ” (*op. cit.*) ; mais, en l’absence de groupe-témoin ayant suivi les mêmes cours sans ordinateurs, on est en droit de se demander ce qui relève de l’utilisation de l’outil, et ce qui relève de la stratégie pédagogique adoptée. Finalement, la conclusion de Bisailon et Desmarais (1998) est identique à celle des didacticiens de la langue maternelle : “ pour que le traitement de texte favorise l’apprentissage de l’écrit, il faut qu’il soit intégré dans un contexte pédagogique approprié. ”.

Dans une étude descriptive, Mangenot (1999) relate l’utilisation de l’environnement *Gammes d’écriture* (CNDP) avec des étudiants de niveau avancé en FLE. Dans le cadre d’un cours semestriel de “ Rédaction de textes ” à l’université Grenoble 3, il se rend une fois sur deux en salle informatique et fait travailler les apprenants en binômes ; les scénarios pédagogiques, portant sur un type de texte déterminé (descriptif, narratif, argumentatif), comportent quatre étapes : lecture problématisée, reconstitution de textes, manipulation de textes, production assistée (Mangenot, 1998b). Il constate une production accrue (près du double) lors des séances en salle informatique, la qualité des textes étant également jugée plus satisfaisante. Mais c’est surtout au niveau de la collaboration à l’intérieur des dyades qu’il situe l’apport de l’ordinateur, du moins quand sont proposées des situations problèmes et des tâches ouvertes d’écriture.

Production orale

Savoir s’exprimer oralement est très souvent considéré comme l’objectif principal d’une formation linguistique. Par ailleurs, la pédagogie de la production orale est sans doute le domaine qui a le plus évolué entre l’époque des méthodes structuro-globales audio-visuelles (SGAV) et celle de l’approche communicative : sous l’influence de la pragmatique anglo-saxonne, on est passé d’une conception structurale (symbolisée par le laboratoire de langues et ses transformations d’énoncés décontextualisés) à une approche reconnaissant toute la complexité et l’interactivité de la communication humaine. Il n’est donc pas étonnant qu’il s’agisse du domaine où le décalage entre les performances annoncées par les logiciels de langues et la réalité de ce que l’outil informatique peut apporter est le plus grand : il n’est pas rare de voir affirmer sur la jaquette d’un didacticiel que celui-ci permet de s’entraîner à communiquer dans la langue-cible, alors qu’il ne s’agit le plus souvent, après une réplique d’un personnage sur l’écran, que de sélectionner un énoncé parmi trois choix et de le lire dans un micro¹⁰⁷.

Desmarais (1998, pp. 55-69), dans sa revue de la question, distingue deux domaines : “ la prononciation et l’intonation ” et “ la communication ”. Pour cette dernière, à propos de laquelle elle dit en préambule que “ les supports informatiques ne semblent pas, à première vue, tout indiqués pour l’enseignement de la communication ”, les recherches citées relèvent en fait soit d’un domaine différent (compréhension orale, reconnaissance vocale), soit des interactions entre pairs, auxquelles on consacrera un paragraphe spécifique. La question de savoir s’il est possible de simuler la communication avec un ordinateur est plus ou moins éludée, seul un produit permettant “ la simulation d’une conversation ” étant très brièvement cité ; comme il s’agit là du seul cas où une expression plus libre face à l’ordinateur est possible, une réflexion plus approfondie semble nécessaire, et on la conduira plus loin, à propos des simulations d’interaction.

Aide à l’évaluation d’énoncés oraux

Reste ce vaste domaine, où de nombreuses possibilités technologiques ont récemment vu le jour. La plus ancienne de ces possibilités consiste à pouvoir enregistrer sa voix, la réécouter, la comparer avec celle d’un locuteur natif : par rapport aux laboratoires de langue de l’époque SGAV, l’avantage réside d’une part dans la plus grande facilité de maniement, d’autre part dans la présence de l’écrit et de l’image (pour contextualiser les énoncés et/ou pour indiquer le contenu de la réponse¹⁰⁸) ; Mangenot (1997a) souligne également qu’en ce qui concerne l’évaluation des productions, les systèmes multimédias qui se contentent de proposer en parallèle d’une part ce qui est considéré comme la réponse idéale, d’autre part la réponse enregistrée par l’utilisateur sont plus souples que les logiciels de la génération précédente, car en évitant l’analyse informatique des réponses, ils éliminent du même coup tout risque de message complètement inadapté à l’erreur commise. Mais, selon les recherches citées par Desmarais (1998, p. 67), “ l’apprenant est souvent

¹⁰⁷ La gamme de produits Auralog (*Talk to me, Tell me more, ...*), par exemple, qui se taille une bonne part du marché grand public en France, correspond à cette description.

¹⁰⁸ Merlet (1998) montre bien le danger de ce double statut de l’image en termes de surcharge cognitive.

sourd aux sons qui ne font pas partie de son système phonologique”, et “l’inutilité de la simple réécoute par l’apprenant pour corriger ses erreurs de prononciation” a été démontrée.

Visualisation et comparaison de graphiques

D’autres recherches ont porté sur la visualisation et la comparaison de graphiques correspondant d’une part à l’énoncé enregistré, d’autre part à l’énoncé prononcé par un locuteur natif. Ces graphiques peuvent représenter les traits prosodiques (dits “supra-segmentaux”) de la prononciation¹⁰⁹ : ainsi le système-auteur français *Speaker* (Neuroconcept), par exemple, proposait-il, dans ses premières versions, trois courbes correspondant à “l’accent tonique”, à “l’activité sonore” et à “l’intonation” (documentation du logiciel¹¹⁰). La limite de ces systèmes, comme le notent bien Lhote et al. (1998), est l’impossibilité pour l’apprenant “de faire le tri et de sélectionner les variations qui perturbent la compréhension et la bonne transmission du message, et par suite de les distinguer de celles qui sont parfaitement tolérées dans une situation de communication authentique”; une autre difficulté provient de la nécessité de faire le lien entre ces traits prosodiques et leurs fonctions syntaxiques (intonation interrogative, par exemple) et pragmatiques (Chun, 1998 ; Lhote & al. 1998). Il semble que ce soit dans le domaine de l’intonation que la plupart des chercheurs voient un véritable apport de l’outil informatique ; Chun et Desmarais citent un certain nombre de recherches ayant prouvé l’effet positif de la visualisation de la courbe intonative¹¹¹ pour apprendre l’anglais, le chinois et le français. La dernière en date des technologies utilisées dans les didacticiels de langue est la reconnaissance vocale, qui est devenue, commercialement parlant, quasiment incontournable. Dans un état de l’art de la question quelque peu technocentré mais néanmoins très bien documenté, deux chercheurs du domaine, Ehsani et Knodt (1998), avancent que cette technologie est essentielle pour l’ALAO et qu’elle peut être implémentée efficacement à condition d’une part d’être conscient de ses limitations et d’autre part de chercher à contourner celles-ci au mieux. Après avoir expliqué, d’un point de vue technologique, le fonctionnement de divers systèmes, ils passent en revue un certain nombre de logiciels d’ALAO “à interactivité vocale” (“*Voice-Interactive CALL*”). Trois domaines sont évoqués : l’entraînement à la prononciation, la lecture à haute-voix et la “conversation limitée”. Dans ce dernier cas, ils distinguent les architectures à réponse fermée (cas déjà mentionné plus haut), qui permettent une analyse très fiable par le système, et les architectures à réponse ouverte, pour lesquelles il est non seulement nécessaire que le système possède toutes les réponses possibles, mais encore, si l’on souhaite un feed-back approprié, qu’un grand nombre de messages erronés potentiels aient été prévus : on reparlera de ces systèmes ouverts plus loin à propos des simulations d’interaction.

Un dernier cas non abordé par Desmarais est celui des exercices ou activités de transformation d’énoncés, pourtant fréquents dans les didacticiels de langues : il est permis de considérer que ce type d’activité relève plus des activités réflexives (voir ci-dessous) que de la production orale.

Évaluation des atouts présumés du multimédia

Les activités réflexives¹¹²

Il faut tout d’abord rappeler que les premières générations de didacticiels étaient le plus souvent conçus pour travailler la langue, souvent de façon très mécanique, les activités plus communicatives étant dévolues à l’enseignant en classe. Il n’est pas rare d’entendre encore aujourd’hui dire que l’ordinateur permet de se débarrasser des tâches les plus ingrates et les plus répétitives liées aux apprentissages lexicaux et grammaticaux. Pourtant, les évaluations américaines de la fin des années soixante-dix (citées par Levy, 1997, pp. 20-21), comparant la réalisation d’exercices sur papier et sur ordinateurs, ont bien montré qu’il n’y avait guère de gain à utiliser l’ordinateur avec ce type de

¹⁰⁹ La prosodie regroupe tous les facteurs faisant usage de l’intensité (mesurée en décibels), de la hauteur (mesurée en fréquence) et de la durée : l’intonation, l’accentuation, le rythme, la mélodie, les tons, les pauses, la quantité (*La grammaire d’aujourd’hui*). On notera que la difficulté provient du fait que les phénomènes physiques, mesurables, se combinent pour former des catégories fonctionnelles plus floues issues des observations des linguistes.

¹¹⁰ Selon Cazade (1999), ces trois courbes, conçues en fonction de leur utilité pour l’apprenant, sont le résultat de traitements assez complexes. Cet auteur explique que les versions récentes de *Speaker* ne comportent plus qu’une seule courbe pour des raisons technologiques : le calcul de ces courbes dépendait de la carte vocale employée, et celles-ci se sont trop multipliées pour qu’il soit possible de suivre.

¹¹¹ Le terme “courbe intonative” est employé par Desmarais, tandis que Chun parle de “*pitch curve*” et cite un logiciel très utilisé dans l’apprentissage des langues aux USA, *Visi-Pitch*.

¹¹² Curieusement, l’ouvrage de Desmarais (1998) n’aborde pas ce type d’activité.

logiciel¹¹³. Mais même dans cette perspective d'un travail avant tout centré sur la langue, deux approches différentes avaient permis d'échapper en partie à un ordinateur-tuteur imposant des exercices structuraux : l'utilisation de logiciels de reconstitution de texte (" *text reconstruction* ") d'une part, les activités relevant du traitement automatique des langues d'autre part. Les premières ont été, à une époque, très prisées en Grande-Bretagne (cf. Hower, 1988) et beaucoup utilisées en anglais langue étrangère (cf. Higgins, 1988 ; Rézeau, 1988, etc.), et Levy (1997) les considère comme un " genre typique des années quatre-vingt ", citant comme exemple prototypique les nombreux logiciels qui, comme *Storyboard* (Wida Software), demandent à reconstituer un texte mot par mot en n'en laissant apparaître que la ponctuation, la longueur des mots et quelques indices comme le titre. Legenhausen et Wolf, cités par Levy (1997, p. 26), ont expérimenté *Storyboard* en anglais langue étrangère en s'intéressant particulièrement aux stratégies utilisées par les étudiants : ils en ont repéré six, s'appuyant sur les fréquences, la forme, la grammaire, le sens, les connaissances textuelles et la connaissance du monde. Mangenot et Moulin (1997) récapitulent un certain nombre d'avantages que présentent les ordinateurs pour réaliser des exercices. Certains auteurs privilégient les usages de l'ordinateur où celui-ci est programmé par les utilisateurs (apprenants et enseignants) pour traiter la langue : il peut s'agir de lui faire générer du texte (Mangenot, 1996), ou encore de lui faire trouver des contextes ou des fréquences de mots ; l'approche est délibérément constructiviste, influencée par le rôle " ordinateur enseigné " préconisé par Papert (1981). Tim Johns, auteur du logiciel *Micro-Concord*, est un de ceux qui ont le plus et le mieux plaidé pour un apprentissage de la langue fondée sur des corpus (" *data driven learning*¹¹⁴ "). Internet pourrait redonner une nouvelle jeunesse à cette approche (Mangenot & Moulin, 2000, cf. *supra*).

Mais l'arrivée des ordinateurs multimédias a eu un impact important sur les activités réflexives : l'hypertextualité permet d'associer des explications linguistiques à du discours authentique, tandis que la multicanalité permet de nouvelles combinaisons entre texte oral, texte écrit et image. Un des principaux avantages reconnus au multimédia est ainsi d'estomper la frontière entre langue et discours (Martel, 1998) et de mettre mieux en valeur les caractéristiques linguistiques de l'input langagier tout en préservant le caractère authentique (discursif) de celui-ci : ainsi la psycholinguiste Chapelle (1997, 1998) parle-t-elle de faire ressortir l'input (" *make input salient* "), et propose-t-elle d'en faire un critère d'évaluation des didacticiels. Cette mise en évidence peut concerner la grammaire, le lexique, les actes de parole, la civilisation ou même la dimension pragmatique. Comme le disent Lhote et al., " plutôt que d'opposer les activités conscientes aux activités automatisées (c'est-à-dire ne faisant pas appel à la conscience explicite), il vaut mieux apprendre à associer des représentations : par exemple visuelles et auditives, sensorielles et linguistiques, affectives et conceptuelles, orales et écrites. ". Ce qui est visé est alors un " apprentissage incident " (" *incidental learning* "), non intentionnel, sous-produit d'une autre activité comme la lecture ou la communication ; mais porter une certaine attention à l'input ne suffit sans doute pas à la rétention, une certaine manipulation (" *processing* ") étant sans doute nécessaire (Laufer & Hill, 2000, cf. *infra*).

Dans le cas des transformations d'énoncés, l'image fixe suffit parfois à créer un contexte discursif et à transformer un exercice structural en une activité plus significative (Mangenot, 1997a) ; encore faut-il, si l'on veut éviter la surcharge cognitive chez l'utilisateur (cf. Merlet, 1998), ne pas demander à l'image à la fois de représenter le contexte et d'indiquer le contenu de la transformation, comme c'est le cas dans un certain nombre de CD-ROM de langue¹¹⁵.

Les CD-ROM de compréhension orale de la collection LTV (*Language TeleVision*, éditeur : Jériko, versions pour l'allemand, l'anglais et le FLE), produits par plusieurs universités avec le soutien financier des programmes *Lingua* et *Leonardo* de la Communauté européenne, illustrent mieux que les transformations d'énoncés l'idée du lien discours/langue. Ils permettent en effet de visionner des

¹¹³ Levy relativise cependant la valeur de ces évaluations comparatives, faisant remarquer que si les résultats obtenus montrent que l'ordinateur est à peu près aussi efficace que l'homme, cela irait plutôt dans le sens de l'emploi des ordinateurs.

¹¹⁴ Cinq articles de Johns sont cités par Levy. En français, on lira Johns (1988), qui expose très bien l'approche.

¹¹⁵ Par exemple, pour réemployer la structure " éviter de " qui a été utilisée dans une vidéo, on fournit par l'image différentes situations dans lesquelles l'utilisateur doit répondre, par exemple, " Ah non ! Du café, moi j'évite d'en prendre ". L'image représente deux personnages, un médecin et un patient, et deux bulles, l'une présentant des tasses de café, l'autre une tasse barrée (CD-ROM *Je vous ai compris 1*, Neuroconcept).

vidéos de qualité¹¹⁶ tout en ayant la possibilité de lire des mots clés ou des sous-titres dans la langue cible et de cliquer sur certains mots de ces sous-titres pour en obtenir la traduction en langue source ; il est également possible, à l'inverse, de consulter une liste d'actes de parole donnant accès à des réalisations concrètes présentes dans la vidéo. Le récent CD-ROM *Encarta Interactive English* (Microsoft), dont le développement a bénéficié du conseil de nombreux universitaires, offre le même type de fonctionnalités alliées à la possibilité de ralentir le débit vocal de la bande son de la vidéo.

Un des produits qui mène le plus loin cette dimension réflexive, en tentant de l'étendre à plusieurs aspects du discours, est *CAMILLE, Travailler en France* (Chanier, Pothier & Lotin, 1996) ; la réalisation des deux CD-ROM *À la recherche d'un emploi* et *L'acte de vente* (éditeur : CLE International) a bénéficié de soutiens européens et donné lieu à la publication de nombreux articles. Les CD-ROM comportent, toujours accessibles grâce à des boutons en bas d'écran, des "ressources" lexicales (d'intéressants réseaux lexicaux sont proposés), civilisationnelles, fonctionnelles (actes de parole) et grammaticales, mais les expérimentations montrent que les apprenants utilisent assez peu ces ressources quand la tâche ne les y oblige pas explicitement¹¹⁷. Concernant les activités réflexives, les auteurs ont cherché à remplacer les traditionnels exercices par des "activités de résolution de problème", censées concourir plus efficacement aux apprentissages (Pothier, 1998a et 1998b), choix que Pothier (à paraître) justifie ainsi :

" À l'intérieur du paradigme cognitif dans lequel nous nous situons, il est admis que résoudre un problème active des processus cognitifs et met en jeu des connaissances procédurales (connaissances dynamiques permettant une action) et conditionnelles c'est-à-dire susceptibles d'être appliquées dans un autre contexte. C'est la raison pour laquelle nous avons choisi non des exercices d'application de connaissances grammaticales ou lexicales précises mais des résolutions de problèmes demandant la mise en œuvre d'un savoir-faire pratique. "

Parmi les plus intéressantes de ces activités, on trouve, dans *L'Acte de vente*, une simulation de vente, une activité sur la gestuelle lors de laquelle il faut associer des gestes proposés en vidéo à des actes de parole, et un travail sur l'argumentation demandant de repérer les erreurs commises par un mauvais vendeur. Cette dernière activité a fait l'objet d'une expérimentation complexe, avec pré-tests, post-tests, verbalisation et questionnaires (cf. Pothier, à paraître) ; selon cet auteur, " La mise en place de cette activité avait plusieurs objectifs : d'abord, valoriser les compétences des apprenants, ensuite, les amener à analyser la situation et à réfléchir aux possibilités offertes, et enfin, mettre en œuvre en français les capacités argumentatives acquises en langue maternelle et plus précisément dans le domaine de la vente. Ce transfert de compétences était une hypothèse forte dans la réalisation de *CAMILLE*. ". Les résultats montrent que, conformément aux hypothèses, ce sont les quatorze sujets (sur vingt-sept) qui connaissaient la vente soit par leurs études, soit par leur profession, qui réalisent les meilleurs gains en argumentation entre le pré-test et le post-test : " Il apparaît donc de manière claire que les transferts de compétences d'une langue à l'autre fonctionnent efficacement pour l'argumentation. " (Pothier, à paraître). Ce résultat, en partie explicable sans doute par la charge cognitive (celui qui connaît le domaine parvient mieux à se concentrer sur la dimension langagière), peut sans trop de risques être extrapolé à d'autres domaines que la vente, et avoir ainsi d'importantes conséquences quant à la réalisation de nouveaux produits concernant les langues de spécialité.

Un dernier domaine ayant fait l'objet de recherches est celui de l'aide à l'acquisition lexicale. Rézeau (1996), dans le domaine de l'histoire de l'art, propose à ses étudiants non-spécialistes d'anglais des textes authentiques dont il a transformé certains mots, sélectionnés pour leur difficulté supposée par rapport au public, en " hypermots " dont la définition – en anglais – s'affiche si on clique dessus ; il trouve un " taux de consultation des hypermots " global de 72 %, et constate que " le taux d'utilisation des hypermots proposés a augmenté régulièrement et de manière significative tout au long de l'année, ce qui prouve une bonne adaptation à l'environnement d'apprentissage. " Une idée intéressante a consisté à faire mémoriser par le système les mots sur lesquels les étudiants cliquaient alors qu'ils ne se trouvaient pas dans le glossaire : ces listes permettront à l'auteur d'enrichir le glossaire pour les années suivantes. Il faut enfin citer deux psycholinguistes ayant effectué une étude

¹¹⁶ Ce jugement se fonde sur des critères dramatiques (de nombreux auteurs soulignent le rôle de la narration dans la motivation à apprendre), communicationnels (authenticité du cadre et des interactions) et techniques (qualité de la prise de vue). Les auteurs de la version FLE (Mühlstein-Joliette & Guyot-Clément, 1998) expliquent qu'elles ont effectué des enregistrements sur sites (hôtels, taxis, entreprises), qu'elles ont porté une attention particulière aux expressions idiomatiques et à la gestuelle et qu'elles ont choisi des " personnages fortement caractérisés pour que l'apprenant entre dans l'histoire ".

¹¹⁷ Cette sous-utilisation des ressources hypertextuelles semble une constante dans la littérature du domaine, à l'exception peut-être de l'étude de Rézeau, 1996 (cf. *infra*).

quantitative (avec pré-test et post-test) sur la corrélation entre la consultation d'hypermots et la rétention lexicale (Laufer & Hill, 2000) ; un logiciel spécifique a été utilisé, présentant un texte avec douze hypermots (les mots les plus difficiles), les étudiants ayant la possibilité de consulter : la prononciation, une définition en anglais, une traduction en langue maternelle, l'origine du mot et des informations supplémentaires. Le logiciel, comme celui de Rézeau, garde la trace de toutes les consultations effectuées. Les auteurs constatent qu'aucun type de consultation ne se révèle meilleur que les autres, que le nombre total de consultations n'est pas non plus un critère d'efficacité et que c'est la variété des consultations qui est corrélée avec un meilleur taux de rétention ; leur conclusion est que les aides lexicales informatisées devraient toujours proposer différents types de consultation, s'adaptant ainsi aux habitudes et aux styles d'apprentissage des apprenants, et incitant ceux-ci à des traitements lexicaux plus variés et approfondis.

Les simulations d'interaction

Un certain nombre de CD-ROM de langues cherchent à mettre l'utilisateur en situation de simuler des situations de communication de la vie réelle. Dejean (à paraître) en établit une typologie :

- Les "simulations ouvertes" (également nommées "simulations orales"), qui désignent "les simulations langagières ayant deux grandes caractéristiques : premièrement, l'apprenant est censé participer oralement à des dialogues avec des personnages virtuels figurant à l'écran, deuxièmement, il doit construire lui-même ses interventions, c'est-à-dire sans avoir à choisir parmi une liste de répliques." Ce type de simulation est peu répandu, sans doute parce qu'elles ne se prêtent pas à l'analyse de réponse, et donc à l'autodidaxie. La série de CD-ROM réalisés par des universitaires de Lille 3, *Je vous ai compris 1, 2 et 3*, constitue donc plutôt une exception.

- Les simulations à choix multiple, qui désignent les simulations de dialogue qui donnent à l'utilisateur le choix entre plusieurs répliques apparaissant sous forme écrite à l'écran lorsque c'est à lui de "parler". Parmi ces dernières, on peut distinguer (les catégories n'étant pas forcément exclusives les unes des autres) celles dont les différents choix ne constituent qu'une variante d'un même acte de parole, celles où il s'agit de choisir en fonction de critères pragmatiques (quelle est la réponse la mieux adaptée à la situation de communication ?), celles où il faut essayer d'obtenir le maximum de renseignements d'un personnage (en général dans le cadre d'une enquête) et enfin celles où les différents choix entraînent un déroulement différent de la situation narrative. Sur le plan technologique, on peut également distinguer les cas où il est proposé d'enregistrer sa voix, puis de la réécouter en dialogue avec celle de l'interlocuteur virtuel, et ceux où le logiciel est pourvu d'un système de reconnaissance vocale. Dans tous les cas, l'utilisateur n'est pas producteur de langage, sauf à considérer que lire un énoncé entre dans ce cadre.

Concernant les "simulations ouvertes", Dejean (1998), dans le cadre d'un DEA en sciences du langage, s'est livrée à une intéressante expérimentation : elle a filmé une apprenante de FLE travaillant avec une des simulations d'interaction de *Je vous ai compris 2* et analysé son comportement langagier face au CD-ROM, avec les outils de l'analyse conversationnelle. Ses conclusions sont sans appel par rapport aux objectifs des auteurs du logiciel, qui indiquaient que leur produit permettait de "simuler l'urgence de la communication" (Chevalier, Derville & Perrin, 1997) :

"Tout d'abord, l'analyse a permis de vérifier que l'on ne retrouve aucune caractéristique d'une interaction réelle dans ces simulations d'échanges. Si l'apprenante observée semble adopter le cadre d'action d'une véritable interaction en respectant les contraintes conversationnelles qui déterminent l'enchaînement des répliques, c'est uniquement lors de la simulation des trois premiers dialogues, dont les scénarios se trouvent être fortement stéréotypés et dont elle a déjà pris connaissance pendant la phase d'expérimentation. En revanche, dès qu'elle aborde des dialogues reposant sur des scripts plus ouverts, et dont les interventions sont moins prévisibles, l'apprenante produit des ruptures dans l'enchaînement des répliques, même lorsqu'elle reprend un dialogue deux fois de suite.

"Selon Chevalier (1998), l'apprenant ne doit pas "produire la réponse type, mais produire une intervention permettant de rester dans l'échange et d'honorer le contrat de langage." Cependant l'analyse a permis de montrer que, si un certain choix est laissé à l'apprenant concernant la manière de dire, son choix concernant ce qui est dit, à savoir le contenu, est très limité. Les possibilités d'écart et de variation par rapport aux répliques-modèles sont très peu importantes. Ainsi, pour pouvoir "entrer" dans l'enchaînement des répliques, l'apprenant doit reproduire les répliques-modèles après les avoir intégrées ; ses réponses sont pré-déterminées. Dans une approche communicative "l'apprenant est considéré comme un communicateur, c'est-à-dire comme un partenaire dans la négociation du sens ou du message communiqué" (Germain, 1993), or, en conduisant l'apprenant à une reprise des répliques-modèles ces histoires interactives favorisent la mémorisation et se rapprochent en cela d'activités de type structural.

Selon nous, il n'est donc pas possible de parler de simulation de l'"urgence" de la communication, ni même d'"enjeu communicatif" dans ces échanges entre un apprenant et des personnages virtuels. De ce fait, il ne peut être question non plus d'employer les termes d'interaction et d'activité communicative à leur propos."

Dejean note cependant la très forte implication de l'apprenante dans les tâches proposées, notamment en ce qui concerne la reconstitution de la cohérence et de la cohésion des dialogues, ce qui lui fait dire que si le CD-ROM ne peut être considéré comme communicatif, il peut en revanche être qualifié de constructiviste. Ne se situe-t-on pas alors, comme dans les logiciels cités au paragraphe précédent, dans le cadre d'activités réflexives plutôt que communicatives ? Et ces "simulations ouvertes" ne constituent-elles pas, en fin de compte, des reconstitutions de texte améliorées par l'adjonction des fonctionnalités multimédias ?

Pour conclure, on peut avancer que les simulations d'interaction, dans le meilleur des cas, favorisent la mise en valeur de certains aspects de l'interaction, sur un plan essentiellement pragmatique et/ou sémantique, de même que d'autres produits faisaient ressortir des caractéristiques plus linguistiques. Mais si l'on vise de véritables pratiques communicatives, celles-ci ne peuvent avoir lieu que dans le cadre d'interactions humaines ; on va donc examiner maintenant deux situations dans lesquelles les ordinateurs peuvent favoriser celles-ci.

La coopération entre pairs

La coopération entre pairs, déjà abordée à propos de l'écriture en langue maternelle, présente, encore une fois, une spécificité en langue étrangère : elle peut être menée soit dans la langue maternelle des apprenants (en situation endolingue), soit dans la langue-cible ; dans ce dernier cas, elle constitue une véritable pratique de la langue. Les centres qui enseignent la langue du pays où ils se trouvent bénéficient, à cet égard, d'un avantage certain : les apprenants venant souvent des quatre coins du monde, la communication s'effectue alors tout naturellement dans la langue-cible. Dans une situation où les apprenants ont la même langue maternelle, il est plus difficile, voire artificiel, de leur demander de communiquer dans la langue cible. Il faut encore distinguer deux types de coopération : en présence ou par machine interposée.

Concernant la coopération devant un même écran, très peu de recherches sont disponibles concernant l'ALAO, la représentation de l'apprenant travaillant seul devant son ordinateur étant sans doute encore très prégnante. Dam, Legenhausen et Wolff (1990) rapportent des échanges entre des dyades de lycéens attelés à une tâche d'écriture sur traitement de texte. Mangelot (1999) encourage également les interactions entre pairs lors de tâches de reconstitution de texte ou d'écriture guidée (cf. *supra*). L'expérimentation la plus intéressante est sans doute celle de Little (1996), avec *Autotutor 2* : ce système est conçu pour être utilisé par des groupes de trois à cinq apprenants devant un écran (il s'agit d'étudiants en anglais langue étrangère de différentes nationalités). Le matériau de base est une émission de télévision grand public de critique cinématographique dans laquelle quatre personnes discutent de quatre films différents ; à partir de cette émission, numérisée et découpée en plusieurs séquences que les apprenants peuvent voir et revoir, le système pose des questions de compréhension, puis incite les apprenants à parler et à interagir entre eux, tantôt pour raconter ce qu'ils ont vu, tantôt pour exprimer leur opinion. Les productions des apprenants ne sont évidemment pas évaluées par le système. Little fournit une partie des transcriptions des interactions où l'on voit bien l'étayage que s'apportent mutuellement les apprenants tout d'abord pour reconstruire le sens de ce qu'ils ont visionné, puis pour parvenir à une expression plus libre. Le principe de cette expérimentation paraît à la fois tellement simple et tellement efficace que l'on peut se demander pourquoi aucun didacticiel commercialisé n'exploite cette idée d'incitations à faire communiquer les utilisateurs entre eux ; la raison en est sans doute au moins double : tout d'abord, ce système exige la mise en place d'un dispositif bien précis, les apprenants devant se retrouver par groupes de trois au moins durant des périodes déterminées ; ensuite et surtout les représentations de la plupart des apprenants (voire des enseignants) ne vont guère dans le sens d'une telle prise d'autonomie (que Mangelot, 1996, appelle "autonomie sociale", dans la mesure où c'est le groupe qui contribue à autonomiser chaque individu). On notera tout de même que Desmarais (1998, pp. 65-66) cite "une application informatisée pour l'enseignement du russe (*The Critic's Corner*)" qui semble proche, dans son principe, d'*Autotutor*. Un dispositif différent, mais également présentiel, est décrit par Scholnik et Kol (1999) : les apprenants sont invités à se présenter mutuellement des exposés préparés avec *Powerpoint* et illustrés par une projection grand écran avec le diaporama de ce logiciel ; les auteurs comparent l'intérêt de ce dispositif par rapport à des exposés purement oraux et lui trouvent plusieurs avantages, tant pour ceux qui préparent l'exposé que pour leur public.

Quand la coopération est médiée par un système informatique, celui-ci structure les interactions en fonction du "format" qu'il impose à la communication. Plusieurs expérimentations assez différentes peuvent être relatées, les unes utilisant, en temps réel, le canal d'un réseau local,

avec la fonction *InterChange* du *Daedalus Integrated Writing Environment*¹¹⁸, l'autre (*Simulab*), en temps différé, fondée sur le réseau Internet et sur le principe des simulations globales. Le logiciel *DIWE* est fréquemment cité dans la littérature nord-américaine concernant l'aide à la production écrite, aussi bien en langue maternelle qu'en langue étrangère ; dans ce premier cadre, il est surtout utilisé pour la recherche et la structuration d'idées (planification) et pour la relecture critique des textes écrits par des pairs (révision). Mais l'utilisation de la seule fonction *InterChange* du même logiciel en langue étrangère obéit à une logique différente : comme le montrent bien les différentes contributions d'un ouvrage entièrement consacré à la question (Swaffar & al., 1998), c'est l'amélioration des compétences communicatives (ou interactives) qui est alors visée. Ainsi Chun (1996), dans une expérimentation longitudinale d'un an avec des étudiants débutants en allemand, vérifie-t-elle, par le relevé et l'analyse¹¹⁹ de toutes les interactions, que la "discussion en classe assistée par ordinateur" fournit une excellente occasion aux apprenants de générer et d'initier différents types de discours, ce qui augmente en retour leur capacité à exprimer un plus grand nombre de fonctions langagières dans des contextes variés et également de jouer un rôle plus important dans la gestion même de l'interaction. Entre autres remarques intéressantes, elle note que lors de la communication assistée par ordinateur, les étudiants sont plus incités à utiliser la langue cible que dans le travail par petits groupes, puisque tout le monde (l'enseignant inclus) lit toutes les contributions. À la suite de nombreux autres auteurs (Warschauer, Kern, notamment), elle souligne également que les étudiants échappent à l'urgence des interactions orales et à la peur de commettre des erreurs, et que cela leur permet d'une part de mieux concevoir leurs productions, d'autre part d'intervenir de manière beaucoup plus équilibrée¹²⁰. Une autre expérimentation, comparant cette fois des classes orales à des sessions avec *InterChange*, est présentée par Kern (1995), de l'université de Berkeley. Cet universitaire a utilisé *InterChange* durant un an à raison de cinquante minutes toutes les deux semaines avec ses étudiants de FLE, chaque session étant consacrée à un thème de discussion bien précis (le même que pour les classes orales, bien sûr) ; il utilise les mêmes critères d'analyse des productions que Chun. Ses conclusions vont dans le même sens (production plus que doublée quantitativement et qualitativement par rapport à la classe orale), mais il insiste surtout sur la "restructuration des interactions" en classe de langue et sur les modifications entraînées par le logiciel :

" L'utilisation d'*InterChange* entraîne des modifications qui peuvent être troublantes. Le contrôle par l'enseignant est remis en question. La rapidité de la discussion peut mettre à l'épreuve les capacités de lecture des étudiants. La correction grammaticale souffre et les apprenants sont ainsi amenés à lire du français "défectueux". La participation est certes plus démocratique, mais aussi parfois plus anarchique. En conséquence, les discussions *InterChange* semblent souvent manquer de cohérence et de continuité, et elles ne sont jamais closes.

Les questions que l'on se pose sur l'efficacité d'*InterChange* doivent donc être formulées en termes d'objectifs particuliers. La précision formelle, l'amélioration du style, la cohérence globale, le consensus et le renforcement des conventions discursives canoniques sont des objectifs mal servis par *InterChange*. À l'inverse, la libre expression de soi, l'augmentation de l'initiative et des réactions des étudiants, la génération de perspectives variées sur un sujet donné, l'expression des différences et l'égalisation des statuts sont encouragées par *InterChange*. [...]

La discussion médiée par ordinateur n'est pas une panacée pour l'acquisition d'une langue et ce n'est pas non plus un substitut à la discussion normale en classe. Elle offre par contre un puissant moyen de restructuration de la dynamique de la classe et un nouveau contexte pour l'utilisation sociale de la langue. [...]

À Berkeley, nous utilisons *InterChange* comme un complément aux discussions orales, jamais comme un remplacement, afin de faciliter l'expression des idées des étudiants dans les débats, les discussions et les rédactions ("essays"). D'autres institutions détermineront leurs propres intentions et leurs propres utilisations. "

¹¹⁸ *DIWE*, *The Daedalus Group, inc.*, cf. chapitre V : " Apprendre à écrire avec l'ordinateur ".

¹¹⁹ L'analyse porte a) sur le nombre et la longueur des productions des apprenants, b) sur la complexité syntaxique de chaque production (quelle forme syntaxique est utilisée pour quel acte de langage ?), c) le type et le nombre des différents actes de parole (" *discourse structures* ") : réponse à des questions, question à un pair, ouverture d'un nouveau sujet de discussion, paraphrases, négociation du sens. Chun a conduit cinq sessions de quinze à vingt minutes le premier semestre, neuf sessions de vingt-cinq minutes en moyenne le second semestre.

¹²⁰ Les étudiants les plus prolixes sont ceux qui se montrent les plus timides à l'oral.

Le projet européen *Simulab*¹²¹, mené par un consortium de six partenaires scolaires et universitaires, est la résultante de deux demandes de subvention déposées auprès de la Commission européenne, l'une ayant pour objectif le développement du concept pédagogique de *simulation globale*¹²² en-ligne, l'autre étant destinée à créer un système informatique *ad hoc* permettant de réaliser ces simulations dans les meilleures conditions. C'est l'existence de ce système (*TELSI Software*), ainsi que d'un projet très structuré, qui fait relever *Simulab* de la coopération entre pairs plutôt que de la communication médiée par ordinateur (*cf.* chapitre V "Apprendre à écrire avec l'ordinateur"). On peut lire sur le site de *Simulab* qu'il s'agit "d'un concept impliquant une communication par Internet entre des étudiants de différents pays, autour d'un problème spécifique, ou simulation. [...] Le terme *simulation* est utilisé pour une activité fondée sur le jeu de rôle, impliquant l'utilisation d'identité fictives et ayant pour objet une négociation entre différents groupes devant résoudre ensemble un problème." Internet est utilisé comme moyen de communication et de publication (à travers le logiciel *TELSI*) mais également comme source d'informations à transmettre aux autres participants. Le premier projet a notamment consisté à concevoir des "*scripts*" de simulation et à les diffuser gratuitement (on trouve ainsi un certain nombre de scripts sur le site de *Simulab*). L'utilisation du logiciel, par contre, est payante, dans la mesure où l'université qui l'héberge prend en charge toute la gestion des accès réseau et l'hébergement de toutes les pages créées par les étudiants. Sanchez Sola (1998) s'est livré à une évaluation de *Simulab*, posant quatre questions :

- Cette méthodologie est-elle motivante pour l'étudiant et pour l'enseignant ?
- Cette méthodologie est-elle facile à suivre ?
- Cette méthodologie est-elle dévoreuse de temps ? Si oui, à quelle étape de la simulation ?
- Cette méthodologie est-elle agréable ("*enjoyable*") ?

Les réponses ont été obtenues par des questionnaires, par les journaux de bord des enseignants et d'un des groupes d'étudiants et par les rapports finaux des groupes impliqués. Ceux-ci étaient au nombre de dix-huit, répartis en six simulations (on a donc une moyenne de trois groupes par simulation) et en quatre langues (anglais, allemand, français et espagnol). Les questionnaires étudiants font ressortir une bonne motivation, due notamment à la dimension technologique, à la nouveauté de l'approche et au fait de communiquer avec des étudiants d'autres pays ; les appréciations négatives sont dues aux mêmes raisons, certains pensant par exemple qu'une telle méthodologie convient mieux pour apprendre l'informatique qu'une langue étrangère, ou critiquant le fait que certaines de leurs questions sont restées sans réponse. Les enseignants estiment que le projet a motivé les étudiants à communiquer en langue étrangère, ce qui était l'objectif principal. Tous les participants ont trouvé l'une des trois étapes de la simulation trop longue et répétitive, ce qui pose le problème du script. Pour conclure, le grand intérêt de *Simulab* provient du fait qu'il offre une infrastructure à la fois technologique et pédagogique à tout enseignant désireux d'impliquer ses étudiants dans une simulation globale à distance (la recherche de partenaires est également prise en compte) ; le prix à payer ne semble pas trop élevé par rapport à l'absence de tout souci de gestion technologique.

Une dernière expérimentation méritant d'être citée est celle de Lamy et Goodfellow (1998) qui, dans le cadre d'un cours de FLE à distance prodigué par l'Open University britannique, ont cherché à encourager des "conversations réflexives" portant sur le lexique ; ce concept est proposé "pour référer à des échanges qui participent en même temps du genre conversation – donc apportent les bénéfices de l'interaction socio-affective – et d'une activité réflexive partagée susceptible d'induire certains des effets acquisitionnels prévus par le modèle cognitif de l'interaction". Le dispositif comprend un logiciel hors-ligne de lexicométrie que possèdent les apprenants et un forum asynchrone sur lequel prennent place les conversations, à la suite de "travaux pratiques" donnés par les enseignants. À l'issue d'une analyse des échanges ayant eu lieu sur leur forum, les auteurs arrivent à la conclusion d'une part que "les meilleurs sujets de conversation pour une conversation réflexive sont la langue elle-même et l'expérience d'apprentissage", d'autre part que "la discussion du lexique

¹²¹ Site Internet du projet, d'où ont été tirées toutes les informations présentées ici : <http://oyt oulu.fi/tsimulab/index.htm>. Les pays concernés sont : la Suède, la Norvège, la Finlande, le Danemark, la Belgique et l'Espagne.

¹²² Les premières "simulations globales" ont été conçues par Debyser (1986), un didacticien du FLE. Selon Yaiche (1994), les trois éléments fondamentaux de cette "technique d'apprentissage du FLE" sont : "un lieu-thème", "une identité fictive" et la simulation proprement dite consistant à "faire comme si l'on vivait autre part que dans l'univers-scolaire" et "comme si l'on était quelqu'un d'autre en allant chercher en soi les ressources permettant de rendre crédible le personnage investi et géré." Le concept a eu un grand succès en langues étrangères et est toujours utilisé, notamment dans l'apprentissage des langues de spécialité.

est particulièrement bien adaptée à la conversation réflexive car elle permet aux apprenants de parler – de façon informelle et en restant spontanés – aussi bien de formes que d’usages ”.

À travers les exemples cités, on voit que la collaboration entre pairs peut prendre des formes extrêmement diverses. Mais le point commun fondamental est l’existence d’une structuration – et, le plus souvent, d’une animation – des échanges par les enseignants : on se situe bien loin du concept d’ordinateur tuteur, et on peut sans doute parler, dans la plupart des cas, de véritables environnements d’apprentissage.

La communication médiée par ordinateur (CMO)

Il est difficile de dire si certaines expériences passées d’écriture télématique collective en temps réel s’étant déroulées grâce au Minitel (Archambault, 1996) relèvent plus de la coopération entre pairs ou de la CMO, Debyser (1989), qui en a été l’un des pionniers, proposait en effet toujours un thème bien précis et guidait la communication de telle façon que les groupes distants parvenaient souvent à élaborer une narration cohérente (un corpus complet d’une telle collaboration, avec plus de 800 messages échangés, se trouve dans CIEP, 1992). Mais on ne reviendra pas ici sur les simulations globales télématiques, qui ont déjà été suffisamment abordées ci-dessus (voir le chapitre : “ Apprendre à écrire avec l’ordinateur ”) et au paragraphe précédent. On se contentera d’une part de présenter un autre projet européen, *Tandem*, puis de relever quelques particularités linguistiques, discursives et pédagogiques de la CMO, analysées par différents chercheurs.

Le réseau international *Tandem* par courrier électronique, “ *International E-mail Tandem Network* ”, ne constitue pas une expérimentation à proprement parler, mais il s’agit d’un projet qui a pris une telle ampleur et implique maintenant un tel nombre d’universités à travers le monde que son succès peut être considéré comme une preuve de l’efficacité du concept, qui mérite donc d’être brièvement décrit¹²³. Initié en 1993 par Helmut Brammerts (université de Bochum) qui en est encore le coordinateur, il a rapidement obtenu des subventions de la communauté européenne (programmes LINGUA et ODL). Le principe initial se fonde sur l’approche communicative (apprendre en communiquant dans la langue étrangère) et sur l’autonomisation des apprenants, puisque l’essentiel des activités langagières se déroule à l’intérieur de paires d’étudiants de langue maternelle différente, chacun écrivant successivement des messages dans sa L1 et dans la L2, avec l’obligation morale de renvoyer au partenaire ses messages en L2 corrigés. Mais l’expérience ayant montré que de nombreuses paires arrêtaient assez vite les échanges faute de thèmes de discussion, les coordinateurs du Réseau Tandem ont également décidé d’enrichir le dispositif par un certain nombre d’autres ressources et outils en ligne ; ainsi trois enseignantes du département “ Langues et cultures ” de l’ENST, Veronika Bayer, Lorna Monahan et Jamil Farah, proposent-elles des “ modules VELA-ODL ” en français, allemand et anglais comportant des thèmes de discussion et des activités, la possibilité de “ publier ” certains travaux communs sur la Toile et un “ forum culture ” offrant “ la possibilité d’échanger avec d’autres partenaires-tandem travaillant sur ces modules des idées, questionnements, opinions sur l’expérience liée à ce vaste domaine appelé “ communication interculturelle ” ”. Ces modules sont accessibles sur le site *Tandem* de l’ENST : on notera que leur existence même marque une réintroduction de la figure de l’enseignant dans un dispositif qui semblait, au départ, prévoir une autonomie complète de l’apprenant. Un des “ inconvénients ” du concept *Tandem* pour la recherche, par contre, est qu’il peut difficilement donner lieu à un recueil et à une analyse de corpus sur les messages échangés, ceux-ci étant d’ordre privé ; il n’en va pas de même pour la plupart des autres formes de CMO.

L’auteur qui a le plus fait pratiquer et analysé la communication médiée par ordinateur en langue seconde est très certainement Mark Warschauer, longtemps chercheur à l’université de Hawaï. La production de cet auteur, qui s’est livré à de nombreuses expérimentations, est considérable, et de plus presque entièrement disponible en ligne¹²⁴. On se contentera donc ici de relever les traits dominants qu’il attribue à la CMO, renvoyant le lecteur intéressé à une lecture plus directe et exhaustive. L’approche de Warschauer se veut socio-constructiviste : il considère qu’une langue s’apprend surtout à travers des interactions significatives à l’intérieur de communautés discursives authentiques ; constatant que même les meilleurs produits multimédias hors ligne ne sont pas capables d’engager l’apprenant dans une véritable négociation du sens, nécessaire à l’apprentissage d’une

¹²³ Cette description se fonde d’une part sur une conférence donnée par Veronika Bayer (ENST) dans le cadre d’un colloque à l’Université de Technologie de Compiègne en 1998, d’autre part sur les données consultées sur le site de l’ENST (École nationale supérieure des Télécommunications), qui est le correspondant en France du projet *Tandem* (<http://www.enst.fr/tandem>). On trouvera également sur ce site une abondante bibliographie sur le sujet.

¹²⁴ <http://www.lll.hawaii.edu/web/faculty/markw/>.

langue, il préconise l'utilisation des réseaux informatiques. S'appuyant sur ses propres expérimentations de même que sur une revue du domaine, Warschauer (1996c et 1998) relève plusieurs avantages de la CMO, synchrone ou non, par rapport aux interactions en face à face : tout d'abord, le sens s'y négocie comme à l'oral, mais au ralenti, et avec un input et un output restant visibles ; cette lenteur présente un caractère moins menaçant et chacun peut produire à son propre rythme, ce qui encourage les étudiants à prendre plus de risques ; la composition de plusieurs messages pouvant s'effectuer simultanément, on a une production globalement plus abondante et mieux répartie entre les locuteurs ; la langue, enfin, est plus élaborée et son caractère écrit permet des corrections *a posteriori* qui n'interrompent pas l'interaction. Dans ses travaux les plus récents, Warschauer (2000) se penche, selon une approche ethnographique, sur les variables sociales et institutionnelles pouvant influencer sur la qualité de la CMO : dans une étude longitudinale de deux ans, il compare les pratiques dans quatre institutions éducatives très différentes, pour finalement constater qu'une implémentation efficace de la CMO dépend beaucoup de l'attitude de l'enseignant, des objectifs de l'Institution et du degré de liberté accordé aux étudiants, et que l'apprentissage en réseau n'est pas une panacée en soi, mais demande, à l'instar de toutes les autres applications de l'ordinateur à l'apprentissage des langues, à être intégré dans un contexte favorable. Finalement, comme le disent Kern et Warschauer (2000)...

“ L'enseignement des langues fondé sur le réseau, “*network-based language teaching*”, ne constitue ni une technique ni une méthode ni une approche particulière. Il s'agit d'un ensemble de moyens grâce auxquels les étudiants communiquent à travers les réseaux et interprètent ou élaborent des textes et des documents multimédias en ligne, ceci faisant partie d'un processus d'engagement de plus en plus grand dans de nouvelles communautés discursives. Cet engagement dépend d'un certain nombre de facteurs, comme la nature de l'interaction médiée par ordinateur, le contexte socioculturel qui structure l'interaction et la manière dont les étudiants communiquent et apprennent avec le multimédia. ”

Conclusion

Il est permis de conclure en constatant tout d'abord qu'aucun chercheur n'envisage qu'une langue étrangère puisse être apprise au seul moyen de l'ordinateur, même connecté en réseau : non seulement les systèmes informatiques n'arrivent pas à simuler la communication de façon satisfaisante, mais encore nécessitent-ils, pour les activités où ils sont le plus efficaces, un encadrement humain d'une grande compétence en amont et en aval. De manière plus précise, on dira que le multimédia hors-ligne peut se montrer utile, dans le cas des meilleurs produits, pour les activités de compréhension et de prise de conscience de la manière dont la langue et le discours fonctionnent. Et que les réseaux offrent de très intéressantes opportunités de communication authentique qui, dans l'idéal, pourraient permettre de riches échanges interculturels. Les deux immenses lacunes de tous les systèmes étudiés concernent la production et surtout l'interaction orales : celles-ci, à défaut de séjour dans le pays dont on apprend la langue, devront continuer à s'exercer dans le cadre de petits groupes d'apprenants, éventuellement travaillant à deux ou trois devant un même ordinateur, peut-être bientôt aussi communiquant à distance grâce aux nouveaux systèmes de transmission synchrone de l'image et du son.

Troisième partie

Les enseignants et leurs pratiques

CHAPITRE VIII

Les apports de l'ordinateur : ce que disent les enseignants

Emmanuelle Maître de Pembroke

Notre société vit une véritable mutation dans le domaine de la transmission des informations. D'un mode analogique, nous passons à un mode de transmission numérique qui démultiplie la quantité d'informations et en modifie la forme. Les enfants sont confrontés tous les jours à ces nouveaux modes d'acquisition des connaissances et c'est au cours de leur scolarisation, qu'ils devront apprendre à utiliser et gérer ces sources d'informations. L'enjeu est tel que la maîtrise des technologies est une priorité gouvernementale¹²⁵ :

“ La bataille de l'intelligence commence à l'école. Le développement en milieu scolaire de l'utilisation des technologies de l'information répond à un double objectif :

– donner la maîtrise de nouveaux outils de communication, qui seront indispensables aux futurs citoyens ;

– exploiter les richesses du multimédia comme outil pédagogique. L'ordinateur ne peut en aucune manière se substituer à l'enseignant mais il peut en devenir l'auxiliaire précieux. Je suis convaincu que les nouvelles technologies de l'information constituent un vecteur d'apprentissage du savoir et d'accès à la culture. Si ce savoir n'est pas donné à l'école, le fossé se creusera entre les jeunes dont les parents peuvent acheter un ordinateur et ceux qui n'ont pas cette chance. ”

Face à cette modification des moyens d'accès à l'information et devant l'urgence de réduire l'écart social qui risque de se creuser, il nous a semblé intéressant de collecter et d'analyser les pratiques qui ont été menées au sein des établissements scolaires. L'objectif est, d'une part de répertorier les expériences qui existent et la manière dont elles s'insèrent dans les progressions, d'autre part d'analyser la manière dont les enseignants en parlent et ce qu'ils mettent en exergue.

La méthodologie de recueil de ces pratiques pédagogiques a une incidence sur la nature des contenus récoltés. En effet, puisqu'il s'agissait de rassembler des témoignages d'expériences menées grâce aux nouvelles technologies, j'ai pris le parti d'explorer Internet pour y chercher le maximum de rapports d'expériences relatifs à ce sujet. La thématique s'y prêtait, puisque les premiers enseignants disposés à mettre en ligne leurs expériences sur Internet sont les enseignants qui utilisent ce vecteur dans leur classe. Le corpus de textes utilisé rassemble donc des récits d'activités récoltés sur les sites des écoles, des actes de colloques tels que le congrès des Clionautes¹²⁶ (juin 1998) ou les échanges au cours des “ *Netdays* ”, ainsi que des articles issus des revues de *l'EPI* ou *Médialog*. Le choix méthodologique adopté implique donc que nous récoltions des textes écrits par des enseignants investis sur ce “ chantier ” et désireux de communiquer leur vécu à propos de l'utilisation des nouvelles technologies. Ceci dit, même si nous en restions aux actes écrits, seuls les enseignants investis dans une telle démarche participent à ce type de débat. En d'autres termes, cette étude n'est pas une analyse des représentations de l'ensemble du corps enseignant. Elle repose sur les récits de ceux qui en ont une réelle pratique. Justement, cette réflexion est intéressante car nous allons voir que les disciplines sont très inégalement représentées, ce qui signifie que les enseignants de certaines disciplines se sont plus immédiatement investis dans ces nouvelles approches que d'autres. La proportion relative de chaque discipline semble significative et intéressante à analyser.

¹²⁵ Discours de Lionel Jospin à Hourtin (1997).

¹²⁶ Association de professeurs d'histoire actifs dans le domaine des TIC.

Le mode de collecte des données n'a pas dû influencer les résultats obtenus du point de vue disciplinaire puisque les recherches ont été faites en croisant les mots clés " pratiques pédagogiques " et " expériences pédagogiques " avec " Internet " et " nouvelles technologies " sans allusion aux disciplines. Les moteurs de recherche utilisés ont été dans un premier temps *Nomade*, puis *Yahoo* qui permet une recherche plus fine. Comme je l'ai dit, les récits d'expériences sont issus de colloques relatifs à l'utilisation pédagogique des nouvelles technologies. Cette recherche a permis de dégager cinquante et un rapports d'expériences rédigés par les enseignants eux-mêmes.

Face à ce corpus, un certain nombre d'éléments significatifs ont pu être dégagés, tels que la différence d'approches selon les niveaux d'enseignement et l'importance relative des disciplines, ainsi que la manière dont chacune exploite les potentiels des technologies. Une analyse par niveaux dégage donc, d'une part les types d'activités proposées par le biais des TIC, les objectifs visés, la démarche pédagogique utilisée et d'autre part l'analyse faite par les enseignants eux-mêmes. Il est assez significatif que certains de ces points soient plus développés que d'autres, selon les niveaux. L'absence de certains de ces points est aussi parlante que leur occurrence. En particulier, certains récits ne restent que descriptifs, tandis que d'autres proposent une analyse pédagogique et/ou cognitive. Il me semble que ces choix sont significatifs des préoccupations des enseignants et de leurs représentations, non seulement de l'outil, mais aussi des compétences à enseigner.

Au niveau de l'enseignement secondaire, chaque enseignant est inscrit dans une discipline. Les résultats seront donc analysés en fonction des disciplines d'appartenance.

Dans un second temps, une analyse qualitative en termes d'analyse de discours sur l'ensemble du corpus permet de repérer la récurrence très significative de certains termes, laquelle dépasse les cloisonnements de niveaux ou de disciplines. Cette analyse de discours relèvera les traces du discours modal (Blanchet, 1987) permettant d'accéder aux opinions des auteurs à propos de l'utilisation des TIC en classe. Nous verrons que, quels que soient les niveaux, l'utilisation des TIC dans la classe a modifié les conceptions pédagogiques et relationnelles.

Premiers éléments d'analyse

Une analyse transversale préliminaire permet de dégager les premiers éléments significatifs.

Sur la totalité des expériences récoltées, trois concernent l'école maternelle, vingt et une sont réalisées à l'école primaire, seize au collège et huit au lycée. Enfin, trois expériences ont l'originalité de croiser les niveaux pour favoriser les passerelles entre premier et second degré.

Au vu de ces chiffres, il est intéressant de noter que le premier et le second degrés relatent exactement le même nombre d'expériences (24). Cependant, il est évident que les enseignants utilisent davantage les TIC dans les âges intermédiaires. En effet, les expériences en classe maternelle sont peu présentes et se raréfient à nouveau lorsque les enfants arrivent au niveau du lycée. En revanche, les années d'école primaire (21 expériences) et de collège (16 expériences) semblent propices à l'utilisation de l'ordinateur pour mener des activités pédagogiques. L'école primaire est le niveau où les enseignants semblent le plus convaincus de l'apport pédagogique des TIC. D'une part, c'est à ce niveau que nous avons trouvé le plus d'expériences relatées. D'autre part, les enseignants rapportent ces expériences de façon très précise et proposent en général une analyse détaillée des apports où figurent non seulement les activités menées, mais aussi les objectifs visés, les compétences développées, les implications pédagogiques et les apports cognitifs. La forme des textes diffère effectivement nettement entre les niveaux, puisque les expériences relatives au second degré sont plus souvent descriptives et ont tendance à ne relater que l'activité et les objectifs en termes purement disciplinaires.

Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette différence de contenu et de pratique. D'une part, les enseignants du premier degré, de par les objectifs mêmes de leur niveau, ont un véritable souci du développement cognitif de l'enfant, tandis qu'au niveau secondaire, les bases cognitives doivent être acquises. Par ailleurs, il est notable aussi que les enseignants du premier degré incluent dans leurs rapports d'activités des objectifs fonctionnels relatifs à l'utilisation de l'ordinateur : " savoir utiliser le clavier ", " savoir utiliser le scanner ". Les enseignants du second degré, soit n'en parlent pas considérant sans doute que ces compétences doivent être acquises, soit en parlent comme d'un frein, d'" une perte de temps " qui les fait renoncer à utiliser l'outil (ils sont enseignants d'histoire, pas de technologie). Il semblerait donc que les enseignants du premier degré favorisent une approche instrumentale de l'apprentissage. Il s'agit pour eux d'enseigner des savoir-faire : savoir-lire et savoir-écrire. Cette remarque rejoint celle de Legros et Pudielko (2000, à paraître) : " Au lieu d'envisager l'écriture comme un savoir, certes fondamental, mais néanmoins figé, il s'agit de l'envisager comme "un outil" ou un instrument psychologique, dont l'élaboration et la transmission dépendent

essentiellement de ce qu'on "fait avec". Les enseignants du second degré visent prioritairement le contenu, c'est-à-dire le savoir de la discipline.

D'autre part, les enseignants du premier degré bénéficient de l'apport de l'interdisciplinarité. Il est possible, par exemple, de réaliser une activité de lecture tout en recherchant des éléments utiles pour un exposé d'histoire ou de développer une compréhension de la logique algorithmique tout en écrivant une histoire (sous la forme "histoire dont vous êtes le héros"). Cette approche interdisciplinaire invite les enseignants à réfléchir, non seulement en termes d'objectifs disciplinaires, mais en aussi en termes de compétences transversales.

Enfin, les enseignants du premier degré ont le grand avantage de bénéficier d'une élasticité du temps. Puisque les enfants sont présents toute une journée, il est beaucoup plus facile d'organiser des petits groupes qui travaillent en rotation. Même s'il n'y a qu'un ordinateur dans la classe, les enfants y travaillent, en général par binômes. Au second degré, les ordinateurs ne sont pas présents dans la classe et il est nécessaire d'accéder à la salle informatique. Cette rigidité et la limitation dans le temps rendent l'usage moins convivial et imposent une rentabilité du temps passé sur l'ordinateur. Il est compréhensible alors que les enseignants ne veuillent pas "perdre de temps" à cause de difficultés technologiques.

Pour conclure, il est intéressant de relever les disciplines présentes dans le corpus. Au niveau primaire, la moitié des expériences sont des activités d'écriture conçues comme aide à la compréhension et enrichissement cognitif pour les activités de lecture. L'autre moitié combine la lecture, l'écriture avec d'autres disciplines. La présence de l'enseignement de la langue est très forte puisqu'elle est un outil indispensable à l'enseignement de toutes les autres disciplines. Au niveau du collège, les expériences recueillies concernent l'enseignement du français (7) ou de l'histoire-géographie (7). Une expérience est interdisciplinaire et vise des objectifs relatifs à la citoyenneté, tandis qu'une autre est menée en salle de documentation sur la recherche documentaire. Au lycée, les disciplines se diversifient : sciences (3), histoire-géographie (2), analyse de textes (1), langue vivante (1), arts plastiques (1).

Sur l'ensemble des niveaux, la grande surprise est la faible présence des langues vivantes. La seule expérience relatée s'avère pourtant extrêmement intéressante puisqu'elle a tiré profit d'Internet pour favoriser les échanges réels avec des locuteurs natifs et les résultats sont très satisfaisants. Il est dommage que les enseignants qui aient le plus abordé le thème de la langue étrangère soient des enseignants d'autres disciplines qui présentent la langue étrangère comme un problème parce qu'elle est une barrière à la communication.

Les TIC à l'école maternelle

Les activités autour des TIC en classe maternelle apparaissent en grande section, c'est-à-dire en début de cycle 2. Sur les trois expériences recueillies, l'une est circonscrite dans le temps et se limite à une activité de repérage dans l'espace et d'étude du mouvement. Cette activité se révèle cependant créative et complète puisqu'elle invite à créer des personnages au moyen de matériaux de récupération, à les scanner en découpant les différentes parties du corps, à les mettre en mouvement et à nommer les mouvements effectués. Les objectifs visés sont tout à la fois :

- fonctionnels et technologiques : utiliser le scanner ;
- logiques : se repérer dans l'espace et comprendre le mouvement et langagiers : dénommer.

Nous retrouvons cette synergie des objectifs dans les deux autres expériences qui diffèrent de la première par leur durée. En effet, ces activités sont menées à long terme et font partie intégrante du fonctionnement quotidien de la classe. Les enseignants organisent leur classe en ateliers et proposent aux enfants le travail sur l'ordinateur dans le cadre d'un de ces ateliers. Les enfants utilisent donc les outils en toute liberté et en totale autonomie. Des séances de regroupement sont consacrées à un travail commun d'explication de certaines démarches techniques ou permettent de relever tous ensemble le courrier électronique et d'y répondre. Ces expériences, bien que peu nombreuses, montrent comment un tel outil permet une mise en synergie des compétences. De nombreuses compétences essentielles à ce niveau sont visées dans ces expériences et viennent en complément d'activités "classiques" :

- motricité fine avec l'utilisation de la souris ;
- repérage dans l'espace : se diriger dans un plan en mémorisant le chemin, se diriger dans un labyrinthe ;
- logique : dénombrer, classer, chercher des solutions, progresser par étapes ;
- lecture et écriture : découvrir des formes typographiques différentes, reconnaître les formes stables, découvrir différents types d'écrits, connaître les spécificités du langage écrit, construire des phrases, imaginer des textes et les dicter ;

– savoir-être : coopérer, échanger.

Outre ces compétences de base, il est intéressant de noter que les enseignants visent à développer des compétences nouvelles qui apparaissent avec les outils technologiques. Cette réflexion sur l'enrichissement cognitif dû aux TIC est la caractéristique des propos des enseignants de l'école élémentaire. "Échanger" par exemple apparaît de façon récurrente et donne une dimension à l'apprentissage de l'écriture. "Écrire dans des pays différents" est une ouverture sur le monde qui donne du sens à la production écrite. Comme le souligne Foucambert, "l'écrit est encore un moyen très souple d'être en relation avec des absents" (Foucambert, 1994). En outre, l'échange développe l'envie de lire les réponses attendues. Ainsi, le plaisir de lire est moteur (Fijalkow, 1996). Grâce à ces échanges, de nouveaux apports cognitifs apparaissent : "imaginer le destinataire et définir la fonction de l'écrit". Par cette approche, les enfants sont déjà sensibilisés aux différentes fonctions de l'écrit et développent deux compétences essentielles au langage, conçu non plus seulement comme un système de règles, mais comme un outil de communication avec autrui. D'une part, la compétence pragmatique qui "étudie l'utilisation du langage dans le discours et les marques spécifiques qui, dans la langue, atteste sa vocation discursive" (Eluërd, 1985). Comme le souligne Kerbrat-Orecchioni (1980), "même lorsque nous écrivons, nous parlons toujours à quelqu'un". Dans ces expériences pédagogiques, les enfants peuvent donc ressentir l'activité de lecture et d'écriture comme un acte de langage, activité intégrée dans un projet, produite dans un but et élaborée en fonction de la situation de communication et du contexte. Ils perçoivent ainsi des dimensions du langage qui sont essentielles et qui n'apparaissent pas lors d'activités plus analytiques ou descriptives : la subjectivité, l'intersubjectivité, l'altérité et la prise de conscience d'une pensée propre (Armengaud, 1993). D'autre part, les enfants développent une compétence générique qui est aussi une compétence culturelle : reconnaissance des genres des textes et de leurs règles de fonctionnement. Enfin, l'ordinateur permet de "publier", ce qui permet aux enfants de voir leur propre texte : ils peuvent comparer différentes formes d'écriture et repérer les mots, mais surtout ils prennent conscience de la valeur du texte qui peut être diffusé et perdurer dans le temps. "Sont également fonctionnelles toutes les situations où l'écrit est utilisé comme mémoire pour garder une information importante, le souvenir d'un fait marquant" (Foucambert, 1994). Le fait d'être auteurs eux-mêmes d'un texte publiable en dédramatise la complexité et rend plus familier ce support de la communication.

Les enseignants soulignent aussi le développement des compétences de recherche et de sélection favorisé par l'usage des nouvelles technologies. Savoir trier et expliquer leur choix sont des compétences développées par la navigation sur le réseau et semblent "incontournables" pour les enseignants pour l'apprentissage du choix des critères et le développement de l'esprit critique. Les *Instructions officielles* mettent l'accent sur l'importance de développer de telles compétences :

"Une grande partie de l'enseignement consiste à exiger d'eux une cohérence de plus en plus ferme dans l'articulation des différents savoirs qu'ils mettent en mémoire comme dans les jugements qu'ils portent sur les informations qui leur parviennent." (Ministère de l'Éducation nationale, 1992.)

Enfin, bien sûr, les enfants développent de nouveaux savoir-faire technologiques et il est à noter comment les enseignants découpent les procédures en étapes pour permettre aux enfants d'être autonomes devant l'ordinateur : allumer, insérer le CD, utiliser la souris, cliquer, imprimer. Nous ne retrouverons plus une telle précision procédurale dans les écrits des enseignants de niveaux supérieurs.

Les enseignants de l'école maternelle qui utilisent les TIC dans leur classe relatent donc ces expériences avec une précision remarquable. Outre la description détaillée des activités proposées et l'énumération fine des objectifs visés, une réelle réflexion sur l'enrichissement cognitif est menée. D'autre part, les trois textes mentionnent une modification positive des rapports au sein de la classe où l'enseignant n'est plus la référence, une mise en place d'une pédagogie différenciée et un apport en termes de savoir-être : coopérer, collaborer, s'entraider, s'écouter que les enseignants considèrent comme les bases d'une éducation citoyenne.

Les TIC à l'école élémentaire

Les TIC sont très exploitées par les enseignants de l'école primaire pour l'apprentissage de la lecture et de l'écriture. Il est en effet notable qu'absolument toutes les expériences recueillies concernant le primaire sont des activités de lecture et d'écriture. Certaines activités relatées ne concernent que l'écriture. Il s'agit alors d'écritures collectives, d'écritures de récits arborescents sur le modèle de "l'histoire dont vous êtes le héros" ou de télécorrespondances. Pratiquement toutes ces expériences mentionnent la diffusion de ces écrits sous forme de publications. Cette approche renoue, bien sûr, avec la pédagogie de Freinet. Ce pédagogue avait bien senti, déjà en 1961, l'importance de la prise en

compte du destinataire pour la motivation et pour donner tout son sens à l'activité d'expression (Peyronie, 1994). Cette démarche permet à l'enfant de prendre conscience de "la fonction dialogique" inhérente au langage selon laquelle le langage contient intrinsèquement la présence de l'autre (Benveniste, 1966). Avec l'apport du courrier électronique, le destinataire est encore davantage présent et les activités langagières sont donc considérées dans leur dimension communicative. Prendre en compte le lecteur donne du sens à l'activité et permet de mieux concevoir l'intérêt de l'écrit. À ce titre, cet outil "aide au passage douloureux du code oral à celui de l'écrit". En effet, selon la conception hiérarchique de Jacques Fijalkow, la langue est un système utilisé grâce à des comportements placés différemment sur l'échelle de la complexité cognitive (Fijalkow, 1993). L'écriture est l'activité qui mobilise le plus de compétences cognitives. En mobilisant ces compétences dans un projet motivant, l'élève est amené à prendre conscience des paramètres du texte dans toute leur dimension sémantique, puisqu'il s'agit de se faire comprendre du destinataire.

"En aidant l'écolier à produire précocement des textes écrits, on l'amène à éprouver les contraintes de la langue et des formes textuelles, à anticiper la structure d'ensemble du texte qu'il veut produire, à éprouver enfin les difficultés de la mise en mots, ce qu'aucune lecture ne peut laisser supposer. Si, en outre, on n'oublie pas d'inscrire les situations d'écriture proposées aux élèves dans des projets, qui dépassent et motivent la simple activité de production, on offrira à chaque enfant la possibilité d'éprouver l'adéquation de son travail aux buts qu'il s'était assignés." (Ministère de l'Éducation nationale, 1992.)

Les autres activités combinent les activités de recherches documentaires, de lecture et d'écriture à partir des informations recueillies. À travers ces activités, sont abordées d'autres disciplines et l'interdisciplinarité est mentionnée dans 40 % des rapports, ce qui démontre la préoccupation qu'ont les enseignants de faire des liens entre les différentes activités. Il est d'ailleurs intéressant de constater que deux articles relatant des activités de recherches documentaires et d'écriture soulignent l'apport de l'approche technologique pour la compréhension des mathématiques. En effet, l'utilisation de l'ordinateur favorise la démarche hypothético-déductive : "série les possibilités, faire des hypothèses, tirer des conclusions". Les enseignants soulignent l'analogie de cette démarche avec les énoncés mathématiques dans lesquels "une série d'actions aboutit à une solution". D'autre part, les choix que doivent opérer les enfants les familiarisent avec les algorithmes. La familiarisation avec la logique, en dehors des moments de mathématiques, aide donc les enfants à dédramatiser les situations de résolution de problèmes qui leur sont demandées. Chercher des solutions devient un jeu. Enfin, d'autres compétences essentielles pour les mathématiques sont développées, telles que le repérage et l'orientation dans l'espace. Ce souci de développer des compétences transversales est caractéristique des préoccupations des enseignants de l'école primaire et il est notoire que les TIC favorisent cette approche.

Les objectifs sont clairement définis par les enseignants qui utilisent les TIC notamment en termes de savoir, savoir-faire et savoir-être. Ce qui caractérise les textes du niveau primaire est la prédominance des deux dernières catégories.

Les objectifs méthodologiques concernent la recherche organisée d'informations mobilisant des stratégies basées sur l'hypothèse. Savoir chercher l'information, c'est savoir trier, classer, opérer des choix pertinents.

Les objectifs relatifs au savoir-être sont très développés. Ils visent tout d'abord le développement de la personne : "être acteur, autonome, responsable". Parallèlement, l'accent est mis sur la relation aux autres : "travailler en commun, s'entraider, aider l'autre grâce à un questionnement actif". Les enseignants soulignent l'apport de telles approches pour l'enseignement de la citoyenneté grâce à l'expérience de l'altérité.

Nous avons souligné à quel point les enseignants ont le souci de favoriser le développement cognitif des enfants grâce à l'utilisation des TIC. La réflexion sur ce sujet est particulièrement présente dans les articles. Les enseignants analysent les stratégies de lecture mobilisées par les enfants devant l'écran. La structuration linéaire et chronologique à laquelle les élèves sont habitués est enrichie d'une compréhension holistique dans laquelle l'enfant doit opérer des choix. Cette approche habitue l'enfant à découvrir et déployer les stratégies nécessaires à la compréhension des textes. Les élèves doivent construire une cohérence dans une structure arborescente et développer une perception globale (Legros, Mervan, Denhière & Salvan, 1998).

Selon les enseignants, le premier stade est le zapping, le second stade est le tâtonnement qui permet déjà de développer la mémorisation des parcours et des informations reçues ainsi que l'anticipation. Enfin, le dernier stade est la formulation d'hypothèses qui développe une compréhension de la causalité.

La démarche hypothético-déductive est finement analysée. Les enseignants soulignent les compétences méthodologiques développées : analyser les données, sérier les possibilités, faire des hypothèses, faire des essais, tirer des conclusions, mémoriser les situations, organiser et synthétiser les informations recueillies. C'est avant tout " le développement de l'esprit critique " qui est mis en avant : capacité à " faire des choix pertinents et savoir les expliciter ". Ces remarques rejoignent les recommandations de Joël de Rosnay : l'enseignant doit " aider les élèves à transformer informations en savoirs, ces savoirs en connaissances et ces connaissances en culture. Il s'agit d'apprendre à organiser ces différents éléments afin de constituer un savoir et un savoir-faire " (Rosnay, 1997). D'autre part, l'autonomie favorisée par les TIC développe de nouvelles compétences relatives à l'autonomie et la gestion individuelle de l'apprentissage : " planifier, gérer une activité, s'adapter, chercher des solutions ".

Les enseignants soulignent également tout l'intérêt d'aborder conjointement les activités de lecture et d'écriture. D'une part ces activités sont multipliées grâce à l'ordinateur, d'autre part la complémentarité de ces deux approches devient évidente. La notion de sens est récurrente dans les articles. Dès qu'il est scripteur, l'enfant prend conscience de l'importance de la correction et de la cohérence nécessaires au destinataire. Ainsi, " l'orthographe, la grammaire et la conjugaison ont un sens. Ils sont des outils pour aider à la compréhension ". Ces notions ne sont plus imposées comme des savoirs mais les enfants découvrent leur rôle fonctionnel indispensable à la communication. La publication permise par l'ordinateur donne à l'enfant une possibilité de recul et de distance sur son propre texte. Les enseignants soulignent à quel point cet outil favorise l'auto-évaluation. Les élèves sont beaucoup plus critiques et développent méthode et rigueur. Ils peuvent en effet revenir, d'une part sur des tâches qui mettent en jeu des processus de haut niveau : planification, cohérence, d'autre part sur celles qui mettent en jeu des processus de bas niveau : orthographe, syntaxe, lexicale (Crinon & Legros, 1999).

Dans les situations de lecture, le texte, perçu comme un véritable vecteur d'informations, prend tout son sens. D'autre part l'enfant est acteur et opère des " choix structurés en parcours complexes, cohérents et intentionnels ". Il développe ainsi une compétence métalexique qui lui permet d'observer la pertinence de ses stratégies utilisées, de les faire évoluer et de les organiser en système.

En résumé, les enseignants de l'école primaire mettent nettement en avant l'apport cognitif des TIC. Ils soulignent le rôle du sens dans l'ensemble des opérations rencontrées qui donne une dimension nouvelle, authentique et motivante car l'enfant a alors envie de comprendre et de construire son apprentissage. Les enseignants insistent sur le fait que l'autonomie et l'analyse distanciée favorisée par les TIC développent le questionnement métacognitif. Les enfants s'interrogent sur les stratégies à adopter et " se questionnent mutuellement sur leurs fonctionnements cognitifs ". D'autre part, l'échange effectif avec d'autres personnes donne à l'activité d'écriture sa dimension dialogique. Les interactions nécessaires à l'apprentissage se multiplient autour de projets. En outre, la dimension sociale de la lecture est davantage expérimentée par les élèves grâce au courrier électronique. Comme le souligne Fijalkow (1996), " L'apprentissage de la lecture se fait, qu'on le veuille ou non, au sein d'un réseau d'interactions sociales. "

Les TIC au collège et au lycée

Les enseignants du second degré relatent leurs pratiques pédagogiques menées grâce aux TIC de façon plus synthétique que ceux du premier degré. Il s'agit en général de descriptions et quelques réflexions sur les apports pédagogiques apparaissent dans les textes. Les objectifs, davantage centrés sur la discipline, sont abordés plus brièvement. Malgré tout, les enseignants dégagent certains objectifs qui dépassent ceux de leur discipline. Ils s'interrogent aussi davantage sur les apports non seulement disciplinaires, mais aussi méthodologiques et citoyens.

Encore une fois, les activités menées grâce aux TIC au collège et au lycée sont souvent des activités relatives à l'enseignement du français. La plupart sont des séances d'écriture tirant profit des apports du traitement de texte et des possibilités d'échanges et de publications. Ainsi sont relatées des expériences d'écritures individuelles rassemblées en publications et d'écritures collectives de nouvelles ou d'histoires policières. Des objectifs apparaissent liés, d'une part à l'acquisition de compétences textuelles : " savoir-faire une introduction " ; d'autre part à l'acquisition de compétences stratégiques et cognitives : " savoir lire, apprendre à repérer les mots clés, trier les informations ". Les enseignants dégagent quelques apports spécifiques à l'utilisation des nouvelles technologies : " les élèves apprennent à trier les informations... ils peuvent confronter différentes versions de leur texte pour améliorer la réécriture ". Les enseignants soulignent notamment l'intérêt pour la lecture de la part des élèves et le développement de stratégies lorsque ceux-ci doivent réécrire. Ces remarques sont à mettre en relation avec les recherches de Galbraith selon lesquelles les scripteurs peuvent revenir sur leur texte pour sélectionner, organiser, mettre en relation des idées et comparer la production avec

leurs projets (Galbraith, 1992). Pudenko et Legros (2000, à paraître) démontrent que cette démarche permet le déploiement de stratégies telles que celles mises en œuvre dans les résolutions de problèmes :

“ Le problème initial est l'état du texte courant sur lequel on applique les différents opérateurs (faire des inférences, évaluer, organiser). Ces transformations sont aussi bien des ajouts d'informations nouvelles que des corrections du texte existant et dépendent d'une série d'habiletés : diagnostiquer l'écart entre la représentation initiale (ce que l'auteur voulait produire) et la représentation produite lors de la relecture du texte ; repérer les erreurs et savoir les catégoriser, être capable de formuler une expression alternative mieux adaptée. ”

Cette réflexion sur les apports cognitifs des TIC est particulièrement développée dans un projet de remédiation proposé en classe de sixième pour des enfants en difficulté. Le sens de l'écrit a été retrouvé grâce à la valorisation de leurs travaux. Ici, apparaît clairement la prise en compte de l'affectivité et de la confiance en soi pour favoriser l'apprentissage. Le fait d'être producteur de son propre texte permet de se découvrir comme sujet au cœur du discours comme nous l'avons vu dans la dimension pragmatique. Bautier et Rochex (1998) mettent en exergue cet apport de l'expression envisagée dans un projet de communication. La motivation autour d'un projet innovant et la perspective de publier ont permis, d'une part un meilleur investissement et d'autre part, une meilleure compréhension de l'enjeu du texte écrit. D'eux-mêmes les élèves ont eu un souci de qualité. En outre, apparaissent de nouveaux objectifs clairement énoncés, rédigés en termes de citoyenneté : “ revaloriser l'image d'eux-mêmes et améliorer son comportement social ”. Les résultats ont donc été la revalorisation de la rédaction, la cohésion, la tolérance et l'expérience de la liberté d'expression. Les enfants ont pu rédiger sur des sujets de citoyenneté qui les concernaient, mettre en commun leurs réflexions et mettre en ligne l'ensemble de leurs textes, ce qui s'est avéré particulièrement valorisant.

Deux activités de français relèvent de l'analyse de textes littéraires grâce à des CD-ROM. Les enseignants ont le souci de guider les élèves dans leur lecture par la clarification du travail d'écriture qui leur sera demandé ultérieurement et par la formulation des critères sur lesquels ils seront évalués. Certaines grilles de lecture leur sont parfois proposées mais il est évident que les élèves doivent opérer des choix individuels. Les enseignants soulignent d'ailleurs l'intérêt pour les élèves de travailler de façon individuelle ou en binômes. Ils sont alors tous confrontés aux difficultés et aux recherches de solutions, tandis qu'un travail en grand groupe favorise les plus rapides.

Les enseignants visent explicitement deux types d'objectifs :

- en termes de savoir littéraire ;
- en termes de savoir-faire et méthodologie : “ savoir effectuer une recherche documentaire, savoir prendre des notes, savoir mener une étude personnalisée et détaillée du texte en choisissant ses entrées d'analyse et en faisant des choix pertinents ”.

Il est notable que les enseignants visent une réelle autonomie de l'élève qui s'approprie le texte de façon tout à fait personnelle et mène une véritable réflexion faite de choix et de recherche.

En histoire-géographie, les enseignants qui relatent leur expérience ont tiré profit tout à la fois des ressources documentaires d'Internet et de l'intérêt du courrier électronique. Plusieurs articles mentionnent des correspondances avec des pays étrangers (Californie, Norvège, Allemagne). Les enseignants soulignent également l'intérêt de la multimodalité permettant, par exemple, d'écouter des extraits de discours. D'autre part, l'apport des images est essentiel. L'utilisation de photographies vues de satellites permet aux élèves de construire des représentations précises de certaines régions et ces photos offrent une vision d'un continent telle que les cartes ne peuvent le faire. Les enseignants soulignent l'apport de la visualisation dans la construction des connaissances. Deux paramètres entrent en jeu ici facilitant l'apprentissage. D'une part entre en œuvre “ le principe de contiguïté selon lequel l'efficacité de l'apprentissage multimédia s'accroît lorsque les mots et les images sont présentés en contiguïté plutôt que de façon isolée ” (Legros, 1997). D'autre part, le multimédia améliore les capacités à traiter l'espace. Les enseignants mettent également en avant la possibilité et l'intérêt de saisir le contexte. Grâce à ces modes d'accès à l'information, les élèves peuvent “ sélectionner les approches pertinentes et construire une interprétation à partir d'observations précises ”. Bastien souligne l'apport de la contextualisation pour l'apprentissage. “ L'évolution cognitive ne va pas vers la mise en place de connaissances de plus en plus abstraites, mais à l'inverse, vers leur mise en contexte. ” (Bastien, 1992.)

Les échanges par courrier électronique ont été plus difficiles. Les enseignants soulignent surtout la barrière linguistique. D'autre part, il semble que les objectifs n'aient pas été clairement définis dès le début car les élèves français ont une attente en termes d'informations géographiques et sociopolitiques, tandis que les étudiants des autres pays ont des objectifs purement linguistiques. Les enseignants, soucieux des apports disciplinaires, parlent alors de “ perte de temps ”. Il est dommage que de telles initiatives ne bénéficient pas de l'interdisciplinarité. Combiner des objectifs linguistiques

pour l'enseignement d'une langue vivante et des objectifs relatifs à la géographie permettrait de proposer des activités qui auraient du sens l'une par rapport à l'autre menées autour d'un projet de communication et d'échanges.

Cela serait possible puisque nous avons trouvé un projet d'échange en langue vivante mené sur Internet dans lequel les élèves écrivent des prolongements d'une nouvelle existante. Ils abordent ainsi la lecture d'un texte en langue étrangère et la rédaction dans cette langue. La mise en ligne de ces textes a provoqué un véritable échange avec d'autres classes et a même suscité une réaction très positive de l'auteur. Dans cet article, l'enseignant relate tout l'intérêt de telles collaborations qui donnent sens à l'apprentissage d'une langue dans toute sa dimension communicative.

Enfin, les enseignants de sciences sont présents aussi sur le terrain de l'utilisation des TIC en classe. Ils tirent profit de cet outil pour quatre types d'activités : la réalisation simulée d'expériences qui ne seraient pas réalisables en classe et que l'on peut mener " par essai et erreur avec un effet de réalité sans présenter de danger ", l'ordonnancement qui permet de travailler la logique d'ordre ou de chronologie, la recherche d'informations et la rédaction suivies de la publication de synthèses.

De nouvelles approches pédagogiques

En guise de conclusion, nous allons analyser de quelles manières les nouvelles technologies ont modifié la démarche pédagogique des enseignants. En effet, ceux-ci ne se contentent pas de narrer leurs expériences. À travers leurs textes, ils expliquent les modifications intervenues au sein de la classe par l'usage des TIC. Ils expriment également leurs opinions qui, de façon générale et sur l'ensemble des niveaux, sont extrêmement positives. Seuls trois enseignants expriment des déceptions dues à la barrière linguistique et la perte de temps.

D'un point de vue organisationnel, un premier effet sur les pratiques pédagogiques est la modification de la gestion du temps. Trois paramètres sont mentionnés :

- la rapidité permet d'une part une correction immédiate des erreurs, d'autre part une réponse rapide des destinataires. Cognitivement, les élèves ont encore la mémoire de leur travail et la correction est plus rentable. La rapidité des réponses stimule, quant à elle, l'intérêt et l'investissement des enfants ;
- la flexibilité du temps permet une gestion souple et autonome des activités. Le fait de pouvoir reporter un travail, le reprendre selon son gré, favorise l'implication ;
- le troisième paramètre découle du second. Il s'agit du respect du rythme de chacun. Certains enfants préfèrent s'investir longtemps et achever une tâche, tandis que d'autres ont besoin de davantage de pauses. L'élasticité du temps et le fait de retrouver son travail intact favorise, selon les enseignants, le respect du style d'apprentissage de chaque enfant.

Les nouvelles technologies modifient également la gestion de l'espace dans la classe. Des lieux plus ouverts où les élèves circulent, des espaces de rencontres autour de l'ordinateur, une mobilité plus libre, sont les résultats de l'arrivée de l'ordinateur. L'espace est également extraordinairement élargi puisque l'ordinateur donne accès à des horizons nouveaux. Les enseignants parlent " d'ouverture sur le monde ". La classe n'est plus le seul lieu de référence et les enfants " voyagent " pour effectuer leur travail. L'espace de communication est affecté aussi puisqu'on peut " diffuser les questions ", c'est-à-dire avoir un impact plus large sur l'extérieur. Mais on peut aussi rapporter au sein de la classe des informations extérieures. Deux mouvements complémentaires apparaissent : centrifuge et centripète. Enfin, les enfants ne se sentent plus dépendants d'un lieu puisqu'il est possible de " travailler sur un même document à partir de lieux différents ".

L'organisation de l'évaluation se trouve également modifiée par les TIC. Tout d'abord, les enseignants bénéficient d'une trace du parcours des élèves qui leur sert à repérer les étapes suivies, les hésitations et les difficultés rencontrées. Cet outil s'avère être une excellente aide à la remédiation et à l'accompagnement pédagogique. D'autant plus que l'enseignant peut consacrer plus de temps personnalisé à chaque enfant pendant que les autres progressent de façon autonome. L'enfant bénéficie, de son côté, d'une plus grande responsabilisation et la gestion de l'erreur ne dépend plus que de l'enseignant. L'" auto-évaluation " et la " co-évaluation " sont des termes qui apparaissent de façon très récurrente dans les propos des enseignants. Ces changements constituent une modification profonde des conceptions pédagogiques.

Enfin, les enseignants mettent en exergue la diversification des situations pédagogiques, lesquelles sont davantage en rapport avec la réalité. Grâce aux potentialités des TIC, les enseignants peuvent varier les approches, les mises en situation. Le terme de " projet " est récurrent dans l'ensemble des textes. Cette approche par la pédagogie de projet est, selon les enseignants, un moteur essentiel à la motivation et un moyen de donner du sens, ce qui est la raison d'être de la pédagogie.

Les modifications relationnelles provoquées par les nouvelles technologies sont considérées comme extrêmement positives par les enseignants. Dans un tel dispositif, le rôle et la place de l'enseignant changent en profondeur. Les enseignants se sentent davantage investis dans un rapport de "dialogue pédagogique". "Les interventions, moins systématiques, sont plus adaptées". La relation peut d'ailleurs bénéficier de l'éclatement de l'espace, puisque certains enfants peuvent envoyer des courriers électroniques à l'enseignant en dehors des heures de classe.

Entre eux, les élèves se positionnent aussi différemment. Les enseignants parlent de "multiplication des échanges", d'"interactions", de "coopération", d'"entraide", de "collaboration", d'"esprit d'équipe", de "participation active", d'"investissement", d'"émotions partagées". À travers ces termes, ce qui apparaît comme des facteurs favorisant l'apprentissage, ce sont d'une part la responsabilisation de chacun vis-à-vis du travail du groupe, d'autre part la démultiplication des échanges cognitifs. Ainsi les enfants acquièrent de nouvelles compétences : celles requises par l'auto-régulation – analyse de ses erreurs et de celles d'autrui, capacité à expliquer différentes procédures avec différentes modalités, reformulation, évaluation – et celles requises par le travail collectif – écoute, compréhension, tolérance, organisation. Ainsi les quatre fonctions de pilotage de l'apprentissage définies par Laurillard – les fonctions discursive, adaptative, interactive et réflexive – sont prises en charge par les élèves eux-mêmes (Laurillard, 1993). Ce qui n'exclut pas les interventions de l'enseignant qui peut davantage cibler ses remarques.

Certains enseignants, mais ils restent rares, soulignent l'importance des TIC pour échanger entre eux sur leurs pratiques. Mutualiser les expériences, les opinions, les idées au sein d'une profession sont, pour les quelques-uns qui ont expérimenté ces échanges, un apport très enrichissant pour leur métier.

Enfin, les enseignants émettent également des opinions sur la qualité de l'apprentissage et sur les acquis individuels dont chaque enfant peut bénéficier.

L'élève bénéficie d'un outil qui, nous l'avons vu, multiplie les activités et les compétences à mobiliser. Les enseignants présentent surtout les nouvelles technologies comme un "outil de mise à distance" permettant de prendre du recul sur son travail, d'élaborer des critères et de mener une analyse pertinente. Ce qui les frappe particulièrement, c'est la rigueur avec laquelle les enfants modifient et améliorent leur propre production.

D'autre part, l'élève expérimente une dimension essentielle, celle de sujet : "sujet de son discours", "acteur", "responsable de ses choix", "autonome". L'apparition de termes telles que "émotions", "valorisation", "curiosité", "expression", "goût d'écrire" démontre la prise en compte de l'affectivité considérée comme moteur de l'apprentissage. Trocmé-Fabre (1987) souligne l'importance de considérer l'affectivité dans l'apprentissage :

"Il semble qu'une passerelle, un lien biologique entre l'image et la réalité soit établi. Ce lien est celui de l'affectivité. Les émotions, les sentiments interviennent pour que l'individu re-connaisse, identifie, associe, son expérience nouvelle et son expérience passée."

La valorisation de l'individu et le fait que ses travaux s'inscrivent dans des projets qui ont du sens "améliore la qualité" de la production. Les termes récurrents sont alors ceux de "dynamique", "investissement". Le leitmotiv caractéristique de l'ensemble de ce corpus est le terme de "motivation" due au fait que l'ordinateur offre une ouverture sur le monde. "Les manuels et les fichiers de lecture passent d'un texte à l'autre, avec indifférence, sans jamais s'intéresser à l'enracinement du texte proposé dans l'expérience du monde."

CHAPITRE IX

Les pratiques des enseignants du secondaire intégrant les TIC

Pour une lecture interactionniste

Gisèle Tessier

S'intéresser aux pratiques des enseignants liées aux TIC conduit très vite à constater une diversité foisonnante. Elles se présentent comme un écheveau très embrouillé car elles sont à la fois répertoriées mais mal connues, très diverses en qualité et en quantité, liées au matériel et à sa performance, mais en même temps déterminées non absolument par lui. Un flou très grand accompagne donc l'usage des moyens matériels, dont on sait par ailleurs qu'ils sont très divers selon les établissements. Si le grand volontarisme d'un enseignant suffit souvent pour faire acheter le matériel, nous ne savons guère quels ressorts sont mobilisés par cet enseignant pour qu'il soit capable de faire des démarches longues et coûteuses en énergie auprès du principal, du proviseur, et auprès de ses collègues éventuellement.

Le chercheur appréhende donc un paysage en mosaïque, à première vue, et de la part du Ministère, un volontarisme très fort de développement. Dès 1997, Claude Allègre voulait placer les TIC au cœur de la réforme de l'enseignement. Le dossier de presse de la rentrée 1999-2000 contient cinq pages les concernant : " les nouveaux programmes du collège prévoient une utilisation des technologies dans toutes les disciplines " ; au lycée, " un enseignement pour tous les élèves de seconde se met en place provisoirement à partir de la rentrée 1999 ". Le *BOEN* n° 25 du 24 juin 1999 détaille les besoins des élèves de lycée : " Au-delà de l'acquisition de savoir-faire, l'objectif global est que l'élève, à travers les activités proposées, accède à un ensemble de notions relatives au traitement de l'information, qui rendront intelligibles les opérations effectuées ", donc le savoir critique doit être enseigné au même titre que les habiletés techniques. Vaste programme. Car il s'agit bien de bâtir " l'École du XXI^e siècle " à l'aide d'un fond de soutien aux nouvelles technologies, de cinq cents millions de francs, et " une démarche volontariste en faveur des NTIC¹²⁷... À travers l'école en particulier, l'État peut prévenir l'illectronisme, avant qu'il ne devienne un nouvel avatar de l'illettrisme¹²⁸. "

Cependant, ça et là, la presse se fait l'écho des difficultés à faire entrer l'informatique dans l'école¹²⁹ et les chiffres du taux d'équipement des établissements, en hausse considérable, masqueraient une réalité moins optimiste. Guy Pouzard, inspecteur général, y affirme que " le niveau moyen d'équipement, un ordinateur pour dix-sept élèves, ne veut rien dire ; le matériel existe souvent, mais n'est pas utilisé. ". Au-delà de l'inévitable décalage entre effets d'annonce et réalités de terrain, restent des questions non résolues tenant aux disciplines : utilise-t-on également les CD-ROM, Internet, les logiciels, selon les disciplines ? Quelle est l'influence de la formation sur les pratiques ? Quelles sont les pratiques fréquentes des enseignants et quels objectifs poursuivent-ils ?

Ces questions font l'objet de recherches à l'heure actuelle, en France en particulier au sein de l'INRP et des laboratoires associés, car les réponses sont encore incertaines. En ce sens George-Louis

¹²⁷ NTIC : Nouvelles technologies de l'information et de la communication.

¹²⁸ Discours de Lionel Jospin, Premier ministre, le 23 août 1999, lors de l'ouverture de l'université d'été de la Communication, à Hourtin.

On peut sur ce point consulter : <http://www.education.gouv.fr> ou <http://www.epi.asso.fr>.

¹²⁹ Voir *Le Monde* du 8 décembre 1999.

Baron, directeur de recherche à l'INRP¹³⁰, et son équipe, ont fait un travail de pionniers considérable et mobilisé, à travers d'importants colloques, une réflexion internationale sur l'intégration des hypertextes et hypermédias dans l'enseignement (1993-1994). De sorte que les catalogues de pratiques répertoriées sur certains sites Web¹³¹, nous laissent un sentiment d'insatisfaction intellectuelle.

Il s'agit donc de mettre à jour la diversité des pratiques, mais plus encore, de l'élucider. Un travail de terrain est donc incontournable. C'est ce que nous avons fait, à partir d'enseignants de collèges et de lycées, qui, dans leurs classes, à des degrés divers, utilisent les TIC.

Notre recherche n'intègre pas les enseignants "résistant" aux TIC, pour éviter trop de complexité. Nous avons procédé par observation participante et par entretiens ; nous avons exploité également des entretiens qui ont été réalisés par des formateurs de l'IUFM de Bretagne auprès de PLC et PLP deuxième année et auprès d'enseignants plus âgés, mieux formés, que nous disons "chevronnés". Donc l'échantillon se compose¹³² d'un enseignant d'une classe de collège accueillant des élèves en décrochage, en rupture scolaire, la classe RESPIRE (REScolarisation Pour une Insertion REussie) et d'enseignants de classes de collège et de lycée de français (2), de mathématiques (4), d'anglais (5) et de SVT (4), certifiés ou agrégés. Les données sont donc très composites quant aux publics d'élèves accueillis, aux âges, aux situations professionnelles au moment de l'enquête. On a travaillé sur les pratiques, le matériel utilisé, et le type de formation, essentiellement. Si l'échantillon retenu présente une très grande diversité (une classe de "décrocheurs" scolaires de niveau cinquième de collège coexiste, par exemple avec une classe européenne de première, c'est parce que nous avons supposé que le type de public auquel on a affaire influence le type de pratiques mises en œuvre. Certes, toutes les disciplines ne sont pas représentées dans notre échantillon, et il convient d'être prudent dans toute généralisation. Considérons que nous ouvrons ici des pistes qualitatives et que nous invitons à poursuivre l'étude par des recherches plus amples et plus systématiques.

Les pratiques TIC et les publics scolaires : où l'on retrouve des principes de Justice

L'analyse des pratiques montre d'abord un grand clivage, qu'on élucidera en se référant à l'analyse très complète réalisée dans les années quatre-vingt-dix par Derouet (1992), sur les pratiques dans les établissements scolaires. Son ouvrage majeur, *École et Justice* met en exergue, dans la lignée des travaux produits par Boltanski (1987, 1990), que certaines actions sont de l'ordre de la Justice. Elles s'appuient sur un système de valeurs, que Derouet appelle, à la suite de Latour et Callon (1989), une "boîte noire". Celle-ci contient des règlements, des routines, des pratiques, et surtout un idéal commun qui rapproche les membres d'un groupe ; cet idéal a été longtemps celui de l'égalité des chances jusque vers 1970, et le débat critique a fait apparaître d'autres références qui ont fait éclater ce monopole, comme : la chaleur communautaire, la recherche du rendement... Tout consensus national sur les fins de l'école est aujourd'hui caduc, et pour Derouet, il ne s'agit plus que d'établir, sur la base du projet d'établissement, des "compromis locaux", voire des accords de tribus, qui sont d'ailleurs susceptibles de "dénonciation" dans le temps. Ainsi des modèles, des logiques s'affrontent dans l'école d'aujourd'hui, articulés sur des principes fondateurs, auxquels tel ou tel enseignant, ou tel ou tel groupe d'enseignants, choisit de souscrire.

Une première confrontation des enseignants de notre échantillon, sur les pratiques et les principes d'action qu'ils expriment, fait apparaître une distinction forte entre les finalités éducatives, selon le type de public auquel on est confronté. Tantôt l'action enseignante est renvoyée à l'intégration sociale de l'élève, au retour de l'élève dans la communauté scolaire et éducative, selon le terme employé dans la Loi d'Orientation de 1989, et ce d'autant plus qu'on a affaire à des élèves en grande difficulté ; tantôt l'action de l'enseignant renvoie à l'instrumentation pédagogique ; dans ce

¹³⁰ Département de la Recherche sur les Nouvelles Technologies.

¹³¹ Comme <http://www.educnet.fr>, par exemple.

¹³² Il s'agit d'une quinzaine d'entretiens d'enseignants d'anglais, de mathématiques, de sciences et vie de la terre (SVT), réalisés dans le cadre d'un groupe de recherche INRP sous la direction de G.L. Baron (INRP, Paris) et d'André Tricot (INRP-IUFM Bretagne), portant sur "Usage des TIC et compétences nouvelles pour les enseignants". Nous avons présenté, en tant que membre du groupe, une synthèse de l'analyse au colloque de Marseille (juin 1999). Nous remercions G.L. Baron, A. Tricot et tous les membres du groupe qui ont accepté la diffusion de nos conclusions et l'exploitation approfondie du matériau recueilli.

cas, c'est l'efficacité du geste enseignant qui est recherchée, par l'enrichissement des situations scolaires ou la didactisation des séquences impliquant les TIC.

Ainsi la classe RESPIRE de notre étude, créée (comme toutes les classes de ce type) dans le cadre de la charte départementale réunissant l'Éducation nationale, la PJJ, (protection judiciaire de la jeunesse) la DASS, le Fonds d'action sociale, doit accueillir au collège les élèves décrocheurs qui ont souvent un suivi éducatif et une histoire de pré-délinquance. Âgés de quinze à seize ans, ils sont une douzaine à être encadrés par un instituteur spécialisé, pour le scolaire, un éducateur PJJ, pour l'éducatif, et un aide-éducateur spécialisé dans les Nouvelles Technologies. La classe est richement dotée de ce point de vue : cinq ordinateurs dont trois postes multimédias, un scanner, une imprimante couleur, une télévision et un magnétoscope, un accès à Internet. Les pratiques TIC, encadrées le plus souvent par l'instituteur mais techniquement préparées par l'aide-éducateur, sont relativement modestes : de la copie de lettres ou de textes, grâce au traitement de textes, des exercices de renforcement (exercices de type EAO) pour les mathématiques ou pour la lecture, à l'aide du logiciel *SMAO* de sixième ou de quatrième selon les niveaux d'élèves (Éd. Chrysis). On trouve aussi des logiciels visant à préparer l'orientation professionnelle de l'élève, auquel on demande de s'interroger sur ses goûts, sa personnalité. De façon très ponctuelle, des outils comme *Atlas Microsoft* sont mis à contribution, pour offrir une ressource documentaire bien élaborée, plaisante à l'œil, que l'élève découvre et manipule. Sur le fond, il s'agit de réaliser le même recherche que sur un atlas en livre.

Mais on ne peut qu'être frappé par l'émerveillement des élèves devant les possibilités de l'outil. On est également frappé par l'acharnement mis par les élèves (une fois dépassée la grogne de devoir faire des exercices, même à l'écran !), pour exécuter la longue série des exercices prévus dans le logiciel, et leur très grande attention. Pour certains, il s'agit de "gagner" contre l'ordinateur ; il peut même y avoir perversion de l'outil quand l'élève en échec refuse de consulter le menu "aide", car "ça fait perdre des points". Même si le sentiment d'échouer devant l'écran les met en colère (ils brutalisent le clavier ou frappent l'écran : "Je vais le niquer, ce bâtard !"), l'usage de l'EAO et la très grande présence de l'enseignant (qui du fait du petit nombre d'élève, joue un rôle de répétiteur), suscite un travail méta-cognitif indéniable. L'écran, entre autres éléments, provoque un déplacement d'enjeux, de rôles traditionnels, et limite les violences liées à la hiérarchie des places dans la classe traditionnelle. L'environnement en est bouleversé. Une interface à trois participants, l'élève, l'enseignant et l'ordinateur, (le "tiers-instruit", selon Michel Serres), crée la possibilité d'une situation de "médiation", à tous les sens du terme (Tardif, 1998). Devant l'écran, le travail consiste à repartir des échecs, de mettre à jour les méthodes, de rappeler les règles utiles, et d'éliminer les approximations des élèves ; le travail sur le logiciel d'orientation amorce aussi un dialogue sur la trajectoire temporelle et sur la construction identitaire de l'adolescent, souvent avec l'éducateur PJJ. Dans cette classe, la parole circule donc à deux niveaux au moins : dans l'accompagnement lié aux apprentissages, dans l'accompagnement lié à l'image de soi.

Ainsi l'enseignant insiste, avec chaleur et fermeté, pour que Simon et Gaël terminent leur série d'exercices sur l'ordinateur. Mi-fâchés, mi-plaisantants, ces derniers ouvrent un débat avec les adultes présents, où la récrimination-provocation permet malgré tout d'engager une discussion à partir de leur formule : "Nous, on est jeunes, vous, vous êtes vieux !" (donc hors jeu par rapport à nos demandes, notre vie...). L'observation montre ainsi une certaine diffusion des rôles, l'éducation se tissant à l'instruction ; la machine suscite un réponse à la fois cognitive au "pourquoi être là ?" et un ferment de réponse de nature éthique, existentielle, au "quoi devenir à partir de là ?", par un débat improvisé sur ce qu'est "être jeune", "être vieux", le sens des contraintes et du savoir scolaire... Car tous les intervenants savent bien que la classe est aussi un sas, un lieu provisoire et fragile de socialisation et qu'il importe de faire sens avec le bouleversement des contextes habituels du collège ; les outils et les techniques, plus présents qu'ailleurs, plus présents qu'avant, contribuent à modifier "l'écologie cognitive" des sujets, à les "déterritorialiser" (Lévy, 1990, p. 11). La technique autorise une réinterprétation de l'espace-temps scolaire, et se met au service d'une resocialisation d'élèves en rupture scolaire et sociale. Modifier des relations, des représentations, c'est tenter de replacer dans une communauté d'élèves des adolescents en rébellion ouverte contre l'école, leurs pairs, leur famille souvent. C'est une éducation globale qui est visée, celle de la personnalité et "cette formation ne résulte pas d'un rapport analytique et dépersonnalisé, mais d'une imprégnation, qui passe autant par les rapports personnels que par l'intelligence". (Derouet, 1992, p. 101.)

Dans le domaine des pédagogies alternatives, des lignes de force identiques se dessinent : la classe est d'abord un contenant psychique, dans lequel le travail cognitif est indissocié du travail sur l'image de soi, les valeurs sociales. En ce lieu atypique où l'adolescent se reprend et reprend sa RESPIR-ation, comparable à d'autres structures scolaires où l'espace-temps se restructure pour quelques mois (les classes de CIPPA par exemple, cycle d'insertion professionnelle par alternance, rattachées à la MGI, mission générale d'Insertion, ou les classes dites "à projet"), le contrat

pédagogique et didactique est structuré par des relations particulières (tutoiement, tutorat, environnement technique individualisé, accompagnement à l'extérieur, visites, loisirs éducatifs...), la parole reprend ses droits. La pédagogie se met au service d'une ambition fondamentalement éducative, où l'on invite le sujet à une réflexion sur sa propre histoire.

Autre public, autres pratiques

“ Tel outil tenu en main est une chose réelle, mais cette chose donne accès à un ensemble indéfini d'usages possibles. ” (Lévy, 1998, p. 73.)

Or, dans les classes de collège ou de lycée général ou professionnel, l'observation et l'analyse d'entretiens permettent de tendre au contraire vers un modèle d'instrumentation technique : on vise à travers les TIC à accroître l'efficacité de l'enseignant ; on cherche avant tout à améliorer la transmission de savoirs disciplinaires. Mais à ce niveau d'analyse, il existe un kaléidoscope de pratiques, d'usages, d'outils et de références. Le point commun malgré tout, dans le discours des enseignants, renvoie à un modèle général que Derouet a évoqué : il s'agit, avec les TIC, de rationaliser les objectifs disciplinaires, et d'organiser une “ pédagogie de l'efficacité ”, celle qui “ cherche des situations de résolution de problèmes, où les élèves doivent mobiliser des connaissances d'ordre divers, pour faire face à une difficulté ”. (Derouet, 1992, p. 107.)

L'instrumentation de la pédagogie conduit effectivement à définir des territoires, dans l'organisation de l'espace, ce qu'on a régulièrement observé : salles d'ordinateurs, salles spécifiques pour les langues (rarement), travail sur les TIC en Centre de documentation et information (CDI), où il y a la seule connexion à Internet disponible pour les élèves... La pédagogie de l'efficacité n'a plus grand-chose à voir avec la tradition communautaire, excepté la référence quasi constante à l'intérêt de faire travailler les élèves à deux ou trois sur un ordinateur, ce qui est toujours supposé bénéfique pour le développement de la coopération et de l'esprit d'équipe, et beaucoup plus rarement (sinon chez les enseignants “ chevronnés ”) bénéfique au progrès cognitif des élèves les plus faibles.

Dans ce foisonnement d'usages, on notera l'utilisation d'Internet comme base documentaire, en français et en anglais, pour des ressources de type textes, cartes, images, alors que d'autres disciplines ne l'intègrent que très peu dans le cours. Les enseignants d'anglais en font une utilisation riche et diversifiée, pour des contacts (des correspondants) ou pour des dossiers à constituer (autour d'une personnalité du show-bizz, par exemple). Les médias plus anciens sont rarement co-utilisés : une seule enseignante d'anglais a fait regarder aux élèves le film “ *Mississippi Burning* ”, (film sur le Ku-Klux-Klan), dans une classe européenne (première), puis a trouvé un site Internet américain consacré au cinéma. Les élèves ont rédigé la critique du film et l'ont envoyé au site par courrier électronique. Elle sera publiée sur le site, en anglais. Le travail a été rédigé collectivement et le courrier électronique envoyé par quelques élèves seulement.

Certains enseignants consultent le Web pour trouver des sites pédagogiques (l'IREM pour les mathématiques), ou y recherchent des sujets de devoir ou d'examen. Mais ni en mathématiques ni en SVT les élèves n'y ont accès directement. Dans ces deux disciplines, des logiciels sont utilisés (*Dérive*, *Cabri géomètre*, *Exel*, des tableurs pour les statistiques, programmation avec TIG2, en mathématiques) et en SVT, certains travaux pratiques sont construits avec EXAO. Tous les enseignants de cette discipline, formés à l'EXAO en apprécient l'aspect ludique, la rapidité des manipulations permises, la facilité d'emploi pour les élèves et le pouvoir de multiplier rapidement les manipulations pour avoir des courbes bien nettes (Sondes oxymétriques, mesure physio-sportive de la fréquence cardiaque, par exemple). Certains CD-ROM sont utilisés dans cette discipline ponctuellement pour pouvoir utiliser quelques images, zoomer sur elles, (images sur la dissection de crustacés), et légèrer un document papier à partir de l'outil multimédia ; on en apprécie la facilité d'usage, lorsqu'il s'agit de l'étude de la moelle épinière, où l'on n'a plus à sortir les coupes, le microscope... Bref le virtuel satisfait les utilisateurs sans réserve.

Si les enseignants de mathématiques ou de SVT interrogés refusent tous d'utiliser des logiciels à orientation behavioriste, il n'en est pas de même en français où, à côté du logiciel Conte, une enseignante utilise le logiciel *Lirebel* (Éditions Chrysis) pour renforcer des acquisitions dans la discrimination perceptive des lettres et des mots. Cet entraînement systématique est invoqué pour les élèves les plus en difficulté car le logiciel permet une adaptation fine au niveau de l'élève. On peut rapprocher cette pratique pour les élèves en difficulté, à celle observée dans la classe RESPIRE, où les élèves ont facilement deux ans de retard, du fait de leur rupture scolaire ; leur programme sur mesure est le plus souvent celui de cinquième ou de quatrième de collège. L'entraînement est aussi de type EAO.

Les CD-ROM sont inégalement utilisés : les enseignants d'anglais les trouvent trop “ fermés ” et leur reprochent de laisser trop peu de place à l'enseignant ; ils les récuse et les renvoient à des entraînements personnels des élèves, “ s'ils le veulent, en CDI ”. Par contre, les enseignants de SVT

les connaissent et les utilisent ponctuellement (CD-ROM sur les végétaux, sur “ les roches, produits et témoins du temps ”, ou encore *Orbits*, base de données sur les planètes). Mais ils sont majoritaires dans cette discipline à en faire un usage restreint, les trouvant trop riches, trop peu didactisables sur le temps d’un cours. Ils font un parallélisme avec les documents vidéo, trop longs et finalement peu adaptés à l’illustration très ponctuelle et très précise qu’ils recherchent pour éclairer tel ou tel concept disciplinaire.

En ce qui concerne l’utilisation du matériel, nous avons été surpris de la relative constance des observations sur un échantillon aussi éclaté. Il apparaît que, le plus fréquemment, les enseignants utilisent une ou plusieurs salles communes (selon la taille de l’établissement), où une vingtaine de machines sont en réseau, et où ils font travailler le plus souvent un demi-groupe d’élèves (deux élèves par poste). Les enseignants de disciplines scientifiques bénéficient de groupes réduits, de demi-classes, en TP.

La fréquence d’utilisation des salles en réseau et donc celle des ordinateurs tourne en moyenne autour d’une fois par semaine ; un professeur de mathématiques y va une fois par mois. On est bien loin d’une techno-pédagogie ! Les enseignants d’anglais et de français envoient leurs élèves au CDI pour bénéficier de la connexion Internet qui s’y trouve et la documentaliste les aide à trouver des informations. Les ordinateurs en réseau bénéficiant d’Internet existent de façon rarissime. Les coûts, la peur d’une navigation sur des sites “ chauds ” l’expliquent sans doute. Donc les travaux sont faits par les élèves en dehors des heures de cours, la documentaliste sous-traitant le travail ; on présente le travail fini sous forme d’exposé (sur Quentin Tarentino, sur des groupes de rap, sur telle nouvelle cherchée dans *Euronews.net*, site de la presse électronique, qu’il faut analyser de façon critique et comparative...).

Les enseignants d’anglais utilisent aussi Internet comme source documentaire pour eux et pour les élèves (sortie papier d’une carte de la Jamaïque ou un document sur les hooligans), mais animent aussi des clubs d’anglais (correspondance par courrier électronique avec de jeunes anglo-saxons), entre douze heures et treize heures, en profitant de la non occupation de la salle en réseau. Le club (activité facultative), sert aussi à préparer un voyage à l’étranger et l’enseignante oriente les élèves sur tel ou tel site. L’un d’entre eux regrette que la gestion du temps interdise dans ce cadre toute navigation aux élèves et le plaisir de la découverte personnelle.

En ce qui concerne enfin l’état du matériel utilisé, l’équipement est relativement neuf et les scientifiques disposent de tablettes de rétroprojection. Seule une enseignante de mathématiques dit que dans sa salle il y a un matériel “ dinosaure ” : vieux ordinateurs sous DOS avec des disquettes de cinq pouces un quart... Mais elle reconnaît que la salle commune en réseau est équipée de PC flambant neufs. Le problème le plus fréquemment rencontré est celui de l’occupation des salles communes, où les sections commerciales ou les enseignements de bureautique, sont prioritaires. Fait plus rarement noté, un enseignant de mathématiques raconte, avec philosophie, son arrivée dans des établissements où...

“ ... il n’y a jamais le matériel adéquat. Donc ça veut dire qu’il faut se battre pendant un certain temps avant de pouvoir obtenir ce qu’on veut... moi, j’ai adopté une pratique qui est au début, on fait avec les moyens du bord, et puis on bricole et puis voyant qu’on bricole, l’administration finit par débloquer des fonds... Cette année, je suis vraiment très mal loti, c’est-à-dire que quand je veux faire des présentations auprès de mes élèves, il faut que j’apporte un vieux truc, un vieux portable personnel, mais sur lequel j’arrive à faire tourner mes logiciels ; il faut que j’aie chercher une tablette (de rétroprojection) qui est... enfin il me faut trois quarts d’heure pour préparer la salle ; par contre je ne le fais pas tous les jours mais je le fais sur des choses bien précises ; par contre, l’année dernière, j’étais au lycée J.M. et là c’était plutôt le grand bonheur parce qu’on avait tout le matériel qu’on voulait, et en plus peu utilisé et c’est vrai que ce problème du matériel, c’en est toujours un mais enfin c’est pas un problème insurmontable, je dirais qu’il faut se battre... ”.

Pour conclure sur cet écheveau de pratiques, on s’accordera avec la métaphore lyrique de Lévy (1998, p. 114), pour lequel l’école et la société sont bien à un tournant capital de cette “ intelligence collective ” : “ Face à la très ancienne déesse, encore mêlée à sa substance, celle de l’archaïque Gaïa, on peut maintenant presque entendre, ou voir penser, croissant sous nos yeux, rapide, crépitant, le grand hypercortex de sa fille, Anthrophia ”. Certes, l’école est loin de “ diaboliser ” le virtuel, tout comme elle est loin de s’approprier le “ *cyberespace* ”. Cependant, il faut tempérer les affirmations des médias (par exemple dans *Le Monde* du 8 décembre 1999, rendant compte du premier Salon de l’Éducation), où l’on affirme que : “ L’informatique est utilisée lorsqu’elle est nécessaire à l’enseignement, en bureautique par exemple, mais si le besoin n’est pas immédiat, comme dans une classe de maths, le professeur estime qu’il a autre chose à faire ”. Or, dans les nouveaux programmes de mathématiques de quatrième, une initiation au tableau grapheur est explicitement prévue. Quant

aux programmes de lycées, ils ont été revus, avec la suppression progressive de l'option informatique, de façon à initier tous les élèves de seconde aux nouvelles technologies et à intégrer celles-ci dans des programmes disciplinaires et dans des travaux personnels encadrés, dits TPE (*BOEN* du 24 juin 1999). Le *BOEN* spécifie les logiciels à utiliser par discipline (logiciels de "cartographie", logiciels de "saisie et de traitement de données expérimentales", de "techniques de recherche documentaire", de "travail sur les sites de la Toile"...), toutes activités que nous avons rencontrées dans notre enquête, malgré, certes, la présence écrasante du papier et du crayon. Autre affirmation péremptoire rapportée dans *Le Monde* : "Les futurs professeurs des écoles réagissent très bien aux TIC tandis que ceux des collèges et des lycées ne voient pas bien à quoi cela peut leur servir". Dommage pour eux, si c'est le cas, car le Ministère lui le sait parfaitement, l'intègre dans leurs programmes, et organise sur le thème des TIC 80 000 formations par an (extrait d'un courrier de Marc Couraud, conseiller technique du ministre de l'Éducation, cité par la revue *l'EPI*, n° 95, septembre 1999, p. 46).

Notre échantillon montre à un premier niveau d'analyse, que des enseignants de collège et de lycée, utilisent avec pertinence et plutôt ponctuellement les TIC, pour des objectifs disciplinaires, tantôt définis avec une grande précision (tel ou tel point des acquisitions, ou du programme, ce que nous avons noté en Français et dans les disciplines scientifiques), tantôt, pour des objectifs disciplinaires plus diffus et plus imbriqués dans des savoir faire techniques (donner le goût de l'anglais, de la recherche sur Internet, apprendre à envoyer un courrier électronique...), car les anglicistes sont ceux qui dans notre échantillon, "surfent" le plus avec leurs élèves et donc leur apprennent des savoir-faire relativement nouveaux pour eux.

Il nous faut donc aller plus loin et tenter de voir en deuxième analyse, si l'on peut mieux distinguer entre les enseignants, entre les sexes, entre les disciplines, voire entre les types d'établissements, des variables quelque peu discriminantes qui éclaireraient l'ordre caché dans ce désordre apparent, ce foisonnement de pratiques. Compte tenu de la taille de nos données, nous ne ferons que de modestes hypothèses : trois variables au moins ici orientent le geste enseignant, pour la catégorie (majoritaire) de ceux qui voient dans le TIC une efficacité supplémentaire pour les apprentissages : la variable tenant à la discipline enseignée, celle qui tient à l'âge des sujets, et indissolublement ici, au type de formation qu'ils ont reçue (brève ou approfondie), enfin celle qui tient aux modalités de la formation, définies en termes d'"hétéro ou de coformation" professionnelle, et celle d'"autoformation", impliquant un rapport de formation personnel, extraprofessionnel en tout cas, avec la machine.

L'ordre caché des pratiques scolaires liées aux TIC

L'analyse qualitative des entretiens, conduite selon la méthode de repérage des thèmes et des sous-thèmes, permet d'isoler un ensemble de régularités qui affectent certaines disciplines, mais pas d'autres.

La variable "disciplines enseignées"

Cette variable montre des pratiques bien spécifiques pour les enseignants d'anglais : ce sont les seuls à faire entrer véritablement Internet dans leur enseignement en délaissant logiciels et CD-ROM. Leur formation pédagogique (PLC et PLP deuxième année) les a pourtant préparés à se confronter aux bases documentaires sur CD-ROM et aux CD-ROM d'apprentissage, de qualité. Même si ce ne fut à l'IUFM qu'à travers une formation de quelques jours qui était sanctionnée par une "mention TIC" dans la formation des stagiaires. Certes, ils ne sont que 10 % à la solliciter, dans leur promotion bretonne, pour le moment. Mais leur pratique d'Internet est indissociable d'un usage personnel, et ils ont souvent passé beaucoup de temps à l'étranger ; le Web est le support du courrier amical international et de recherches personnelles (le consulter pour des vacances...); professionnellement, ils intègrent aussi leurs cours et leurs évaluations dans l'ordinateur, possédé personnellement par tous. Ils sont extrêmement sensibles aux changements personnels, professionnels, sociaux, que les "inforoutes" sont en train de provoquer.

Inversement, les autres enseignants de notre recherche, tout en possédant leur ordinateur personnel, ne possèdent pas tous un accès à Internet ; ils utilisent Internet pour leur plaisir personnel (sites sportifs, par exemple) mais il peut arriver qu'ils ne le consultent qu'au lycée : "Je reçois des courriers électroniques mais je peux pas dire que j'en envoie", dit telle enseignante de mathématiques ; certains n'en éprouvent pas encore le besoin, ni personnel ni professionnel : "J'envoie les élèves le consulter au CDI", dit telle enseignante de français ; ils manifestent la crainte, comme pour les CD-ROM, de voir les élèves s'y perdre ; même les scientifiques ne développent pas autour d'Internet d'imaginaire pédagogique, ils sont rares à évoquer la possibilité de créer un réseau intra-net de la discipline ou un travail en réseau avec des collègues ; tout au plus ils en parlent comme "un outil d'avenir", ou "un outil qu'on pourrait utiliser pour des recherches trans-disciplinaires dans

l'établissement", (sur le thème de l'eau, par exemple, en SVT). Mais seule l'idée, embryonnaire encore, est là.

L'âge des sujets

L'âge des sujets, lié au type de formation reçue, est un élément qui semble également discriminant. Il apparaît que les personnes qui ont reçu une formation plus ou moins longue, en tiennent compte dans leurs pratiques. Elles s'efforcent effectivement d'appliquer, d'intégrer des logiciels ou les outils découverts pendant la formation.

Les anglicistes, plus jeunes et frais émoulus de la formation, sont plus facilement enthousiastes devant les TIC et critiquent facilement leurs collègues plus âgés qui résistent à l'usage des TIC. Ils sont également plus sensibles à la motivation des élèves, devant Internet, en particulier, et au plaisir des élèves ; ils soulignent la facilité technique des jeunes, rompus aux jeux vidéo, et pensent que le travail avec les TIC pousse les élèves en difficulté à prendre confiance. Internet est pour eux un surplus documentaire mais aussi une "ouverture d'esprit" pour leurs élèves. Cependant l'idée même d'évaluer ce qui se passe, en termes d'acquisitions, ne les effleure pas : pour eux comme pour leurs élèves, ils sont sensibles au charme de la nouveauté des situations pédagogiques.

Le reste de l'échantillon au contraire est constitué d'enseignants qui ont au moins douze ans de pratique et une formation plus longue, au fil des stages organisés par l'Institution. Les enseignants de mathématiques ont tous suivi une formation de type "Groupe de Recherche Formation" autour du logiciel *Dérive*, donc en coformation ; les enseignants de SVT ont été formés à l'*EXAO* depuis près de dix ans, pour certains ; c'est le sous-groupe qui est le plus créatif (certains créent de petits outils avec des images scannérisées) et qui affirme un besoin de formation en ce qui concerne la capture, le traitement, l'utilisation d'images, donc pour faciliter sa propre créativité.

Ce qui est frappant dans leurs propos, c'est leur souci d'intégrer avant tout le TIC dans les programmes et les apprentissages ; là où les plus jeunes parlent d'enrichissement ou d'ouverture, ils évoquent au contraire la construction des savoirs par l'élève et l'intérêt de les faire travailler sur des situations de résolution de problèmes. Certes les disciplines comme la biologie ont pu être influencées par de nombreux travaux de psychologie cognitive, et l'intérêt de situations expérimentales bien choisies (Giordan, 1998 ; Astolfi & Develey, 1989), mais ils témoignent fortement d'une pensée réflexive sur l'acte d'apprendre ; l'enseignante de français qui utilise *Lirebel*, pratique une pédagogie différenciée car elle constitue le programme des élèves (forts, moyens, faibles), à partir de l'analyse de leurs résultats aux évaluations à l'entrée en sixième. Pour tous ces enseignants, dont on notera qu'ils sont pour la plupart très formés ou impliqués dans la formation à des degrés divers (avec le CNED, l'INRP, l'IUFM...), le recul critique est net : un outil TIC n'est bon à prendre que s'il présente un intérêt cognitif. En ce sens, ils ne font pas la confusion, entre "interactivité mentale" et "interactivité machinique". Comme l'a souligné Jacquinot (1997, p. 161), celle-ci ne se substitue jamais à celle-là : "Elle peut au mieux la favoriser, au pire, l'inhiber."

En ce qui concerne les élèves, ils sont moins enthousiastes que les plus jeunes : plusieurs remarquent que les bons élèves ne sont pas les plus motivés lorsque le cours a lieu dans la salle en réseau, car "pour eux, c'est une perte de temps". Pour d'autres, "c'est un jeu" et le bénéfice escompté par l'enseignant n'est pas si grand. Certains nuancent beaucoup leur observation : "Au lycée, les élèves étaient blasés, mais cette année, dit l'un d'entre eux, je suis dans un collège en ZEP. L'ordinateur, il n'est pas chez eux. Ça brille, ça les attire, ça les motive énormément, y a le côté ludique... Ça les aide à s'en émerveiller, donc ça peut les aider ensuite à se poser de questions ou à rentrer dans le sujet." (Professeur de mathématiques en sixième et quatrième.)

C'est dans ce groupe que le statut positif de la panne apparaît : "S'il y a une panne sur un poste, ça permet de s'épauler les uns les autres et je pense que c'est pas dramatique si on rate une manip', de toute façon." (professeur de SVT). C'est aussi dans ce groupe que l'attention portée à l'aide à apprendre avec les TIC est la plus fine : "C'est un travail épuisant pour l'enseignant, car le logiciel ne les aide pas à comprendre leur erreur. Il faut préparer des questions et une fiche d'activités sinon ils ne feront rien." (professeur de mathématiques). Là où une angliciste valorise l'autonomie qu'elle souhaiterait donner aux élèves, le professeur de mathématiques enseignant en ZEP souligne le risque des TIC : "Dans certaines séquences que j'ai élaborées, je prévois des aides, mais je ne veux pas les donner systématiquement ; tous les élèves, ils ont plusieurs figures, mais derrière, j'ai fabriqué aussi d'autres objets. S'ils appuient sur un seul bouton, ils vont avoir d'autres éléments de la figure qui vont apparaître, qui vont leur permettre d'aller sur une piste... mais si c'est trop ouvert, s'il y a des impasses, s'il y a des moments où le tâtonnement devient totalement improductif, le prof est là pour aider à s'en sortir". En ce sens, cet enseignant a parfaitement intégré que "la conception d'aides aux apprenants est un objectif incontournable" ; "mais il faut surtout imaginer des aides spécifiques à l'apprentissage en cours" (Tricot, Pierre-Demarcy & El Boussarghini, 1998, p. 42), grâce à des

scénarios d'interaction, à de bonnes interfaces ; ce qui doit pouvoir compléter l'action de l'enseignant et améliorer la compréhension de l'apprenant.

Ainsi, les deux groupes, marqués par des expériences formatives et professionnelles très diverses, s'opposent aussi fortement ; les plus jeunes et les moins formés professionnellement apprécient la découverte des TIC, l'initiation technique, le butinage pédagogique, sans se poser de problèmes de progression, ou d'aide à l'apprentissage ; les plus âgés, qui sont aussi les mieux formés, sont beaucoup prolixes en termes méta-cognitifs, sur les moyens d'apprendre à apprendre aux élèves, à questionner, à raisonner, à tirer parti de leurs erreurs.

Modalités de formation

Enfin, au-delà de ces variables très apparentes, il en est une plus personnelle, qui distingue les enseignants, celle des modalités de leur formation, c'est-à-dire la façon dont ils se la sont appropriée. Les enseignants pratiquant les TIC, ceux de notre échantillon, possèdent tous leur ordinateur. Ils y préparent leurs cours, y engrangent leurs notes, y font leurs comptes. Mais il serait sûrement bien hasardeux d'en conclure, *de facto*, qu'il suffirait d'équiper les enseignants pour qu'ils pratiquent les TIC en classe ! Concluons simplement que notre échantillon montre une cohérence entre un intérêt personnel et professionnel pour les TIC.

Cependant, entre les enseignants, il y a bien des différences. Certains sont " accro " : " L'ordinateur, c'est mon stylo-bille " (professeur de mathématiques) ; " déjà avant la formation, j'étais une grosse consommatrice, grosse utilisatrice d'informatique " (professeur d'anglais) ; " l'ordinateur il est allumé le matin, on l'éteint que le soir... " (professeur de mathématiques). D'autres valorisent l'utilité didactique, avant tout, de l'objet : " Je suis tout content quand l'ordinateur est éteint... Ça n'a pas été mon entrée dans l'informatique, le plaisir de la bidouille "... (autre professeur de mathématiques). Certains enseignants ont fait des formations personnelles, ou grâce à leur commune, ou grâce à tel membre de leur famille, qui a joué un rôle d'expert. " Mon beau-frère m'a conseillée pour l'achat de mon premier Macintosh et il m'a un peu montré comment m'en servir ", (professeur de français). Mais très peu se disent autodidactes complets.

Ce qui les oppose surtout, c'est le fait que quelques-uns ont eu une formation strictement professionnelle acquise en stage, donc en hétéroformation ou en coformation assistée, (selon la forme du stage), et d'autres une formation à la fois personnelle et professionnelle (hétéroformation et/ou coformation assistée).

Pour ces derniers, la formation s'est faite aussi à partir de tâtonnements personnels, d'entrée dans *Windows*, par exemple, " avec les bouquins aussi un peu "... Mais pour les premiers, le rapport à l'autoformation personnelle n'est pas recherché ; ils craignent l'isolement, sentent avoir toujours besoin d'un soutien collectif : " On n'est jamais assez formé... Il va bien falloir que j'essaie de connaître un peu... moi je ne progresse pas toute seule ; je ne suis pas du genre à intégrer facilement ce genre d'outils ", (professeur de mathématiques) ou encore : " C'est en travaillant avec d'autres qu'on ose franchir le pas, qu'on se motive ", (professeur de français). Ce sont aussi ces enseignants les moins autoformés qui sont aussi les non-possesseurs et non-utilisateurs d'Internet, et les plus anxieux devant la panne, l'imprévu. Ce sont eux qui, tout en intégrant les TIC avec un recul critique, le font plutôt par " sens du devoir ", que par véritable passion ou curiosité personnelle.

De sorte que la variable opposant l'autoformation (jointe à la formation professionnelle) à celle de la formation exclusivement professionnelle, laisse apparaître deux profils dans notre échantillon : un profil d'enseignants, jeunes ou chevronnés, axé sur la maîtrise technique, la curiosité, la confiance en soi, les " explorateurs " du groupe ; de l'autre côté, un profil marqué par l'attachement à la formation dans et par le groupe (profil rencontré à deux reprises parmi les chevronnés), par un savoir technique perçu comme insuffisant, une plus faible confiance en soi, et la crainte d'un enseignement non frontal. En somme des enseignant(e)s intégrant les TIC plus timidement, sans trop oser quitter des yeux le rivage de la formation, le profil des " caboteurs ", pour filer la métaphore maritime...

Atteint-on sur cette dimension ce qui touche à la subjectivité propre à l'individu ou au rapport féminin (ou de certaines femmes) à la technique ? On peut aussi faire l'hypothèse que le groupe des caboteurs, moins habitués à la manipulation technique que les autres (ils sont aussi plus en retrait par rapport à la technique) n'ont développé que des " schèmes d'usage " limités, appris en stage exclusivement ; la mise en pratique dans la pédagogie au quotidien leur coûte donc plus cher qu'aux autres, en termes de " surcharge cognitive " et dès qu'un problème lié au réseau, à la panne, à la gestion différenciée de la classe les atteint, ils sont facilement plus désemparés et se tiennent davantage dans une réserve critique que les " explorateurs ". Une recherche plus étoffée à partir des profils repérés pourrait sans doute mieux nous éclairer.

Quoi qu'il en soit, la maîtrise technique d'un outil personnel, l'appropriation personnelle du savoir et la possession d'Internet tendent à introduire des différences parmi les enseignants qui pratiquent les TIC.

À travers les distinctions de notre analyse, nous commençons à percevoir, dans l'émiettement des pratiques, un certain nombre de régularités dans l'intégration des TIC dans le secondaire. Certaines logiques organisent les usages de façon souterraine, et on ne peut affirmer brutalement que les TIC ne peuvent changer la pédagogie ou que la classe traditionnelle ne peut pas s'y plier. En un mot, ce que nous apprend l'analyse du terrain, c'est qu'on ne fait pas n'importe quoi, si on est angliciste ou matheux, jeune formé ou chevronné formé, enseignant à un public "tout venant" ou à un public en grande difficulté scolaire.

Des variations locales existent pourtant : un enseignant très bien formé peut utiliser très modestement les TIC, un autre ayant reçu pratiquement la même formation peut déployer une plus grande créativité ; un enseignant très bien équipé dans son établissement peut pratiquer faiblement avec les TIC, alors qu'un autre bien plus mal loti peut déployer beaucoup d'énergie, coûte que coûte, pour utiliser les TIC. Malgré tout, dans notre échantillon, personne ne laisse dormir les ordinateurs dans les cartons ou ne les abandonne totalement aux autres enseignants. Pourquoi ?

Il nous faut tenter de construire un modèle de compréhension encore plus général, pour élucider la relation entre enseignants et TIC. La lecture d'un texte de Goffman (1983), *The interactional order (L'ordre de l'interaction)*, texte testamentaire paru un an après sa mort, pourra nous fournir un éclairage conceptuel satisfaisant.

Les TIC entre contrainte et soumission : une "interprétation de la situation" scolaire ?

Nous pouvons d'abord observer que dans tous les établissements scolaires aujourd'hui, en France, il y a un matériel déjà là, fourni par l'Institution, et que ce sera de plus en plus vrai, puisque le taux d'équipement dans les établissements est passé à un ordinateur pour dix-sept collégiens, un pour sept lycéens, un pour cinq lycéens professionnels, en septembre 1998 (revue *l'EPI*, n° 95, 1999, p. 32). Qu'en disent des enseignants de notre enquête ? "C'était imposé (la formation), dans la mesure où la démarche venait des inspecteurs. Il y a eu une dotation des établissements avec ce matériel, alors à partir du moment où on a le matériel, on ne le laisse pas dans un coin, hein ?".

Il y a donc un "déjà-là" technique, imposé par ce qu'on peut appeler avec Goffman "l'ordre structurel", fait des attentes du politique, des discours culturels euphorisants sur les TIC, de la nébuleuse socio-économique des producteurs d'informatique. Cet ordre de l'Institution qui marque aussi les places sociales des enseignants, nous pouvons aussi l'appeler l'"ordre machinique", dans notre contexte.

Mais il existe aussi un autre ordre pour Goffman (1998), le domaine du face à face, "qui pourrait être dénommé, à défaut d'un nom plus heureux, l'ordre de l'interaction, dont la méthode d'analyse préférée est la micro-analyse" (p. 191). Que fait-on dans cet "ordre de l'interaction" ? On y exprime un arrangement de face à face, de comportements, parmi d'autres possibles. Mais "les structures sociales ne déterminent pas culturellement des manifestations standard, elles ne font qu'aider à sélectionner parmi le répertoire disponible de ces manifestations" (Goffman, 1998, p. 214). Ainsi Goffman parle-t-il volontiers d'un "couplage flou" (p. 215) entre les pratiques interactionnelles et les structures sociales, ou "une sorte d'engrenage de diverses structures dans les rouages interactionnels" ; il évoque aussi l'idée que "les deux ordres sont en interface" (p. 216). De sorte qu'on peut se demander, dans notre problématique, pourquoi tel rapport aux TIC fonctionne plutôt que tel autre, pourquoi sont faits les choix d'action, dans le répertoire des possibles, qui va sur un large continuum, depuis ne rien faire du tout avec les TIC jusqu'à proposer des travaux pluridisciplinaires dans l'établissement, ou créer ses propres produits multimédias !...

Il nous faut postuler l'existence d'une tension entre l'ordre machinique imposé par l'Institution et les gestes professionnels liés aux TIC. Cette tension ne génère ni contrainte ni soumission, n'est pas un déterminisme, mais suscite diverses pratiques, diverses formes d'expression de soi, donc d'expression professionnelle.

Si l'on observe les sujets de notre échantillon, on constate diverses contraintes qui pèsent sur eux : les uns sont contraints, les plus jeunes, par leur formation (mention TIC) et les épreuves pratiques du CAPES ; d'autres sont contraints par la formation continue reçue, lourde, et leur inscription dans d'autres formations en cours, dont des formations de recherche-action ; d'autres sont

eux-mêmes formateurs en partie ou travaillent avec l'IUFM ; un autre est inscrit dans une innovation pédagogique forte de type " challenge éducatif ", avec détachement sur candidature et attribution de " moyens " logistiques TIC supplémentaires, techniques et humains. Il y a donc déjà un début de réponse au : pourquoi personne d'entre ceux-là ne laisse dormir les ordinateurs dans les cartons ? On peut y voir l'expression de pratiques à l'interface de deux ordres : il y a mise en cohérence de l'image suscitée par l'institution (les attentes de l'ordre machinique), et de l'image reflétée par tel ou tel individu, tel ou tel groupe à l'Institution, sa réponse, sa façon d'entrer en interaction avec cet ordre.

On peut faire l'hypothèse que les pratiques TIC exprimées, choisies, fonctionnent comme une autojustification identitaire, devant les contraintes de l'ordre machinique. Ces pratiques sont comme autant d'arrangements interactionnels, et sont produites en fonction des contraintes éprouvées (prouver ses compétences TIC quand on a choisi la mention TIC ; expérimenter des TIC quand on a été ou qu'on est dans un groupe de recherche-formation ; utiliser les TIC en réponse à la mission d'intégration, qui a été acceptée...

S'il n'y a pas de déterminisme, mais seulement un couplage flou, c'est qu'effectivement, dans le répertoire des possibles, on peut encore aujourd'hui justifier (mais... jusqu'à quand ?) de son identité, de son " professionnalisme ", sans user des TIC : si on a peu ou pas reçu de formation ; si le label " TIC " n'est pas fortement exigé dans les compétences requises. Certes, ne pas user des TIC reste possible dans l'école mais à certaines conditions. Par contre, ne pas user des TIC en sections commerciales ou en bureautique deviendrait vite scandaleux !

On voit aussi des situations scolaires ambiguës où l'on a des " pratiques TIC " sans vraiment en avoir, comme encore par " sens du devoir " ou par soumission, car la sous-traitance à un tiers supposé être l'expert, seul compétent, (documentaliste, emploi-jeune) aboutit à troubler les jeux ; on peut faire ici un parallèle avec des pratiques qu'on a repérées avec netteté dans l'école primaire ; là encore tout un continuum de pratiques TIC est possible, depuis le degré zéro de la pratique jusqu'à l'activité impressionnante de l'enseignant-webmaster, qui construit et fait vivre le site de sa classe avec ses élèves ! Souvent dans le cadre du primaire, des emplois-jeunes (aides-éducateurs) ont été demandés par l'école et obtenus, avec le profil TIC explicite. Mais il s'avère que plus l'enseignant titulaire de la classe est intéressé par les TIC, formé et techniquement à l'aise, plus il collabore avec l'emploi-jeune, au sein de la classe ; les préparations, les recherches se font en commun, les enfants sont encadrés par plusieurs personnes ; par contre, plus le maître est en difficulté devant les TIC ou refuse de s'y intéresser, plus la classe tend à faire de l'initiation aux TIC avec le seul emploi-jeune, sur des plages régulières, d'une durée moyenne d'une heure et demie par semaine ; le maître (la maîtresse, plus souvent !) s'occupe donc d'une demi-classe tandis que l'emploi-jeune, dans la salle en réseau, traite des TIC sous diverses formes. Au mieux ces formes pédagogiques ont été concertées avant avec la titulaire, au pire, l'aide-éducateur les mène à sa guise, c'est-à-dire souvent à travers du butinage : présentation de divers logiciels ou CD-ROM (parfois un nouveau à chaque séance) et recopiage : copie " au propre " des écrits rédigés avec la maîtresse, avec un logiciel de traitement de textes. Donc des activités qui, sans être inutiles, ne sont que d'un bas niveau cognitif et peu intégratives pour les apprentissages¹³³.

Donc on constate des arrangements, visibles à travers les pratiques, qui laissent du jeu à l'action : car on peut y mettre plus ou moins de fréquence, de créativité, à conditions matérielles égales. On n'est pas très loin de la théorie de l'incertitude développée en sociologie des organisations par Michel Crozier et Erhard Friedberg (1977). Pour eux, en effet, d'une part " tout individu dépend, au moins partiellement, des autres, des perceptions et définitions de soi qu'il en reçoit, pour la construction ou le maintien de sa propre identité " (1977, p. 212). D'autre part, l'autonomie relative des acteurs s'incarne dans des stratégies et des jeux avec le pouvoir, car le système ne peut simplement conditionner les individus. " S'il s'agit d'un jeu de coopération, comme c'est toujours le cas dans une organisation, le produit du jeu sera le résultat commun recherché par l'organisation. " (p. 113).

En somme, les sujets de notre recherche interprètent à leur manière leur espace de liberté et inscrivent leur liberté relative dans tel ou usage professionnel des TIC, dans un comportement finalement coopératif avec l'ordre institué, ou ordre machinique.

Dans ces jeux de relativité entre contrainte relative et liberté relative, certains concepts nous paraissent devoir être écartés : celui de " bricolage identitaire " de l'enseignant (Derouet, 1992), qui renvoie à une construction décisive subjective, celle de l'appartenance aux mondes normatifs qui

¹³³ Ces analyses ont été obtenues par de l'observation participante dans les classes de niveau primaire, de l'enseignement public et privé, par des étudiants de deuxième cycle, travaillant sous la direction de G. Tessier, 1998-1999.

sont ceux des sujets. De fait, ce modèle des idéaux et des finalités de l'action, qu'on a utilisé pourtant en début d'analyse, nous paraît ici tourner court assez vite car il ne rend pas suffisamment compte de la complexité des réponses des acteurs, de leurs stratégies possibles ; le modèle fondé sur les grands principes éthiques et les valeurs éclaire seulement de très vastes catégories d'usage et des modalités d'entrée diverses dans des pratiques TIC, à savoir comportementisme pédagogique en éducation, contre instrumentation didactique en apprentissage.

Mais ce modèle occulte le rôle caché d'au moins trois variables que nous avons relevées : la discipline d'enseignement, l'âge et le type de formation reçue, les modalités d'appropriation de la formation, le tout dans le cadre des contraintes de l'Institution, qui orientent l'action de l'enseignant, et la produisent, avec ou sans les TIC. C'est l'ensemble de tous ces facteurs très fins et des appartenances, des allégeances de chacun, qui peut éclairer la diversité des réponses qui sont apportées, parmi les interactions possibles.

Nous avons un travail d'acteurs, peut-être une " mise en scène ", au sens de Goffman, qui cherchent à s'identifier par leurs pratiques, au regard de l'ordre machinique. On est presque dans une " interprétation " de la situation, au sens théâtral du terme, car il y a dans une pièce un choix d'interprétations possibles, plus ou moins classiques ou romantiques, ou obéissant à des partis pris scéniques particuliers... Ici, en réponse à la culture informatique et au volontarisme ministériel, les individus s'inscrivent dans des arrangements pédagogiques qui leur assurent légitimité et visibilité. C'est l'ensemble de tous ces facteurs qui orientent la construction individuelle et collective de la relation à la technique et au politique. Pour finir sur un mot inspiré de Goffman, qui souhaitait qu'on dise " non pas les hommes et leurs moments, mais les moments et leurs hommes ", il faut sans doute dire aussi : " non pas les hommes et leurs machines, mais les machines et leurs hommes ".

CHAPITRE X

TIC et pédagogie : une perspective systémique

François Mangenot

Au chapitre des effets globaux induits par l'introduction des TIC à l'école, de nombreux auteurs se sont interrogés sur les rapports qu'entretiennent technologie et pédagogie. Les TIC induisent-elles des changements (voire une révolution...) pédagogiques, comme l'affirment certains (notamment parmi les "décideurs") ? Ou au contraire un certain type de pédagogie est-il le prérequis de leur efficacité ? Il nous semble que l'on ne peut répondre à ces questions qu'en élaborant des modèles complexes d'intégration des technologies, en évitant de chercher des rapports directs de cause à effet ; les variables sont en effet nombreuses et rarement isolables. L'approche systémique – certains utilisent de manière quasiment équivalente le terme "écologique" (Scavetta, 1997 ; van Lier, 1999) –, suggérée par certains spécialistes canadiens des technologies éducatives (*cf.* Lapointe, 1993), pourrait constituer une grille pertinente pour répondre à cette problématique. Rappelons que la perspective systémique s'intéresse moins à l'étude isolée de telle ou telle variable (les logiciels, les enseignants, les apprenants, l'Institution, les contenus à enseigner) qu'aux interactions entre ces variables ; elle permet notamment une meilleure planification du changement en fournissant des modèles d'action sur des ensembles de variables corrélées. C'est souvent faute d'une telle approche que l'introduction des TIC s'est révélée un échec ; on peut en prendre pour exemple le plan IPT, qui a parallèlement cherché à introduire des ordinateurs en très grand nombre, à fournir une "valise de didacticiels", à former les enseignants, mais sans établir le lien d'une part entre ces différentes variables, d'autre part et surtout entre les pratiques pédagogiques existantes et l'apport possible des nouveaux outils : ainsi, seuls quelques rares pionniers se sont passionnés et engagés dans des pratiques nouvelles, la grande masse des enseignants restant très peu concernée par ce plan, pourtant ambitieux et coûteux¹³⁴.

Quelle(s) méthodologie(s) pour l'observation et l'action ?

Il apparaît très vite que si l'on privilégie une approche systémique, les études quantitatives s'avèrent relativement vaines, les variables étant trop nombreuses et comportant trop de paramètres différents. Restent alors, comme méthodologies de recueil de données, l'approche ethnographique (avec observation participante ou non, *cf.* Winkin, 1998) et, peut-être, certaines formes de recherche-action : Cardinal et Morin (non daté), suggèrent notamment que la recherche-action pourrait constituer une manière systémique de faire évoluer une situation éducative. Une troisième voie consiste à mettre des variables en relation *a posteriori* (après le recueil et le traitement des données par d'autres chercheurs), comme peuvent le faire des méta-analyses telles la présente étude (voir également Grégoire & *al.*, 1996 et Bracewell & *al.*, 1998).

Pour certains chercheurs, qui se réfèrent à des analystes du changement technologique comme Latour ou Perriault, cette approche est d'autant plus nécessaire que l'on s'intéresse aux effets des TIC et que l'on vise à "créer de nouvelles écologies informationnelles à l'école" (Scavetta, 1997, pp. 139-140) :

¹³⁴ Certains analystes incriminent plutôt les mauvais choix technologiques (nanoréseaux Thomson plutôt qu'ordinateurs PC), et le manque de didacticiels de qualité ; nous ne les suivons pas dans cette analyse, l'élément central nous semblant être le problème de l'intégration : le matériel et les logiciels fournis à l'époque du plan IPT (Informatique pour tous) étaient largement suffisants pour permettre des usages pédagogiques intéressants (la technologie du réseau, notamment, était assez pionnière à cette époque, en tout cas en France). Et il ne nous semble pas impossible, dans l'enseignement secondaire, que la vague actuelle d'introduction massive de matériel informatique se révèle, à terme, aussi décevante dans ses effets que le plan IPT.

“ D’habitude, machines, pratiques d’enseignement et d’apprentissage et fonctionnement de l’institution scolaire sont considérés comme des éléments indépendants, chacun faisant l’objet de savoirs et de pratiques bien distincts. L’*approche ethnographique* des processus d’innovation que nous avons suivie permet, au contraire, de saisir toujours et en même temps les aspects technologiques, pédagogiques et institutionnels, dans leurs imbrications qui sont rarement linéaires et ordonnées. Un regard ethnographique, en outre, est presque obligatoire dans la mesure où il est difficile d’établir des frontières, parfaitement définies une fois pour toutes, entre le *domaine technique* des fonctionnalités d’un hypertexte ou d’une interface de connexion en réseau, les objectifs d’un projet pédagogique et les contraintes multiples (horaires, programmes, espace-temps des activités, etc.) qui règlent le fonctionnement de l’institution scolaire. Cette approche ethnographique permet d’analyser et de maîtriser les processus selon lesquels les *actants humains* (enseignants et élèves) et les *quasi-objets* technologiques (hypertextes et réseaux télématiques) s’agentent, plus ou moins efficacement, au cours d’un processus d’innovation des pratiques pédagogiques d’une école. ”

Deux importantes recherches dites “ longitudinales ” nous semblent particulièrement bien correspondre à une étude systémique (ou écologique) de l’impact des technologies dans l’éducation, et nous nous y référerons fréquemment dans ce chapitre : la recherche américaine *Apple Classrooms of Tomorrow* (ACOT, voir Haymore-Sandholtz, Ringstaff & Owyer, 1998) qui s’est prolongée de 1985 à 1995, et le projet européen *Socrates-Mailbox* (Barchechath & Magli, 1998), qui n’a duré que deux années mais s’est étendu à six pays et à dix-sept établissements scolaires différents¹³⁵. D’autres sources d’informations ont été constituées par des descriptions de recherches-action (Rézeau, 1996, par exemple), par une enquête du CNDP sur “ L’usage d’Internet au collège ” (CNDP, 1999), par l’ouvrage de Pouts-Lajus et Riché-Magnier (1998) ou par des observations de terrain effectuées par l’auteur de ces lignes au Canada, en Italie et en France.

Voici la manière dont les auteurs du rapport *Socrates-Mailbox* (Barchechath & Magli, 1998, pp. 7-8) conçoivent l’approche ethnographique et ses apports :

“ L’ethnographie demande du temps : du temps pour l’observation, du temps pour l’immersion dans une culture et l’appropriation de ses codes culturels, du temps pour construire une narration traduisant la richesse et la complexité de ce qui a été observé. Comme la plupart des autres sciences, l’ethnographie a besoin d’un style propre. Décrire la réalité par des graphiques et des tableaux ou le faire par des croquis et au travers d’une narration sont deux choses différentes. [...] ”

Nous voulons insister sur la valeur de l’approche ethnographique que nous avons choisie : nous croyons que seule une méthode explicitement descriptive et auto-réflexive peut libérer ce domaine de toute pensée prédictive et de questions implicitement prescriptives. Ces dernières sont des réflexions parasitaires qui passent à côté des profondes modifications sociales qui sont en train de se jouer. [...]

Nous voulons également insister sur la valeur de l’approche ethnographique quand il s’agit de mettre en évidence ce qui n’est pas immédiatement visible. Nous doutons qu’un questionnaire ou une interview suffise à débusquer ce qui se cache dans l’épaisseur de la réalité. Aucun tableau, aucun schéma ne pourrait l’exprimer. En revanche, nous pouvons arriver à un certain niveau de compréhension par une observation patiente, en interrogeant notre propre expérience et en la comparant avec ce qui a été observé. L’équipe Mailbox a clairement choisi une position qui consiste à chercher de nouvelles configurations de ce que nous appelons l’apprentissage implicite (et que Dewey nomme “apprentissage collatéral”), celles-ci découlant de l’intégration des technologies de l’information et de la communication à l’école. ”

Pour résumer, l’approche systémique, qui ne constitue ni un domaine de recherches ni une méthodologie mais peut inspirer ceux-ci, nous semble pouvoir servir un triple objectif : un objectif descriptif permettant d’avoir un tableau plus exact des rapports entre pédagogie et technologie, un objectif de compréhension des facteurs décisifs pour une bonne intégration et un objectif de changement, l’examen croisé des variables permettant de mieux sélectionner les leviers sur lesquels agir¹³⁶. Une telle approche nous amènera tout d’abord à constater que les TIC sont rarement intégrés

¹³⁵ On notera que la première étude citée, à l’inverse de la seconde, ne se réclame explicitement ni d’une approche systémique ni d’une méthodologie ethnographique. Cependant la méthode extensive de recueil des données, la manière de traiter celles-ci et la recherche d’interprétations qualitatives beaucoup plus que quantitatives permettent de ranger la recherche ACOT dans la même famille que *Socrates-Mailbox*.

¹³⁶ Cette double dimension est en accord avec la conclusion du “ Que-sais-je ? ” portant sur la systémique (Durand, 1998, p. 115) : “ Tout au long de ce trop rapide parcours sur la nature et les

de façon satisfaisante, à énumérer ensuite les variables en présence en décrivant les obstacles, pour terminer par une réflexion sur les interactions entre différentes variables.

Le problème de l'intégration pédagogique de l'outil informatique

De nombreux auteurs constatent que les TIC sont souvent ajoutées à la structure pédagogique sans réflexion sur leur apport, parce qu'il faut bien vivre avec son temps, ou parce que l'on a obtenu des sommes élevées pour leur introduction. Cette constatation vaut également pour des pays qui sont réputés être en avance sur la France en ce qui concerne l'emploi des TIC (USA et Canada). Un universitaire américain, van Lier (1999, p. 17), fait, par exemple, l'observation suivante : " En pratique, la plupart du temps, les choses se déroulent en ordre inverse. On achète et on installe les ordinateurs, puis les écoles et les professeurs doivent, seulement ensuite, imaginer ce que l'on peut faire avec, le plus souvent, sans fonds supplémentaire parce que l'argent disponible a déjà été dépensé pour acquérir le matériel informatique lui-même. " En fait, comme le constatent Haymore-Sandholtz, Ringstaff et Owyer (1998, p. 176), l'intégration des TIC est d'une grande exigence :

" La technologie améliore la qualité de l'éducation à quatre conditions. Premièrement, les enseignants doivent examiner leurs croyances sur l'apprentissage et sur la valeur des différentes activités pédagogiques. Deuxièmement, la technologie doit être considérée comme un outil parmi tant d'autres et faire partie intégrante d'une structure programmatique et pédagogique cohérente. Troisièmement, les enseignants doivent travailler dans des contextes propices à la prise de risque, à l'expérimentation, à la collaboration et au perfectionnement continu. Quatrièmement, bien que la technologie puisse catalyser le changement, on doit considérer son intégration comme une entreprise de longue haleine. "

Il n'est dès lors pas étonnant que l'on observe de nombreuses situations où l'outil informatique est sous-utilisé et mal intégré aux pratiques pédagogiques. On se contentera d'énumérer rapidement ci-dessous un certain nombre de situations observées, concernant pour la plupart le domaine linguistique.

Les enseignants n'adaptent pas leur pédagogie au mode de travail induit par l'outil informatique.

On citera, sur ce point, van Lier (1999, p. 15) :

" J'ai récemment rendu visite à une enseignante de français dans un lycée aux États-Unis, qui avait reçu, comme subvention d'équipement, six ordinateurs qu'elle avait installés au fond de la pièce. Elle ne les avait employés que de temps en temps, donnant des tours de passage aux étudiants pour trouver des documents sur l'Internet, tout en continuant à enseigner au reste de la classe comme auparavant. Cela s'est avéré un désastre : le travail sur ordinateur n'a pas été mis en relation avec le travail en classe et les étudiants ont, pour la plupart d'entre eux, perdu leur temps lorsque c'était leur tour d'ordinateur. Quand je lui ai demandé ce qu'elle avait l'intention de faire l'année suivante, elle a répondu qu'elle tenterait de mettre en œuvre une salle de classe plus adaptée à la collaboration avec des stations de travail, des projets thématiques et des groupes tournants employant les ordinateurs chacun à leur tour. "

Les enseignants font une séance en salle informatique. Elles sont complètement coupées de ce qui se fait par ailleurs en classe.

La cause en est qu'il est difficile d'intégrer dans le programme l'utilisation d'un produit qui a sa logique propre. L'outil informatique, comme tout artefact, nécessite que ses utilisateurs se construisent des " schèmes d'utilisation " (Rabardel, 1995). Cela demande de la formation et de la pratique. Haymore-Sandholtz, Ringstaff et Owyer (1998, p. 39) ne distinguent pas moins de cinq phases dans l'évolution pédagogique des enseignants confrontés aux TIC :

" Notre modèle comprend cinq stades : l'entrée, l'adoption, l'adaptation, l'appropriation et l'invention. Selon ce modèle, l'utilisation des ressources technologiques sert d'abord à étayer l'approche fondée sur le manuel et caractérisée par la séquence leçon-récitation-exercices, puis à lui substituer graduellement des expériences d'apprentissage beaucoup plus dynamiques. "

applications de la systématique, celle-ci nous est apparue essentiellement comme une approche, une méthode de compréhension ou de résolution de problèmes. "

Les enseignants de langues vont utiliser des tutoriels avec leurs apprenants.

Dans le secondaire, mais aussi en université au Canada, les enseignants de langues vont souvent utiliser des logiciels tutoriels avec leurs apprenants ; il existe cependant d'autres manières de travailler, en cherchant notamment à encourager les interactions entre pairs (van Lier, 1999) :

“ Quand nous pensons aux ordinateurs pour l'étude des langues, quelle sorte d'image vient à l'esprit ? Celle d'un laboratoire avec des rangées d'ordinateurs et un apprenant assis devant chaque écran, travaillant individuellement sur des exercices ou sur des programmes de langue ? Ou celle d'une salle de classe avec des ordinateurs le long des murs, des tables au milieu et de petits groupes d'apprenants travaillant ensemble sur des projets, se déplaçant dans la pièce pour accomplir des tâches diverses relatives à ce projet, se parlant, discutant de stratégies et de découvertes ? ”

Les raisons pour lesquelles le premier mode de travail est beaucoup plus répandu que le second sont multiples :

- les tutoriels sont les logiciels qui ressemblent le plus à l'approche pédagogique traditionnelle, ce sont aussi de très loin les plus nombreux sur le marché. Il est donc rassurant de les utiliser ;
- de nombreux enseignants (et apprenants) ont encore une vision de l'ordinateur comme répétiteur inlassable d'exercices grammaticaux ; l'approche communicative de l'enseignement des langues ne propose pas de solutions satisfaisantes quant à l'enseignement des aspects plus formels de la langue : les tutoriels apparaissent alors comme un bon palliatif ;
- certains enseignants (de même que parfois des apprenants, au niveau universitaire notamment) ont une vision négative des apprentissages collaboratifs (Barchechath & Magli, 1998) :

“ Il arrive que des enseignants mésestiment une activité parce qu'ils ne la jugent pas sérieuse. Nous avons rencontré des enseignants qui pensaient que les enfants utilisaient leurs recherches sur l'Internet comme prétexte pour bavarder entre eux... et “bavarder n'est pas travailler et donc n'est pas apprendre et donc devrait se faire hors de l'école”. “*Quand je vois un enfant avec une tâche précise à accomplir, je pense spontanément qu'il ou elle doit la faire seul(e). S'ils parlent, je ne peux pas m'empêcher de penser que ce sont des bavardages. Et je m'inquiète de ce qu'ils vont apprendre*” ”, nous dit un enseignant d'école primaire.

L'outil informatique et les enseignants coexistent sans relation.

À l'université Stendhal-Grenoble 3, les cours de français langue étrangère et la possibilité de fréquenter une salle informatique en libre accès, pourtant animée par des pédagogues, co-existent pratiquement sans relations. Les étudiants privilégient les logiciels les plus behavioristes, leurs professeurs les encourageant parfois dans ce sens en les envoyant “ faire des conjugaisons ”.

Les causes de cette situation sont multiples : les enseignants ne connaissent pas bien les ressources (nombreux CD-ROM grand public, Internet) et ne peuvent donc pas proposer des tâches tirant parti de ces ressources ; ils ont une vision de l'ordinateur comme tuteur (*cf. supra*) ; les apprenants, pour leur part, ont une mauvaise représentation des apprentissages et viennent chercher en salle informatique ce que l'on ne fait plus en classe, des exercices mécaniques ; enfin, l'Institution n'a pas su mettre en place un concept d'intégration de l'outil informatique à l'ensemble des activités du centre de français langue étrangère.

On cherche à remplacer les enseignants par des ordinateurs.

Au centre d'écriture de l'université d'Ottawa, destiné à l'entraînement à la rédaction en langue seconde, l'institution a fourni de grosses sommes pour l'achat de matériel, mais attendait en contrepartie des économies sur les salaires et a donc supprimé des travaux dirigés. Les étudiants utilisent par conséquent soit des tutoriels de grammaire, soit des outils comme le traitement de texte et les correcteurs, logiciels dont les effets sur les compétences scripturales sont tout sauf évidents (voir Manganot, 1996). La présence d'enseignants permettrait des tâches d'écriture plus ouvertes et partant plus efficaces.

Pour conclure, on redonnera la parole à Haymore-Sandholtz, Ringstaff et Owyer :

“ De nombreux obstacles peuvent entraver l'intégration des ressources technologiques. On compte d'abord des empêchements de nature matérielle. [...] On trouve ensuite des obstacles plus difficiles à surmonter parce qu'ils sont profondément ancrés dans la structure institutionnelle de l'école : les programmes d'études axés sur l'apprentissage de notions isolées plutôt que sur la résolution de problèmes ; l'évaluation qui porte sur le rendement aux examens plutôt que sur le processus d'apprentissage ; les règles et les politiques qui incitent les enseignants au conformisme et non à l'audace. Plus redoutables encore sont les obstacles intangibles qui se dressent dans l'esprit des enseignants, sous la forme de croyances inébranlables sur les rôles des enseignants et

des élèves, sur la nature de l'apprentissage et de l'éducation et, enfin, sur la technologie elle-même. ”

Les variables d'une situation pédagogique

Les principales variables d'une situation d'enseignement/apprentissage vont être passées en revue, et divers auteurs ayant observé des pratiques seront convoqués pour montrer le lien de ces variables avec l'intégration des TIC.

Classiquement, les trois composantes d'une situation pédagogique sont l'enseignant, l'apprenant et la matière : il s'agit du fameux “ triangle didactique ”. À ces trois éléments, Bracewell et al. (1998) ajoutent le contexte, entendu au sens institutionnel, ce qui leur donne un système¹³⁷ à quatre variables : enseignant, contenu, apprenant, contexte (ECAC). Examinant les conditions favorisant une bonne intégration des TIC, ces auteurs font varier leurs quatre éléments selon une échelle allant d'un extrême à un autre : du plus défavorable, “ ECAC- = enseignant transmetteur, contenu prêt à digérer, accès limité des apprenants aux ressources technologiques, peu de soutien institutionnel ”, au plus favorable, “ ECAC+ = enseignant facilitateur, contenu co-construit, apprenants ayant facilement accès aux ressources, important soutien institutionnel ”.

Nous préférons, pour notre part, considérer les ressources numériques par elles-mêmes et le dispositif selon lequel elles sont utilisées comme des variables distinctes : d'un côté, nous trouvons la distinction “ tuteur/outil ” insuffisante (Bracewell et al. utilisent notamment la notion de “ *highly interactive tutorials* ” qui mériterait au moins une discussion), de l'autre intégrer la variable “ accès aux ressources ” dans la variable “ apprenant ” présente l'inconvénient de ne plus suffisamment considérer celui-ci en tant qu'individu socialement situé, avec ses objectifs, ses représentations, son degré de dépendance ou d'autonomie, etc. On notera encore l'importance de plus en plus grande, dans le domaine de l'apprentissage des langues en tout cas, qui est accordée au dispositif : en témoignent notamment plusieurs articles d'*Études de linguistique appliquée* 112 (Barbot, éd., 1998) et le titre d'un numéro de la revue de l'Association des Professeurs de Langues vivantes, “ Les nouveaux dispositifs d'apprentissage des langues ” (septembre 2000). Nous arrivons ainsi à une liste de six variables : institution, enseignants, apprenants, contenus disciplinaires, outils informatiques, dispositif.

L'Institution

La plupart des rapports auxquels nous nous référons soulignent qu'un des principaux freins à une bonne intégration des technologies provient des contraintes spatio-temporelles qui prévalent dans les établissements scolaires. Selon les auteurs de *La classe branchée* (Haymore-Sandholtz, Ringstaff & Owyer, 1998), il faut que “ les gestionnaires [soient] disposés à apporter des changements structurels dans le milieu de travail des enseignants qui ont pris la voie du renouveau ”. Il leur semble en effet difficile d'utiliser les TIC sans envisager le moindre changement des conditions d'organisation de l'enseignement. Dans le secondaire, il s'agit sans doute du principal frein : horaire peu important dans chaque discipline, nécessité de réserver la salle informatique, effectifs trop élevés ; le rapport *Socrates-Mailbox* constate qu'il est beaucoup plus rare d'observer une intégration satisfaisante des TIC dans le secondaire que dans le primaire et cite comme facteurs aggravants la division en disciplines, les tranches horaires intangibles de cinquante minutes, le grand nombre d'enseignants intervenant devant une même classe : tout cela constitue des obstacles quasi insurmontables pour qui souhaiterait mettre en place une pédagogie fondée sur un travail plus autonome des apprenants (Barchechath & Magli, 1998).

“ Les délimitations classiques des périodes d'enseignement dans le secondaire sont devenues vraiment trop courtes. La fragmentation des matières, couplée à celle du temps, pose de plus en plus de problèmes. Nous avons souvent été témoins de cas où de jeunes adolescents étaient obligés de s'arrêter au retentissement de la sonnerie alors qu'ils étaient en pleine concentration à travailler sur un ordinateur. Contrairement aux activités qui se déroulent dans le laboratoire et qui sont souvent interdisciplinaires, dans le fonctionnement d'un établissement la division des responsabilités entre enseignants entraîne la parcellisation des tâches. Au point que le temps accordé à chacun d'entre eux semble totalement inapproprié. Pour résoudre ce problème, des enseignants engagés ont tenté de s'organiser pour occuper le laboratoire deux heures consécutives chacun, afin que leurs élèves puissent continuer leurs activités respectives sur un laps de temps plus long. ”

¹³⁷ Ces auteurs insistent sur l'aspect systémique de la situation éducative : “ En utilisant ces modèles, il faut noter que si l'un des quatre éléments varie, cela fait varier les autres. ”

Liautard (1997), directeur de l'ORME (Observatoire des Ressources multimédias en éducation), va même jusqu'à dire qu'il est inutile d'introduire les TIC si on ne desserre pas tout d'abord les contraintes de temps et d'espace. Certaines réformes récentes, comme les parcours diversifiés, pourraient cependant constituer un terrain plus favorable (rapport CNDP) ; de la même manière, la présence d'aides-éducateurs est la source d'une plus grande flexibilité quant à la gestion d'effectifs souvent trop chargés.

Un autre facteur important est l'attitude de la direction de l'établissement et de l'équipe enseignante par rapport à l'introduction des TIC. Barchechath et Magli (1998) donnent un exemple où un directeur volontariste n'a rien pu faire pour convaincre une équipe enseignante opposée aux ordinateurs, et à l'inverse un autre cas où des enseignants désireux d'introduire des changements sont parvenus à entraîner l'adhésion d'une directrice tout d'abord réticente. Scavetta (1997) montre comment l'incapacité à résoudre rapidement des petits problèmes logistiques (faire poser une prise téléphonique dédiée) est révélatrice de réticences plus profondes mais non exprimées.

Un dernier problème institutionnel est la reconnaissance du temps et de l'énergie déployés par les pionniers de l'intégration des TIC. Pouts-Lajus et Riché-Magnier (1998) soulignent ainsi que :

“ Bâtir un cours sur la base d'informations récupérées par les élèves sur Internet, mettre ces informations en forme dans le cadre d'activités de groupe pour les adapter aux besoins de la classe, suppose une forte implication de l'enseignant qui va bien au-delà des charges de travail habituelles. Et que dire de la conception et la création de logiciels auxquelles les plus motivés consacrent bien des soirées et des nuits ?

Sans une reconnaissance par l'Institution de ce temps incompressible, de sa valeur pédagogique au même titre que le temps professé, tout plan d'équipement, aussi généreux soit-il, aura peu d'effet sur les pratiques pédagogiques. L'innovation en éducation passe par les enseignants. Mais comment exiger d'eux qu'ils travaillent autrement, mieux peut-être, mais surtout davantage, sans leur offrir de réelles compensations en termes de salaire ou de carrière ? Cette contradiction est l'une des plus difficiles à surmonter pour généraliser l'usage des technologies dans l'éducation. ”

Le rapport du CNDP indique que certains chefs d'établissement sont désireux d'attribuer des heures supplémentaires à ceux qui s'engagent dans la création de sites Internet.

Les enseignants

Tout d'abord, tous les rapports signalent que rien ne peut se faire sans eux, ce qui semble assez évident. Les réticences sont le plus souvent expliquées par trois facteurs :

- la crainte de ne pas maîtriser l'outil en présence des élèves (CNDP) ;
- le refus de remettre en cause l'enseignement frontal (CNDP, ACOT, *Socrates-Mailbox*) ;
- le manque de formation ou l'inadéquation de celle-ci. Tandis que l'enquête du CNDP critique des formations qui privilégient les aspects techniques communs à toutes les disciplines au détriment des aspects didactiques, Pouts-Lajus et Riché-Magnier insistent sur l'organisation de formations qui tiennent compte de la réalité du terrain (stages d'établissement plutôt que stages académiques).

Haymore-Sandholtz, Ringstaff et Owyer (1998, p. 50) indiquent que pour que les TIC puissent être utilisées avec profit, il faut que les enseignants acceptent de “ remettre en question leurs croyances pédagogiques ” (professeur comme unique source de savoirs, pratique de la classe organisée autour de la parole du maître). Cela ne peut évidemment se faire du jour au lendemain, et il n'est dès lors pas étonnant que “ les enseignants misant sur les TIC restent une minorité ” (CNDP). Scavetta (1997, p. 142) avance que l'enseignant doit, en outre, “ ouvrir toute une série de *boîtes noires* incorporées aux technologies qu'il emploie. Faute de quoi, sans qu'il s'en rende compte, ses pratiques pédagogiques pourraient rester enfermées à l'intérieur des contraintes pragmatiques que toute technologie impose ”.

Les apprenants

Il convient tout d'abord de considérer l'âge des apprenants comme un paramètre décisif. Barchechath et Magli montrent qu'enfants et adolescents apprécient pour la plupart le travail sur les machines, mais pour des raisons bien différentes. Les adultes ne sont pas tous prêts à utiliser les TIC : cela dépend notamment de leurs objectifs professionnels et personnels, de leur niveau dans la discipline, de leur motivation, de leurs représentations sur les apprentissages, de leurs représentations sur les TIC et sur leur apport, de leurs stratégies d'apprentissage, de leur degré d'autonomie, de leur style cognitif (Albero, 1998 ; Barbot, 2000).

Concernant l'autonomie des apprenants, Barchechath et Magli nous montrent qu'elle n'a rien d'automatique et critiquent certains postulats trop optimistes :

“ Quand on aborde le sujet des TIC, on a l’habitude de partir du principe que l’apprenant est pleinement “autonome”. C’est ici que nous voudrions commencer à creuser un peu sous la surface. On établit habituellement une équation entre la présence d’une machine dans un environnement d’apprentissage, et la “sainte trinité” : quand l’ordinateur apparaît, l’autonomie s’installe, la collaboration se déclenche et l’apprentissage devient plus efficace. Cette représentation nous montre l’école comme un univers de relations fonctionnelles et linéaires, dépourvues de toute valeur affective, émotionnelle et symbolique : les machines sont des machines, les enseignants sont des dispensateurs de savoir, ou des facilitateurs de savoir et les apprenants sont heureux d’apprendre. Il n’y a pas besoin d’alchimie. ”

Nous reverrons ce problème quand nous croiserons la variable “ apprenant ” avec la variable “ enseignant ”, car celles-ci entretiennent, sur ce plan, une relation systémique.

Les contenus disciplinaires et les supports d’apprentissage

Tous les auteurs s’accordent à dire que le découpage disciplinaire est un obstacle à l’intégration des TIC : les utilisations les plus intéressantes de celles-ci sont la plupart du temps à la croisée de plusieurs disciplines.

Par ailleurs, des contenus trop “ ficelés ”, trop rigides, sont également défavorables à un travail avec les ordinateurs (Bracewell & *al.*, 1998). Ainsi, des programmes laissant une grande latitude aux enseignants pour déterminer les contenus d’enseignement rendront-ils plus faciles l’utilisation de l’outil informatique.

Les ressources numériques et leur “ philosophie ”

Très peu d’études comparent les réactions des apprenants selon que l’on utilise des logiciels tutoriels ou bien des produits plus “ ouverts ”; Haymore-Sandholtz, Ringstaff et Owyer (1998) observent toutefois, chez des élèves du secondaire, un rejet, après une brève période d’engouement, d’un “ logiciel directif qui ne faisait pas suffisamment de place à l’expérimentation. Ils voulaient explorer et non obéir à des directives, qu’elles viennent d’un ordinateur ou d’un être humain ”.

Mais la classique distinction tuteur/outil (Levy, 1997) n’est pas suffisante ; de nombreux produits sur Internet ou sur CD-ROM transcendent plus ou moins ces catégories. Actuellement, la majorité des logiciels, pour des raisons commerciales, sont de type tutoriel, les activités proposées étant fermées et donc partiellement en contradiction avec le socio-constructivisme ; n’aurait-on pas besoin de plus de produits amenant les pairs à collaborer et prévoyant la participation de l’enseignant ? La thèse de Levy est que l’on utilise souvent mal l’ordinateur faute d’avoir assez réfléchi au rôle que l’on veut lui faire jouer : les logiciels tutoriels, par exemple, excluent d’une certaine manière l’enseignant, puisqu’ils prennent entièrement en charge l’acte d’enseignement, de la consigne à l’évaluation des productions ; à l’inverse, si l’on prévoit d’emblée la présence de l’enseignant, il devient possible de proposer des activités plus riches, plus ouvertes, tout en faisant alors jouer un autre rôle à l’ordinateur.

Le dispositif spatial et humain

Si l’on prend en compte à la fois le lieu et l’encadrement humain selon lesquels les TIC sont employées, on relève, sur le terrain scolaire et universitaire, un grand nombre de dispositifs différents d’utilisation des TIC.

Salle multimédia en libre-accès

- Auto-apprentissage libre : à l’université, il existe souvent des centres de ressources pour l’apprentissage des langues (*cf.* Bucher-Poteaux, 1998). De manière plus générale, des salles informatiques en “ libre service ” sont à la disposition des étudiants : quand elles offrent un accès à Internet, on note une augmentation considérable de leur fréquentation, au point de générer des files d’attente ou même de bloquer le système (à Grenoble 3, l’accès à Internet a été supprimé durant un an, en 1999-2000, les salles, qui venaient à peine d’être reliées au réseau, ne parvenant plus à faire face à la demande).
- Auto-apprentissage guidé : les activités d’apprentissage sont déterminées conjointement par l’apprenant et un moniteur (ou un enseignant) formé à la didactique d’une discipline et à l’exploitation des ressources numériques. C’est le cas des centres de Langues ou maisons des Langues des universités.
- Auto-apprentissage intégré : ce mode d’utilisation des ressources technologiques implique que l’enseignant donne des tâches précises à réaliser à ses étudiants, en dehors de la situation de classe. À la maison des Langues et des Cultures de l’université de Grenoble, où les trois formes d’auto-

apprentissage (libre, guidé et intégré) existent¹³⁸, l'étudiant en auto-apprentissage intégré est inscrit à un cours de 50 heures dans lesquelles est comprise une dizaine d'heures d'auto-apprentissage au centre de ressources : dans le meilleur des cas, l'apprenant travaille avec les ordinateurs sur une tâche qui a été assignée par l'enseignant et qui sera valorisée en classe (préparation d'un exposé, par exemple).

Centre de ressources (ou CDI) avec quelques ordinateurs (collège, lycée)

- Les élèves effectuant des recherches, aidés par un documentaliste.
- Les élèves réalisant des tâches demandées (ou simplement suggérées) par leur enseignant.

Un certain nombre d'ordinateurs sont présents dans la classe

Ce dispositif est fréquent à l'école primaire ; les auteurs de *Socrates-Mailbox* comme ceux du projet ACOT le considèrent comme le meilleur.

L'enseignant se rend avec sa classe dans une salle informatique

C'est encore de très loin le cas le plus fréquent dans l'enseignement secondaire.

L'enseignant utilise un système de projection dans la salle de classe

Il faut encore ajouter le cas où l'apprenant a chez lui un ordinateur à sa disposition et s'en sert pour préparer des travaux demandés par l'enseignant ou pour du soutien scolaire sur CD-ROM ou Internet¹³⁹.

Les interactions entre plusieurs variables

Interactions entre les variables

enseignant/ressources numériques/dispositif

De très nombreux auteurs soulignent qu'une situation d'abondance des ressources nécessite de nouvelles compétences et un rôle nouveau de la part des pédagogues.

Si l'on prend par exemple le cas des centres de ressources prévus pour l'auto-apprentissage guidé des langues (Bucher-Poteaux, 1998), il convient d'être très attentif à la fonction d'interface des ressources humaines (Albero, 1998) : les intervenants (qui sont soit des enseignants soit des moniteurs¹⁴⁰) doivent être formés à écouter, conseiller, guider. Barbot (1998) souligne l'évolution du rôle de "passeur" joué par l'intervenant : "on peut se demander si le rôle de passeur de l'enseignant de langues ne va pas moins s'opérer sur des frontières linguistiques et culturelles comme c'était le cas jusqu'ici que sur des frontières qui déterminent l'accès aux ressources".

Dans le secondaire, c'est souvent le/la documentaliste qui endosse ce rôle de médiateur entre les ressources et les élèves : il en résulte parfois une surcharge de travail, notamment pour ceux qui prennent ce travail à cœur, demandant par exemple aux élèves de formuler un projet de recherche avant toute consultation d'Internet (CNDP).

Interactions entre les variables apprenant/ressources/dispositif

Il est aujourd'hui fondamental que les apprenants apprennent à apprendre et acquièrent ainsi une certaine autonomie : de ce point de vue, le décalage est souvent bien trop important entre le lycée et l'université, ce qui est source d'échecs. Il faut aider les apprenants à remettre en cause certaines de leurs représentations, comme une conception des apprentissages uniquement comme accumulation de savoirs, ou encore la crainte de se confronter à des données complexes.

Albero (1998, p. 470) note que l'utilisation des TIC n'a rien d'évident pour un apprenant :

¹³⁸ C'est l'utilisateur qui choisit son mode d'apprentissage au moment de l'inscription.

¹³⁹ Des enseignants américains nous ont indiqué qu'il était fréquent que leurs élèves préparent chez eux des exposés grâce à Internet. Cette pratique commence à apparaître en France, induisant parfois, aux dires de collègues du secondaire, des exposés ou des travaux écrits ressemblant plus à une juxtaposition de documents copiés-collés qu'à une véritable documentation-réflexion menée par l'élève.

¹⁴⁰ La Maison des Langues et des Cultures de Grenoble emploie ainsi des moniteurs dans son centre de ressources et des enseignants pour les cours en présentiel (il s'agit parfois des mêmes personnes, mais les fonctions sont définies comme différentes), tandis que l'université de Strasbourg (voir Bucher-Poteaux, 1998) a aboli les groupes-classe fixes et demande à ses enseignants de langues d'exercer – à la fois en tant que conseillers-moniteurs et en tant qu'experts linguistiques – dans les centres de ressources (qui comprennent une petite salle destinée à pratiquer la conversation en langue étrangère).

“ Les dispositifs utilisant des moyens technologiques qui permettent une grande individualisation et une relative autonomie mettent une grande partie des usagers en difficulté. Il semblerait que ces dispositifs complexes demandent une attitude active, une implication importante et des compétences d’un autre ordre que celles qui étaient requises jusque là. [...] ”

Bucher-Poteaux (1998), à propos des centres de ressources de langues à l’université, précise les obstacles à surmonter.

“ Le changement de rôle de l’apprenant et de l’enseignant est déroutant pour les étudiants, en partie parce que le reste de leur enseignement universitaire continue à se dérouler dans la tradition du cours magistral et du TD. La liberté est difficile à gérer et la responsabilité peut générer de l’angoisse. Une nécessaire période de formation à l’auto-gestion s’articule autour d’un premier processus de déconditionnement pendant lequel l’étudiant fera évoluer ses représentations et ses préjugés sur l’apprentissage des langues ; puis d’un deuxième processus d’acquisition des savoir-faire dont il aura besoin pour prendre son apprentissage en main. ”

Pour Barchechath et Magli (1998), l’autonomie des apprenants est très liée à l’attitude de l’enseignant (*cf.* paragraphe suivant).

Interactions entre les variables enseignant/apprenant/ressources

Dans le primaire et le secondaire, l’autonomisation des apprenants, dont nous venons de voir qu’elle était un prérequis à une bonne utilisation des TIC, dépend beaucoup de l’attitude et des initiatives de l’enseignant, qui n’est pas toujours prêt psychologiquement à favoriser cette autonomie. Le rapport *Socrates-Mailbox* (Barchechath & Magli) insiste longuement sur ce point, fournissant un exemple d’enseignante non autonomisante d’autant plus intéressant qu’il laisse bien percevoir l’interaction systémique entre l’attitude de cette enseignante et celle de ses élèves :

“ Plusieurs facteurs peuvent contribuer à la réussite d’une expérience incluant les TIC et visant à l’autonomie des élèves : la façon dont une classe est organisée, l’ouverture d’esprit de l’enseignant et sa capacité à renoncer à ses prérogatives traditionnelles de contrôle ou au fait d’être le seul point de référence, savoir adopter de nouvelles façons d’organiser des activités de classe, être moins immédiatement directif mais plutôt de demander une préparation importante, d’insister sur l’acquisition de méthodes d’apprentissage plutôt que d’imposer un déluge d’information et de notions... Nos observations suggèrent que l’autonomie et le rôle actif des élèves vont de pair avec de fortes initiatives organisationnelles de la part de l’enseignant. Ces initiatives, dans les cas les plus heureux que nous avons observés, sont tellement intégrées aux processus d’apprentissage qu’elles sont difficilement visibles et semblent être des éléments naturels. Finalement, ces étapes organisationnelles positives libèrent l’enseignant pour d’autres tâches. Nous pouvons donc avancer que l’autonomie des enfants, l’aide mutuelle et la collaboration entre les membres de la communauté scolaire ne sont pas seulement le but et la conséquence d’un (certain) usage des TIC ; elles sont aussi une condition nécessaire pour son utilisation efficace. ”

Voici maintenant l’histoire d’un enseignant qui fait l’expérience de la surcharge qu’un manque d’autonomie des élèves peut lui causer. Son comportement semblait renforcer la dépendance de ses élèves à son endroit. Au début, ceux-ci butaient régulièrement sur des problèmes techniques et éprouvaient de surcroît des problèmes pratiques de manipulation informatique car ils n’étaient pas habitués aux procédures et prenaient leur enseignant pour unique source d’aide.

“ Madame, ! Madame ! ”

Lors de notre première visite en classe (14-15 ans), les élèves doivent finir leur CV – préparé au préalable à la main et corrigé par l’enseignante – afin de l’envoyer aux correspondants. Les élèves plus avancés recherchent et consultent les premiers messages reçus. L’enseignante donne peu d’instructions générales à la classe, elle passe d’élève en élève, sur demande ou spontanément, pour expliquer les manipulations techniques. Elle est constamment sollicitée pour : aider des élèves à se débloquer, entrer dans le système, retrouver un message, sélectionner les adresses des correspondants, sauver, composer un nouveau message, envoyer. A ces interventions techniques s’ajoutent les renseignements liés à la langue : demande de vocabulaire, de tournures de phrase... La gestion de la classe ne paraît pas facile pour l’enseignante durant les premières leçons, car les élèves misent sur la facilité en appelant sans cesse “ Madame ! Madame ! ”, dans un jeu que l’enseignante accepte. On peut prendre comme exemple le début de la seconde leçon. L’enseignante s’adresse à la classe en anglais pour donner les consignes : prendre les disquettes, prendre les mots de passe, ouvrir le courrier. Les élèves s’assoient à leur poste et commencent le jeu du “ Madame ! Madame ! ” : “ Madame ! Madame ! comment il faut faire ? Madame ! Madame ! ça marche pas... ”. Certains élèves semblent s’amuser de ces appels car ils lancent des “ Madame ! Madame ! ”, puis laissent tomber ou déplacent leur demande vers un camarade. Deux filles qui attendent depuis un moment font la remarque : “ Ce

qui fait ch..., c'est que c'est beaucoup trop peu une seule prof à la salle d'info ; il en faudrait plusieurs ! ”

Cet exemple est intéressant parce qu'il nous montre que l'autonomie des élèves n'est pas seulement un problème de compétences (techniques dans ce cas) mais aussi la conséquence d'un choix organisationnel fait par l'enseignant. Cette enseignante aurait pu organiser la classe différemment afin de donner aux élèves une plus grande liberté dans leur travail, mais elle ne l'a pas fait. Elle nous a dit qu'elle aurait dû donner à la classe entière une explication : “ une sorte de démonstration sur le rétroprojecteur. Je leur ai donné un feuillet, mais ils ne le lisent jamais ”. En fait, quand nous avons interviewé les élèves, ils ont dit n'avoir jamais reçu de feuillet, mais que cela aurait été pratique d'avoir une note écrite des différentes étapes à suivre ; comme ça “ le professeur aurait été moins stressé et on aurait pu commencer l'atelier plus rapidement ”. Les aspects langagiers étaient organisés suivant le même principe. L'enseignante donnait des réponses à la demande, mais n'avait pas pensé à distribuer les dictionnaires disponibles dans un placard de la classe. Elle a raté à l'occasion d'habituer les élèves à utiliser du matériel de référence, bien qu'elle se soit rendu compte que jouer le rôle d'un dictionnaire ambulant ne leur était pas d'une grande aide.

Interactions entre les variables Institution/enseignant/apprenant : la question des règles et de la confiance

Le rapport *Socrates-Mailbox* pose particulièrement bien le problème de l'établissement d'une certaine relation de confiance, qui pourrait également se révéler un prérequis à une utilisation harmonieuse des TIC. Là aussi, le contexte institutionnel retentit sur l'attitude des enseignants :

“ Dans les expériences que nous avons observées, le nouveau statut de la relation enseignants-élèves était parfois très bien compris et géré. Mais une relation de confiance entre enseignants et enfants dépend aussi de l'environnement institutionnel et de la marge de liberté laissée à l'enseignant pour instaurer une relation de ce type. L'environnement scolaire exerce souvent une pression qui oblige l'enseignant à une certaine distanciation avec les enfants. Cette distanciation peut se traduire par un comportement répressif ou condescendant vis-à-vis des élèves. Nous avons aussi observé des cas où – sans que l'environnement ne soit nécessairement contraignant – les enseignants semblaient agir comme poussés par une peur de perdre leur position de contrôle.

Ainsi, nous avons rencontré un professeur du secondaire qui gardait sous son contrôle le disjoncteur permettant aux ordinateurs de fonctionner. De cette manière, il pouvait s'assurer qu'aucun des élèves ne pourrait utiliser l'ordinateur avant qu'il n'ait fini de parler. Des actes comme ceux-ci, insignifiants au premier abord, prennent tout leur sens une fois replacés dans leur contexte. Dans la classe que nous venons d'évoquer, les rapports de force étaient particulièrement problématiques, et on peut comprendre dès lors la présomption de culpabilité que trahit une telle mesure. Difficile d'imaginer qu'un acte de ce type puisse être sans conséquence sur la relation enseignant-élève. [...]

Même si des contrôles sont nécessaires, la manière dont les règles sont établies et le ton employé avec les élèves ne peuvent qu'avoir des répercussions sur l'attitude de ces derniers.

Nous ne remettons pas ici en question le besoin d'établir des règles claires concernant l'accès des élèves à l'Internet : ce problème est tellement lié à la culture environnante qu'une seule approche ne pourrait convenir à tous les contextes culturels. Nous sommes conscients du fait qu'autoriser le libre accès à l'Internet à des jeunes est un problème complexe et difficile. En plus des questions de responsabilité, de maturité et de coûts, il est aussi des problèmes juridiques dont les écoles doivent se protéger. Dans certains pays, si un jeune utilise l'Internet de manière illégale dans son école, celle-ci peut être tenue pour juridiquement responsable.

Mais la manière dont certaines de ces prescriptions sont formulées trahit encore une approche hiérarchisante dans l'établissement des règles. Ce qui nous importe vraiment ici, c'est de savoir comment ces règlements sont formulés et quels types d'accords sont négociés avec les élèves. [...] Certaines des formulations semblent révéler un jugement de culpabilité *a priori* vis-à-vis de l'élève. Voilà qui a un effet inévitable sur la manière dont l'élève perçoit l'école et construit sa relation avec elle. Certains iront même jusqu'à dire que cette présomption de culpabilité peut aller jusqu'à induire un “comportement illégal” dans certains cas. ”

De manière plus globale, le rapport *Socrates-Mailbox* répond de manière réaliste à la question qui était posée au début de ce chapitre : les TIC peuvent changer le mode de fonctionnement pédagogique d'un établissement scolaire, mais à la condition expresse que celui-ci fasse preuve de suffisamment de flexibilité :

“ Nous avons vu des enseignants endosser de nouveaux rôles, devenir des accompagnateurs plutôt que des dispensateurs de savoir. Nous avons vu des enfants prendre le rôle de maîtres ès technologies, et des enseignants garder celui de maîtres tout-puissants de leurs disciplines d’enseignement. Dans quelques cas tirant parti d’une expérience plus longue, nous avons vu le rôle de l’école commencer à changer. Les TIC peuvent stimuler une école à changer son organisation, parce qu’elles posent des questions sur ce qu’est apprendre et sur la manière d’organiser l’apprentissage de façon optimale. Plus une école est flexible et prête à incorporer les changements apportés logiquement par les TIC, plus cela se vérifie : le temps et l’espace prennent de nouvelles formes, les hiérarchies sont ébranlées et reconstruites sur une base différente, la relation au contrôle change de fondement, la relation entre contenus et processus se modifie (le processus prenant plus d’importance comme moyen pour les enfants d’acquérir des connaissances, ce qui provoque une évolution des modalités et des sièges du contrôle et de l’autorité à l’école). ”

Cela rejoint la réflexion de Weizenbaum (dans *Computer Power and Human Reason*, cité par Scavetta, 1997), pour qui l’ordinateur améliore l’efficacité pédagogique d’une école seulement si celle-ci fonctionne déjà bien.

Conclusion

La recherche-action comme moyen d’action systémique ?

Nous ferons nôtre la conclusion du rapport canadien “ La contribution naissante des ressources et des outils en ligne à l’apprentissage et à l’enseignement en classe ” (Bracewell & al., 1998), dans la mesure où celle-ci insiste sur la dimension systémique de tout changement dans les structures pédagogiques :

“ La classe est un endroit où l’ordre prévaut. L’arrivée des TIC crée une zone d’incertitude pour les enseignants et les apprenants, qui se trouvent impliqués pour la période à venir dans des processus comportant risques et exploration de possibilités nouvelles. Toute recherche qui ne prendrait en compte que l’une ou l’autre des quatre variables fondamentales du modèle d’utilisation (enseignant transmetteur vs. enseignant facilitateur, contenu figé vs. contenu co-construit, accès limité aux technologies vs. accès libre, contexte institutionnel inhibant vs. fort soutien institutionnel) serait vouée à l’obtention de résultats partiels et ininterprétables. L’équipe de rapporteurs insiste sur le fait que mettre l’accent sur un élément au détriment des autres tend à faire surgir des questions superficielles et des débats improductifs. L’interdépendance des quatre variables fondamentales prises en compte dans ce rapport et qu’il est recommandé de prendre en compte dans toute étude à venir doit être progressivement documentée pour ce qui concerne l’impact des technologies en ligne sur l’enseignement et l’apprentissage scolaires. ”

Les recommandations des auteurs canadiens peuvent également être reprises *in extenso*, tant elles résument bien ce que démontrent la plupart des observations de terrain¹⁴¹ :

“ Nous recommandons de fonder les initiatives en matière de politique et de recherche sur les approches suivantes :

- une approche réflexive de l’enseignement (les enseignants comme chercheurs). [...] Cette évolution implique certainement une approche révisée de l’enseignement considérant l’apprenant comme un agent responsable de la construction de ses apprentissages, l’enseignant mettant en œuvre des stratégies pédagogiques pour l’aider dans l’acquisition de son autonomie intellectuelle.
- une approche faisant collaborer recherche et pédagogie. Les technologies en ligne évoluent rapidement. Le modèle traditionnel de transfert des résultats de la recherche vers les pratiques pourrait ne pas être assez flexible ou assez rapide pour répondre aux besoins émergents [...]
- une approche fondée sur l’expérimentation de modèles d’intégration (“*design experiment approach*”). Les questions de modèles d’intégration (“*issues of design*”) sont fondamentales : il conviendrait d’expérimenter de manière plus directe de tels modèles afin d’analyser plus en profondeur les contextes institutionnels, les contenus et les processus favorables à un bon usage des technologies en ligne dans les apprentissages. Pour cela, les méthodes de recherche suivantes sont recommandées :

¹⁴¹ Les extraits cités ci-dessous sont disponibles dans le résumé en français du rapport (même site Internet), mais nous avons préféré fournir notre propre traduction effectuée à partir du document en anglais. On notera que le flou de certaines expressions anglaises (“*design experiment*”, par exemple), laisse une assez importante marge d’interprétation.

- observer une classe, un établissement ou un système éducatif en mettant l’accent sur les contenus et sur la pédagogie ;
- planifier les processus de changement de manière progressive ;
- mettre en œuvre les approches évoquées ci-dessus en étant très attentif à la coordination entre les différents décideurs et acteurs du système éducatif ;
- entamer le processus de renouveau en prenant bien en compte les quatre éléments (enseignant, contenu, apprenant, contexte) qui doivent être combinés pour constituer des modèles d’utilisation des technologies incluant une formation des enseignants ;
- soutenir financièrement des dispositifs de recherche (incluant les écoles primaires et secondaires aussi bien que les universités) capables d’initiative et de leadership. ”

[suit une énumération de domaines de recherche souhaitables.]

On aura remarqué l’insistance des auteurs sur le nécessaire lien entre recherche et pédagogie : la structure qui est, selon nous, le mieux à même d’établir ce lien est la recherche-action, qui pourrait constituer une approche systémique de la formation (voir Cardinal & Morin, non daté). La recherche-action permet en effet d’agir simultanément sur plusieurs variables (voir Rézeau, 1996). Elle se déroule sur le terrain et apporte ainsi une certaine reconnaissance par l’Institution, ce qui autorise alors en retour une souplesse plus grande. Il s’agit à la fois d’une formation des enseignants (sur le long terme), d’un soutien à l’évolution pédagogique, d’une mutualisation des bonnes pratiques, d’une action sur les réalités institutionnelles et d’une recherche (objectifs de publication, reconnaissance scientifique).

Bilan et perspectives

Bilan et perspectives

Jacques Crinon et Denis Legros

Le développement des technologies de l'information et de la communication dans l'enseignement est aujourd'hui à l'ordre du jour dans tous les pays industrialisés. L'importance des investissements matériels et humains qu'il nécessite justifie que les choix qui guident ce développement s'appuient sur une évaluation des effets des technologies.

Comment peut-on, à l'issue du présent rapport, synthétiser les principaux acquis de la recherche ?

D'abord, renouvelons notre mise en garde contre toute analyse simplificatrice. Il n'y a jamais d'effet mécanique sur les apprentissages de l'utilisation d'une technologie. Les effets observés sont souvent complexes, d'origine multifactorielle et indirects. Ainsi ce sont des effets de l'utilisation de la machine sur les pratiques pédagogiques de l'enseignant qui ont à leur tour des répercussions sur l'efficacité des apprentissages des élèves. Aussi avons-nous préféré parler d'effets avec les technologies que d'effets des technologies.

La notion d'outil intellectuel, empruntée à Vygotski, est aussi à prendre en compte. Les outils logiciels peuvent constituer une aide puissante pour la manipulation des représentations symboliques, lorsque toutefois leurs utilisateurs se les sont pleinement appropriés.

Une autre série de conclusions concerne les paradigmes théoriques de référence. L'évolution de l'utilisation des TIC dans l'enseignement reflète l'évolution des modélisations dominantes de l'apprentissage. En même temps que les progrès dans la réalisation des systèmes permettait de passer, de logiciel entraînant à des savoir faire simples, à des produits multimédias complexes, les produits sous-tendus par une conception béhavioriste de l'apprentissage étaient supplantés par des produits se référant à des conceptions constructivistes, avec toutes les variantes de celles-ci.

Deux grands courants inspirent aujourd'hui la recherche sur les environnements logiciels d'apprentissage et sur les effets de ceux-ci : le courant cognitiviste classique et le courant dit de la cognition située. Nous avons considéré ces paradigmes non pas comme concurrents, mais comme complémentaires, la référence au cognitivisme permettant de comprendre les dimensions individuelles des processus, tandis que la cognition située offre un cadre d'interprétation des processus intersubjectifs à l'œuvre dans les apprentissages.

Dans tous les cas, un intérêt croissant se porte sur les processus métacognitifs et sur le rôle qu'exerce le contrôle de l'apprenant sur ses apprentissages. Certaines applications informatiques, en particulier celles qui sont destinées au travail collaboratif, semblent justement favoriser ces processus de contrôle et de régulation cognitive.

Ainsi, un examen des relations entre les TIC et les théories de l'apprentissage s'est révélé indispensable. Il n'est cependant pas suffisant. Nous avons également mis l'accent dans ce rapport sur la spécificité de chaque famille d'outils logiciels pour l'apprentissage et l'enseignement et sur la spécificité des situations dans lesquelles ils sont utilisés. Analyser des fonctionnalités précises de logiciels précis utilisés dans des contextes précis nous paraît aujourd'hui une priorité pour la recherche. C'est pourquoi la partie centrale de ce rapport a été consacrée à des recherches empiriques, présentées par grands domaines.

Nous tenterons à présent une brève synthèse des résultats acquis dans chacun de ces domaines.

La lecture et la compréhension de textes

Deux grandes directions de travail ont été distinguées : l'aide à l'apprentissage de la lecture et les modifications apportées aux processus de lecture par les spécificités des documents électroniques.

Concernant le premier point, deux éléments principaux ressortent.

– Les apports des aides multimodales – en particulier de la synthèse vocale – aux débuts de l'apprentissage et à la remédiation des difficultés. Notons cependant qu'en France, beaucoup de travail reste ici à faire, qu'il s'agisse de produits, d'usages ou de recherche évaluative.

– L'intérêt des bases de données textuelles, en particulier pour une approche savante des textes dans le cadre des études littéraires.

En ce qui concerne la spécificité des documents électroniques (les hypertextes), de nombreux résultats ont été obtenus par les chercheurs, notamment sur les conditions dans lesquelles les formats de présentation des informations favorisent la lecture et la recherche d'informations. Ces recherches concernent l'ergonomie des systèmes, les caractéristiques des lecteurs et des tâches proposées. Elles mettent par exemple en évidence le rôle des buts et des stratégies des lecteurs ou de la familiarité avec la structure du document consulté.

La production de textes

La question de la production de texte, tout comme celle de la lecture, peut être envisagée sous deux aspects, selon qu'il s'agit de comprendre comment se construisent les compétences rédactionnelles ou d'étudier la relation entre l'élaboration d'un texte et la construction de connaissances du monde évoquées par le texte produit.

L'apport de la machine à l'apprentissage du savoir écrire est controversé. En réalité, ses effets sur l'amélioration de la qualité des textes produits ou sur les processus d'écriture (notamment la révision) sont particulièrement soumis à la présence d'autres conditions, liées tant au sujet lui-même qu'au contexte (connaissances antérieures, scénarios pédagogiques...), dans le cas du traitement de texte comme dans celui des environnements spécifiques d'écriture.

L'étude des relations entre écriture, construction de connaissances et utilisation d'ordinateurs, considérés alors comme supports de communication et de collaboration, est un domaine de recherche en plein essor. L'ordinateur semble ici extrêmement précieux, mais les résultats obtenus dans ce domaine demandent à être confirmés et complétés par des recherches nouvelles.

La construction des représentations des connaissances scientifiques

Dans l'ensemble des domaines scientifiques étudiés (physique, mathématique, chimie, écologie, biologie), les résultats montrent l'intérêt d'une présentation multimodale, en particulier pour la compréhension des systèmes comportant des phénomènes causaux et pour la construction de connaissances nouvelles. On observe par exemple que les performances des sujets augmentent lorsqu'ils reçoivent simultanément des informations verbales et visuelles. Dans la mesure où les supports d'apprentissage font une place croissante aux CD-ROM et à Internet, l'analyse des stratégies de recherche des élèves dans les situations d'apprentissage par la lecture se révèle également un domaine fortement investi par les chercheurs.

L'apprentissage des langues assisté par ordinateur

L'intérêt du multimédia (hors ligne et en ligne) pour les dimensions d'une part d'immersion langagière, d'autre part de développement des capacités en compréhension écrite et orale est maintenant reconnu par tous les chercheurs. En ce qui concerne les activités de sensibilisation à la manière dont fonctionnent langue et discours, certains chercheurs, du côté de la didactique ou de la psycholinguistique, soulignent le principal atout de l'hypertextualité : des données authentiques peuvent être liées à des données explicatives métalinguistiques. Mais des recherches restent à mener sur la consultation effective de ces données par les apprenants et sur son impact sur les apprentissages. En tout cas, l'ensemble des chercheurs en didactique s'accorde à dire que le lien entre les activités sur ordinateur et ce qui se fait en groupe présentiel en accroît notablement l'efficacité.

Par ailleurs, les chercheurs qui se sont penchés sur la communication en ligne (essentiellement écrite, et plutôt en temps différé) soulignent que les réseaux offrent de très intéressantes opportunités de communication authentique qui, dans l'idéal, permettent de riches échanges interculturels : mais encore faut-il que cette communication soit structurée par des projets significatifs pour les apprenants.

Les deux immenses lacunes de tous les systèmes d'ALAO concernent la production et surtout l'interaction orales, qui ne peuvent pas être simulées de façon satisfaisante par l'ordinateur ; les recherches concernant les "tuteurs intelligents" sont quasiment absentes du domaine des langues, la communication humaine étant trop complexe à modéliser. Concernant la reconnaissance vocale (à partir d'énoncés "attendus" par le système) et la fourniture de courbes représentant la prononciation de l'apprenant selon ses diverses composantes, les recherches sont essentiellement d'ordre technologique, alors qu'il s'agit sans doute d'un des rares domaines où il serait possible de mettre en place des expérimentations quantitatives montrant si l'on obtient ou non des gains par l'utilisation de tels systèmes.

Annexe

Bibliographie

- Abrami, P.C. & Bures, E.M. (1996). Computer-supported collaborative learning and distance education, reviews of lead article. *The American Journal of Distance Education*, 10 (2), 37-42.
- Ahmad, K., Corbett, G., Rogers, M. & Sussex, R. (1985). *Computers, Language Learning and Language Teaching*. Cambridge, MA : Cambridge University Press.
- Ainge, D. (1997). Virtual reality in schools : The need for teacher training. *Innovations in education and training international*, 34 (2), 114-118.
- Alavi, M. (1994). Computer-mediated collaborative learning : an empirical evaluation. *MIS Quarterly*, 18 (2), 159-174.
- Alavi, M., Yoo, M. & Vogel, D.R. (1997). Using information technology to add value to management education. *Academy of Management Journal*, 40 (5), 1310-1333.
- Albero, B. (1998). Les Centres de Ressources Langues : interface entre matérialité et virtualité. *Études de linguistique appliquée*, 112, 469-482.
- Alexander, P.A., Jetton, T.L. & Kulikowich, J.M. (1995). Interrelationship of knowledge, interest, and recall: Assessing a model of domain learning. *Journal of Educational Psychology*, 87 (4), 559-575.
- Alexander, P.A., Kulikowich, J.M. & Jetton, T.L. (1994). The role of subject matter knowledge and interest in the processing of linear and nonlinear texts. *Review of Educational Research*, 64, 201-252.
- Allen, B.S. & Otto, R.G. (1996). Media as lived environments : The ecological psychology of Educational Technology. In D.H. Jonassen (Ed.), *The handbook of research for educational communications and technology* (pp. 199-226). New York : Association for Educational Communications and Technology.
- Allinson, L.J. (1993). Navigational issues in hypertext-based learning. *DAI*, 53 (2776A). Allinson, L.J. & Hammond, N. (1989). A learning support environment : the hitch-hiker's guide. In R. McAleese (Ed.), *Hypertext : theory and practice* (pp. 62-74). Oxford, England : Intellect Books.
- Almstrum, V.L. (1999). The propositional logic test as a diagnostic tool for misconceptions about logical operations. *Journal of Computer in Mathematics and Science teaching*, 18 (3), 205-224.
- Amélineau, C. & Giovanni, L. (1996). Utilisation pédagogique de l'outil logiciel hypertexte avec un public d'adultes illettrés en stage d'insertion sociale et professionnelle. In É. Bruillard, J.-M. Baldner & G.-L. Baron (Éds.), *Hypermédiats et apprentissages*, 3 (pp. 175-182). Paris : INRP.
- Anceaux, F., Ayling, R., Beuscart-Zephir, M., Lhomme C. & Devos P. (1993). Hypertextes d'apprentissage : conception et évaluation, première approche. In G.-L. Baron, J. Baudé & B. de La Passardière (Éds.), *Hypermédiats et apprentissages*, 2 (pp. 63-77). Paris : INRP.
- Anderson, J. (1983). *The architecture of cognition*. Cambridge, MA : Harvard University Press.
- Anderson, J. (1987). Methodologies for studying human knowledge. *Behavioral and Brain Sciences*, 10, 467-505.
- Anderson, J., Reder, L. & Simon, H. (1996). Situated learning and education. *Educational Researcher*, 25 (4), 5-11.
- Anderson-Inman, L. & Horney, M.A. (1998). Transforming text for at risk readers. In D. Reinking, M.C. McKenna, L.D. Labbo & R.D. Kieffer (Eds.), *Handbook of literacy and technology. Transformations in a post-typographic world* (pp. 15-43). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum.
- Anderson-Inman, L., Horney, M.A., Chen, D. & Lewin, L. (1994). Hypertext literacy : Observations from the ElectroText Project. *Language Arts*, 71, 279-287.
- Andresen, B.B. (1996). To be hypermedia-literate is to be liberated : reading, writing, arithmetic and hypermedia literacy as basic skills. *Educational Media International*, 33, 110-13.
- Anis, J. (1995). Le traitement de texte : écriture ou méta-écriture ? *Repères*, 11, 15-27.

- Anis, J. (1998). *Texte et ordinateur : l'écriture réinventée ?* Paris-Bruxelles : De Boeck.
- Anis, J. (Éd.) (1992). *La génération de textes. Langages*, 106.
- Anis, J. (Éd.) (1999). *Internet, communication et langue française*. Paris : Hermès.
- Anis, J. & Lebrave, J.-L. (Éds.) (1991). *Texte et ordinateur : Les mutations du lire-écrire. LINX*, volume hors série. La Garenne-Colombes : Les Éditions de l'Espace européen.
- Anis, J. & Temporal-Marty N. (Éds.) (1990). *Écriture, informatique, pédagogies*. Paris : CNDP.
- Archambault, J.-P. (1996). *De la télématique à Internet*. Paris : CNDP.
- Archer, N.P., Head, M.M., Wollersheim, J.P. & Yuan, Y. (1996). Investigation of voice and text output modes with abstraction in a computer interface. *Interacting with Computers*, 8 (4), 323-345.
- Argos (1995). *À l'école de la presse. Argos*, 15.
- Argos (1998). <http://www.souris.école.doc> : *Lecture et documentation sur écran. Argos*, 22.
- Armengaud, F. (1993). *La pragmatique*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Aroyo, L. & Kommers, P. (1999). Preface : Intelligent systems for educational computer-aided systems. *Journal of Interactive Learning Research*, 10 (3/4), 235-242.
- ASDIFLE (1998). *Multimédia et français langue étrangère (actes des 19^e et 20^e rencontres). Les Cahiers de l'ASDIFLE*, 9.
- Askov, E.N. (1998). Transforming adult literacy through computer-assisted instruction. In D. Reinking, M. McKenna, L. Labbo & R.D. Kieffer (Eds.), *Handbook of literacy and technology. Transformations in a post-typographic world* (pp. 167-184). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Askov, E.N. & Clark, C.J. (1994). Using computers in adult literacy instruction. In M. Radencich (Ed.), *Adult literacy*. Newark, DE : International Reading Association.
- Astleinter, H. & Lentner, D. (1995). Learning strategies for unstructural hypermedia : a framework for theory, research and practice. *Journal of Educational Computing Research*, 13 (4), 387-400.
- Astolfi, J.P. & Develey, M. (1989). *La didactique des sciences*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Ayersman, D.J. (1995). Effects of knowledge representation format and hypermedia instruction on metacognitive accuracy. *Computers in Human Behavior*, 11 (3-4), 533-555.
- Ayersman, D.J. (1996). Reviewing the research on hypermedia-based learning. *Journal of Research on Computing in Education*, 28 (4), 500-525.
- Ayre J. (1996). Off-line and On-line : Scenarios for CD-ROM formats in the late 1990's. *Educational Media International*, 33 (3), 128-132.
- Babbitt, B.C. & Miller, S.P. (1996). Using hypermedia to improve the mathematic's problem-solving skills of students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities* 29, 391-401.
- Baddeley, A. (1990). *Human memory : Theory and practice*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Bahr, C.M. & al. (1996). The effects of text-based and graphics-based software tools on planning and organizing of stories. *Journal of learning disabilities*, 29 (4), 355-370.
- Baker, E.L., Niemi, D. & Herl, H. (1994). Using Hypercard technology to measure understanding. In E.L. Baker & H.F. O'Neil (Eds.), *Technology Assessment in Education and Training* (pp. 133-152). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Baker, M., Levy Cohen, J. & Moeller, B. (1997). KidCode : Using Email to structure interactions for elementary mathematics instruction. In R. Hall, N. Miyake & N. Enyedy (Eds.), *Computer Support for collaborative Learning '97*. Proceedings of the Second International Conference on Computer Support for Collaborative Learning. December 10-14, 1997. Toronto, Ontario, Canada, 1-19.
- Baker, M. & Lund, K. (1997). Promoting reflective interactions in a CSCL environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 13, 175-193.
- Baker, M., Vries, E. de & Lund, K. (à paraître). Designing computer-mediated epistemic interactions. In *Actes du Colloque AI-ED 99*. Université du Mans.
- Bakhtine, M. (1977). *Marxisme et philosophie du langage*. Paris : Éditions de Minuit.

- Balajthy, E. (1990). Hypertext, hypermedia, and metacognition : Research and instructional implications for disabled readers. *Journal of Reading, Writing & Learning Disabilities International*, 6 (2), 183-202.
- Balajthy, E. (1996). Using computer technology to aid the disabled reader. In L.R. Putnam (Ed.), *How to become a better reading teacher*. Englewood Cliffs, NJ : Merrill.
- Balcytiene, A. (1999). Exploring individual processes of knowledge construction with hypertext. *Instructional Science*, 27, 303-328.
- Balpe, J.-P. (1990). *Les hyperdocuments*. Paris : Eyrolles.
- Balpe, J.-P. (1997). Hypertexte et interactivité. Essai d'analyse d'une problématique. *Hypertextes et hypermédias*, 1 (1), 11-22.
- Balpe, J.-P., Lelu, A., Saleh, I. & Papy, F. (1996). *Techniques avancées pour l'hypertexte*. Paris : Hermès.
- Banathy, B.A. (1996). *From hypertext to hyperquestions : Informational tools for knowledge workers* (pp. 410-415). Proceedings of the Thirteenth European Meeting on Cybernetics and Systems Research, Vienna 96. Austrian Society for Cybernetics Studies, 1996.
- Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall.
- Bangert-Drowns, R. (1993). The word processor as an instructional tool : A meta-analysis of word processing in writing instruction. *Review of Educational Research*, 63 (1), 69-93.
- Bank, C.J., Hay, K.E. & Fischer, R.B. (1996). Five key resources for an electronic community of elementary student weather forecasters. *Journal of Computing in Childhood Education*, 7 (1-2), 93-118.
- Barab, S.A., Bowdish, B.E. & Lawless, K.A. (1997). Hypermedia navigation : Profiles of hypermedia users. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 45, (3), 23-41.
- Barab, S.A., Cherkes-Julkowski, M., Swenson, R., Garrett, S. & Shaw, R.E. (1998). *Principles of self-organisation : ecologizing the learner-facilitator system*. Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Diego, CA.
- Barab, S.A. & Duffy, T. (2000). Architecting participatory learning environment. In D. Jonassen & S. Land (Eds.), *Theoretical foundations of learning environments*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Barab, S.A. & Duffy, T. (*à paraître*). From practice field to communities of practice. In D. Jonassen & S. Land (Eds.), *Theoretical foundations of learning environments*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Barab, S.A., Hay, K. & Duffy, T. (1998). Grounded constructions and how technology can help. *Technology Trends*, 43 (2), 15-23.
- Barab, S.A., Hay, K., Squire, K.D. & Duffy, T. (1998). Grounded constructions and how technology can help. *Technology Trends*, 43 (2), 15-23.
- Barab, S., Young, M.F. & Wang, J. (*à paraître*). The effects of navigational and generative activities in hypertext learning on problem solving and comprehension. *Journal of Educational Computing Research*.
- Barba, R.H. (1993). The effects of embedding an instructional map in hypermedia courseware. *Journal of Research on Computing in Education*, 4 (25), 405-412.
- Barba, R.H. & Armstrong, B.E. (1992). The effect of Hypercard and interactive video on earth and space science students achievements. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 1, 323-330.
- Barbier, M.-L., Jal-Jal, F., Piolat, A. & Agostinelli, S. (1993). Hypertexte et réseau : une expérience sur la rédaction interactive de textes. *Enseignement Public et Informatique*, 72, 89-95.
- Barbier, M.-L. & Piolat, A. (1993). Rédaction de textes en langue seconde et nouvelles technologies d'écriture. In T. Chanier, D. Renié & C. Fouqueré (Éds.), *Sciences Cognitives, Informatique et Apprentissage des Langues*, Actes du colloque SCIAL 93, (pp. 23-32). Université Blaise-Pascal, Clermont 2.
- Barbot, M.-J. (1998). L'opération Teddy Bear, Apprendre une langue étrangère avec une BD sur CD-ROM. *Multimédia et français langue étrangère (actes des 19^e et 20^e rencontres)*. Les Cahiers de l'ASDIFLE, 9, 88-91.
- Barbot, M.-J. (1998). Présentation : évolutions didactiques et diversification des ressources. *Études de linguistique appliquée*, 112, 389-395.
- Barbot, M.-J. (2000). *Les auto-apprentissages*. Paris, CLE International.

- Barbot, M.-J. (Éd.) (1998). *Ressources pour l'apprentissage : excès et accès. Études de linguistique appliquée*, 112.
- Barchechath, E. & Magli, R. (1998). *Socrates-Mailbox, Rapport de synthèse*. Document disponible en ligne : <http://tecfa.unige.ch/socrates-mailbox>.
- Barclay, D. (1995). Ire, envy, irony, and ENFI : Electronic conferences as unreliable narrative. *Computers and Composition*, 12 (1), 23-44.
- Barker, R.T. & Pearce, C.G. (1995). Personal attributes and computer writing quality. *Journal of Educational Computing Research*, 13 (1), 17-26.
- Barnes, S.B. (1994). Hypertext literacy. *Interpersonal Computing and Technology*, 2 (4), 24-36.
- Barnes, S.B. (1996). Literacy skills in the age of graphical interface and new media. *Interpersonal Computing and Technology*, 4 (3-4), 7-26.
- Baron, G.-L. (1997). Les nouvelles technologies, permanences ou changement. éditorial. *Recherche et Formation*, 26, 5-10.
- Baron, G.-L. & Bruillard, E. (1996). *L'informatique et ses usages dans l'éducation*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Baron, G.-L. & La Passardière, B. de (Éds.) (1993). *Hypermédiats et apprentissages (2)*. Paris : INRP.
- Barré de Miniac, C. (Éd.) (à paraître). *La copie, usages et fonctions*. Paris : INRP.
- Barret E. (1989). *Text, ConText and HyperText : writing with and for the computer*. Cambridge, MA : MIT Press.
- Barrett, J.F. & Craig-Smith, S.J. (1995). Multimedia documents : Towards a new paradigm for instructional technology. In J.D. Tinsley and T.J. van Weert (Eds.), *Proceedings of the Sixth IFIP World Conference on Computers in Education* (pp. 225-234). London : Chapman & Hall.
- Barrett, M. (1993). Learning with hypermedia. *Media and Methods*, 30 (2), 34-35.
- Bastien, C. (1991). Les modèles de résolution de problème. In J.P. Caverni, C. Bastien, P. Mendelsohn & G. Tiberghien, *Psychologie cognitive, modèles et méthodes* (pp. 27-40). Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble.
- Bastien, C. (1992). Le décalage entre logique et connaissance. *Courrier du CNRS*, 79, 15-22.
- Bastien, C. (1997). *Les connaissances de l'enfant à l'adulte*. Paris : Armand Colin.
- Batson, T. & Bass, R. (1996). Primacy of process : teaching and learning in the computer age. *Change*, 29 (2), 42-47.
- Baugh, I.W. (1994). Hypermedia as a performance-based assessment tool. *The Computing Teacher*, 21 (6), 14-17.
- Bautier, É. (1995). *Pratiques langagières, pratiques sociales*. Paris : L'Harmattan.
- Bautier, É. & Rochex, J.-Y. (1998). *L'expérience scolaire des nouveaux lycéens*. Paris : Armand Colin.
- Beach, R. & Lundell, D. (1998). Early adolescents' use of computer-mediated communication in writing and reading. In D. Reinking, M.C. McKenna, L.D. Labbo & R.D. Kieffer (Eds.), *Handbook of literacy and technology. Transformations in a post-typographic world* (pp. 92-114). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Beasley, R.E. & Waugh, M.L. (1995). Cognitive mapping architectures and hypermedia disorientation : an empirical study. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 4 (2/3), 239-255.
- Beasley, R.E. & Waugh, M.L. (1996). The effect of content-structure focusing on learner structural knowledge acquisition, retention and disorientation in a hypermedia environment. *Journal of Research on Computing in Education*, 28 (3), 271-281.
- Beaufils, A. (1998). Aide à l'exploitation des bases hypermédiats. In A. Tricot & J.-F. Rouet (Eds.), *Les hypermédiats, Approches cognitives et ergonomiques* (pp. 191-209). Paris : Hermès.
- Becker, D.A. & Dwyer, D.A. (1994). Using hypermedia to provide learner control. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 3, 155-172.
- Becker, H.J. (1994). How exemplary computer-using teachers differ from other teachers : implications for realising the potential of computer in schools. *Journal of Research on Computing in Education*, 26 (3), 291-321.
- Bednar, A.K., Cunningham, D., Duffy, T.M. & Perry, D.J. (1992). Theory into practice : how do we link ? In T. Duffy & D. Jonassen (Eds.), *Constructivism and the technology of instruction* (pp. 17-34). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.

- Béhar, H. (1996). *La littérature et son Golem*. Paris : Champion.
- Bélisle, C. (1999). La navigation hypermédia : un défi pour la formation à distance. *Journal of Distance Education/Revue de l'Éducation à distance*, 14 (1), 58-74.
- Bell, P. (1997). Using argument representations to make thinking visible for individuals and groups. In *Proceedings of the Computer Supported Collaborative Learning Conference '97* (pp. 10-19). University of Toronto, December 10-14, 1997.
- Bell, P., Davis, E.A. & Linn, M.C. (1995). The knowledge integration environment : Theory and design. In *Proceedings of the Computer Supported Collaborative Learning Conference '95* (pp. 14-21), Mahwah, NJ : LEA.
- Bellamy, R.K.E. (1996). Designing educational technology : computer-mediated change. In B.A. Nardi (Ed.), *Context and consciousness : Activity theory and human-computer interaction*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Beltran, T. (1993). Hypermédiatés éducatifs : de la théorie à la pratique. In G.-L. Baron, J. Baudé & B. de La Passardière (Éds.), *Hypermédiatés et apprentissages*, 2 (pp. 169-181). Paris : INRP.
- Benvéniste, É. (1966). *Problèmes de linguistique générale II*, Paris : Gallimard.
- Bereiter, C. (1994). Constructivist, socioculturalism and Popper's 3. *Educational Researcher*, 23 (79), 21-23.
- Bereiter, C. (1997). Situated cognition and how to overcome it. In D. Kirshner & J.A. Whitson (Eds.), *Situated cognition : social, semiotic and psychological perspectives* (pp. 281-300). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Bereiter, C. & Scardamalia, M. (1989). Intentional learning as a goal of instruction. In L.B. Resnick (Ed.), *Knowing, Learning and Instruction : Essays in honor of Robert Glaser* (pp. 361-392). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Bergan, J.R. (1990). Contributions of behavioral psychology to school psychology. In T.B. Gutkin et C.R. Reynolds (Eds.), *The handbook of school psychology* (pp. 126-142). New York, NY : Wiley.
- Bergeron, B.P. & Bailin, M.T. (1996). Collaborative hypermedia development : Considerations for academic publishing. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 5 (2), 101-112.
- Bermudez, A. & Palumbo, D. (1997). *Bridging the gap between literacy and technology : hypermedia as learning proficient students*. En ligne : <http://www.ncbe.gwu.edu/.../miscpubs/vol14/bermudez.html>.
- Bernstein, M. (1993). Enactment in information farming. In *Proceedings of Hypertext '93* (pp. 242-249). Seattle.
- Bernstein, M., Joyce, M. & Levine, D. (1992). Contours of constructive hypertexts. In *Proceedings of the ACM Conference on Hypertext* (pp. 161-170). Milano, Italy.
- Besiat, J.-P. (1997). L'apprentissage de l'écriture en français langue étrangère (FLE) assisté par ordinateur. *Language Research Bulletin*, 12, 11-21.
- Besse, J.-M. & Porquier, R. (1991). *Grammaires et didactique des langues*. Paris : CREDIF/Hatier.
- Bétrancourt, M. (1992). Interaction texte/figure : effet de leur disposition spatiale relative sur l'apprentissage. *Rapport de Recherche INRIA 1781*, Grenoble.
- Bétrancourt, M. & Bisseret, A. (1998). Integrating textual and pictorial information via pop-up windows : an experimental study. *Behavior & Information Technology*, 17 (5), 263-273.
- Bétrancourt, M. & Caro, S. (1998). Intégrer des informations en escamots dans les textes techniques : quels effets sur les processus cognitifs ? In A. Tricot & J.-F. Rouet (Éds), *Les hypermédiatés, approches cognitives et ergonomiques* (pp. 157-173). Paris : Hermès.
- Bibeau, R. (1995). Aides à l'écriture : principes directeurs d'une politique ministérielle. In C. Hopper & C. Vandendorpe (Éd.), *Aides informatisées à l'écriture* (pp. 65-77). Montréal : Éditions Logiques.
- Bielaczyc, K. & Collins, A. (1999). Learning communities in classrooms : A reconceptualization of educational practice. In C. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models*, 2 (pp. 269-292). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Black, A., Wright, P., Black, D. & Norman, K. (1992). Consulting on-line dictionary information while reading. *Hypermedia*, 4 (3), 145-169.
- Black, J.B. & McClintock, R.O. (1997). *An interpretation construction approach to constructivist design*. En ligne : <http://daemon.ilt.columbia/papers/ICON.html>.

- Blanchet, A. (1987). *Les techniques d'enquête en sciences sociales*. Paris : Dunod.
- Blanton, S., Robin, B. & Kinzie, M. (1991). Repurposing a feature film for interactive multimedia. *Educational Technology, 31* (12), 37-41.
- Blin, F. (1998). Les enjeux d'une formation autonomisante de l'apprenant en environnement multimédia. *Études de linguistique appliquée 110*, 215-226.
- Bobis, J., Sweller, J. & Cooper, M. (1993). Cognitive load effects in primary-school geometry task. *Learning & Instruction, 3*, 1-21.
- Boehmer, R. & Waugh, M. (1997). Developing a distributed learning community : undergraduate education majors use the Internet to engage in early teaching experiences in biology. *Journal of Computing in Teacher Education, 13* (2), 7-14.
- Boltanski, L. (1987). *De la justification, les économies de la grandeur*. Paris : CUEEP/ Presses Universitaires de France.
- Boltanski, L. (1990). *L'amour et la justice comme compétences*. Paris : Métailié.
- Bolter, J.D. (1993). Alone and Together in the Electronic Bazaar. *Computers and Composition, 10* (2), 5-18.
- Bonk, C.J., Appelman, R. & Hay, K.E. (1996). Electronic conferencing tools for student apprenticeship and perspective taking. *Educational Technology, 36* (5), 8-18.
- Bonk, C.J. & King, K.S. (Eds.) (1998). *Electronic collaborators learned-centered technologies for literacy, apprenticeship and discourse*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Boone, R., Higgins, K., Notari, A. & Stump, C.S. (1996). Hypermedia pre-reading lessons : Learner-centered software for kindergarten. *Journal of Computing in Childhood Education, 7* (1/2), 39-69.
- Bordeleau, P. (1990). L'impact des développements technologiques sur l'enseignement de la langue maternelle. In G. Gagné, M. Pagé & E. Tarrab (Éds.), *Didactique des langues maternelles*. Bruxelles : De Boeck.
- Borgman, C.L. (1996). Why are on-line catalogues hard to use ? Lessons learned from information retrieval studies. *Journal of the American Society for Information Science, 37* (6), 387-400.
- Borgman, C.L., Hirsh, S.G., Walter, V.A. & Gallagher, A.L. (1995). Children's searching behaviour on browsing and keyword on-line catalogues : The science library catalogue project. *Journal of the American Society for Information Science, 46* (9), 663-684.
- Bosworth, K. & al. (1996). Using multimedia to teach conflict-resolution skills to young adolescents. *American Journal of Preventive Medicine, 12* (5), 65-74.
- Bouchard, R. (1985). Le texte, de phrase en phrase. *Le Français dans le Monde, 192*, 65-71.
- Bouchard, R. & Mangenot, F. (Éds.), (à paraître). *Interaction, interactivité et multimédia*. Cinquième journée NEQ (Notions en questions en didactique des langues). ENS de Fontenay-Saint-Cloud.
- Boucheix, J.-M., Lété, B., Zagar, D. & Jourdain, C. (1997). Un exemple de construction d'un dispositif de formation pour adultes : de l'évaluation diagnostique aux curricula de formation. In C. Barré de Miniac & B. Lété (Éds.), *L'illettrisme* (pp. 313-338). Paris-Bruxelles : De Boeck.
- Boulon, J. (1999). *Rôle et statut de la sensibilisation linguistique sur multimédia dans l'enseignement de l'anglais dispensé à des étudiants spécialistes d'autres disciplines. Comment intégrer l'ordinateur dans la classe de langue ?* Thèse soutenue à l'université Lyon 3.
- Bourguignon, C. (Éd.) (1993). *Comment intégrer l'ordinateur dans la classe de langue ?* Paris, CNDP.
- Bowen, B.A. (1996). Telecommunications Networks ; Expanding the Context for Literacy. In C.L. Selfe & S. Hilligoss (Eds.), *Literacy and Computers* (pp. 113-129). New York, NY : The Modern Language Association of America.
- Bracewell, R., Breuleux, A., Laferrière, T., Benoit, J. & Abdous, M. (1998). *The emerging contribution of online resources and tools to classroom learning and teaching*. Report submitted to SchoolNet/Rescol by TeleLearning Network Inc. En ligne : <http://www.tact.fse.ulaval.ca/fr/html/apportnt.html>.
- Braden, R. (1996). The case for linear instructional design anhd development : a commentary on models and myths. *Educational Technology, 36* (2), 5-23.
- Braine, G. (1997). Beyond word processing : Networked computers in ESL writing classes. *Computers and Composition, 14* (1), 45-58.

- Brammerts, H. (1995). L'approche communicative et l'ordinateur. *Études de linguistique appliquée*, 100, 67-77.
- Brammerts, H. (1996). Language learning in tandem using the Internet. In M. Warschauer (Ed.), *Telecollaboration in foreign language learning : Proceedings of the Hawaii Symposium*. Honolulu, HI : University of Hawaii Second Language Teaching and Curriculum Center.
- Bransford, J., Sherwood, R.D., Hasselbring, T.S., Kinzer, C.K. & Williams, S.M. (1990). Anchored instruction : why we need it and how technology can help. In D. Nix & R. Spiro (Eds.), *Cognition, education and multimedia : exploring ideas in high technology* (pp. 115-141). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Brasche, H.P. (1991). *The design of a computer-mediated reading tool for the enhancement of second language reading comprehension through the provision of on-line cues*. Thèse de doctorat non publiée, Université de Toronto.
- Breznitz, Z. (1997). Enhancing the reading of dyslexic children by reading acceleration and auditory masking. *Journal of Educational Psychology*, 89 (1), 103-113.
- Briatte, K. (1997). Du document à l'hyperdocument : construire du savoir sur du savoir. *Spirale*, 19.
- Brihault, Y. & Duboué, M. (1993). Aspects cognitifs d'un environnement hypermédia d'apprentissage. In G.-L. Baron, J. Baudé & B. de La Passardière (Éds.), *Hypermédiat et apprentissages*, 2 (pp. 79-89). Paris : INRP.
- Briken, M. & Byrne, C.M. (1993). Summer students in virtual reality : a pilot study educational applications of virtual reality technology. In A. Wexelblat (Ed.), *Virtual reality applications and explorations*. Cambridge, MA : Academic Press Professional.
- Britt, M.A., Rouet, J.F. & Perfetti, C. (1996a). Learning from history text : from causal analysis to argument models. In I.L. Beck, G. Leinhardt & C. Stainton (Eds.), *Teaching and learning in history* (pp. 47-84). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Britt, M.A., Rouet, J.-F. & Perfetti, C. (1996b). Using hypertext to study and reason about historical evidence. In J.-F. Rouet, J.J. Levonen, A. Dillon & R.J. Spiro (Eds.), *Hypertext and cognition* (pp. 43-72). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Brophy, G.A. (1996). The effects of hypermedia on the comprehension of science text among sixth-grade students. *DAI*, 58 (2509A).
- Brown, A.L. & Campione, J.C. (1994). Guided discovery in a community of learners. In K. McGilly (Ed.), *Classroom Lessons : Integrating Cognitive Theory and Practice* (pp. 229-270). Cambridge, MA : MIT Press/Bradford Books.
- Brown, A.L. & Campione, J.C. (1996). Psychological theory and the design of innovative learning environments : on procedures, principles, and systems. In L. Schauble & R. Glaser (Eds.), *Innovations in learning. New environments for education* (pp. 289-325). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Brown, A.L. & Palincsar, A.S. (1989). Guided, cooperative learning and individual knowledge acquisition. In L.B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning, and instruction : Essays in honor of Robert Glaser* (pp. 393-451). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Brown, C., Hedberg, J. & Harper, B. (1994). Metacognition as a basis for learning support software. *Performance Improvement Quarterly*, 7 (2), 3-26.
- Brown, J.S., Collins, A. & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18 (1), 32-42.
- Brown, P.J. & Brown, H. (1995). Embedded or separate hypertext mark-up : is it an issue ? *Electronique Publishing*, 8 (1), 1-13.
- Bruce, M. & Foster, J.J. (1982). The visibility of coloured characters on coloured backgrounds, viewdata displays. *Visible Language*, 16 (4), 382-390.
- Bruckman, A. & De Bonte, A. (1997). MOOSE goes to school : a comparison of three classrooms using a CSDL environment. In R. Hall, N. Miyake & N. Enyedy (Eds.), *Computer Support for Collaborative Learning '97* (pp. 20-26). Proceedings of The Second International Conference on Computer Support for Collaborative Learning. December 10-14, 1997. Toronto, Ontario, Canada.
- Bruckman, A. & Resnick, M. (1996). The mediaMOO Project : Constructionism and professional community. In Y. Kafai & M. Resnick (Eds.), *Constructivism in practice. Designing, thinking and learning in a digital world*. (pp. 223-240). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Bruillard, É. (1997). *Les machines à enseigner*. Paris : Hermès.

- Bruillard, É., Baldner, J.-M. & Baron, G.-L. (Éds.), (1996). *Hypermédiats et apprentissages*, 3. Paris : INRP.
- Bruillard, É. & La Passardière, B. de (1994). Hypermédiats et éducation : des repères. *Sciences et Techniques Educatives*, 1 (1), 17-37.
- Bruillard, É. & La Passardière, B. de (1998). Fonctionnalités hypertextuelles dans les environnements d'apprentissage. In A. Tricot & J.-F. Rouet (Éds.), *Les hypermédiats, Approches cognitives et ergonomiques* (pp. 95-122). Paris : Hermès.
- Bruner, J. (1956). *A Study of Thinking*. New York, NY : Wiley.
- Bruner, J. (1996). *L'éducation, entrée dans la culture*. Paris : Retz.
- Brush, T.A. (1997). The effects on student achievement and attitudes when using integrated learning systems with cooperative pairs. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 45 (1), 51-64.
- Brush, T.A. (1998). Embedding cooperative learning into the design of integrated learning system : Rationale and guidelines. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 46 (3), 5-18.
- Bucher-Poteaux, N. (1998). Des ressources... Oui mais... pourquoi? *Études de linguistique appliquée*, 112, 483-494.
- Burton, J., Moore, D.M. & Holmes, G.A. (1995). Hypermedia concepts and research : An overview. *Computers in Human Behavior*, 11 (3/4), 345-369.
- Burton, J., Moore, D.M. & Magliano, S. (1996). Behaviorism in instructional technology. In D. Jonassen (Ed.), *Handbook of Research for Educational Communications and Technology* (pp. 46-73). New York, NY : Macmillan.
- Bush, V. (1945, reprinted, 1991). As we may think. In J.M. Nyce & P. Kahn (Eds.), *From Memex to Hypertext : Vannevar Bush and the mind's machine* (pp. 85-110). Boston, MA : Academic Press.
- Butterworth G. (1982). A brief account of the conflict between the individual and the social in models of cognitive growth. In G. Butterworth & P. Light (Eds.), *Social Cognition*. Brighton Sussex : Harvester Press.
- Buzan, T. (1993). *The mind map book : Radiant thinking, the major evolution in human thought*. London : BBC Publications.
- Caillot-Gary, M. & Glykos, A. (1993). *Écrire avec et sans ordinateur au collège*. Neuchâtel : Delachaux et Niestlé.
- Callon, M. (1989). *La Science et ses réseaux, genèse et circulation des faits scientifiques*. Paris : La Découverte.
- Calvi, L. (1997). Navigation and Disorientation : a case study. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 6 (3/4), 305-320.
- Calvi, L. & Geerts, W. (1995). *Hypermedia and Multimedia : The Role of Mental Models to Support Navigation* (pp. 135-138). Proceedings of the 3rd Annual Mid-Atlantic Human Factors Conference. Blacksburg, VA : Virginia Polytechnic and State University.
- Carbo, M. (1978). Teaching reading with talking books. *The Reading Teacher*, 32, 267-273.
- Cardinal, P. & Morin, A. (non daté). *La modélisation systémique peut-elle se concilier avec la recherche-action intégrale ?*. En ligne : <http://www.fse.ulaval.ca/fac/ten/reveduc/html/vol1/no2/morin.html>.
- Cardinal, L.A. & Smith, C.M. (1994). The effects of computer-assisted learning strategy training on the achievement of learning objectives. *Journal of Educational Computing Research*, 10 (2), 153-160.
- Caré, J.-M. & Debyser, F. (1978). *Jeu, langage et créativité*. Paris : Hachette-Larousse.
- Caro, S. (1995). *Rôle des organisateurs para-linguistiques dans la consultation des documents électroniques*. Thèse en Sciences de l'Information et de la Communication, Université de Grenoble.
- Caro, S. & Bétrancourt, M. (1998). Ergonomie des documents techniques informatisés : expériences et recommandations sur l'utilisation des organisateurs paralinguistiques. In A. Tricot & J.-F. Rouet (Éds.), *Les hypermédiats, approches cognitives et ergonomiques* (pp. 123-138). Paris : Hermès.
- Caron-Pargue, J. & Caron, J. (1989). Processus psycholinguistiques et analyse des verbalisations dans une tâche cognitive. *Archives de Psychologie*, 57, 3-32.

- Carrier, J.-P., Crinon J. & Gautellier, C. (1999). *Multimédia : les conditions de l'innovation, Une synthèse des travaux de l'Université d'été des CEMEA à Nantes*, 5-10 juillet. Paris : CEMEA.
- Casalegno, F. (1996). Le processus d'apprentissage et de socialisation en réseau. *Sociétés*, 54, 353-364.
- Casey, C. (1996). Incorporating cognitive apprenticeship in multimedia. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 44 (1), 71-84.
- Cavalier, J.C. & Klein, J.D. (1998). Effects of cooperative versus individual learning and orienting activities during computer-based instruction. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 46 (1), 5-17.
- Cavallo, G. & Chartier, R. (Éds.) (1997). *Histoire de la lecture dans le monde occidental*. Paris : Seuil.
- Caviglia, E. & Farraris, M. (1988). La scrittura sullo schermo. *L'Italiano nel computer. Italiano & oltre*, 4/1988, 170-174.
- Caviglia, E. & Farraris, M. (1991). Paletti e paragrafi, Si puo insegnare (o riflettere) sull'uso dei connettivi usando anche software didattico. *Italiano & oltre*, 5/1991, 230-232.
- Cazade, A. (1999). De l'usage des courbes sonores et autres supports graphiques pour aider l'apprenant en langues. *ALSIC*, 2 (2), 3-32.
Revue en ligne : <http://alsic.univ-fcomte.fr>.
- Chambers, J.A. (1996). *Selected papers from the 7th National Conference of College Teaching and Learning*. Florida Comm. College at Jacksonville : Jacksonville, FL., USA.
- Chambers, P. (1997). Using interactive video with special educational needs pupils. *British Journal of Educational Technology*, 28 (1), 31-39.
- Chan, C., Burtis, J. & Bereiter, C. (1997). Knowledge building as a mediator of conflict in conceptual change. *Cognition and Instruction*, 15, 1-40.
- Chan, T.W. & Chou, C.Y. (1996). Simulating a learning companion in a reciprocal tutoring system. In J. Schnase & E. Cunius (Eds.), *Proceedings of CSCL '95*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Chance, P. (1994). *Learning and behavior*. Pacific Grove, CA : Brooks/Cole.
- Chandler, D. (1994). Who needs suspended inscription ? *Computers and Composition*, 11 (3), 191-201.
- Chandler, P. & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and education. *Educational Psychology Review*, 3, 149-210.
- Chang, C. & McDaniel, E.D. (1995). Information search strategies in loosely structured settings. *Journal of Educational Computing Research*, 12 (1), 95-107.
- Chang, K.E., Lin, M.L. & Chen, S.W. (1998). Application of socratic dialogue on corrective learning of subtraction. *Computers & Education*, 31, 55-68.
- Chang, K.E., Wang, K.Y., Dai, C.Y. & Sung, T.C. (1999). Learning recursion through a collaborative socratic dialectic process. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 18 (3), 303-315.
- Chanier, T. & Pothier M. (Éds.) (1998). *Hypermédia et apprentissage des langues. Études de linguistique appliquée*, 110.
- Chanier, T., Pothier, M. & Lotin, P. (1996). *CAMILLE, Travailler en France*. Deux CD-ROM de FLE. Paris : CLE International.
- Chapelle, C. (1996). CALL English as a second language. *Annual Review of Applied Linguistics*, 16, 139-157.
- Chapelle, C. (1997). CALL in the Year 2000 : Still in Search of Research Paradigms ? *Language Learning and Technology*, 1 (1), 19-43.
En ligne : <http://llt.msu.edu>.
- Chapelle, C. (1998). Multimedia CALL : Lessons to be Learned from Research on Instructed SLA. *Language Learning and Technology*, 2 (1), 22-34. Revue en ligne : <http://llt.msu.edu>.
- Chardon, S.C. & Baillé, J. (1998). Orientation du traitement dans une tâche de jugement d'adéquation entre un mot et une image chez de jeunes élèves : Recherches en psychologie de l'éducation. *Revue française de Pédagogie*, 122, 69-81.

- Charney, D. (1994). The effect of hypertext on processes of reading and writing. In C.L. Selfe & S. Hilligoss (Eds.), *Literacy and computers : the complications of teaching and learning with technology* (pp.238-263). New York, NY : Modern Language Association of America.
- Chartier, A.-M., Clesse, C. & Hébrard, J. (1991). *Lire écrire 1. Entrer dans le monde de l'écrit*. Paris : Hatier.
- Chartier, R. (1998). *Au bord de la falaise*. Paris : Albin Michel.
- Chateau, J.-Y. (1989). *L'informatique à l'école : l'expérience française*. Paris : Ministère de l'Éducation nationale (multigraphié).
- Chau, M.Y. (1997). Finding order in a chaotic world : A model for organised research using the World Wide Web. *Internet Reference Services*, 2 (2/3), 37-53.
- Chen, D.-T. (1994). Reading in Hypertext : A Comparison of Two Strategies for Teaching Middle School Students Hypertext Processing Skills. *DAI* 54 (1994) : 3408A.
- Chen, C. & Rada, R. (1996). Interacting with hypertext : A meta-analysis of experimental studies. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 11 (1), 125-156.
- Chen, H., Houston, A.L., Sewell, R.R. & Schatz, B.R. (1998). Internet browsing and searching : user evaluations of category map and concept space techniques. *Journal of the American Society for Information Science*, 49 (7), 582-603.
- Chen, L. (1997). Effects of learners' language backgrounds and computer graphics display strategies in a hypermedia learning environment. *Journal of Educational Computing Research*, 17 (2), 135-145.
- Chen, M. (1995). A methodology for characterising computer-based learning environments. *Instructional Science*, 23 (1/3), 183-220.
- Chenevez, O. (1997). *Les élèves acteurs de leurs médias*. Paris : CNDP.
- Chenevez, O. (1999). La pédagogie n'est pas livrée avec l'ordinateur. *Cahiers pédagogiques*, 376/377, 24-27.
- Cherry, J.M., Fischer, M.J., Fryer, B.M. & Steckman, M.J. (1989). Modes of presentation for on-line help : full screen, split screen and windowed formats. *Behaviour & Information Technology*, 8 (6), 405-416.
- Chevalier, Y. (1998). Les simulations orales dans les apprentissages assistés des langues. *Études de linguistique appliquée*, 110, 159-170.
- Chevalier, Y. (Éd.) (1996). Outils multimédias et stratégies d'apprentissage du français langue étrangère. *Cahiers de la Maison de la Recherche*. (2 tomes). Lille : Université Charles-de-Gaulle Lille 3.
- Chevallier, Y., Derville, B., Perrin, D. (1997). *Vers une conceptualisation des apprentissages assistés ?* In P. Oudart (Éd.), *Multimédia, réseaux et formation* (pp. 132-137). Numéro spécial du *Français dans le Monde, Recherches et applications*. Paris, Hachette EDICEF.
- Chi, M.T.H., Feltovich, P.L. & Glaser R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, 121-152.
- Chin-Lung, W. (1991). Hypertext and printed materials : some similarities and differences. *Educational Technology*, 31 (3), 51-53.
- Chisholm, I. & Wetzel, K. (1998). Lessons learned from a technology integrated curriculum for multicultural classrooms. *Journal of Technology and Teacher Education*, 5 (4), 293-317.
- Cho, Y. (1995). Learner control, cognitive processes, and hypertext learning environments. In D. Harris & R. Bailey. (Eds.), *Proceedings of the National Educational Computing Conference, NECC '95* (pp. 289-293). Baltimore : Towson State University.
- Choi, H.Y. (1997). The effects of hypertext and prior knowledge on learning geographic information in social studies. *DAI* 58 : 2149A.
- Choi, J.I. & Hannafin, M.J. (1995). Situated cognition and learning environments : roles, structures, and implications for design. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 43 (2), 53-69.
- Choi, J.I. & Hannafin, M.J. (1997). The effects of instructional context and reasoning complexity on mathematics problem-solving. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 45 (3), 43-55.
- Christel, M.G. (1994). The role of visual fidelity in computer-based instruction. *Human-Computer Interaction*, 9 (2), 183-223.

- Christmann, E., Badgett, J. & Lucking, R. (1997). Microcomputer-based computer-assisted instruction within differing subject areas : A statistical deduction. *Journal of Educational Computing Research*, 16 (3), 281-296.
- Christoph, R.T., Schoenfeld, G.A. & Tanisky, J.W. (1998). Overcoming factors to training utilising technology : The influence of self-efficacy factors on multimedia-based training receptiveness. *Human Ressource Development Quarterly*, 9 (1), 25-38.
- Chun, D. (1996). Using Computer Assisted Class Discussion to Facilitate the Acquisition of Interactive Competence. *System*, 4 (4). Republié in J. Swaffar & al. (1998), *Language Learning Online*, Theory and Practice in the ESL and L2 Computer Classroom. Austin, TX : The Daedalus Group. Ouvrage téléchargeable sur Internet (février 2000) : <http://labyrinth.daedalus.com/llo>.
- Chun, D. (1998). Signal Analysis Software for Teaching Discourse Intonation. *Language Learning and Technology*, 2, (1).
Revue en ligne : <http://llt.msu.edu>.
- Chun, D. & Plass, J.L. (1996). Effects of multimedia annotations on vocabulary acquisition. *The Modern Language Journal*, 80 (2), 183-198.
- Chun, D. & Plass, J.L. (1997). Research on text comprehension in multimedia environments. *Language Learning & Technology*, 1 (1), 60-81. En ligne : <http://polyglot.cal.msu.edu/llt/vol1num1/chun-plass/default.html>.
- Cicognani, A. (1998). On the linguistic nature of cyberspace and virtual communities. *Virtual reality*, 1998 (3), 16-24.
- CIEP (1992). *Cipango, le cinquième voyage de Christophe Collomb*. Connexion télématique internationale, 1^{ère} partie, 12-12 mars 1992. Centre international d'Études pédagogiques de Sèvres.
- Cifuentes, L. & Murphy, K.L. (2000). Promoting multicultural understanding and positive self-concept through a distance learning community : cultural connections. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 48 (1), 69-83
- Clancey, W.J. (1993). Situated action : A neuropsychological interpretation reponse to Vera and Simon. *Cognition Science*, 17, 87-116.
- Clancey, W.J. (1997). *Situated cognition. On human knowledge and computer representation*. Cambridge, MA : Cambridge University Press.
- Clark, J.M. & Paivio, A. (1991). Dual coding theory and education. *Educational Psychology Rewiev*, 3, 149-210.
- Clark, R.E. (1990). Instructional media and technology research. *International Journal of Educational Research*, 14 (6), 485-579.
- Clark, R.E. (1994). Media and method. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 42 (3), 7-10.
- Clark, R.E. (1994). Media will never influence learning. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 42 (2), 21-29.
- Clark, R.E. & Craig, T.G. (1992). Research and theory on multimedia learning effects. In M. Giardina (Ed.), *Interactive multimedia learning environments. Human factors and technical considerations on design issues* (pp. 19-30). Heidelberg : Springer-Verlag.
- Clark, R.E. & Salomon, G. (1986). Media in teaching. In M. Wittrock (Ed.), *Handbook of Research on Teaching*, 3rd Edition, (pp. 464-478). New York, NY : Macmillan.
- Clauzel, V. (1988). *Télématique, informatique et communication. L'Enfant et l'ordinateur... ça marche. Vers l'éducation nouvelle*, hors série (pp. 142-150).
- Clément, J. & Laufer, R. (Éds.) (1994). *Littérature et informatique. Littérature*, 13/14.
- Clements, D.H. (1995). Playing with computers, playing with ideas. *Educational Psychology Rewiev*, 7 (2), 203-207.
- CNDP (1999). *Les usages pédagogiques de l'Internet au collège*. Enquête réalisée par le CNDP du 15 février au 2 avril 1999. Paris : CNDP/DRID.
- Cobbs, P. (1994). Where is the mind ? Constructivist and sociocultural perspectives on mathematical development. *Educational Researcher*, 23, 13-20.
- Cobb, P. (1995). Where is the mind ? Constructivist and sociocultural perspectives on mathematical development. *Educational Researcher*, 23 (7), 12-20.

- Cobb, P. & Yackel, E. (1996). Constructivist, emergent, and sociocultural perspectives in the context of developmental research. *Educational Psychologist*, 31, 175-190.
- Cobb, P., Gravemeijer, K., Yackel, E., McClain, K. & Whitenack, J. (1997). Mathematizing and symboling : the mergence of chains of signification in one first-grade classroom. In D. Kirschner & J. Whitson (Eds.), *Situated cognition : social, semiotic, and psychological perspectives* (pp. 17-36). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Cobb, T. (1997). Cognitive efficiency : Toward a revisited theory of media. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 45 (4), 21-35.
- Cochran-Smith, M. (1991). Word processing and writing in elementary classrooms : A critical review of related literature. *Review of Educational Research*, 61 (1), 107-155.
- Cockerton, T. & Shimell, R. (1997). Evaluation of a hypermedia document as a learning tool. *Journal of Computer Assisted Learning*, 13, 133-144.
- Coe, M. (1996). Sensation, perception and user documentation. *Intercom*, 02/96, 13-15.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (CTGV) (1990). Anchored instruction and its relationship to situated cognition. *Educational Research*, 19 (6), 2-10.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (CTGV) (1992). Technology and the design of generative learning environments. In D.H. Jonassen & T.M. Duffy (Eds.), *Constructivism and the technology of instruction : A conversation*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (CTGV) (1993a). Designing learning environments that support thinking. In T.M. Duffy, J. Lowyck & D.H. Jonassen (Eds.), *Designing environments for constructive learning* (pp. 9-36). New York, NY : Springer.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (CTGV) (1993b). *Integrated media : towards a theoretical framework for utilizing their potential*. *Journal of Special Education Technology*, 12, 71-95.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (CTGV) (1997). *The Jaspers projets : Lessons in curriculum instruction assessment and professional development*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum.
- Cognitive Enrichment Network (1991). *Cogent Follow Trough Education Model. Research Report : Studies of Impact on Children, Teachers and Parents, 1988-1991*. Report PS 020 468. ERIC Document 343 720.
- Cohen, A. & Scardamalia, M. (1998). Discourse about ideas : Monitoring and regulation in face-to-face and computer-mediated environments. *Interactive Learning Environments*, 6 (1/2), 93-113.
- Cohen, R. (Éd.) (1987). *Les jeunes enfants, la découverte de l'écrit et l'ordinateur*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Cohen, V.B. (1985). A reexamination of feedback in computer-based instruction : implications for instruction design. *Educational Technology*, 25 (1), 33-37.
- Coirier, P., Gaonac'h, D. & Passerault, J.M. (1996). Psycholinguistique textuelle. *Approche cognitive de la compréhension et de la production de textes*. Paris : Armand Colin.
- Collectif (1991). *L'informatique au service de l'enseignement des Lettres*. Paris : Ministère de l'Éducation nationale, DLC.
- Collectif (1995). *Proceedings of CSCL 95 : First International Conference on Computer Support for Collaborative Learning*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Collectif (1996). *Audivisuel et multimédia appliqués à l'enseignement*. IDECAM Journées de Paris, 8, 9, 10 juillet 1996.
- Collectif (1996). *Premières Rencontres de l'ORME : Les ressources multimédias en éducation*. Paris : CNDP.
- Collectif (1997). L'offre du multimédia pour la formation et l'éducation en Europe. (Le projet BASE par l'ORAVEP). *Actualité de la Formation Permanente*, 146, 104-106.
- Collectif (1997). Les nouvelles technologies : permanence ou changement ? *Recherche et Formation*, 26.
- Collectif (1998). Hypermédia et Apprentissage des langues. *Études de Linguistique appliquée*, 110.
- Collectif (1998). *Informatique et Formation. Pratiques de Formation*, 35.
- Collectif (1998). *Multimédias et réseaux. Actes des neuvièmes Entretiens de La Villette*. Paris : CNDP.
- Collectif (1998). Penser le multimédia. *Degrés*, 92-93.

- Collier, G. (1987). Thoth-II: Hypertext with explicit semantics. In *Proceedings of ACM Hypertext '87*. Conference (pp. 269-289). New York, NY : ACM.
- Collinot, R. & Saustier, A. (1991). Une approche des textes par l'hypertexte. In B. de La Passardière & G.-L. Baron (Éds.), *Hypermédiat et apprentissages* (pp. 157-165). Paris : INRP, MASI.
- Collins, A. (1990). Cognitive apprenticeship and instructional technology. In L. Idol & F. Jones (Eds.), *Educational values and cognitive instruction : implications for reform*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Collins, A. (1996). Design issues for learning environments. In S. Vosniadou, E. De Corte, R. Glaser & H. Mandl (Eds.), *International perspectives on the design of technology supported learning environments* (pp. 347-362). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Collins, A., Brown, J.S. & Newman, S. (1989). Cognitive apprenticeship : teaching the craft of reading, writing and mathematics. In L. Resnick (Ed.), *Knowing, learning and instruction : essays in honor of Robert Glaser* (pp. 453-494). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Collis, B. & Smith, C. (1996). Desktop multimedia environments to support collaborative distance learning. *Instructional Science*, 25 (6), 433-462.
- Conklin, J. (1987). Hypertext; an introduction and survey. *IEEE Computer*, 20 (9), 17-41.
- Conrad, K.B. (1996). CALL. Non English L2 instruction. *Annual Review of Applied Linguistics*, 16, 158-181.
- Conway J. (1997). *Educational Technology's effect on models of instruction*. En ligne : <http://copland.udel.edu/~jconway/ed>.
- Coqlin, C. (1998). Madame, on a bien travaillé ! *Médialog*, 31, 32-33.
- Corbett, A., Koedinger, K. & Anderson, J. (1999). *Intelligent computer tutors: out of the research lab and into the classroom*. Papert presented as part of a special symposium at the American Educational Research Association annual conference, Montreal.
- Cormen, V. (1997). Informatique à l'école maternelle, *L'Éducation Enfantine*, 2, 5-7.
- Coste, J.-P. (1991). *Gestion de stratégie d'accès à l'information*. Deuxièmes Journées EIAO de Cachan. ENS de Cachan.
- Coste, J.-P. (1993). Stratégies hypertextuelles et métaphores de stratégies. In G.-L. Baron, J. Baudé & B. de La Passardière (Éds.), *Hypermédiat et apprentissages*, 2 (pp. 153-168). Paris : INRP.
- Coste, J.-P. (1996). *Modèle d'accréditation des compétences*. Développement d'un système appliqué aux sciences physiques. Département autoformation et hypermédiat, Université de Provence.
- Cottrell, J. & Eisenberg, M. (1997). Web-design for information problem-solving : Maximising value for users. *Computers in Libraries*, 17 (5), 52-57.
- Coulsen, J., Estavan, D.P., Melaragno, R. & Silberman, H.F. (1962). Effects of branching in a computer controlled auto-instructional device. *Journal of Applied Psychology*, 46, 389-392.
- Cox, R. & Brna, P. (1995). Supporting the use of external representations in problem solving: The need for flexible learning environments. *Journal of Artificial Intelligence in Education*, 6 (2/3), 239-302.
- Cox, R., Stenning, K. & Oberlander, J. (1996). The effect of interactive multimedia interfaces upon representation selection. In *AAAI Proceedings of the First International Conference on Intelligence and Multimodality in Multimedia Interfaces*.
- Crafton, R.E. (1996). Promises, Promises : Computer-Assisted Revision and Basic Writers. *Computers and Composition*, 13 (3), 317-326.
- Crain, L.A. (1994). Effects on instructional media on immediate and long term recall. *Interpersonal Computing and Technology*, 2 (2), 19-27.
- Crinon, J. (1987). Construire une grammaire avec Logo. *Le Français aujourd'hui*, 77, 49-55.
- Crinon, J. (1993). Lire pour écrire, écrire pour être lu. *Cahiers pédagogiques*, 314/315, 60-63.
- Crinon, J. (Éd.) (1993). *Télématique, Télécopie*. *Cahiers Pédagogiques*, 314/315.
- Crinon, J. (Éd.) (1993). *Écrire avec l'ordinateur*. *Cahiers Pédagogiques*, 311.
- Crinon, J. (Éd.) (1994). *Lire-écrire de 2 à 11 ans, les composantes d'un apprentissage*. Bobigny : CDDP de Seine-Saint-Denis.
- Crinon, J. & Defrance, M.-A. (1993). Hétérogénéité des apprenants et formation des enseignants. In M. Lebrun & M.-C. Paret (Éd.), *L'hétérogénéité des apprenants, un défi pour la classe de français* (pp. 184-189). Neuchâtel-Paris : Delachaux et Niestlé.

- Crinon, J. & Guigue, M. (*à paraître*). The Professional Dissertation : Training Oneself Through Communication. *Educational Psychology Review*.
- Crinon, J. & Guigue, M. (*à paraître*). The Professional Dissertation : Training Oneself Through Communication. *Educational Psychology Review*.
- Crinon, J. & Legros, D. (1999). *Lecture et écriture à l'école*. Tome 1 : cycle 1 et 2. Créteil : CRDP.
- Crinon, J. & Legros, D. (2000). *Lecture et écriture à l'école*. Tome 2 : cycle 3. Créteil : CRDP.
- Crinon, J. & Pachet, S. (1997). Des ressources hypertextes pour écrire au cycle 3. In J. Crinon & C. Gautellier (Éds.), *Apprendre avec le multimédia, où en est-on ?* (pp. 107-117). Paris : Retz.
- Crinon, J. & Legros, D. (*à paraître*). The Semantic Effects of Consulting a Textual Data-Base on Rewriting. *Learning and Instruction*.
- Crinon, J. & Legros, D. (*à paraître*). The Semantic Effects of Consulting a Textual Database on Rewriting. *Learning & Instruction*.
- Crinon, J., Legros D., Pachet S. & Vigne H. (1996). Étude des effets de deux modes de navigation dans un logiciel d'aide à la réécriture. In É. Bruillard, J.-M. Baldner & G.-L. Baron (Éds.), *Hypermédiat et apprentissages*, 3 (pp. 73-84). Paris : INRP.
- Crinon, J. & Gautellier, C. (1997). *Apprendre avec le multimédia*. Paris : Retz.
- Crinon, J. & Pachet, S. (1995). L'aide à l'écriture. *Repères*, 11, 139-157.
- Crinon, J. & Pachet, S. (1998). Et pourtant elles n'avaient que sept ans ! *Cahiers pédagogiques*, 363, 48-50.
- Cronin, B. & Hert, C.A. (1995). Scholarly foraging and network discovery tools. *Journal of Documentation*, 51 (4), 388-403.
- Crook, C. (1994). *Computers and the collaborative experience of learning*. London : Routledge.
- Crowl, M.P. (1995). Comparison of learner-generated summaries and multiple-choice questions in a hypermedia instructional program. *DAI* 55 (6) 1460A.
- Crozier, M. & Frideberg, E. (1977). *L'acteur et le système*. Paris : Seuil.
- Csinger, A., Booth, K.S., & Poole, D. (1994). AI meets authoring : User models for intelligent multimedia. *Artificial Intelligence Review*, 8 (5/6), 447-468.
- Cuban, L. (1986). *Teachers and machines. The classroom use of technology since 1920*. New York, NY : Teachers College Press.
- Cummings, I.E. (1995). Educational technology : a faculty resistance view. *Educational Technology Review*, 4, 13-18.
- Cunningham, D. (1992). Beyond educational psychology : steps towards an educational semiotic. *Educational Psychology Review*, 4 (2), 165-194.
- Cunningham, D., Duffy, T.M. & Knuth, R.A. (1993). The textbook of the future. In M.C. McKnight, A. Dillon & J. Richardson (Eds), *Hypertext : a psychological perspective* (pp. 19-50). Chichester, England : Ellis Horwood.
- Cunningham, D. & Knuth, R. (1993). Tools for constructivism. In T. Duffy, J. Lowyck & D. Jonassen (Eds.), *Designing environments for constructive learning* (pp. 163-188). Berlin : Springer.
- Dabène, L. & Degache, C. (Éds.) (1996). *Comprendre les langues voisines. Études de Linguistique appliquée* 104 (oct.-déc. 96). Paris : Didier Érudition.
- Daily, B. (1994). Multimedia and its impact on training engineers. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 6 (2), 191-204.
- Daiute, C. & Kruidenier, J. (1985). A self-questioning to increase young writers' revising processes. *Applied Psycholinguistics*, 6, 307-318.
- Dalton, D. & Hannafin, M. (1987). The effects of word processing on word composition. *Journal of Educational Research*, 50, 338-342.
- Daly-Jones, O., Monk, A., Frohlich, D., Geelhoed, E. & Louhgran, S. (1997). Multimodal messages : the pen and voices opportunity. *Interacting with Computers*, 9, 1-25.
- Dam, L., Legenhausen, L. & Wolff, D. (1990). Text production in the foreign language classroom and the word processor. *System*, 18 (3), 325-334.
- Davenport, E. & Cronin, B. (1990). Hypertext and the conduct of science. *Journal of Documentation*, 46 (3), 175-192.
- David, J.-P. & Dutel, A. (1996). Modélisation et réalisation d'un générateur d'exercices hypermédia. In É. Bruillard, J.-M. Baldner & G.-L. Baron (Éds.), *Hypermédiat et apprentissages*, 3 (pp. 139-148). Paris : INRP.

- Davidson, J. & Noyes, P. (1995). Computer-generated speech feedback as support for reading instruction. *Support For Learning*, 10 (1), 35-39.
- Davidson-Shivers, G.V., Shorter, L., Jordan, K. & Rasmussen, K.L. (1999). Learning strategies and navigation decisions of children using a hypermedia lesson. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 8 (2), 175-188.
- Davis, N. (1999). The globalisation of Education through teacher Education with new technologies : a view informed by research. *Educational Technology Review*, 12.
- Davis, T.J. (1997). *Bringing cultures closer with technology*. En ligne : <http://www.4teachers.org/tesimony/davis/>
- De Corte, E. (1993). Psychological aspects of changes of changes in learning supported by informatics. In D.C. Johnson & B. Samways (Eds.), *Informatics and changes in learning* (A-34). Proceedings of the IFIPTC3/WG3.1/WG3.5 *Open Conference on Informatics and Changes in Learning* (pp. 37-47). Amsterdam : North-Holland.
- De Corte, E. (1994). Toward the integration of computers in powerful learning environments. In S. Vosniadou, E. De Corte & H. Mandl (Eds.), *Technology-based learning environments. Psychological and educational foundations* (pp. 19-25). NATO ASI Series, Series F : Computer and Systems Sciences, vol.137 : Berlin : Springer.
- De Corte, E. (1996). Learning theory and instructional science. In P. Reiman & H. Spada (Eds.), *Learning in humans and machines : towards an interdisciplinary learning science* (pp. 97-108), New York, NY : Pergamon.
- De Diana, J., Verhagen P. & Heeven E. (1997). Educational uses of multimedia databases in networked learning environments. In S. Dijkstra & N.M. Seel (Eds.), *Instructional design : International perspectives*, 2 (pp. 251-280). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Deadman, G. (1997). An analysis of pupils' reflective writing within a hypermedia framework. *Journal of Computer Assisted Learning*, 13, 16-25.
- DeBra, P. & Post, R. (1994). Information retrieval in the World-Wide Web : Making client-based searching feasible. *Computer Networks and ISDN Systems*, 27 (2), 183-192.
- Debyser, F. (1989). Télématicque et enseignement du français. *Langue Française*, 83, 14-31.
- Dede, C. (1996). Emerging technologies in distance education for business. *Journal of Education for Business*, 71, 197-200.
- Dede, C., Salzman, M., Loftin, R.B. & Ash, K. (2000). The design of immersive virtual learning environments : Fostering deep understanding of complex scientific knowledge. In M. Jacobson & R.B. Kozma (Eds.), *Innovations in science and mathematics education : Advanced designs for technologies of learning* (pp. 361-413). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Dede, C., Salzman, M.C., Loftin, R.B. & Sprague, D. (*à paraître*). Multisensory immersion as a modelling environment for learning complex scientific concepts. In N. Roverts, W. Feurzeig & B. Hunter (Eds.), *Computer modeling and simulation in science education*. Springer-Verlag.
- Dee-Lucas, D. (1995). Study strategies for instructional hypertext : Effects of text segmentation and task compatibility. *Proceedings of ED-MEDIA 95. World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia* (pp.175-180). Charlottesville, VA : Association for the Advancement of Computing in Education.
- Dee-Lucas, D. (1996). Effects of overview structure on study strategies and text representations for instructional hypertext. In J.-F. Rouet, J.J. Levonen, A. Dillon & R.J. Spiro (Eds.), *Hypertext and cognition* (pp. 73-107). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Dee-Lucas, D. & Larkin, J.H. (1992). *Text representation with traditional text and hypertext* (Tech. Rep. H.P. 21). Pittsburg : Carnegie Mellon University, Department of Psychology.
- Dee-Lucas, D. & Larkin, J.H. (1995). Learning from electronic texts : Effects of interactive overviews for information access. *Cognition and Instruction*, 13, 431-468.
- Dee-Lucas, D. & Larkin, J.H. (1999). Hypertext segmentation and goal compatibility : effects on study strategies and learning. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 8 (3), 279-313.
- Deegan, D. & Mosenthal, P.B. (Eds.), (1997). In H. Maurer (Ed.), *Reconsidering the role of the reading clinic in a new age of literacy*. Greenwich, CT : JAI Press.
- Deely, J. (1982). *Introduction semiotic*. Bloomington, IN : Indiana University Press.
- Dejean, C. (1998) Simulations d'échanges à l'oral avec un ordinateur, interaction ou interactivité. Mémoire de DEA. Université Stendhal-Grenoble 3.

- Dejean C. (*à paraître*). Intérêt et limites des simulations d'interaction dans quelques didacticiels de français langue étrangère. In R. Bouchard & F. Mangenot, *Interaction, interactivité et multimédia*. Cinquième journée NEQ (Notions en questions en didactique des langues). ENS de Fontenay-Saint-Cloud.
- Delany, P. & Ludov, G.P. (1991). *Hypermedia and literature studies*. Cambridge, MA : MIT Press.
- Delisle, N. M. & Schwartz, M.D. (1989). Collaborative writing with hypertext. *IEEE, Transactions on Professional Communication*, 32 (3), 183-88.
- Demaizière, F. (1986). *Enseignement assisté par ordinateur*. Paris, Gap : Ophrys.
- Demaizière, F. & Foucher, A.-L. (1998). Individualisation et initiative de l'apprenant dans des environnements d'apprentissage ouverts. In T. Chanier & M. Pothier (Éds.), *Études de linguistique appliquée, 110, Hypermédia et apprentissage des langues* (pp. 227-236). Paris : Didier.
- Demetriadis, S. & Pombortsis, A. (1999). Novice Students Learning in case based hypermedia Environment : a quantitative study, *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 8 (2), 241-250.
- Denhière, G. (1984). *Il était une fois... souvenirs de récits*. Lille : Presses universitaires de Lille.
- Denhière, G. & Baudet, S. (1989). Cognitive psychology and text processing: from text representation to text-world. *Semiotica. Special issue*. In P. Ouellet (Ed.), *Cognition and Artificial Intelligence*, 77, (1/3) (pp. 271-293).
- Denhière, G. & Baudet, S. (1992). *Lecture, compréhension de texte et science cognitive*, Paris : Presses Universitaires de France.
- Dent, C. & Rosenberg, L. (1990). Visual and verbal metaphors: developmental interactions. *Child Development*, 61 (4), 983-994.
- Depover, C., Giardina, M. & Marton, P. (1996). *Les environnements d'apprentissage multimedia*. Paris : L'Harmattan.
- Depover, C., Giardina, M. & Morton, P. (1998). *Les environnements d'apprentissage multimédia : analyse et conception*. Paris, Montréal : L'Harmattan.
- Depover, C., Quintin, J.J. & Lièvre, B. de (1993). Éléments pour un modèle pédagogique adapté aux possibilités d'un environnement hypermédia. In G.-L. Baron, J. Baudé & B. de La Passardière (Éds.), *Hypermédias et apprentissages*, 2 (pp. 49-62). Paris : INRP.
- Derouet, J.-L. (1992). *École et Justice*. Paris : Métailié.
- Deschênes, A.-J. (1988). *La compréhension et la production de textes*. Québec : Presses de l'Université du Québec.
- Desmarais, L. & Bisaillon, J. (1998). Apprentissage de l'écrit et ALAO. *Études de Linguistique appliquées, 110*, 193-203.
- Desmarais, L. (1998). *Les technologies et l'enseignement des langues*. Montréal : Éditions Logiques.
- Desmarais, L., Duquette, L., Renié, D., Chung, C. & Jasmin, L. (1997). Évaluation de l'apprentissage et des interactions dans un environnement multimédia. In *Méthodologies de recherches empiriques en langues secondes et étrangères : nouvelles perspectives* (pp. 23-29). Ottawa : CREAL, Faculté des Arts.
- Dessus, P. & Hédon, G. (1996). Effets du support, de la tâche et de la présentation dans la consultation d'un hypertexte sur l'informatique à l'école. In É. Bruillard, J.-M. Baldner & G.-L. Baron (Éds.), *Hypermédias et apprentissages*, 3 (pp. 167-174). Paris : INRP.
- Develotte, C. (1997). Lecture et cyberlecture. In P. Oudart (Éd.), *Multimédia, réseaux et formation*. Numéro spécial du *Français dans le Monde, Recherches et applications*, (pp. 94-104). Paris, Hachette EDICEF.
- DeVillar, R. & Christian, F. (1991). *Computers and cultural diversity : restructuring of school success*. Albany, NY : SUNY Press.
- Dias, P. & Sousa, A.P. (1997). Understanding navigation and disorientation in hypermedia learning environments. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 6 (2), 173-185.
- Dick, W. & Carey, L. (1996). *The systematic design of instruction* (4th Ed.). Glenview, IL : Scott, Foresman & Company.
- Dieuzeide, H. (1994). *Les nouvelles technologies, outils d'enseignement*. Paris : Nathan.
- Dillenbourg, P. (1999). Introduction : What do you mean by "collaborative learning" ? *Collaborative and computational approaches*. New York, NY : Pergamon.

- Dillenbourg, P., Baker, M., Blaye, A. & O'Malley, C. (1995). The evolution of research on collaborative learning. In E. Spada & P. Reiman (Eds.), *Learning in Humans and Machines : Towards an Interdisciplinary Learning Science* (pp. 189-211). Oxford : Elsevier.
- Dillon, A. (1991). Reader's models of text structures : the cases of academic articles. *International Journal of Man-Machine Studies*, 35, 913-925.
- Dillon, A. (1991). Requirements analysis for hypertext applications : The why, what and how approach. *Applied Ergonomics*, 22 (4), 458-462.
- Dillon, A. (1992). Reading from paper versus screens : a critical review of the empirical literature. *Ergonomics: Third Special Issue on Cognitive Ergonomics*, 35 (10), 1297-1326.
- Dillon, A. (1995). *Designing usable electronic text : Ergonomic aspects of human information usage*. Philadelphia, PA : Taylor & Francis.
- Dillon, A. (1996). Myths, misconceptions, and an alternative perspective on information usage and the electronic medium. In J.-F. Rouet, J.J. Levonen, A. Dillon & R.J. Spiro (Eds.), *Hypertext and cognition* (pp. 25-42). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Dillon, A. (1997). Introduction (special topic issue). *Journal of the American Society for Information Science*, 48 (11), 965-969.
- Dillon, A. & Gabbard, R. (1998). Hypermedia as an educational technology : A review of the quantitative research literature on learner comprehension, control and style. *Review of Educational Research*, 68, 322-349.
- Dillon, A., McKnight, C. & Richardson, J. (1993). Space : the final chapter or why physical representations are not semantic intentions. In C. McKnight, A. Dillon & J. Richardson (Eds.), *Hypertext : a psychological perspective*. Chichester, Ellis Horwood.
- Dimitroff, A. (1992). Mental models theory and search outcome in a bibliographic retrieval system. *Library and Information Science Research*, 14 (2), 141-156.
- Dinter, F.R. (1999). A semiotic perspective on teaching and learning. *Journal Struct. Learn. & Intel. Sys.* 14 (1), 51-79.
- Doise, W. & Mugny, G. (1984, 2^e édition). *Le développement social de l'intelligence*. Paris : InterEditions.
- Donald, M. (1993). Precise of origins of the modern mind : Three stages in the evolution of culture and cognition. *Behavioral and Brain Sciences*, 16, 737-791.
- Doquet, C. (1993). *Aide à l'écriture et genèse du texte. Les Entretiens Nathan IV : Parole, écrit, image*. Paris : Nathan.
- Doquet, C. & Foucambert, J. (1993). Décrire un texte et son écriture. Présentation des premières analyses. *Les Actes de Lecture*, 42, 75-81.
- Downing, J. & Fijalkow, J. (1984). *Lire et raisonner*. Toulouse : Privat.
- Dring J. (1989). The impact of a tape cassette library on reading progress. *Special Children*, 34, 31-32.
- Driscoll, M. (1994). *Psychology of learning for instruction*. Boston : Allyn & Bacon.
- Driscoll, M. (1995, 2nd ed.). Paradigms for research in instructional systems. In G. Anglin (Ed.), *Instructional technology : Past, present and future*. Denver, CO : Libraries Unlimited Publications.
- Driscoll, M. & Dick, W. (1999). New research paradigms in instructional technology : an inquiry. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 47 (2), 7-18.
- Dubois, C. (1998). Initier à la lecture méthodique en seconde à l'aide de l'informatique. *Enseignement Public et Informatique*, 92, 171-175.
- Dubois, M. & Vial, I. (2000). Multimedia design: the effects of relating multimodal information. *Journal of Computer Assisted Learning*, 16, 157-165.
- Duchastel, P. (1990). Discussion : Formal and informal learning with hypermedia. In D.H. Jonassen & H. Mandl (Eds.), *Designing hypermedia for learning* (pp. 135-143). New York, NY : Springer-Verlag.
- Duchastel P. (1992). Towards Methodologies for Building Knowledge-Based Instructional Systems. *Instructional Science*, 20 (5-6), 349-358.
- Duffy, T. & Cunningham, D.J. (1996). Constructivism : Implications for the design and delivery of instruction. In D.H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology* (pp. 170-198). New York, NY : Macmillan.

- Duffy, T. & Jonassen, D.H. (à paraître). *Instructional principles for constructivist learning environments*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Dugas, A. (Éd.) (1989). Langue française et nouvelles technologies. *Langue Française*, 83.
- Duguay, K.M. (1997). *Hypertext and composition instruction : the benefits of using hypertext as an alternative writing medium in first-year composition*. *DAI* 58 2190A.
- Duin, A.H. & Hansen, C. (1996). Reading and Writing on Computer Networks as Social Construction and Social Interaction. In C.L. Selfe & S. Hilligoss (Eds.), *Literacy and Computers* (pp. 89-112). New York, NY : The Modern Language Association of America.
- Dunlap, J. & Grabinger, S. (1996). Make learning meaningful. In P. Kommers, S. Grabinger & J. Dunlap (Eds.), *Hypermedia learning environments* (pp. 227-239). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Durand, D. (1979, première édition ; 1998, huitième édition). *La systémique*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Durpaire, J.-L. (1997). *L'Internet à l'école en France*. Paris : CNDP.
- Durpaire, J.-L., Champy-Remoussenard, P., Gregori, N., Mangenot, F. & Viaud, J.-B. (1998). Table-Ronde. *Conception et mise en œuvre des hypermédias éducatifs : recherches, innovations et usages. Hypermédias et apprentissages 4*, Actes du 4^e colloque, Université de Poitiers, 15, 16, 17 octobre 1998. Paris : EPI et INRP, 1998.
- Dwyer, D.C. (1996). The imperative to change our schools. In C. Fisher, D.C. Dwyer & K. Yocam (Eds.), *Education and technology : reflections on computing in classrooms* (pp. 15-33). San Francisco, CA : Jossey-Bass.
- Eco, U. (1984). *Sémiotique et philosophie du langage*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Eco, U. (1991). L'ordinateur est proustien, spirituel et masturbatoire. Dossier : La revanche des livres. *Le Nouvel Observateur*, 1406.
- Edelson, D., Pea, R. & Gomez, L. (1996). Constructivism in the collaboratory. In B.G. Wilson (Ed.), *Constructivist learning environments : Case studies in instructional design* (pp. 151-164). Englewood Cliffs, NJ : Educational Technology Publications.
- Edwards, D.M. & Hardman, L. (1989). Lost in hyper-space : cognitive mapping and navigation in a hypertext environment. In R. McAleese (Ed.), *Hypertext : Theory into practice* (pp. 105-125). Oxford : Intellect Ltd.
- Edwards, L.D. (1995). The design and analysis of a mathematical microworld. *Journal of Educational Computing Research*, 12, 77-94.
- Egan, D.E., Remde, J.R., Landauer, T.K., Lochbaum, C.C. & Gomez, L.M. (1989). Formative design-evaluation of SuperBook. *Transactions on information system*, 7 (1), 30-57.
- Ehsani, F. & Knodt, E. (1998). Speech Technology in Computer-Aided Language Learning : Strength and Limitations of a New CALL Paradigm. In *Language Learning & Technology*, 2 (1), 45-60. En ligne : : <http://llt.msu.edu>.
- Eisenberg, M.B. & Johnsson, D. (1996). *Computer skills for information problem-solving : learning and teaching technology in context*. ERIC Document Reproduction Service, n° ED392 463.
- Eklund, J. (1996). *Cognitive models for structuring hypermedia and implications for learning from the World-Wide Web*. En ligne : ausweb99@scu.edu.au.
- Eldred, J. & Hawisher, G.E. (1995). Researching electronic network. *Written Communication*, 12, 330-359.
- Elkabas, C. & Wooldridge, R. (1996). Le français en contexte avec TACT. *The Canadian Modern Language Review*, 52 (2), 224-247.
- Ellsworth, N.J., & Hedley, C.N. (1991). What's new in software ? Getting started with computers and the writing process. *Journal of Reading, Writing, and Learning Disabilities International*, 7, 69-73.
- Eluërd, R. (1985). *La pragmatique linguistique*. Paris : Nathan.
- Ely, D.P. (1997). Technology is the answer ! But what was the question ? In R.M. Branch & B.B. Minor (Eds.), *Educational media and Technology Yearbook*, vol. 22 (pp. 102-107). Englewood, CO : Libraries Unlimited, Inc.
- Engeström, Y. & Middleton, D. (1996). *Cognitive and communication at work*. Boston, MA : Cambridge University Press.

- Esichaikul, V. (1993). A hypertext system to support problem-solving : A socio-technical perspective. *DAI* 53 3986A.
- Espéret, É. (1991). Improving writing skills : which approaches and what target skills ? *European Journal of Psychology of Education*, 6, 215-224.
- Espéret, É. (1992). Hypertext processing : can we forget textual psycholinguistic ? In A.M. Oliveira (Ed.), *Structure of communication and intelligent helps for hypermedia courseware* (pp. 112-119). New York: Springer-Verlag.
- Espéret, É. (1995). Processus cognitifs mis en jeu dans la production écrite. Sont-ils modifiés par le traitement de texte ? *Repères*, 11, 29-46.
- Espéret, É. (1996). Notes on hypertext, cognition, and language. In J.-F. Rouet, J.J. Levonen, A. Dillon & R.J. Spiro (Eds.), *Hypertext and cognition* (pp. 149-155). Mahwah NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Étienne, E. (1997). Un hypermédia dans la classe c'est possible : une étude expérimentale. *Les Cahiers de l'APLIUT*, 16 (4), 21-34.
- Evans, C. & Edwards, M. (1999). Navigational interface design for multimedia courseware. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 8 (2), 151-174.
- Eyman, D.A. (1997). Hypertext and/as collaboration in the computer-facilitated writing classroom. *Kairos : A Journal for Teachers of Writing in Webbed Environments*, 2 (2).
- Fabre, C. (1990). *Les brouillons d'écoliers*. Grenoble : Ceditel, L'Atelier du texte.
- Faigley, L. (1992). *Fragments of rationality : postmodernity and the subject of composition*. Pittsburgh : University Press.
- Farinetti, L. & Scarafiotti, A.R. (1996). *Hypertexts as education systems : Pedagogical issues in teaching and learning mathematical problem solving*. CALISCE '96 : Computer Aided Learning and Instruction in Science and Engineering. Proceedings of Third International Conference (pp. 270-278). Berlin : Springer-Verlag.
- Farnsworth, C. (1994). Using computer simulations in problem-based learning. In M. Orey (Ed.), *Proceedings of the thirty-fifth ADCIS Conference* (pp. 137-140). Nashville. TN : Omni Press.
- Fayol, M. (1991). From sentence production to text production: investigating fundamental processes. *European Journal of Psychology of Education*, 6, 99-117.
- Fayol, M. (1996). La production du langage écrit. In J. David & S. Plane (Éds.), *L'apprentissage de l'écriture de l'école au collège* (pp. 9-36). Paris : Presses Universitaires de France.
- Fayol, M. (1997). *Des idées au texte. Psychologie cognitive de la production verbale, orale et écrite*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Ferrari, M. & Chi, M.T.H. (1998). The nature of naïve explanations of natural selection. *International Journal of Science Education*, 20 (10), 1231-1256.
- Ferstl, E.C. & Kintsch, W. (1999). Learning from text : structural knowledge assessment in the study of discourse. In H. van Oostendorp & S. R. Goldman (Eds), *The construction of mental representations during reading* (pp. 219-246). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Ficht, B.T. & Oliver, A. (1993). Texte et informatique. *Texte, Revue d'Histoire et de Théorie Littéraire*, 13/14.
- Fields, J.L., (1993). *The challenge ahead : Information technology in the primary school curriculum*. Langhorne, PA : Harwood Academic Publishers.
- Fijalkow, J. (1993). *Entrer dans l'écrit*. Paris : Magnard.
- Fijalkow, J. (1996). *L'entrée dans l'écrit*. Toulouse : Presses Universitaires du Mirail.
- Fischer, D. & Churach, D. (1998). *The Internet and secondary science ; effets on constructivist classroom environments*. Annual Conference of Australian Association of Research in Education. Adelaide, South Australia, 29 nov.-3 déc. 1998.
- Fisher, E. (1994). Joint composition at the computer : Learning to talk about writing. *Computers and Composition*, 11 (3), 251-262.
- Fitzgerald, G.E., Hardin, L. & Hollingsead, C. (1997). Engaging preservice teachers in hypermedia authoring : process and outcomes. *Journal of Educational Computing Research*, 16, 191-207.
- Flanagan, R. (1996). *Unintended results of using instructional media : a study of second and third-graders*. Document ERIC 394 514.
- Flavell, J.H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring : a new area of cognitive development inquiry. *American Psychologist*, 34, 906-911.

- Flot-Dommergues, C. (1998). Un ordinateur dans la classe de français au collège. *Médialog*, 31, 28-29.
- Flynn, J.P. (1994). Practical issues for computer based education. *Computers in Human Services*, 11 (3/4), 359-375.
- Foltz, P. (1996). Comprehension, coherence, and strategies in hypertext and linear text. In J.F. Rouet, J.J. Levonen, A.P. Dillon & R.J. Spiro (Eds.), *Hypertexts and cognition* (pp. 109-136). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Forbes, C. (1996). Cowriting, overwriting, and overriding in portfolio land online. *Computers and Composition*, 13 (2), 195-205.
- Forrester, M. (1995). Indexing in hypertext environments : The role of user models. *Indexer*, 19, 249-56.
- Foss, C.L. (1989). *Detecting lost users: empirical studies on browsing hypertext* (INRIA Technical Report n° 972, Program 8). Sophia Antipolis : INRIA.
- Foucambert, J. (1994). *La manière d'être lecteur*. Paris : Albin Michel. Première édition, 1976.
- Foucambert, J. (1995). Le recherche " Genèse du texte ". *Repères*, 11, 47-57.
- Foucher, A.-L. (1998). *Didactique des langues et nouvelles technologies pour la formation : entre linguistique, sémiologie de l'image multimédia et enseignement/apprentissage des langues*. Thèse de doctorat non publiée, soutenue à Paris VII, le 29 janvier 1998.
- Fraïssé, S., Nanard, J. & Nanard, M. (1996). Generating hypermedia from specifications by sketching multimedia templates. *Multimedia '96 Proceedings* (pp. 120-124). Boston, MA : ACM Press.
- Freese, A.R. (1997). Reading rate and comprehension : implications for designing computer technology to facilitate reading comprehension. *Computer Assisted Language Learning*, 10 (4), 311-319.
- Frei, H. & Stieger, D. (1995). The use of semantic links in hypertext information retrieval. *Information Processing & Management*, 31, 1-13.
- Frey, D.K. (1994). Analysis of students' perceptual styles and their uses of multimedia. *Perceptual and Motor Skills*, 12, 643-649.
- Friedberg, E. (1972). L'analyse sociologique des organisations. *Pour*, 28.
- Furstenberg, G. (1997). Scénarios d'exploitation pédagogique. In P. Oudart (Éd.), *Multimédia, réseaux et formation*. Numéro spécial du *Français dans le Monde*, *Recherches et applications* (pp. 64-75). Paris : Hachette EDICEF.
- Gagné, G., Sprenger-Charolles, L., Lazure, R. & Ropé, F. (1989). *Recherches en didactique et acquisition du français langue maternelle (1970-1984). Tome 1 : Cadre conceptuel, thésaurus et lexique des mots clés*. Bruxelles, Paris, Montréal : De Boeck-Université, Éditions Universitaires, Institut national de Recherche pédagogique.
- Gagné, R.M., Briggs, L.J. & Wager, W.W. (1992, 4th ed.). *Principles of instructional design*. New York, NY : Harcourt, Brace.
- Gaines, B.R. & Shaw, M.L.G. (1995). Concept maps as hypermedia components. *International Journal of Human-Computer Studies*, 43 (3), 323-361.
- Galbraith, D. (1992). Conditions for discovery through writing. In M. Sharples (Ed.), *Computers and writing. Issues and implementations* (pp. 45-72). Dordrecht : Kluwer Academic Publishers.
- Gall, J.E. & Hannafin, M.J. (1994). A framework for the study of hypertext. *Instructional Science*, 22 (3), 207-232.
- Garcia-Debanc, C. (1984). Une évaluation formative en pédagogie de l'écriture. *Pratiques*, 44, 21-52.
- Garner, R. & Gillingham, M.G. (1996). *Internet communication in six classrooms : Conversation across time, space and culture*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Garner, R. & Gillingham, M.G. (1998). The internet in the classroom : is it the end of transmission-oriented pedagogy. In D. Reinking, M.C. McKenna, L.D. Labbo & R.D. Kieffer (Eds.), *Handbook of Literacy and Technology* (pp. 221-231). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Garrison, J.W. & Burton, J.K. (1995). Knowledge, power, and hypermedia. *International Journal of Technology and Design Education*, 5 (1), 69-87.
- Gavora, M. & Hannafin, M.J. (1995). Perspectives on the design of human-computer interactions : issues and implications. *Instructional Science*, 22, 445-477.

- Gavriloff, I. (1991). Brain Booster, la génération de mots d'esprit assistée par ordinateur. In J. Anis & J.-L. Lebrave (Éds.), *Texte et ordinateur, les mutations du lire-écrire* (pp. 221-227). La Garenne-Colombes : Éditions de l'Espace européen.
- Gay, A. (1996). Un hypermédia pour la construction de diagnostic d'élevage. In É. Bruillard, J.-M. Baldner & G.-L. Baron (Éds.), *Hypermédiats et apprentissages*, 3 (pp. 99-108). Paris : INRP.
- Gentner, D. & Stevens, A.L. (Eds.) (1983). *Mental models*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Gerlic, I. & Jausovec, N. (1999). Multimedia : differences in cognitive processes observed with EEG. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 47 (3), 5-14.
- Germain, C. (1993). *Évolution de l'enseignement des langues : 5 000 ans d'histoire*. Paris : CLE International.
- Gibelli, C. (1988). Quando il banco diventa una tastiera. *L'italiano nel computer. Italiano & oltre*, 4/88, 163-165.
- Gibson, J.J. (1979). *An ecological approach to visual perception*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Gilbert, L. & Moore, D.R. (1998). Building interactivity into Web Courses : Tools for social and instructional interaction. *Educational Technology*, 58, 29-35.
- Gillingham, M.G. (1993). Effects of question complexity and readers strategies on adults' hypertext comprehension. *Journal of Research on Computing in Education*, 26, 1-15.
- Gillingham, M.G. (1996). Comprehending electronic texts. In H. van Oostendorp & S. de Mul (Eds.), *Cognitive aspects of electronic text processing. Advances in Discourse Processes*, 58. Norwood, NJ : Ablex.
- Gillingham, M.G. & Topper, A. (1999). Technology in teacher preparation : preparing teachers for the futur. *Journal of Technology and teacher Education*, 7 (4). 303-322.
- Giordan, A. (1998). *Apprendre !* Paris : Belin.
- Girill, T.R. & Luk, C.H. (1992). Hierarchical search support for hypertext on-line documentation. International. *Journal of Man-Machine Studies*, 36, 571-585.
- Giroux, L. & Belleau, R. (1986). What's on the menu ? The influence of the menu content on the selection process. *Behaviour & Information Technology*, 5 (2), 169-172.
- Giry, M. & Lucien, J.C. (1996). Navigation en hypermédia et/ou construction du savoir. In É. Bruillard, J.-M. Baldner & G.L Baron (Éds.), *Hypermédiats et apprentissages*, 3 (pp. 35-45). Paris : INRP.
- Glaser, R. (1976). Components of a psychology of instruction towards a science of design. *Review of Educational Research*, 46, 1-24.
- Glaser, R. (1988). Cognitive science and education. *Interanational Social Science Journal*, 40, 21-44.
- Glaser, R. (1990). The re-emergence of learning theory within instructional research. *American Psychologist*, 45 (1), 29-39.
- Glaser, R. & Chi, M.T.H. (1988). Overview. In M. Chi, R. Glaser & M. Farr (Eds.), *The nature of expertise* (pp. 15-28). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Glenberg, A.M. & Langston, W.E. (1992). Comprehension of illustrated text : Pictures help to build mental models. *Journal of Memory and Language*, 31, 129-151.
- Glenberg, A.M. & McDaniel, M.A. (1992). Mental Models, pictures and text : integration of spatial and verbal information. *Memory and Cognition*, 2 (5), 458-460.
- Glowalla, U. & Häfele, G. (1996). *Investigating computer-aided learning and relearning in higher education*. UCIS '96, Poitiers, sept.4-6.
- Glowalla, U., Hasebrook, J., Häfele, G. & Fezzardi, G. (1993). The hypermedia system MEM and its application in evaluating learning and relearning in higher education. In G. Strube & K.F. Wender (Eds.), *The Cognitive Psychology of Knowledge* (pp. 367-385). Amsterdam : Elsevier Science Publishers.
- Glynn, T. (1996). Pause prompt praise : Reading tutoring procedures for home and school partnership. In S.W. Wolfendale & K.J. Topping (Eds.), *Family involvement in literacy : Effective partnerships in education*. London, New York : Cassell.
- Godinet, H. (1998). *Lire-écrire des hypertextes*. Thèse. Université de Grenoble 3.
- Goffman, E. (1983). The interactional order. *American Sociological Review*, 48 (1), 1-17.
- Goffman, E. (1998). *Les rites d'interaction*. Paris : Éditions de Minuit.

- Goilliver, R.S., Randall, B. & Pok, Y.M. (1998). Learning in cyberspace : Shaping the future. *Journal of Computer Assisted Learning*, 14 (3), 212-222.
- Goldberg, J.H. & Kotval, X.P. (1998). Eye movement-based evaluation of the computer interface. In S.K. Kumar (Ed.), *Advances in occupational Ergonomics and Safety* (pp. 529-532). Amsterdam : IOS Press.
- Goldenberg, E.P. (1995). Multiple representations : A vehicule for understanding understanding. In D. Perkins, M. West & M. Wiske (Eds.), *Software goes to school : Teaching for understanding with New Technologies* (pp. 155-171). New York, NY : Oxford University Press.
- Goldman, G.R., Petrosino, A.J., Sherwood, R. D., Garrison, S., Hickey, D., Bransford, J.D. & Pellegrino, J.W. (1996). Anchoring Science Instruction in Multimedia Learning Environments. In S. Vosniadou, E. De Corte, R. Glaser & H. Mandel (Eds.), *International Perspectives on the Design of Technology-Supported Learning Environments* (pp. 257-284). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Goldman, S. (1996). Reading, writing, and learning in hypermedia environments. In H. van Oostendorp & S. de Mul (Eds.), *Cognitive aspects of electronic texts processing* (pp. 7-42). Norwood, NJ : Ablex Publishing Corporation.
- Goldman, S. (1997). Learning from text : reflections on the past and suggestions for the future. *Discourse Processes*, 23 (3), 357-398.
- Goldman, S.R., Pellegrino, J.W. & Bransford, J. (1994). Assessing program that invite thinking. In E. Buker & al. (Eds.), *Technology assessment in education and training* (pp. 199-230). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Goldman, S.R., Zech, L.K., Biswas. G. Noser, T. & The Cognition and Technology Group at Vanderbilt (CTGV) (1999). Computer technology and complex problem solving : Issues in the study of complex cognitive activity. *Instructional Science*, 27, 235-268.
- Goldstein, B., Olivares, E. & Valmont, W. (1996). CD-ROM storybooks : Children's interactions. In B. Robin, J.D. Price, J. Willis & D.A. Willis (Eds.), *Proceedings of SITE 96, Seventh International Conference of the Society for Information Technology and Teacher Education, Phoenix, Arizona, March 13-16, 1996* (pp. 110-111).
- Gombert, J.-É. (1990). *Le développement métalinguistique*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Gonon, M. & Orivel, F. (1999). *Les usages de la microinformatique et d'Internet dans les écoles primaires francophones*. Communication présentée au 13^e colloque de l'ADMEE, Dijon, septembre 1999.
En ligne : <http://www.u-bourgogne.fr/IREDU/99077.pdf>.
- Goodman, N. (1984). *Of mind and other matters*. Cambridge, MA : Harvard University Press.
- Goody, J. (1979). *La raison graphique*. Paris : Éditions de Minuit.
- Gorayska, B. & Mey, J.L. (1996). *Cognitive technology : in search of a human interface*. Amsterdam, NL : Elsevier Science Publishers.
- Gordon,, S., Gustavel, J., Moore, J. & Hankey, J. (1988). The effects of hypertext on reader knowledge representation. In *proceedings of the 32nd Annual Meeting of the human Factors Society* (pp. 296-300). Santa Monica : Human Factor Society.
- Gould, J. D. & Grischkowski, N. (1984). Doing the same work with hard copy and with cathode ray tube (CRT) computer terminal. *Human Factors*, 26, 296-300.
- Gould, J. D., Alfaro, L., Fonn, R., Haupt, B., Minuto, A. & Salaun, J. (1987). Why reading was slower from CRT displays than from paper. In *Proceedings of the ACM HCI + GI '87* (pp. 7-11). Toronto : ACM.
- Goupil, G. & Lusignan, G. (1993). *Apprentissage et enseignement en milieu scolaire*. Québec : Gaëtan Morin Editeur.
- Grabinger, R.S. (1996). Rich environments for active learning. In D.H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for Educational Communications and Technology* (pp. 665-692). New York, NY : Macmillan.
- Graesser, A.C., Gernsbacher, M.A. & Goldman, S. (1997). Cognition. In T. van Dijk (Ed.), *Discourse : a multidisciplinary introduction* (pp. 292-319). London : Sage.
- Graesser, A.C., Langston, M.C. & Bagget, W.B. (1993). Exploring information about concepts by asking questions. Categorization by humans and machines. In G.V. Nakamura & D.L. Medin (Eds.), *The Psychology of Learning and Motivation : Advances in research and theory* (pp. 411-436). San Diego, CA : Academic Press.

- Gray, S.H. (1989). The effect of locus of control and sequence control on computerized information retrieval and retention. *Journal of Educational Computing Research*, 5, 459-471.
- Gray, S.H. (1990). Using protocol analyses and drawing to study mental model construction during hypertext navigation. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 2 (4), 359-377.
- Gray, S.H. (1995). Linear coherence and relevance : Logic in computerman "conversations". *Journal of Pragmatics*, 23 (6), 627-647.
- Gredja, G.F. & Hannafin, M.J. (1992). Effects of word processing on 6th graders holistic writing and revisions. *Journal of Educational Psychology*, 95 (3), 144-149.
- Greene, B.A. (1995). Comprehension of text in an unfamiliar domain : effects of instruction that provides either domain or strategy of knowledge. *Contemporary Educational Psychology*, 20, 313-319.
- Greenleaf, C. (1994). Technological indeterminacy : The role of classroom writing practices and pedagogy in shaping student use of the computer. *Written Communication*, 11 (1), 85-130.
- Greeno, J. (1991). Number sense as situated knowing in a conceptual domain. *Journal for Research in Mathematics Education*, 22, 170-218.
- Greeno, J. (1998). The situativity of knowing, learning, and research. *American Psychologist*, 53, 5-26.
- Greeno, J., Collins, A. & Resnick, L.B. (1996). Cognition and learning. In R. Calfee & D. Berliner (Eds.), *Handbook of Educational Psychology*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Grégoire, R., Bracewell, R. & Laferrière, T. (1996). L'apport des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) à l'apprentissage des élèves du primaire et du secondaire. *Revue documentaire de l'Université Laval & McGill*. En ligne : <http://tact.fse.ulaval.ca/fr/html/apport/apport96.html>.
- Gregorian, V. (1995). *A place elsewhere : reading in the age of the computer*. Rencontres de l'Université de New York.
- Greller, L.M. (1993). GroupWare and interpersonal text : the computer as a medium of communication. *Interpersonal Computing and Technology*, 2 (1), 40-49.
- Grésillon, A. & Lebrave, J.-L. (Éd.) (1983). *Manuscrits, écriture, Production linguistique*. Langages, 69.
- Groupe Éva (1991). *Évaluer les écrits à l'école primaire*. Paris : Hachette.
- Groupe Éva (1996). *De l'évaluation à la réécriture*. Paris : Hachette.
- Guéraud, V., Peyrin, J.-P., David, J.-P. & Pernin, J.-P. (1993). Environnements logiciels pour une intégration quotidienne de l'EAO dans l'enseignement. In G.-L. Baron, J. Baudé & B. de La Passardière (Éds.), *Hypermédiats et apprentissages*, 2 (pp. 123-137). Paris : INRP.
- Guibert, R. (1990). Représentations sociales et pratiques rédactionnelles. *Éducation permanente*, 102, 31-40.
- Guibert, R. (1997). Ils ont senti que la flèche du temps n'allait plus droit. In M. Marquillo-Larruy (Éd.), *Écriture et textes d'aujourd'hui* (pp. 159-179). Sèvres : ENS Éditions.
- Guillaume, P. (1927). Les débuts de la phrase dans le langage de l'enfant. *Bulletin de Psychologie normale et pathologique*, 24, 1-25.
- Gumm, U. & Hagendorf, H. (1990). Problem solving research and Human-computer Interaction. In D. Ackermann & M.J. TAuber (Eds.), *Mental Models and Human-Computer Interaction I* (pp. 95-112). North-Holland : Elsevier Science Publishers B.V.
- Gustafson, K.L. & Branch, R. (1997). Revisioning models of instructional development. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 45, 73-89.
- Guthrie, J.T. (1988). Locating information in documents : examination of a cognitive model. *Reading Research Quarterly*, 23, 178-199.
- Guthrie, L.F. & Richardson, S. (1995). Turned on to language arts : computer literacy in the primary grades. *Educational Leadership*, 53 (2), 14-17.
- Guzdial, M. Hmelo, C. Hubscher, R., Nagel, K., Newstetter, W., Puntambekar, S., Shabo, A., Turns, J. & Kolodner, J.L. (1997). *Integrating and guiding collaboration : lessons learned in Computer-Supported Collaborative Learning research at Georgia Tech*. Proc. 2nd Int. Conf. On Computer Supported.

- Gyselinck, V. & Tardieu, H. (1999). The role of illustration in text comprehension : what, when, for whom, and why ? In S.R. Goldman & H. van Oostendorp (Eds.), *The construction of mental representation during reading* (pp. 195-218). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Gyselinck, V. (1996). Illustrations et modèles mentaux dans la compréhension de textes. *L'Année Psychologique*, 96 (3), 195-516.
- Gyselinck, V., Ehrlich, M.-F., Cornoldi, C., De Beni, R. & Dubois, V. (2000). Visuospatial working memory in learning from multimedia systems. *Journal of Computer Assisted Learning*, 16, 166-176.
- Haas, C. (1989). How the writing medium shapes the writing process : effects of word processing on planning. *Research in the Teaching of English*, 23 (2), 181-207.
- Haberlandt, K., Graesser, A.C. & Schneider, N.J. (1989). Reading strategies of fast and slow readers. *Journal of Experimental Psychology, Learning, Memory and Cognition*, 15, 815-823.
- Haberlandt, K., Graesser, A.C. Schneider, N.J. & Kiely, J. (1986). Effects of task and new arguments on world reading times. *Journal of Memory and Language*, 25, 314-322.
- Hadgraft, R. & Wigan, M. (1996). *Evaluating hypertext*. In *Proceedings of International Conference on Multimedia Engineering Education* (pp. 403-408). New York, NY : IEEE.
- Hakkarainen, K. & Lipponen, L. (1998). Epistemology of inquiry and computer-supported collaborative learning environment. Paper presented at the *Annual Meeting of the American Educational Research Association*, San Diego, CA.
- Halal, W.E. & Liebowitz, J. (1994). Telelearning : The multimedia revolution in education. *Futuris*, 28 (6), 21-26.
- Halasz, F. (1988). Reflections on NoteCards : Seven issues for the next generation of hypermedia systems. *Communications of the ACM*, 31, 836-852.
- Halio, M.P. (1996). Multimedia narration : Constructing possible worlds. *Computers and Composition*, 13 (3), 343-352.
- Hancock, J. (Ed.) (1999). *Teaching literacy using information technology*. Newark : International Reading Association, Carlton south : Australian Literacy Educators' Association.
- Hancock, P. & Flack, J.M. (1995). Local applications of the ecological approach to human-machine systems. In P. Hancock & J.M. Flack (Eds.), *Ressources for ecological psychology 2*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Hannafin, M.J. (1989). Interaction strategies and emerging instructional technologies : psychological perspectives. *Canadian Journal of Educational Communication*, 18, 167-179.
- Hannafin, M.J. (1992). Emerging technologies, ISD, and learning environments : Critical perspectives. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 40 (1), 49-63.
- Hannafin, M.J. (1995). Open-ended learning environments : Foundations, assumptions, and implications for automated design. In R. Tennyson (Ed.), *Perspectives on automating instructional design* (pp. 101-129). New York, NY : Springer-Verlag.
- Hannafin, M.J. (1996). *Technology and the design of interactive performance support systems : perspectives, issues and implications*. International conference on Educational Technology, Beijing, China, sept., 1996.
- Hannafin, M.J. (1998). *Better learning with multimedia ? Concepts and results from psychology and education*. *Multimedia und Internet, neue perspektiven für die bildung*, Gesellschaft für Padagogik und Information (GPI). Munich : Germany.
- Hannafin, M.J. & Hooper, S. (1993). Learning principles. In M. Fleming and H. Levie (Eds.), *Instructional message design* (pp. 191-231). Englewood Cliffs, NJ : Educational Technology Publications.
- Hannafin, M.J., Hall, C., Land, S. & Hill, J. (1994). Learning n open-ended environments : assumptions, theories and implications. *Educational Technology*, 34 (8), 48-55.
- Hannafin, M.J., Hannafin, K.M. & Dalton, D.W. (1993). Feedback and emerging instructional technologies. In J. Dempsey & G. Sales (Eds.), *Feedback and interactive instruction* (pp. 263-286). Englewood Cliffs, NJ : Educational Technology Publications.
- Hannafin, M.J., Hannafin, K.M., Hooper, S.R., Rieber, L.P. & Kin, A. (1996). Research on and research with emerging technologies. In D. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology* (pp. 378-402). New York, NY : Macmillan.
- Hannafin, M.J., Hannafin, K.M., Land, S. & Oliver, K. (*à paraitre*). Open learning environments : foundations and models. In C. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models (2)*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.

- Hannafin, M.J., Hannafin, K.M., Land, S. & Oliver, K. (1997). Grounded practice and the design of constructivist learning environments. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 45 (3), 101-117.
- Hannafin, M.J., Hill, C., Land, S. & Hill, J. (1994). Learning in open-ended environments : assumptions, methods, and implications. *Educational Technology*, 34 (8), 48-55.
- Hannafin, M.J., Hill, J. & Land, S. (1997). Student-centered learning and interactive multimedia : Status, issues, and implications. *Contemporary Education*, 68 (2), 94-99.
- Hannafin, M.J. & Land, S. (1997). The foundations and assumptions of technology-enhanced, student-centered learning environments. *Instructional Science*, 25, 167-202
- Hansen, W. J. & Haas, C. (1988). Reading and writing with computers : a framework for explaining differences in performance. *Communications of the ACM*, 31 (9), 1080-1089.
- Hansman, C. A. & Wilson, A.L. (1998). Teaching writing in community colleges : A situated view of how adults learn to write in computer-based writing classrooms. *Community College Review*, 26 (1), 21-42.
- Hara, N., Bonk, C.J. & Angeli, C. (1998). Content analysis of online discussion in educational psychology courses. *Technology and Teacher Education Annual*, 875-877.
- Harasim, L.M. (1993). Networkds : Networks as social space. In L.M. Harasim (Ed.), *Global Networks : computers and international communication*. Cambridge, MA : MIT.
- Harasim, L.M., Hiltz, R.S., Teles, L. & Turoff, M. (1995). *Learning networks : a field guide to teaching and learning online*. Cambridge, MA : The MIT Press.
- Harel, I. & Papert, S. (Eds.) (1991). *Constructionisme*. Norwood NJ : Ablex.
- Harman, S.W. (1995). Novice use of a dimensional scale for the evaluation of the hypermedia user interface : Caveat emptor. *Computers in Human Behavior*, 11 (3/4), 429-437.
- Harp, S. & Mayer, R.E. (1997). Role of interest in learning from scientific texts and illustrations: on the distinction between emotional interest and cognitive interest. *Journal of Educational Psychology*, 89, 92-102.
- Harris, L. D. & Wambeam, C.A. (1996). The Internet-based composition classroom : A study in pedagogy. *Computers and Composition*, 13 (3), 353-371.
- Hartas, C. (1994). Say-That-Again, Please : A reading program using a speaking computer. In C. Singleton (Ed.), *Computers and dyslexia : Educational applications of new technology*. Hull : Department of Psychology, University of Hull.
- Hartley, J. (1998). The role of printouts in editing text. *British Journal of Educational Technology*, 29 (3), 277-282.
- Haserbrook, J.P. & Gremm, M. (1999). Multimedia for vocational guidance : effects of individualized testing, videos, and photography on acceptance and recall. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 8 (4), 377-400.
- Hatch, T. (1998). The differences in theory that matter in the practice of school improvement. *American Educational Research Journal*, 35 (1), 3-31.
- Hawes, Kathryn S. (1998). Reading the Internet : Conducting research for the virtual classroom. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 41 (7), 563-565.
- Hawisher, G.E. (1989). Research and recommendations for computers and composition. In G.E. Hawisher & C.S. Selfe (Eds.), *Critical perspectives on computers and composition instruction* (pp. 44-69). New York, NY : Teachers College Press.
- Hawisher, G.E. & Selfe, C.S. (1999). Reflections on Research in Computers and Composition Studies at the Century's End. In J. Hancock (Ed.), *Teaching Literacy Using Information Technology* (pp. 31-47). Newark, Delaware : International Reading Association.
- Hay, L. (1979). *Essais de critique génétique*. Paris : Flammarion.
- Hayes, J.R. (1996). A new framework for understanding cognition and affect in writing. In C.M. Levy & S. Ransdell (Eds.), *The science of writing* (pp. 1-28). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Hayes, J.R. & Flower, L.S. (1980). Identifying the organization of writing processes. In L.W. Gregg & E.R. Steinberg (Eds.), *Cognitive Process in Writing* (pp. 3-30). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Hayes, J.R. & Flower, L.S. (1986). Writing research and the writer. *American Psychologist*, 41, 1106-1113.

- Hayes, J.R., Flower, L., Schriver, K., Stratman, J. & Carey, L. (1987). Cognitive processes in Revision. In S. Rosenberg (Ed.), *Reading, Writing, and Language Learning*, 2 (pp. 176-240). Cambridge, MA : Cambridge University Press.
- Haymore-Sandholtz, J., Ringstaff, C. & Owyer, D.C. (1998). *La classe branchée. Enseigner à l'ère des technologies*. Paris : CNDP (Titre original : *Teaching with Technologies : Creating Student-Centered Classroom* (1997). New York, NY : Teachers College Press).
- Hays, T.A. (1996). Spatial abilities and the effects of computer animation on short-term and long-term comprehension. *Journal of Computing Research*, 14 (2), 139-155.
- Heffron, J.K., Dillon, A. & Mostafa, J. (1996). Landmarks in the World Wide Web : A preliminary study. In *Proceedings of the 59th Annual Meeting of the American Society for Information Science* (pp.143-145). Baltimore, MD.
- Heinich, R., Molenda, M., Russel, J. & Smaldino, S. (1996). *Instructional media and technologies for learning*. New York : Macmillan.
- Hendry, D.G. & Harper, D.J. (1997). An informal information-seeking environment. *Journal of the American Society for Information Science*, 48 (11), 1036-1048.
- Henninger, S. & Belkin, N.J. (1996). Interface issues and interaction strategies for information retrieval systems. In R. Bilger, S. Guest & M.J. Tauber (Eds.), *CHI'96 Electronic Proceedings*. En ligne : <http://www.acm.org/sigchi/chi96/proceedings/tutorial/Henninger/njb-txt.htm>.
- Hensgens, J., van-Rosmale, P. & van-der-Baaven, J. (1995). Authoring for simulation-based learning. *Instructional Science*, 23 (4), 269-296.
- Herren, D. (1996). *Guided reading : A hypermedia shell*. Middlebury, VT :Green Mountain Mac.
- Herrington, J. & Oliver, R. (1999). Using situated learning and multimedia to investigate hihher-order thinking. *Journal of interactive Learning Research*, 10 (1), 3-24.
- Herrington, T., Sparrow,L., Herrington, J. & Oliver, R. (1999). Investigating mathematics education using multimedia. *Journal of Technology and teacher Education*, 7 (3), 175-186.
- Hewitt, J. & Scardamalia, M. (1998). Design principles for distributed knowledge building processes. *Educational Psychology Review*, 10 (1), 75-96.
- Hiebert, J., Carpenter, T., Fennema, E., Fuson, K., Human, P., Murray, H., Oliver, A. & Wearne, D. (1996). Problem-solving as the basis for reform in curriculum and instruction : the case of mathematics. *Educational Researcher*, 25 (4), 12-21.
- Hill, J. (1999). A conceptual framework for understanding information seeking in open-ended information systems. *Educational Technology*, 3 (8), 48-55.
- Hill, J. & Hannafin, M.J. (1997). Cognitive strategies and learning from World Wide Web. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 45 (4), 37-64.
- Hillinger, M.L. & Leu, D.J. (1994). Guiding instruction in hypermedia. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society's 38th Annual Meeting*, 266-270.
- Hiltz, S.R. (1990). Evaluating the virtual classroom. In L. Harasim (Ed.), *Online education : perspectives on a new environment*. New York, NY : Praeger.
- Hjorland, B. (1997). *Information seeking and subject representation : An activity-theoretical approach to information science*. Westport, CT : Greenwood.
- Hochon, J.C. & Evrard, F. (1993). Un système d'hypertextualisation pour générer des systèmes d'aide en ligne intelligente pour des applications logicielles. In G.-L. Baron, J. Baudé & B. de La Passardière (Éds.), *Hypermédiat et apprentissages*, 2 (pp. 183-195). Paris : INRP.
- Hodes, C.L. (1994). Processing visual information : implications of the dual code theory. *Journal of Instructional Psychology*, 21 (1), 36-43.
- Hoffman, B. & Ritchie, D. (1997). Using multimedia to overcome the problems with problem-based learning. *Instructional Science*, 25 (2), 97-115.
- Holbein, M.F.D. & Jackson, K. (1999). Study groups and electronic portfolios : a professional development school inservice project. *Journal of Technology and teacher Education*, 7 (3), 205-218.
- Holt, P.O. (1992). User-centred design and writing tools : designing with writers, not for writers. *Intelligent Tutoring Media*, 3 (2/3), 53-63.
- Holt, P.O. & Howell, G. (1992). Making connections : the logical structuring of hypertext documents. *Instructional Science*, 21, 169-181.

- Hoog, P., Boyle, T. & Lawson, R. (1999). Comparative evaluation of a core based learning environment for nuclear medicine. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 8 (4), 457-473.
- Hoogveen, M. (1997). Toward a theory of the effectiveness of multimedia systems. *International Journal of Computing Assisted Learning*, 14 (1), 40-50.
- Hooper, S. (1992). Effects of peer interaction during computer-based mathematics instruction. *Journal of Educational Research*, 85 (3), 180-189.
- Hooper, S. & Hannafin, M.J. (1991). Psychological perspectives on emerging instructional technologies : a critical analysis. *Educational Psychologist*, 26, 69-95.
- Hoover, M.L. (1997). Effects of textual and cohesive structure on discourse processing. *Discourse Processes*, 23 (2), 193-220.
- Hopper, C. & Vandendorpe C. (1995). *Aides informatisées à l'écriture*. Montréal : Éditions Logiques.
- Horan, J.J. (1996). Effects of computer-based cognitive restructuring on rationally mediated self-esteem. *Journal of Counseling Psychology*, 43 (4), 371-375.
- Horney, M.A. & Anderson-Inman, L. (1994). The ElectroText Project : Hypertext reading patterns of middle school students. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 3 (1), 71-91.
- Horney, M.A. & Anderson-Inman, L. (1999). Supported texts in electronic reading environments. *Reading and Writing Quarterly*, 15 (2), 111-126.
- Howard-Vital, M. (1995). Information technology : Teaching and learning in the 21st century. *Educational Horizons*, 73 (4), 193-196.
- Howarth, M. (1997). Visual elements and container metaphors for multimedia. *British Journal of Educational Technology*, 28 (2), 125-133.
- Hruskocy, C., Ertmer, P.A., Johnson & T. Cennamo, K.S. (1997). *Students as technology experts : A bottom-up approach to teacher technology development*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association.
- Huang, S.Y. (1998). *A Comparison between Chinese EFL Students' Peer Response Sessions Held on Networked Computer and Those Held in Face-to-Face Setting*. Paper presented at the Annual Meeting of the International NELLE Conference (Bielefeld, Germany, August 27-30, 1998). ERIC Document.
- Huang, C. (1993). *The effects of feedback on performance and attitude in cooperative and individualized computer-based instruction*. Minneapolis, MN : University of Minnesota, doctoral dissertation.
- Hubbard, D. & Walberg, H.J. (1997). Student views of computer-composition effects on writing. *Computers and Composition*, 14 (1), 59-72.
- Hueyching, J.J. & Reeves, T. (1992). Mental models : research focus for interactive learning system. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 40, 39-53.
- Hung, W.L.D. & Chen, D.T. (1999). Technologies for implementing social constructive approaches in instructional settings. *Journal of Technology and Teacher Education*, 7 (3), 235-256.
- Hunt-Berg, M. (1994). Ponder the possibilities : Computer-supported writing for struggling writers. *Learning Disabilities Research and Practice*, 9 (3), 169-178.
- Huot, B. (1996). Computers and assessment : Understanding two technologies. *Computers and Composition*, 13 (2), 213-243.
- Hynd, C., Jacobson M., Reinking, D., Heron, A. & Holschuh, J. (1999). *Reading like a historian : Development of cross-textintertextuality and disciplinary knowledge in a hypertext environmental*. Paper presented at the Annual Meeting of American Educational Research Association, Montréal, Canada.
- Hypertext Research Group (The) (1999). Specified learning goals and their effect on learners' representations of a hypertext reading environment. *International Journal of Instructional Media*, 26 (1), 45-51.
- Inhelder, B. & Cellérier, G. (Eds.) (1992). *Le cheminement des découvertes de l'enfant*. Neuchâtel : Delachaux et Niestlé.
- Iseke-Barnes, J.M. (1996). Issues of educational uses of the Internet. *Journal of Educational Computer Research*, 15 (1), 1-23.
- Jackson, D., Edwards, B. & Berger, C. (1993). The design of software Tools for meaningful learning by experience : Flexibility and Feedback. *Journal of Educational Computing Research*, 9 (3), 413-443.

- Jacob, E. (1987). Qualitative research traditions : A review. *Review of Educational Research*, 57 (1), 1-50.
- Jacobsdottir, S. & Hooper, S. (1995). Computer-assisted foreign language learning : effects of text, context, and gender on listening, comprehension and motivation. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 43 (4), 43-59.
- Jacobson, M.J. (1994). Issues in hypertext and hypermedia research : Toward a framework for linking theory-to-design. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 3 (2), 141-154.
- Jacobson, M.J. & Archodidou, A. (2000). The design of hypermedia tools for learning : fostering conceptual change and transfer of complex scientific knowledge. *The Journal of the Learning Sciences*, 9 (2), 145-199.
- Jacobson, M.J., Maouri, C., Mishra, P. & Kolar, C. (1995). Learning with hypertext learning environments : theory, design, and research. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 4 (4), 321-364.
- Jacobson, M.J. & Spiro, R.J. (1995). Hypertext learning environments, cognitive flexibility, and the transfer of complex knowledge : An empirical investigation. *Journal of Educational Computing Research*, 12 (5), 301-333.
- Jacquinet, G. (1997). Nouveaux écrans du savoir, nouveaux écrans au savoir. In J. Crinon & C. Gautellier (Éds), *Apprendre avec le multimédia*, (pp. 157-164). Paris : Retz.
- Jaillet, A. (Éd.) (1998). *À l'heure d'Internet. Cahiers Pédagogiques*, 362.
- Jakobson, M. & Kozma, R. (à paraître). *Innovations in science and mathematics education : advanced designs for technologies of learning*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Jamet, F. (1999). *Raisonnement temporel : Étude génétique de l'indécidabilité de l'enfant à l'expert*. Lille : Presses Universitaires du Septentrion.
- Jankowski, L. (1998). Educational computing : Why use a computer for writing ? *Learning and Leading with Technology*, 25 (6), 30-33.
- Järvelä, S. (1995). Cognitive apprenticeship model in a technologically rich learning environment: interpreting the learning interaction. *Learning and Instruction*, 5, 237-259.
- Järvelä, S. (1996). New models of teacher-student interaction : a critical review. *European Journal of Psychology of Education*, 11 (3), 249-268.
- Jehng, J.C. (1997). The psycho-social processes and cognitive effects of peer-based collaborative interactions with computers. *Journal of Educational Computing Research*, 17 (1), 19-46.
- Jenkins, J.J. (1977). Remember that old theory of memory ? We forget it ! In R.E. Shaw & J.D. Bransford (Eds.), *Perceiving, acting, and knowing* (pp. 413-429). Hillsdale, NJ : Laurence Erlbaum Associates.
- Johns, T. (1988). Implications et applications des logiciels de concordance dans la classe. *Les Langues modernes*, 5, 29-45.
- Johnson, D. (1996). We're helping them to be good teachers : Using electronic dialoguing to connect theory and practice in preservice teacher education. *Journal of Computing in Childhood Education*, 7 (1/2), 3-11.
- Johnson, D. & Johnson, R.T. (1996). Cooperation and the use of technology. In D.H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology*. New York, NY : Macmillan.**
- Johnson, R., Johnson, D. & Stanne, M. (1986). Comparison of computer assisted cooperative, competitive and individualistic learning. *American Educational Research Journal*, 23, 382-392.
- Johnson-Gentile, K., Clements, D.H. & Battista, M.T. (1994). Effets of computer environments on students' conceptualizations of geometric motions. *Journal of Educational Computing Research*, 11 (2), 121-140.
- Johnson-Laird, P.N. (1980). Mental models in cognitive science. *Cognitive Science*, 4, 71-115.
- Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental models*. Cambridge, MA : Harvard University Press.
- Jonassen, D.H. (1986). Hypertext principles for text and courseware design. *Educational Psychologist*, 21, 269-292.
- Jonassen, D.H. (1988). Designing structured hypertext and structuring access to hypertext. *Educational Technology*, 28 (11), 13-16.

- Jonassen, D.H. (1989). *Hypertext/hypermedia*. Englewood Cliffs, NJ : Educational technology Publications.
- Jonassen, D.H. (1991). Context is everything. *Educational Technology*, 31 (9).
- Jonassen, D.H. (1991). Objectivism versus constructivism : Do we need a new philosophical paradigm ? *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 39 (3), 5-14.
- Jonassen, D.H. (1993). Effects of semantically structured hypertext knowledge bases on users' knowledge structures. In C. McKnight, A. Dillon & J. Richardson (Eds.), *Hypertext : a psychological perspectives* (pp. 153-168). Chichester, England : Ellis Horwood.
- Jonassen, D.H. (1994). Thinking technology : Toward a constructivist design model. *Educational Technology*, 34 (4), 34-37.
- Jonassen, D.H. (1995). Computers as cognitive tools : Learning with technology, not from technology. *Journal of Computing in Higher Education*, 6 (2), 40-73.
- Jonassen, D.H. (1996). *Computers in the classroom : Mindtools for critical thinking*. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall.
- Jonassen, D.H. (1996). *Handbook of research for educational communications and technology*. New York, NY : Macmillan.
- Jonassen, D.H. (1999, 2nd edition). Designing constructivist learning environments. In C.M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Jonassen, D.H., Beissner, K. & Yacci, M.A. (1993). *Structural knowledge : techniques for conveying, assessing, and acquiring structural knowledge*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Jonassen, D.H., Campbell, J. & Davidson, M.E. (1994). Learning with media : restructuring the debate, *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 42 (2), 31-39.
- Jonassen, D.H., Davidson, M., Collins, M., Campbell, J. & Bannan Haag, B. (1995). Constructivisme and computer-mediated communication in distance education. *Journal of Distance Education*, 9 (2), 7-27.
- Jonassen, D.H. & Grabinger, R.S. (1990). Problems and issues in designing hypertext/hypermedia for learning. In D.H. Jonassen & H. Mandl (Eds.), *Designing hypermedia for learning*. New York, NY : Springer & Verlag.
- Jonassen, D.H. & Land, S.M. (1999). *Theoretical foundation of learning environments*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Jonassen, D.H. & Mandl, H. (1990). *Designing hypermedia for learning*. New York, NY : Springer & Verlag.
- Jonassen, D.H. & Murphy, L.R. (1999). Activity theory as a framework for designing constructivist learning environments. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 47 (1), 61-79.
- Jonassen, D.H. & Reeves, T. (1996). Learning with technology : using computers as cognitive tools. In D.H. Jonassen (Ed.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (pp. 693-719). New York, NY : Simon and Schuster.
- Jonassen, D.H., Reeves, T. & Hong, N. (1998). Concept mapping as cognitive learning and assessment tools. *Journal of Interactive Learning Research*, 8, 289-308.
- Jonassen, D.H. & Roher-Murphy, L. (1999). Activity theory as a framework for designing constructivist learning environments. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 47 (1), 61-79.
- Jonassen, D.H. & Wang, S. (1993). Acquiring structural knowledge from semantically structured hypertext. *Journal of Computer-Based Interaction*, 20 (1), 1-8.
- Jonassen, J.H. (1997). Instructional design models for well-structured and ill-structured problem-solving learning outcomes. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 45 (1), 65-94.
- Jones, I. (1994). The effect of a word processor on the written composition of second-grade pupils. *Computers in the Schools*, 11 (2), 43-54.
- Jones, I. (1998). The effect of computer-generated spoken feedback on kindergarten students' written narratives. *Journal of Computing in Childhood Education*, 9 (1), 43-56.
- Jones, I. & Pellegrini, A.D. (1996). The effects of social relationships, writing media, and microgenetic development on first grade students' written narratives. *American Educational Research Journal*, 33 (3), 691-718.

- Jones, S. (1995). *Cybersociety : Computer-mediated communication and community*. London : Sage.
- Jones, T.H. & Paolucci, R. (1998). The learning effectiveness of educational technology : a call for further research. *Educational Technology Review*, 9 (2/3), 10-14.
- Joram, E., Woodruff, E., Bryson, M. & Lindsay, P.H. (1992). The effect of revising with a word processor on written composition. *Research on the Teaching of English*, 26 (2), 167-193.
- Jordan-Henley, J. & Maid, B.M. (1995). Tutoring in cyberspace : Student impact and college/university collaboration. *Computers and Composition*, 12 (2), 211-218.
- Kacmar, C.J. (1995). A process approach for providing hypermedia services to existing no-hypermedia. *Electronic Publishing*, 8 (1), 31-48.
- Kafai, Y. (1995). *Minds in play : computer game design as a context for children's learning*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Kafai, Y. & Resnick, M. (Eds.) (1996). *Constructivism in practice. Designing, thinking and learning in a digital world*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Kaltenbach, M., Robillard, F. & Frasson, C. (1991). Screen management in hypertext systems with rubber sheet layouts. *Hypertext '91 Proceedings* (pp. 91-105). San Antonio, CA : ACM Press.
- Kalyuga, S., Chandler, P. & Sweller, J. (1998). Lewels of expertise and instructional design. *Human Factors*, 40, 1-17.
- Kanselaar, G. & Erkens, G. (1996). Interactivity in cooperative problem solving with computers. In S. Vosniadou, E. De Corte, R. Glaser & H. Mandl (Eds.), *International perspectives on the design of technology supported learning environments* (pp. 41-60). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Kapetlinin, V. (1996). Activity theory : implications for human-computer interaction. In B.A. Nardi (Ed.), *Context end consciousness : Activity theory and human-computer interaction*. Cambridge, MA : MIT Press.
- Karau, S.J. & Williams, K.D. (1993). Social loafing : a meta-analytic review and theoretical integration. *Journal of Personality end Social Psychology*, 65, 681-706.
- Kass, A., Burke, R., Blewis, E. & Williamson, M. (1994). Constructing learning environments for complex social skills. *Journal of the Learning Sciences*, 3 (4), 387-427.
- Katz, S. & Lesgold, A. (1993). The role of the tutor in computer-based collaborative learning situations. In S.P. Lajoie & S. Derry (Eds.), *Computers as cognitive tools. Technology in education* (pp.289-317). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Katz, S. & Lesgold, A. (1996). *Students' use of textual and graphical advising resources in a coached practice environment for electronic troubleshooting*. UCIS '96 Conference, Poitiers.
- Kelley-Milburn, D. & Milburn, M.A. (1995). Cyberpsych : Resources for psychologists on the Internet. *Psychological Science*, 6 (4), 203-211.
- Kerbrat-Orecchioni, C. (1980). *L'énonciation de la subjectivité dans le langage*, Paris : Armand Colin.
- Kern, R. (1995). Restructuring classroom interaction with networked computers: effects on quantity and characteristics of language production. *The Modern Language Journal*, 79, 457-476.
- Kern, R. & Warschauer, M. (2000). Theory and practice of network-based language teaching. In M. Warschauer & R. Kern (Eds.), *Network-based language teaching : Concepts and practice*. New York. Cambridge University Press. Consulté en février 2000 : <http://www.lll.hawaii.edu/web/faculty/markw/nblt-intro.html>.
- Khan, B. (Ed.) (1997). *Web-based instruction. Educational Technology publications*. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall.
- Khan, K. & Locatis, C. (1998). Searching through cyberspace : The effects of link display and link density on information retrieval from hypertext on the World Wide Web. *Journal of the American Society for Information Science*, 49 (2), 176-182.
- Kieley, J.M. (1996). Multimedia : Where are we now, and where do we go from here ? *Behavior Research : Methods, Instruments and Computers*, 28 (2), 300-304.
- Kiesler, S., Siegel, J. & McGuire, T.W. (1984). Social psychological aspects of computer-mediated communication. *American Psychologist*, 39, 1123-1134.
- Kim, H. & Hirtle, S.C. (1995). Spatial metaphors and disorientation in hypertext browsing. *Behaviour and Information Technology*, 14 (4), 239-250.

- Kim, J.Y. (2000). Social interaction in computer-mediated communication. *Bulletin of the American Society for Information*, 6 (3).
- Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension : a construction-integration model. *Psychological Review*, 95, 163-182.
- Kintsch, W. (1997). *Comprehension. A paradigm for cognition*. Cambridge, MA : Cambridge University Press.
- Kintsch, W. & Yarborough, J.J. (1982). Role of rhetorical structure in text comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 74, 828-834.
- Kintsch, W. & van Dijk, T.A. (1978). Towards a model of text comprehension and production. *Psychological Review*, 85, 363-394.
- Kinzie, M. & Delcourt, M. (1991). *Computer technologies in teacher education : the measurement of attitudes and self-efficacy*. Chicago, IL : Annual Meeting of the American Educational Research Association.
- Kinzie, M., Delcourt, M. & Powers, S. (1994). Computer technologies : Attitudes and self-efficacy across undergraduate disciplines. *Research in Higher Education*, 35 (6), 745-768.
- Kirkley, S.E., Savery, J.R. & Grabner-Hagen, M.M. (1998). Electronic teaching : extending classroom dialogue and assistance through E-Mail communication. In C.J. Bonk & K.S. King (Eds.), *Electronic collaborators learned-centered technologies for literacy, apprenticeship and discourse* (pp. 209-232). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Kirsch, D. (1997). Interactivity and multimedia interfaces. *Instructional Science*, 25 (2), 79-96.
- Kitcher, P. (1990). The division of cognitive labor. *The Journal of Philosophy*, 87, 5-22.
- Klein, J.D. & Doran, M.D. (1997). Implementing individual and small group learning structures with a computer simulation. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 47 (1), 97-110.
- Knapp, M.S. (1997). Between systemic reforms and the mathematics and sciences- classroom : The dynamics of innovation, implementation, and professional learning. *Review of Educational Research*, 67 (2), 227-266.
- Koda, K. (1988). Cognitive processes in second-language reading : Transfer of L1 reading skills and strategies. *Second Language Research*, 4 (2), 133-156.
- Koivusaari, R. (1999). Cognitive strategies and computer-supported learning environments. *Educational Psychology*, 19 (3), 309-322
- Kolodner, J. & Gudzial, M. (1996). Effects with and of CSCL : Tracking learning in a new paradigm. In T. Koschmann (Ed.), *CSCL, Theory and Practice* (pp. 307-320). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Kolosseus, B., Bauer, D. & Bernardt, S.A. (1995). From writer to designer : modeling composing processes in a hypertext environment. *Technical Communication Quarterly*, 4 (1), 79-93.
- Koronios, A. (1998). Integrating instructional design guidelines in courseware engineering. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 8 (3), 315-330.
- Koros-Mikis, M. (1994). Learning languages in a creative way : Young children using the computer in discovering the written word and the spoken language. *Educational Media International*, 31 (3), 193-196.
- Korthauer, R.D. & Koubek, R.J. (1994). An empirical evaluation of knowledge, cognitive style, and structure upon the performance of a hypertext task *International Journal of Human Computer Interaction*, 6 (4), 373-390.
- Koschmann, T. (1994). Towards a theory of computer support for collaborative Learning, *The Journal of the Learning Science*, 3 (3), 219-125.
- Koschmann, T. (1996). Paradigm shifts and instructional technology : an introduction. In T. Koschmann (Eds.), *CSCL : theory and practice of an emerging paradigm* (pp. 1-23). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Koschmann, T. (Ed.) (1996). *CSCL : Theory and practice of an emerging paradigm*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Koskinen, P.S., Blum, I.H., Tennant, N., Parker, E.M., Straub, M.W. & Curry, C. (1995). Have you heard any good books lately ? Encouraging shared reading at home with books and audiotapes. In L.M. Morrow (Ed.), *Family literacy connections in schools and communities*. Newark, DE : International Reading Association.
- Kosslyn, S.M. (1980). *Image and mind*. Cambridge, MA : Harvard University Press.

- Kozma, R. (1988). The implications of cognitive psychology for computer-based learning tools. *Educational Technology*, 27 (11), 20-25.
- Kozma, R. (1991). Learning with media. *Review of Educational Research*, 61 (2), 179-211.
- Kozma, R. (1994). A reply : Media and methods. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 42 (3), 11-14.
- Kozma, R. (1994). Will media influence learning ? reframing the debate. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 42 (2), 7-19.
- Kozma, R. (2000). Reflexions on the state of Educational Technology Research and Development. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 48 (1), 5-15.
- Kozma, R. (2000). The relationship between technology and Design in Educational Technology Research and Development : A reply to Richey. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 48 (1), 19-21.
- Kozma, R. (à paraître). The use of multiple representations and the social construction of understanding in chemistry. In M. Jacobson & R. Kozma (Eds.), *Innovations in science and mathematics education : advanced designs for technologies of learning*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Kozma, R. & Russell, J. (1997). Multimedia and understanding : Expert and novice responses to different presentations of chemical phenomena. *Journal of Research Science Teaching*, 34 (9), 949-968.
- Kozma, R., Russel, J., Jones, T., Marx, N. & Davis, J. (1996). The use of multiple, linked representations to facilitate science understanding. In S. Vosniadou, E. De Corte, R. Glaser & H. Mandl (Eds.), *International perspectives on the design of technology supported learning environments* (pp. 41-60). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Kramsch, C. (1984). *Interaction et discours dans la classe de langue*. Paris : CREDIF-Hatier.
- Krashen, S.D. (1981). *Second language acquisition and second language learning*. Oxford : Pergamon Press.
- Kuhlthau, C.C. (1993). *Seeking meaning : a process approach to library and information services*. Norwood, NJ : Ablex.
- Kuhlthau, C.C. (1996). The process of learning from information. In C.C. Kuhlthau (Ed.), *The virtual school library : Gateway to the information superhighway* (pp. 95-104). Englewood, CO : Libraries Unlimited.
- Kumbruck, C. (1998). Hypertext reading : novice vs. expert reading. *Journal of Research in Reading*, 21 (2), 160-172.
- Kumpulainen, K. (1994). Collaborative writing with computers and children's talk : A cross-cultural study. *Computers and Composition*, 11 (3), 263-273.
- Kuutti, K. (1996). Activity theory as a potential framework for human-computer interaction research. In B.A. Nardi (Ed.), *Context and consciousness : Activity theory and human-computer interaction*. Cambridge, MA : MIT Press.
- La Passardière, B. de & Dufresne, A. (1992). Adaptive navigational tools for educational hypermedia. In I. Tomek (Ed.), *Computer assisted learning*. Proceedings of the 4th International conference, ICCAL '92 Wolfville, Nova Scotia, Canada : Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Labbo, L. (1996). A semiotic analysis of young children's symbol making in a classroom computer center. *Reading Research Quarterly*, 31 (4), 356-385.
- Labbo, L. & Watkins, J. (1996). *Screenland : Kindergarteners stances toward computer-generated responses to literature*. 41st International Reading Association Annual Convention. New Orleans, LA.
- Lachman, R. (1989). Comprehension aids for online reading of expository texts. *Human Factors*, 31 (1), 1-15.
- Lachs, V. & Wiliam, D. (1998). Making the computer dance to your tune : Primary schools pupils authoring hypermedia. *Journal of Computing in Childhood Education*, 9 (1), 57-77.
- Lacombe, C. (1996). Une évolution dans la conception de documents hypermédias pour l'enseignement des sciences physiques. In É. Bruillard, J.-M. Baldner & G.-L. Baron (Éds.), *Hypermédias et apprentissages*, 3 (pp. 195-202). Paris : INRP.
- Lacroix, N. (1999). Macrostructure construction and organization in the processing of multiple text passages. *Instructional Science*, 27, 221-233.

- Lafer, S. & Markert, A. (1994). Authentic learning situations and the potential of Lego TC Logo. *Computers in the Schools, 11 (1)*, 79-94.
- Laffey, J. (1995). Dynamism in electronic performance support systems. *Performance Improvement Quarterly, 8 (1)*, 31-46.
- Laffey, R.B., Tupper T. & Wedman, J. (1998). A computer-mediated support system for project-based learning. *Educational Technology Research and Development (ETR&D), 46 (1)*, 73-86.
- Lafosse, A. (1993). La vie en fax. *Cahiers pédagogiques, 314/315*, 74-77.
- Laguerre, C. (1999). *École, informatique et nouveaux comportements*. Paris : L'Harmattan.
- Lai, Y.-R. & Waugh, M.L. (1995). Effects of Three Different Hypertextual Menu Designs on Various Information Searching Activities. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 4 (1)*, 25-52.
- Lajoie, S. (1993). Computer environments as cognitive tools for enhancing learning in computers. In S.P. Lajoie & S. Derry (Eds.), *Computers as cognitive tools* (pp. 261-288). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Lajoie, S. & Derry, S.J. (1993). *Computers as cognitive tools*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Lamizet, B. (1998). Les structures de la communication multimédiate. *Degrés, 92/93*, 1-34.
- Lamon, B., Secules, T., Petrosino, A., Hackett, R., Bransford, J.D. & Goldman, S.R. (1996). Schools for thought : overview of the project and lessons learned from one of the sites. In L. Schauble & R. Glaser (Eds.), *Innovations in learning. New environments for education* (pp. 243-288). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lamy, M.-N. & Goodfellow, R. (1998). Conversations réflexives dans la classe de langue virtuelle par conférence asynchrone. *ALSIC, 1 (2)*, 81-99. En ligne : <http://alsic.univ-fcomte.fr>.
- Lancien, T. (1998). *Le multimédia*. Paris, CLE International.
- Lancien, T. (Éd.), (2000). *Les Cahiers du français contemporain, 6*. Éditions de l'ENS Fontenay-Saint-Cloud.
- Land, S.M. & Greene, B.A. (2000). Project-based learning with the World Wide Web : A qualitative study of resource integration. *Educational Technology Research and Development (ETR&D), 48 (1)*, 45-68.
- Land, S.M. & Hannafin, M.J. (1996). A conceptual framework for the development of theories-in-action with open-ended learning environments. *Educational Technology Research and Development (ETR&D), 44 (3)*, 37-53.
- Land, S.M. & Hannafin, M.J. (1997). Patterns of understanding with open-ended learning environments : A qualitative study. *Educational Technology Research and Development (ETR&D), 45 (2)*, 47-73.
- Land, S.M., Hannafin, M. & Oliver, K. (1999). Open learning environments : foundations, methods, and models. In C.M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models, 2* (pp. 115-14). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Landauer, T., Egan, D., Remde, J., Lesk, M., Lochbaum, C. & Ketchum, D. (1993). Enhancing the usability of text through computer delivery and formative evaluation. In C. McKnight, A. Dillon & J. Richardson (Eds.), *Hypertext: a psychological perspectives* (pp. 71-136). Chichester, England : Ellis Horwood.
- Landow, G. (1990). Popular fallacies about hypertext. In D.H. Jonassen & H. Mandl (Eds.), *Designing hypermedia for learning* (pp. 39-59). NATO ASI Series, Series F : Computer and Systems Sciences, 67. Berlin : Springer.
- Landow, G. (1990). The rhetoric of hypermedia : a guide for authors. In D. Jonassen & H. Mandl (Eds.), *Designing hypermedia for learning*. Heidelberg : Springer & Verlag.
- Landreville, G. (1995). Traitement de texte et apprentissage de l'écriture : ce que dit la recherche. In C. Hopper & C. Vandendorpe (Éds.), *Aides informatisées à l'écriture* (pp. 23-34). Montréal : Éditions Logiques.
- Lane, C. (1990). ARROW, Alleviating children's reading and spelling difficulties. In P.D. Pumfrey & C.D. Elliott, (Eds.), *Children's difficulties in reading, spelling and writing*. London, Philadelphia : Falmer.

- Langone, J. (1996). The differential effects of a typing tutor and microcomputer-based word processing on the writing samples of elementary students with behavior disorders. *Journal of Research on Computing in Education*, 29 (2), 141-158.
- Lansdale, M.W., Simpson, M. & Stroud, T.R. (1990). A comparison of words and icons as external memory aids in an information retrieval task. *Behaviour & Information Technology*, 29 (2), 111-131.
- Lapointe, J. (1993). L'approche systémique et la technologie de l'éducation. In *Les fondements de la technologie éducative* (pp. 54-87), Educatechnologiques. Université Laval, 1. En ligne : <http://www.fse.ulaval.ca/fac/ten/reveduc/html/vol1/no1/apsyst.html>.
- Large, A. (1996). Hypertext instructional programs and learner control : a research review. *Education for Information*, 14 (2), 95-106.
- Larkin, J., McDermott, J., Simon, D.P. & Simon, H.A. (1980a). Models of competence in solving physics problems. *Cognitive Science*, 4, 317-345.
- Larkin, J., McDermott, J., Simon, D.P. & Simon, H.A. (1980b). Expert and novice performance in solving physics problems. *Science*, 208 (20), 1335-1342.
- Latané, B., Williams, K. & Harkins, S. (1979). Many hands makes light the work : the causes and consequences of social loafing. *Journal of Personality and Social Psychology*, 37, 822-832.
- Latour, B. (1989). *La science en action*. Paris : La Découverte.
- Laufer, B. & Hill, M. (2000). What Lexical Information do L2 Learners Select in a Call Dictionary and how does it Affect Word Retention ? *Language Learning & Technology*, 3 (2), 58-76. Revue en ligne : <http://llt.msu.edu>.
- Laufer, R. & Scavetta, D. (1992). *Texte, Hypertexte, Hypermedia*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Laurier, M. (1998). Méthodologie d'évaluation dans des contextes d'apprentissage des langues assistés par des environnements informatiques multimédias. *Études de linguistique appliquée*, 110, 247-255.
- Laurillard, D. (1993). *Rethinking University teaching*. London : Routledge.
- Lave, J. (1997). The culture of acquisition and the practice of understanding. In D. Kirshner & J.A. Whitson (Eds.), *Situated cognition : social, semiotic and psychological perspectives* (pp. 17-36). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated learning*. New York, NY : Cambridge University Press.
- Lawless, K.A. & Brown, S.W. (1997). Multimedia learning environments : Issues of learner control and navigation. *Instructional Science*, 25 (2), 117-131.
- Le Maistre, K. & Weston, C. (1996). The priorities established among data sources when instructional designers revise written materials. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 44 (1), 61-70.
- Lea, R. & Spears, R. (1991). Computer-mediated communication, de-individuation and group decision-making. *International journal of Man-Machine Studies*, 34, 283-301.
- Leader, L.F. & Klein, J.D. (1996). The effects of search tool type and cognitive style on performance during hypermedia database searches. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 44 (2), 5-15.
- Lebrun, M. (1999). *Des technologies pour enseigner et apprendre*. Paris, Bruxelles : De Boeck.
- Legros, D. (1997). La construction des connaissances par le multimédia. In J. Crinon et C. Gautellier (Éds.), *Apprendre avec le multimédia* (pp. 181-191). Paris : Retz.
- Legros, D. & Crinon, J. (*à paraître*). The role of textual data base on the learning of writing and rewriting in eight to twelve year-old children. In A.-M. Lemmel & C. Laughlin (Eds.), *From the nature child to the machine child*. New York, London : Sage.
- Legros, D., Mervan, H., Denhière, G. & Salvan, C. (1998). Comment aider les élèves de CE1 à construire la cohérence globale de la signification d'un texte ? *Repères*, 18, 81-96.
- Legros, D., Pudelko, B. Crinon, J. & Tricot, A. (2000). Les effets des outils et des systèmes multimédias sur la cognition, l'apprentissage et l'enseignement. *Education et Formations, n° spécial janvier Technologie de l'information et de la communication dans l'enseignement (TICE)*, 56, 77-84.
- Lehmann, D., Margerie, C. de & Pelfrène, A. (1988). L'écritiel : l'autonomie ? *Nouvelles technologies et apprentissage des langues. Le Français dans le Monde, Recherches et applications*, 116-121.

- Lehrer, R. (1993). Authors of knowledge : Patterns of hypermedia design. In S.P. Lajoie & S. Derry (Eds.), *Computers as cognitive tools. Technology in education*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Lehrer, R., Erickson, J. & Connell, T. (1994). Learning by designing hypermedia documents. *Computers in the Schools, 10*, 227-224.
- Lehtinen, E. (1998). *Computer supported collaborative learning : a review*. CL-Net Project.
- Lehtinen E. , Hakkarainen K., Lipponen L., Rahikainen M. et Muukkonen H.(1998). *Computer supported collaborative learning : a review*. CL-Net Project. En ligne : <http://suvi.kas.utu.fi/papers/clnet/clnetreport.html>.
- Lehtinen, E., Balcytiene, A. & Gustafsson, M. (1993). *Knowledge structures, activity and hypertext. Paper presented at the Fith European Conference for Research on learning and Instruction*. Aix-en-Provence.
- Lehtinen, E. & Repo, S. (1996). Activity, social interaction and reflective abstraction : Learning advanced mathematics in a computer environment. In S. Vosniadou, E. De Corte, R. Glaser & H. Mandl (Eds.), *International perspectives on the design of technology supported learning environments* (pp. 105-128). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Leidig, P.M. (1992). Navigation maps and cognitive styles in hypertext assisted learning. In H. Troutner (Ed.), *Proceedings of the 34th Annual International Conference of the Association for the Development of Computer-Based Instructional Systems* (pp. 203-222). Columbus, OH : ADCIS.
- Lemercier-Kuehn, D. (1994). Étude des effets d'une information multimédia sur les projets scolaires et professionnels d'élèves de troisième. *Orientation scolaire et professionnelle, 23 (2)*, 181-214.
- Lemke, J.L. (1993). Hypermedia and higher education. *Interpersonal Computing and Technology Journal, 1 (2)*.
- Lento, M.R., Zhu, W. & Carpenter, B. (1995). The relative effectiveness of hypertext and text. *International Journal of Human Computer Interaction, 7 (4)*, 293-313.
- Leroux, P. (1996). Intégration du contrôle d'objets réels dans un hypermédia. Un exemple d'implantation dans le système ROBOTEACH. In É. Bruillard, J.-M. Baldner & G.-L. Baron (Éds.), *Hypermédiat et apprentissages 3* (pp. 237-244). Paris : INRP.
- Lehtinen, E. & Repo, S. (1996). Activity, social interaction and reflective abstraction : Learning advanced mathematical concepts in a computer environment. In S. Vosniadou, E. De Corte, R. Glaser & H. Mandel (Eds.), *International Perspectives on the Design of Technology-Supported Learning Environments*. (pp. 61-79). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Lettres ouvertes* (2000). *Lettres et TICE: des machines pour apprendre ? Lettres ouvertes, 12*. CRDP de Bretagne.
- Leu, D.J. & Leu, D.D. (1997). *Teaching with the Internet : lessons from the classroom*. Norwood, MA : Christopher-Gordon.
- Leu, D.J. & Reinking, D. (1996). Bringing insights from reading research to research on electronic learning environments. *Advances in Discourse Processes, 58*, 43-76.
- Levie, W.H. & Lentz, R. (1982). Effect of text illustrations : A review of research. *Educational Communication and Technology Journal, 30*, 195-232.
- Levin, J., Kim, H. & Riel, M.M. (1990). Analyzing instructional interaction on electronic message networks. In L.M. Harasim (Ed.), *Online education : perspectives on a new environment*. New York, NY : Praeger.
- Levin, J., Anglin, G.J. & Carney, R.N. (1987). On empirically validating functions of pictures in prose. In D.M. Willows & H.A. Houghton (Eds.), *The Psychology of illustration (1). Basic research*. New York, NY : Springer-Verlag.
- Levine, T. & Donitsa-Schmidt, S. (1995). Computer experience, gender, and classroom environment in computer-supported writing classe. *Journal of Educational Computing Research, 13 (4)*, 337-357.
- Levine, T., Donitsa-Schmidt, S. & Zellermyer, M. (1996). Student perceptions of classroom climate in a communicative and computer-supported approach to writing instruction. *Journal of Research and Development in Education, 29 (2)*, 94-103.
- Levonen, J.J. (1996). *The complexities of newspaper graphs. UCIS '96 Conference*, Poitiers.

- Levy, C.M. & Ransdell, S. (Eds.) (1996). *The science of writing. theories, methods, individual differences and applications*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Lévy, J.-F., Durey, A. & Vérillon, P. (1996). Utilisation raisonnée des instruments micro-informatiques dans les disciplines de l'enseignement secondaire. *Aster*, 23, 155-179.
- Levy, M. (1997). *Computer assisted language learning, Context and conceptualization*. Oxford, NY : Oxford University Press.
- Lévy, P. (1990). *Les technologies de l'intelligence*. Paris : La Découverte.
- Lévy, P. (1998). *Qu'est ce que le virtuel ?* Paris : La Découverte.
- Lévy, P. (2000). *World philosophie*. Paris : Éditions Odile Jacob.
- Lewis, C. & Polson, P.G. (1990). Theory-based design for easily learned interfaces. *HCI 5*, 191-220.
- Lhote, E., Abecassis, L., Amrani, A. (1998). *Apprentissage de l'oral et environnements informatiques*. In T. Chanier & M. Pothier (Éds.), *Études de linguistique appliquée 110. Hypermédia et apprentissage des langues* (pp. 183-192). Paris : Didier.
- Liao, Y.-K. C. (1999). Effects of hypermedia on students' achievement : A meta-analysis. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 8 (3), 255-277.
- Liautard, D. (1997). Comment l'école peut profiter du multimédia. *La Lettre de l'éducation*, 211.
- Liebowitz, J. (1996). Lessons and reactions to using hypermedia for learning knowledge engineering a quick glance. *Journal of Computer Information Systems*, 36 (4), 22-28.
- Linard, M. (1996). *Des machines et des hommes*. Paris : L'Harmattan.
- Linnard, M. (1995). New debates on learning support. *Journal of Computer Assisted Learning*, 11, 239-253.
- Little, D. (1996). Learning by talking, The use of Autotutor II for group work in self-access : a theoretical and practical exploration. In B. Rüschoff & D. Wolff (Éds.), *Technology Enhanced Language Learning. Theory and Practice*. Proceedings of EUROCALL 1994 (pp. 1-20). Pädagogische Hochschule : Karlsruhe.
- Liu, M. & Pedersen, S. (1998). The effect of being hypermedia designers on elementary school students' motivation and learning of design knowledge. *Journal of Interactive learning Research*, 9 (2), 155-182.
- Liu, M. & Reed, W.M. (1994). The relationship between the learning strategies and learning styles in a hypermedia environment. *Computers in Human Behavior*, 10 (4), 419-434.
- Locatis, C. & Weisberg, M. (1997). Distributed learning and the Internet. *Contemporary Education*, 68 (2), 100-103.
- Lohr, L., Ross, S.M. & Morrison, G.R. (1995). Using a hypertext environment for teaching process writing. An evaluation study of three student group. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 43 (2), 33-51.
- Lomicka, L.L. (1998). "To gloss or not to gloss" : An investigation of reading comprehension online. *Language Learning & Technology*, 1 (1), 41-50.
- Lovett, M.W., Barron, R.W., Forbes, J.E., Cuksts, B. & Steinbach, K.A. (1994). Computer speech-based training of literacy skills in neurologically impaired children : A controlled evaluation. *Brain and Language*, 47, 117-154.
- Lowe, R. (1996). *Interactive animated diagrams : what information is extracted ? UCIS '96 Conference*, Poitiers.
- Luetke-Stahlman, B. (1995). Multiples uses of multimedia emergent literacy. *Volta Review*, 97 (4), 251-255.
- Luzzati, D. (1991). Oralité et interactivité dans l'écrit Minitel. *Langue Française*, 89, 99-109.
- Lynch, P.J. (1994). Visual design for the user interface. *Journal of Biocommunication*, 21 (1), 22-30.
- MacArthur, C.A. (1988). The impact of computers on the writing process. *Exceptional Children*, 54, 536-542.
- MacArthur, C.A. (1996). Using technology to enhance the writing process of students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 29 (4), 344-354.
- MacArthur, C.A. & Haynes, J.B. (1995). Student assistant for learning from text (SALT) : A hypermedia reading aid. *Journal of Learning Disabilities*, 28 (3), 150-159.
- Mack, M. (1995). Linear and non-linear hypertext in elementary school classroom instruction. In *Proceedings of 17th Annual National Convention of the Association for Educational Communications and Technology (AECT)*. ERIC 1995. ED 383324.

- Maclay, C.M. & Askov, E.N. (1987). Computer-aided instruction for Mom and Dad. *Issues in Science and Technology*, 4 (1), 88-92.
- Maclay, C.M. & Askov, E.N. (1988). Computers and adult beginning readers : An intergenerational study. *Lifelong Learning*, 11 (8), 23-25.
- Maddux, C.D. (1997). The World Wide Web and school culture : Are they compatible ? *Computers in the schools*, 13 (1/2), 7-11.
- Madui, A.M. (1994). Assessment of enabling technologies for computer-aided concurrent engineering (CACE). In E. Buker & al. (Eds), *Technology assessment in education and training*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Malineau, J.-H. (1973). Enseigner la poésie ?... *Poésie* 1, 28/29, 123-180.
- Mallein, P. & Toussaint, Y. (1994). L'intégration sociale des technologies de l'information et de communication : une sociologie des usages. *Technologies de l'Information et Société*, 6 (4), 315-335.
- Mandinach, E. & Cline, H.F. (à paraître). It won't happen soon : practical, curriculum, and methodological problems in implementing technology-based constructivist approaches in classrooms. In S.P. Lajoie (Ed.), *Computers as cognitive tools. The next generation*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Mangenot, F. (1995). *Aides logicielles pour apprentis scripteurs en langue maternelle et en langues étrangères*. Thèse de doctorat soutenue à l'université de Paris X le 28 juin.
- Mangenot, F. (1996). Informatique et autonomie. In B. Rüschoff & D. Wolff (Éds.), *Technology Enhanced Language Learning, Theory and Practice. Proceedings of EUROCALL 1994* (pp. 21-32). Pädagogische Hochschule Karlsruhe.
- Mangenot, F. (1996). *Les aides logicielles à l'écriture*. Paris : CNDP.
- Mangenot, F. (1997a). Le multimédia dans l'enseignement des langues. In Crinon & Gautellier (Éds.), *Apprendre avec le multimédia, où en est-on ?*, (pp. 119-134). Paris, Retz.
- Mangenot, F. (1997b). Multimédia et activités langagières. In P. Oudart (Éd.), *Multimédia, réseaux et formation*. Numéro spécial du *Français dans le Monde, Recherches et applications* (pp.76-84). Paris, Hachette EDICEF.
- Mangenot, F. (1998). Réseau Internet et apprentissage du français. *Études de linguistique appliquée*, 110, 205-214.
- Mangenot, F. (1998a). Le trésor du San Diego. *ASDIFLE, Multimédia et français langue étrangère (actes des 19^e et 20^e rencontres)*. *Les Cahiers de l'ASDIFLE*, 9, 92-97.
- Mangenot, F. (1998b). Outils textuels pour l'apprentissage de l'écriture en L1 et en L2. In M. Souchon (Éd.), *Pratiques discursives et acquisition des langues étrangères*, Actes du X^e colloque international " Acquisition d'une langue étrangère : perspectives et recherches " (pp. 515-525). Université de Franche-Comté, Centre de Linguistique appliquée de Besançon.
- Mangenot, F. (1998c). Classification des apports d'Internet à l'apprentissage des langues. *ALSIC*, 1 (2), 133-146. Revue en ligne : <http://alsic.univ-fcomte.fr>.
- Mangenot, F. (1999). L'intérêt pédagogique des mondes virtuels. In J. Anis (Éd.), *Internet, Communication et Langue française* (pp. 93-111). Paris : Hermès.
- Mangenot, F. (1999). Scénarios pédagogiques d'exploitation du multimédia. *Espace pédagogique FLE* : <http://www.u-grenoble3.fr/espace-pedagogique>
- Mangenot, F. (2000). Quelles tâches dans ou avec les produits multimédias. In Actes du colloque *Triangle XVII, Multimédia et apprentissage des langues étrangères* (pp. 65-80). Paris : Éditions ENS Fontenay-Saint-Cloud.
- Mangenot, F. & Moulin, C. (1997). Ordinateur et exercice. *Le Français aujourd'hui*, 118, 73-81.
- Mangenot, F. & Moulin C. (2000, à paraître). Apprentissages lexicaux et technologies de l'information et de la communication. *LIDIL*.
- Mannes, S.M. & Kintsch, W. (1987). Knowledge organization and text organization. *Cognition and Instruction*, 4, 91-115.
- March, T. (1993). *Computer-guided writing : developing expert characteristics in novice writers*. Report n° CS 214-235 San Diego, CA : San Diego State University. ERIC Document 366-983.
- Marchionini, G. (1989). Information-seeking strategies of novices using a full-text electronic encyclopedia. *Journal of the American Society for Information Science*, 40 (1), 54-66.

- Marchionini, G. (1992). Interfaces for ender-user information seeking.. *Journal of the American Society for Information Science*, 43 (2), 156-163.
- Marchionini, G. (1995). *Information seeking in electronic environments*. New York, NY : Springer-Verlag.
- Marchionini, G. (Ed.), (1988). Special issue on hypermedia. *Educational Technology*, 29 (11).
- Marchionini, G. & Crane, G. (1994). Evaluating hypermedia and learning : methods and results from the Perseus Project. *ACM transactions on Information Systems*, 12, 5-34.
- Marin-Porta, B. (1998). *Créer son dictionnaire avec les mots de l'école*. Créteil : CRDP.
- Maring, G.H., Wiseman, B.J. & Myers, K.S. (1997). Using the WWW to build learning communities : writing for genuine purpose. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 41 (3), 196-207.
- Markel, M. (1994). Behaviors, attitudes, and outcomes : A study of word processing and writing quality among experienced word-processing students. *Computers and Composition*, 11 (1), 49-58.
- Marshall, A.D. & Hurley, S. (1996). The design, development and evaluation of hypermedia courseware for the World Wide Web. *Multimedia Tools and Applications*, 3 (1), 5-31.
- Martel, A. (1998). L'apprentissage du français sur Internet. *ASDIFLE, Multimédia et français langue étrangère (actes des 19^e et 20^e rencontres)*. *Les Cahiers de l'ASDIFLE*, 9, 125-149.
- Martindale, M.J. (1993). Mental models and text schemas : why computer based tutorials should be considered a communication medium. *Journal of Computer-Based Instruction*, 20, 107-112.
- Martinez-Lage, A. (1997). Hypermedia technology for teaching reading. In M. Busch & R. Terry (Eds.), *Technology enhanced language learning* (pp. 121-163). Lincolnwood, IL : National Textbook Company.
- Marton, P. (1992). *Vers une image pédagogique efficace*. Rassegna di pedagogia. Pisa, Italia : Gardini editori.
- Matheson, K. & Zanna, M.P. (1989). Persuasion as a function of self-awareness in computer-mediated communication. *Social Behavior*, 4, 99-111.
- Matthew, K.I. (1997). A comparison of the influence of interactive CD-ROM storybooks and traditional print storybooks on reading comprehension. *Journal of Research on Computing in Education*, 29 (3), 263-275.
- Matthew, K.I. (1996). The promise and potential of CD-ROM books. In B. Robin, J.D. Price, J. Willis & D.A. Willis (Eds.), *Proceedings of SITE 96, Seventh International Conference of the Society for Information Technology and Teacher Education* (pp.116-119). Phoenix, Arizona, March 13-16, 1996.
- Maule, W. (1993). The network classroom. *Interpersonal Computing and Technology*, 1 (1), 22-39.
- Mayer, R.E. (1989). Systematic thinking fostered by illustrations in scientific text. *Journal of Educational Psychology*, 81, 240-246.
- Mayer, R.E. (1992a). Cognition and instruction : Their historic meeting within educational psychology. *Journal of Educational Psychology*, 84 (4), 405-412.
- Mayer, R.E. (1992b). Guiding student's cognitive processing of scientific information in text. In M. Pressley, K.R. Harris & J.T. Guthrie (Eds.), *Promoting academic competency and literacy in school* (pp. 243-258). San Diego, CA : Academic Press.
- Mayer, R.E. (1997). Multimedia learning : Are we asking the right questions ? *Educational Psychologist*, 32 (1), 1-19.
- Mayer, R.E. & Anderson, R.B. (1991). Animations need narrations : an experimental test of dual-coding hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, 83, 484-490.
- Mayer, R.E. & Anderson, R.B. (1992). The instructive animation : helping students build connections between words and pictures in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 84, 444-452.
- Mayer, R.E., Bove, W., Bryman, A., Mars, R. & Tapangco, L. (1996). When less is more : meaningful learning from visual summaries of science textbook lessons. *Journal of Educational Psychology*, 88 (1), 64-73.
- Mayer, R.E. & Gallini, J. (1990). When is a picture worth ten thousand words ? *Journal of Educational Psychology*, 82, 715-727.
- Mayer, R.E. & Moreno, R. (1998). A split-attention effect in multimedia learning : evidence for dual processing systems in working memory. *Journal of Educational Psychology*, 90 (2), 312-320.

- Mayer, R.E. & Sims, V.K. (1994). For whom is a picture worth a thousand words ? Extensions of a dual-coding theory of multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 86 (3), 389-401.
- Mayer, R.E., Steinhoff, K., Bower, G. & Mars, R. (1995). A generative theory of textbook design : using annotated illustrations to foster meaningful learning of science text. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 43 (1), 31-44.
- Mayes, T. (1993). Hypermédias et outils cognitifs. In G.-L. Baron, J. Baudé & B. de La Passardière (Éds.), *Hypermédias et apprentissages*, 2 (pp. 39-47). Paris : INRP.
- Mayes, T., Kibby, M. & Anderson, T. (1990). Learning about learning from hypertext. In D.H. Jonassen & H. Mandl (Eds.), *Designing hypermedia for learning* (pp. 227-250). New York, NY : Springer-Verlag.
- McAleese, R. (1998). The knowledge arena as an extension of the concept map : reflection in action. *Interactive Learning Environments*, 6 (3), 251-272.
- McAleese, R. (1999). Concept mapping. A critical review. En ligne : <http://www.icbl.hw.ac.uk/~ray>.
- McClellan, H. (1996). *Situated learning perspectives*. Engelwood Cliffs, NJ : Educational Technology Publications.
- McCullough, C.S. (1995). Using computer technology to monitor student progress and remediate reading problems. *School Psychology Review*, 24 (3), 426-439.
- McDonald, C. (1993). *Learner-controlled lesson in cooperative learning groups during computer-based instruction*. Ph.D. Dissertation : University of Minnesota.
- McDonald, S. & Stevenson, R.J. (1996). Disorientation in hypertext : the effects of three text structures on navigation performance. *Applied Ergonomics*, 27 (1), 61-68.
- McDonald, S. & Stevenson, R.J. (1998). Navigation in hyperspace : an evaluation of the effects of navigational tools and subject matter expertise on browsing and information retrieval in hypertext. *Interacting with Computers*, 10 (2), 129-142.
- McDonald, S. & Stevenson, R.J. (1999). Spatial versus conceptual maps as learning tools in hypertext. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 8 (1), 43-64.
- McGilly, K. (Ed.) (1994). *Classrooms lessons : integrating cognitive theory and classroom practice*. Cambridge, MA : The MIT Press.
- McGregor, J.H. (1994). Information seeking and use : Student's thinking and their mental model. *Journal of Youth Services in Libraries*, 8 (1), 69-76.
- McGuire, E.G. (1996). Knowledge representation and construction in hypermedia environments. *Telematics and Informatics*, 13 (4), 251-260.
- McGuire, T.W., Kiesler, S. & Siegel, J. (1987). Group and computer-mediated discussion effects in risk decision making. *Journal of Personality and Social Psychology*, 52 (5), 917-930.
- McKay, E. (1999). An investigation of text-based instructional materials enhanced with graphics. *Educational Psychology*, 19 (3), 323-330.
- McKenna M.C. (1998). Electronic texts and the transformation of the beginning reading. In D. Reinking, M.C. McKenna, L.D. Labbo & R.D. Kieffer (Eds.), *Handbook of literacy and technology. Transformations in a post-typographic world* (pp. 45-78). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum.
- McKenna, M.C. & Watkins, J. (1996). *Using talking books with beginning readers*. 41st International Reading Association Annual Convention, New Orleans, LA.
- McKenna, M.C., Reinking, D. & Labbo, L.D. (1998). Using talking books with reading-disabled students. *Reading and Writing Quarterly*, 13, 185-190.
- McKnight, C. (1996). What makes a good hypertext ? In H. van Oostendorp & S. de Mul (Eds.), *Cognitive aspects of electronic text processing*. Norwood, NJ : Ablex Publishing Corporation.
- McKnight, C., Dillon, A. & Richardson, J. (1990). A comparison of linear and hypertext formats in information retrieval. In R. McAleese & C. Green (Eds.), *Hypertext : State of the Art* (pp. 10-19). Oxford, England : Intellect Ltd.
- McKnight, C., Dillon, A. & Richardson, J. (1991). *Hypertext in context*. Cambridge, MA : Cambridge University Press.
- McKnight, C., Dillon, A. & Richardson, J. (Eds.) (1993). *Hypertext : A psychological perspective*. Chichester, England : Ellis Horwood.

- McKutchen, D., Francis, M. & Kerr, S. (1997). Revising for meaning : Effect of knowledge and strategy. *Journal of Educational Psychology*, 89 (4), 667-676.
- McLellan, H. (1996). Virtual realities. In D. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology* (pp. 457-487). Boston, MA : Kluwer-Nijhoff Publishing.
- McNaughton, D., Hughes, C. & Ofiesh, N. (1997). Proofreading for students with learning disabilities : integrating computer and strategy use. *Learning Disabilities Research & Practice*, 12 (1), 16-28.
- Means, B. & Coleman, E. (*à paraître*). Technology supports for student participation in science investigations. In M. Jacobson & R. Kozma (Eds.), *Innovations in science and mathematics education : advanced designs for technologies of learning*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Medcalf, J. (1989). Comparison of peer tutored remedial reading using the pause prompt and praise procedure with an individualised tape-assisted reading programme. *Educational Psychology*, 9 (3), 253-261.
- Merlet, S. (1998). *Charge cognitive et traitement de documents complexes dans l'apprentissage d'une langue étrangère*. Thèse de doctorat en psychologie cognitive soutenue à l'Université de Poitiers (non publiée).
- Merlet, S. (1998). Niveaux de traitement et intégration des informations multimédias. L'exemple de la compréhension orale en langue étrangère. In A. Tricot & J.-F. Rouet (Éds.), *Les hypermédias, Approches cognitives et ergonomiques* (pp. 141-156). Paris : Hermès.
- Mesnager, J. (1995). Entraînement à la lecture sur ordinateurs : les logiciels spécialisés. *Cari-Info*, 74, 16-19.
- Messing, J. (1996). Multimedia, hypermedia and the Internet : Educational technologies for the twenty-first century. *Australian Library Review*, 13 (1), 11-17.
- Meyer, N.J. (1994). Hypertext and its role in reading. *Journal of Youth Services in Libraries*, 7, 133-139.
- Meyer, R.E. & Moreno, R. (1998). A split-attention effect in multimedia learning: evidence for dual processing systems in working memory. *Journal of Educational Psychology*, 90 (2), 312-320.
- Miller, J.L. (1994). Turning the computer into the children's machine *Interpersonal Computing and Technology*, 2 (1), 69-75.
- Millet, J.-F. & Tissier, C. (1997). Créer des hypertextes avec les élèves. In J. Crinon & C. Gautellier (Éds.), *Apprendre avec le multimédia, où en est-on ?* (pp. 99-106). Paris : Retz.
- Mills, S. & De Araujo, M. (1999). Learning through virtual reality : a preliminary investigation. *Interacting with Computers*, 11, 453-462.
- Ministère de l'Éducation nationale (1992). *La maîtrise de la langue à l'école*. Paris : CNDP.
- Ministère de l'Éducation nationale (1995). *Programme de l'école primaire*. Paris : CNDP.
- Misanchuk, R.R. & Schwier, R.A. (1992). Representation interactive multimedia and hypermedia audit trails. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 1 (3), 355-372.
- Mishra, P., Spiro, R.J. & Feltovich, P.J. (1996). Technology, representation, and cognition : the prefiguring of knowledge in cognitive flexibility hypertexts. In H. van Oostendorp & S. de Mul (Eds.), *Cognitive aspects of electronic text processing* (pp. 287-305). Norwood, NJ : Ablex Publishing Corporation.
- Modard, D. (1991). *Interaction et entraînement à la construction du discours écrit en français langue maternelle et en français langue étrangère. L'apport des nouveaux outils logiciels à l'innovation pédagogique*. Thèse pour le doctorat nouveau régime non publiée, soutenue à l'Université de Rouen, département des Sciences du Langage et de la Communication.
- Mohageg, M.H. (1992). The influence of hypertext linking structures on the efficiency of information retrieval. *Human Factors*, 34 (3), 351-367.
- Moller, L. (1998). Designing communities of learners for asynchronous distance education. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 46 (4), 7-22.
- Montague, M. (1990). Computers and writing process instruction. *Computers in the Schools*, 7 (3), 5-20.
- Montangero, J. (1998). Le point de vue génétique ou diachronique chez Piaget, chez l'enfant et dans la psychologie du développement actuelle. *Bulletin de Psychologie*, 51, 3 (435), 287-293.
- Monteil, J.-M. (1993). *Soi et le contexte*. Paris : Armand Colin.

- Monteil, J.-M. (1998). Contexte social et performances scolaires : vers une théorie du feedback de comparaison sociale. In J.-L. Beauvois (Éd.), *Vingt ans de psychologie sociale expérimentale francophone*. Grenoble : PUG.
- Moore, T. (1995). Active use of hypertext to aid learning and classroom instruction. *SIGCSE Bulletin*, 27, 297-301.
- Moreira, A. (1991). Didactique et hypermédias en situation de résolution de problèmes : principes de conception des didacticiels hypermédias. In B. de La Passardière & G.-L. Baron (Éds.), *Hypermédias et apprentissages* (pp. 37-44). Paris : INRP.
- Moseley, D.V. (1992). Visual and linguistic determinants of reading fluency in dyslexics : A classroom study with speaking computers. In R. Groner, P. Kaufmann-Hayoz & S.F. Wright (Eds.), *Reading and reading disorders : International perspectives*. Amsterdam : Elsevier.
- Moursund, D. & Bielefeldt, T. (1999). *Will new teachers be prepared to teach in a digital age ? A national survey on information technology in teacher education*. Milken Family Foundation. En ligne : <http://www.Milkenexchange.org/>.
- Mousavi, S.Y., Low, R. & Sweller, J. (1995). Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes. *Journal of Educational Psychology*, 87, 319-334.
- Moxley, R.A., Warash, B., Coffman, G., Brinton, K. & Concannon, K.R. (1997). Writing development using computers in a class of three-year-old. *Journal of Computing in Childhood Education*, 8 (2/3), 133-164.
- Mühlhäuser, M. (1995). *Cooperative computer-aided authoring and learning : a system approach*. Boston, MA : Dordrecht Kluwer.
- Muhlstein-Joliette, C. & Guyot-Clément, C. (1998). Présentation du CD-ROM LTV Français. *ASDIFLE, Multimédia et français langue étrangère (actes des 19^e et 20^e rencontres)*. *Les Cahiers de l'ASDIFLE*, 9, 69-78.
- Munn, P. (1994). The early development of literacy and numeracy skills. *European Early Childhood Education Research Journal*, 2 (1), 5-18.
- Myers, J.L. (1990). Causal relatedness and text comprehension. In D.A. Balota, G.F. d'Arcais & K. Rayner (Eds.), *Comprehension processes in reading* (pp. 361-375). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Myles-Worsley, M., Johnston, W.A. & Simons, M.A. (1988). The influence of expertise on X-Ray image processing. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory and Cognition*, 14 (3), 553-557.
- Nahl, D. (1998). Learning the Internet and the structure of information behavior. *Journal of the American Society for Information Science*, 49 (11), 1017-1023.
- Naidu, S. (1995). Definitions of instructional control in learning environments. *AJET*, 11 (1), 12-19.
- Najjar, L.J. (1998). Principles of educational multimedia user interface design. *Human Factors*, 40 (2), 311-323.
- Nakhimovsky, A. (1997). A multimedia authoring for language instruction. *Journal of Educational Computing Research*, 17 (3), 263-276.
- Nanard, J. & Nanard, M. (1995). *Hypertext design environments and the hypertext design process*. Special issue : *Designing hypermedia applications*. *ACM*, 38 (8), 49-56.
- Nanard, J. & Nanard, M. (1998). La conception d'hypermédias. In A. Tricot & J.-F. Rouet (Éds.), *Les hypermédias, approches cognitives et ergonomiques* (pp. 15-34). Paris : Hermès.
- Nanard, M. (1994). L'apport des travaux de recherche dans les hypertextes aux techniques éducatives. In É. Bruillard. & al. (Éds), *Actes du séminaire Hypermédias, éducation et formation* (pp. 7-33). IUFM de Créteil, MASI Université de Paris VI et INRP.
- Nanard, M. (1995). Les hypertextes : au-delà des liens, la connaissance. *Sciences et techniques éducatives*, 2 (1), 31-59.
- Nardi, B.A. (1996). Studying context : a comparaison of activity theory, situated action moels, and distributed cognition. In B.A. Nardi (Ed.), *Context and consciousness : activity theory and human-computer interaction*. (pp. 161-184). Cambridge, MA : MIT Press.
- Nardi, B.A. (Ed.) (1996). *Context and consciousness: activity theory and human-computer interaction*. Cambridge, MA : MIT Press.
- Nastasi, B.K. & Clements, D.H. (1993). Motivational and social outcomes of cooperative computer education environments. *Journal of Computing in Childhood Education*, 4 (1), 15-43.

- Nelson, A. & Harvey, F.A. (1995). Using Hypermedia for Management Training. *Journal of Instruction Delivery Systems*, 9 (1), 30-36.
- Nelson, T. (1965). A file structure for the complex, the changing and the indeterminate. Proceedings of the 20th ACM National Conference (pp. 84-100). ACM Press.
- Nelson, T. (1970). No more teachers' dirty looks. *Computer Decisions*, Sept., 16-23.
- Neuwirth, C. M. & Wojahn, P. G. (1996). Learning to write : Computer support for a cooperative process. In T. Koschmann (Ed.), *CSCL, Theory and Practice* (pp. 147-170). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Neville, M.H. (1968). Effects of oral and echoic responses in beginning reading. *Journal of Educational Psychology*, 59, 362-369.
- Neville, M.H. (1975). Effectiveness of rate of aural message on reading and listening. *Educational Research*, 18 (1), 37-43.
- Newby, T.J., Stepich, D.A., Lehman, J.D. & Russel, J.D. (1996). *Instructional technology for teaching and learning*. Englewood Cliffs, NJ : Merrill.
- Newell, A. & Simon, H.A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall.
- Ng, E. & Bereiter, C. (1991). Three levels of goal orientation in learning. *The Journal of the Learning Sciences*, 1, 243-271.
- Nicaise, M. & Crane, M. (1999). Knowledge constructing through hypermedia authoring. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 47 (1), 29-50.
- Nichols, L. (1996). Pencil and paper versus word processing : A comparative study of creative writing in the elementary school. *Journal of Research on Computing in Education*, 29 (2), 159-166.
- Nicolet, M., Genevay, E. & Gervais, P. (1992). *Ordinateur et révision de texte*. Lausanne : Centre Vaudois de Recherches Pédagogiques.
- Niederhauser, D.S., Salem, D.J. & Fields, M. (1999). Exploring teaching, learning and instructional reform in an introductory technology course. *Journal of Technology and Teacher Education*, 7 (2), 153-172.
- Nielsen, J. (1989). The matters that really matter for hypertext usability. In *Proceedings of the ACM conference on hypertext. Hypertext'89* (pp. 239-248). New York, NY : ACM.
- Nielsen, J. (1990). *Hypertext and hypermedia*. Boston : Academic Press.
- Nigay, L. (1994). Hypertext and hypermedia related issues at CHI'94. *SIGLINK*, 3 (2), 17-19.
- Noordman, L.G.M. & Vonk, W. (1998). Memory-based processing in understanding causal information. *Discourse Processes*, 26 (2/3), 191-212.
- Norman, D.A. (1993). *Things that make us smart. Defending human attributes in the age of the machine*. New York, NY : Addison-Wesley.
- Norman, G.R, Brooks, L., Coblenz, C.L. & Babcook, C.J. (1992). The correlation of feature identification and category judgements in diagnostic radiology. *Memory & Cognition*, 20 (4), 344-355.
- Norman, K. (1997). *Teaching in the witched on classroom : An introduction to electronic education and HyperCourseware*. College Park : University of Maryland, MD. En ligne : <http://lap.umd.edu/SOCsochome.html>.
- Norman, K. & Carter, L.E. (1994). An evaluation of the electronic classroom : the AT&T teaching theatre at the University of Maryland. *Interpersonal Computing and Technology*, 3 (1), 67-81.
- Normark, K. & Osterbye, K. (1995). Rich hypertext : a foundation for improved interaction techniques. *International Journal of Human-Computer Studies*, 43 (3), 301-321.
- Northrup, P.T. (1995). Concurrent formative evaluation : guidelines and implications for multimedia designers. *Educational Technology*, 11, 24-31.
- Nuldén, U. (1999). Interactive multimedia and problem based learning : Experiencing project failure. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 8 (2), 189-216.
- Nunberg, G. (1993). The places of books in the age of electronic reproduction. *Representations*, 42, 13-37.
- Oatley, K. (1990). Distributed cognition. In H. Eysenck, A. Ellis, E. Hunt & P. Johnson-Laird (Eds.), *The Blackwell dictionary of cognitive psychology* (pp. 102-107). Oxford : Blackwell reference.
- Observatoire national de la Lecture (1997). *Lecture, informatique et nouveaux médias*. Paris : Ministère de l'Éducation nationale.

- Okada, T. & Simon, H.A. (1997). Collaborative discovery in a scientific domain. *Cognitive Science*, 21 (2), 109-146.
- Okolo, C.M. & Ferreti, R.R. (1996). The impact of multimedia design projects on the knowledge, attitudes, and collaboration of students inclusive classrooms. *Journal of Computing in Childhood Education*, 7 (3/4), 223-251.
- Olofsson, A. (1992). Synthetic speech and computer aided reading for reading disabled children. *Reading and Writing : An Interdisciplinary Journal*, 4 (2), 165-178.
- Olson, R.K. & Wise, B. (1992). Reading on the computer with orthographic and speech feedback. *Reading and Writing : An Interdisciplinary Journal*, 4, 107-144.
- Olson R.K., Wise B., Ring J. & Johnson M. (1997). Computer-based remedial training in phoneme awareness and phonological decoding : Effects on the posttraining development of word recognition. *Scientific Studies of Reading*, 1 (3), 235-253.
- Oren, T., Salomon, G., Kreitman K. & Don, A. (1990). Guides characterising the interface. In B. Laurel (Ed.), *The art of HCI design*, (pp. 367-382). Reading, MA : Addison Wesley.
- Oriol-Boyer, C. (Éd.) (1992). *Lis tes ratures. Texte en Main*, 10-11.
- Orivel, F. & Gonon, M. (2000). Les usages de la micro-informatique et d'Internet dans les écoles primaires francophones. *Éducation et formations*, 56, 85-92.
- Oshima, J., Bereiter, C. & Scardamalia, M. (1995). Information : access characteristics for high conceptual progress in a computer-networked learning environment Proceedings of *Conference on Computer-Supported Collaborative Learning*, CSCL'95. En ligne : <http://www-cscl95.indiana.edu/cscl95/oshima.html>.
- Osman, M.E. & Hannafin, M.J. (1992). Metacognitive research and theory : critical analysis and implications for instructional design. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 40 (2), 83-99.
- Oudart, P. (Éd.) (1997). *Multimédia, réseaux et formation*. Numéro spécial du *Français dans le Monde, Recherches et applications*. Paris, Hachette EDICEF.
- Oury, F. & Vasquez, A. (1971). *Vers une pédagogie institutionnelle*. Paris : François Maspéro.
- Owston, R.D. (1997). The World Wide Web : A Technology to enhance teaching and learning ? *Educational Researcher*, 26 (2), 27-33.
- Owston, R.D., Murphy, S. & Wideman, H.H. (1992). The effect of word processing on student writing quality and revision strategies. *Research in the Teaching of English*, 26 (3), 249-276.
- Owston, R.D. & Wideman, H.H. (1997). Word processors and children's writing in a high-computer-access setting. *Journal of Research on Computing in Education*, 30 (2), 202-220.
- Oyen, A. S. & Bebko, J. M. (1996). The effects of computer games and lesson contexts on children's mnemonic. *Journal of Experimental Child Psychology*, 62 (2), 173-189.
- Paivio, A. (1971). *Imagery and verbal processes*. New York, NY : Holt, Rinehart & Winston.
- Paivio, A. (1986). *Mental representations : A dual coding approach*. Oxford England : Oxford University Press.
- Palincsar, A.S. & Brown, A.L. (1984). Reciprocal Teaching of comprehension fostering and comprehension monitoring activities. *Cognition and Instruction*, 1(2), 117-175.
- Paolucci, R. (1996). The effects of cognitive style and knowledge structure on performance using a hypermedia learning system. *DAI* 57, 5124A.
- Papa, F., Perugini, M.S. & Spedaletti, S. (1998). Psychological factors in virtual classroom situations : a pilot study for a model of learning through technology real devices. *Behaviour and Information Technology*, 17 (4), 187-194.
- Papert, S. (1981). *Jaillissement de l'esprit*. Paris : Flammarion.
- Papert, S. (1994). *L'enfant et la machine à connaître : repenser l'école à l'ère de l'ordinateur*. Paris : Dunod.
- Paquelin, D. (1996). Les cartes de concepts : outils pour les concepteurs et pour les utilisateurs d'hypermédiat éducatifs. In É. Bruillard, J.-M. Baldner & G.-L. Baron (Éds.), *Hypermédiat et apprentissages*, 3 (pp. 85-96). Paris : INRP.
- Park, I. & Hannafin, M.J. (1993). Empirically based guidelines for the design of interactive multimedia. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 41 (3), 63-85.
- Park, O. (1998). Visual displays and contextual presentations in computer-based instruction. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 46 (3), 37-50.

- Park, O. & Gittelman, S.S. (1995). Dynamic characteristics of mental models and dynamics visual display. *Instructional Science*, 23 (5/6), 303-320.
- Park, O. & Hopkins, R. (1993). Instructional conditions for using dynamic displays : a review. *Instructional Science*, 21, 427-449.
- Park, T.K. (1994). Toward a theory of user-based relevance : a call for a new paradigm of inquiry. *Journal of the American Society for Information Science*, 45 (3), 135-141.
- Parkes, A.P. (1994). A study of problem-solving activities in a hypermedia representation. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 3 (2), 197- 223.
- Paul, C. (1996). Hyper-territory : Remapping conceptions of literacy. In B. Robin & al. (Eds.), *Proceedings of SITE 96 : Seventh International Conference of the Society for Information Technology and Teacher Education*. Charlottesville, VA : AAC.
- Paul, T.D. (1996). Combining cybernetic theory and information technology to improve literacy instruction and motivation through feedback enhancement : A study of 2500 Texas schools. In *Literacy and Technology for the 21st Century*, conference. Atlanta, GA : National Reading Research Center.
- Paul, T.D. & Topping, K.J. (1996). Computer assisted assessment of reading practice : Variation according to age, reading ability, state, school size and school type. In *Literacy and Technology for the 21st Century*, conference. Atlanta, GA : National Reading Research Center.
- Pazzaglia, F. & Cornoldi, C. (1999). The role of distinct components of visuo-spatial working memory in the processing of texts. *Memory*, 7, 19-41.
- Pazzani, M. (1991). A computational theory of learning causal relationships. *Cognitive Science*, 15, 401-424.
- Pea, R.D. (1993). Practices of distributed intelligence and designs for education. In G. Salomon (Ed.), *Distributed cognitions. Psychological and educational considerations* (pp. 47-87). Cambridge, MA : Cambridge University Press.
- Pea, R.D. (1994). Seeing what we built together : distributed multimedia learning environments for transformative communications. *Journal of the Learning Sciences*, 3 (3), 285-299.
- Pea, R.D., Tinker, R., Linn, M. Means, B., Bransford, J., Roschelle, J., Hsi, S., Brophy, S. & Songer, N. (1999). Toward a learning technologies knowledge network. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 47 (2), 19-38.
- Peckham, I. (1996). If it ain't broke, why fix it ? : Disruptive and constructive computer-mediated response group practices. *Computers and Composition*, 13 (3), 327-339.
- Pelissolo, J.C. (1994). L'interactivité aux États-Unis. *Futuribles*, 191, 37-54.
- Penloup, M.-C. (1999). *L'écriture extrascolaire des collégiens*. Paris : ESF.
- Penso, R.A. (1989). No more scribbles and hieroglyphics : Computer composition with beginners and slow learners. *Computing Teacher*, 16 (5), 19-22.
- Perelman, L.J. (1992). *Living in the gap between old and new: managing transition*. Papert presented at the Technology in Education Conference, Steamboat Springs, CO.
- Perfetti, C.A., Britt, M.A. & Georgi, M.C. (1995). *Text-based learning and reasoning: studies in history*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum.
- Perkins, D. & Simmons, R. (1988). Patterns of misunderstanding: an integrative model of science, math, and programming. *Review of Educational Research*, 58, 303-326.
- Perkins, D. (1991). Technology meets constructivism : Do they make a marriage ? *Educational Technology*, 31, 18-23.
- Perkins, R.F. (1995). Using hypermedia programs to administer tests : Effects on anxiety and performance. *Journal of Research on Computing in Education*, 28, 209-220.
- Perrig, W. & Kintsch, W. (1985). Propositional and situational representations of text. *Journal of Memory and Language*, 24, 503-518.
- Petitgirard, J.-Y. (1999). *Le traitement de l'anglais oral dans un environnement informatique interactif multimédia*. Thèse soutenue le 14 janvier 1999 à Chambéry : Université de Savoie.
- Petitot, G. & Roche, R. (1993). Utilisation d'outils multimédias à l'école élémentaire. In G.-L. Baron, J. Baudé & B. de La Passardière (Éds.), *Hypermédiats et apprentissages*, 2 (pp. 93-106). Paris : INRP.
- Pettersson, R. (1994). Learning in the Information age. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 42 (1), 91-96.

- Peyronie, H. (1994). Célestin Freinet. In J. Houssaye (Éd.), *Quinze pédagogues* (pp. 212-226). Paris : Armand Colin.
- Pezdek, K. & Hartman, S. (1983). Children's television viewing-attention and comprehension of auditory versus visual information. *Child Development*, 54, 1015-1023.
- Philips, D. (1995). The good, the bad, and the ugly : the many faces of constructivism. *Educational Researcher*, 14, 11-17.
- Phillips, R.J. & Pead, D. (1994). Multimedia resources in the mathematics classrooms. *Journal of Computer Assisted Learning*, 10 (4), 216-228.
- Piaget, J. (1973). *To understand is to invent : the future of education*. New York, NY : Grossman Publishers.
- Piaget, J. (1977). *The development of thought : equilibration of cognitive structures*. New York, NY : Viking.
- Piazza, C. & Riggs, S. (1984). An invitation to play. *Early Childhood Development and Care*, 17, 63-76.
- Piolat, A. (1991). Effect of word processing on text revision. *Language and Education*, 4, 255-272.
- Piolat, A. & Blaye, A. (1993). Effects of word processing and writing aids on revision processes. In M. Carretero, M. Rope, R. Simons & J.I. Pozo (Eds.), *Learning and Instruction. European research in an international context*, 3 (pp. 379-399). Oxford : Pergamon Press.
- Piolat, A., Isnard, N. & Della Valle, V. (1993). Traitement de texte et stratégies rédactionnelles. *Le Travail humain*, 56 (1), 79-99.
- Piolat, A. & Roussey, J.-Y. (1990). Écrit-on mieux avec un ordinateur ? *Journal des Psychologues*, 86, 40-43.
- Piolat, A. & Roussey, J.-Y. (1992a). À propos de l'expression " Stratégie de révision de texte " en Psychologie Cognitive, *TEM*, 10/11, 51-64.
- Piolat, A. & Roussey, J.-Y. (1992b). Rédaction de texte. Éléments de psychologie cognitive. *Langages*, 106, 106-125.
- Piolat, A. & Roussey, J.-Y. (1994). Environnements d'apprentissage informatisés et réécriture de textes. *Repères*, 10, 49-66.
- Piolat, A. & Roussey, J.-Y. (1995). Le traitement de texte : un environnement d'apprentissage encore à expérimenter. *Repères*, 11, 87-102.
- Piolat, A., Roussey, J.-Y. & Thunin, O. (1997). Effect of screen presentation on text reading and revising. *International Journal of Human-Computer Studies*, 47, 565-589.
- Pitts, J.M. (1995). Mental models of information. In B.J. Morris (Ed.), *School Library Media Annual* (pp. 187-200). Englewood, CO : Libraries Unlimited.
- Plane, S. (1994). Ordinateur et travail de réécriture. *Le Français aujourd'hui*, 108, 50-59.
- Plane, S. (1995). De l'outil informatique d'écriture aux outils d'apprentissage : une réflexion didactique à développer et des recherches à poursuivre. *Repères*, 11, 3-14.
- Plane, S. (1995). Pratiques sociales expertes et dispositifs didactiques d'écriture sur traitement de texte. *Repères*, 11, 103-1123.
- Plane, S. (1996a). Écriture, réécriture et traitement de texte. In J. David & S. Plane (Éds.), *L'apprentissage de l'écriture de l'école au collège* (pp.37-77). Paris : Presses Universitaires de France.
- Plane, S. (1996b). Le traitement de texte pour apprendre à réécrire. In Groupe Éva, *De l'évaluation à la réécriture* (pp.157-183). Paris : Hachette.
- Plane, S. (1997). Le traitement de texte : un instrument qui fige la réécriture ou qui la rend plus souple ? In M. Marquillo-Larruy (Éd.), *Écriture et textes d'aujourd'hui* (pp.181-201). Cahiers du Français Contemporain, 4, 181-201. Sèvres : ENS Éditions.
- Plane, S. (Éd.) (1995). Écriture et traitement de texte. *Repères*, 11.
- Platteaux, H. & Rickenmann, R. (1998). Dimension graphique et aspects cognitifs de la table des matières dans le livre imprimé et le livre électronique. *Sciences et Techniques Educatives*, 5 (3), 221-243.
- Plumb, C., Butterfield, E.C., Hacker, D. J. & Dunlosky, J. (1994). Error correction in text. Testing the processing deficit and knowledge deficit hypotheses. *Reading and Writing : An interdisciplinary Journal*, 6, 347-360.
- Poinssac, B. (1998). *Internet, l'école buissonnière*. Paris : Magnard-Vuibert.

- Poole, D.M. (2000). An Email activity : preservice teachers' perceptions of authenticity. *Journal of Technology and Teacher Education*, 8 (1), 13-28.
- Postmes, T., Spears, R. & Lea, M. (1998). Breaching or building social boundaries ? SIDE-Effects of computer-Mediated Communication. *Communication Research*, 25, 689-715.
- Pothier, M. (1998a). CAMILLE : un CD-ROM interactif de français des affaires. *ASDIFLE, Multimédia et français langue étrangère (actes des 19^e et 20^e rencontres). Les Cahiers de l'ASDIFLE*, 9, 61-63.
- Pothier, M. (1998b). Didactique des langues et environnements hypermédias : quelles tâches pour optimiser l'apprentissage autonome ? In T. Chanier & M. Pothier (Éds.), *Hypermédia et apprentissage des langues. Études de linguistique appliquée*, 110 (pp. 147-158). Paris : Didier.
- Pothier, M. (à paraître). Les représentations des enseignants confrontées à celles des apprenants : de l'expérimentation d'un logiciel à la conception argumentée d'un autre produit. In R. Bouchard & F. Mangenot (Éds), *Interaction, interactivité et multimédia. Cinquième journée NEQ (Notions en questions en didactique des langues)*. ENS de Fontenay-Saint-Cloud.
- Potter, F. (1990). Écriture et micro-informatique. In J. Fijalkow (Éd.), *Décrire l'écriture*. Toulouse : Presses Universitaires du Mirail.
- Pouder, M.-C. (1995). L'écriture sur ordinateur et ses représentations chez des élèves de CM2 en atelier informatique. *Repères*, 11, 73-86.
- Pouder, M.-C., Plane, S. & David, J. (1996). Thèmes et variations ou le travail de l'oral vers l'écrit. Écriture sur ordinateur et interactivité. *Les Sciences de l'éducation pour l'ère nouvelle*, 5, 87-99.
- Pouder, M.-C., Temporal, N. & Zwoboda-Rosel, J. (1990). Propos d'ordinateur. In B. Schneuwly (Éd.), *Diversifier l'enseignement du français écrit* (pp. 213-217). Neuchâtel : Delachaux et Niestlé.
- Pouts-Lajus, S. (1994). *Le traitement de texte*. Paris : CNDP.
- Pouts-Lajus, S. & Riché-Magné, M. (1998). *L'école à l'heure d'Internet : les enjeux du multimédia dans l'éducation*. Paris : Nathan.
- Poyer, F. (1998). Formats de présentation et complémentarité modale dans les logiciels éducatifs. *Sciences et Techniques éducatives*, 5 (3), 245-262.
- Prawat, R.S. & Floden, R.E. (1994). Philosophical perspectives on constructivist view of learning. *Educational Psychology*, 29, 37-48.
- Pudelko, B. & Legros, D.(2000, à paraître). J'écris, donc j'apprends ? Quelques considérations théoriques sur la conception de l'écriture comme moyen de construction des connaissances. *Cahiers pédagogiques*.
- Puimatto, G. (1995). *Multimédia, enseignement, formation, téléformation*. Paris : CNDP.
- Puimatto, G. (1998). *TICE : quel projet pour mon établissement ?* Paris : CNDP.
- Puntambekar, S., Nagel, K., Hubscher, R., Guzdial, M. & Kolodner, J. (1997). Intra-group and Intergroup : an exploration of learning with complementary collaboration Tools. In *Proceedings of the Computeer Supported Collaborative Learning Conference '97* (pp. 207-214).
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies*. Paris : Armand Colin.
- Rada, R. & Wang, W. (1998). Computer-Supported Collaborative Writing Phases. *Journal of Educational Technology Systems*, 26 (2), 137-149.
- Rana, A.R. & Bieber, M. (1997). Towards a collaborative hypermedia educational framework. In *Proceedings of the Thirtieth Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 610-619). Los Alamitos, CA : IEEE Computer Society Press.
- Rand, A. (1966). *Introduction to objectivist epistemology*. New York, NY : New American Library.
- Rasmussen, K.L. (1996). Learning styles and adult intellectual development : an investigation of their influence on learning. *DAI* 57 : 1489A.
- Ray Steg, R., Lazar, I. & Boyce, C. (1994). A cybernetic approach to early education. *Journal of Educational Computing Research*, 10 (1), 1-27.
- Reader, W. & Hammond, N. (1994). Computer-based tools to support learning from hypertext : concept mapping tools and beyond. *Computers Education*, 22 (1/2), 99-106.
- Recker, M.M. & Pirolli, P. (1995). Modelling individual differences in students' learning strategies. *Journal of the Learning Sciences*, 4 (1), 1-38.

- Recker, M.M. (1994). A methodology for analysing students' interactions with educational hypertext. *Educational Multimedia in Education, 1994*, 474-479.
- Reece, J.E. & Cummings, G. (1996). Evaluating speech-based composition methods : Planning, dictation, and the listening word processor. In C.M. Levy & S. Ransdell (Eds.), *The science of writing* (pp.361-380). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Reed, W.M. (1992). The effects of writing process-based, instruction and word processing on remedial and accelerated 11th graders. *Computers in Human Behavior, 8*, 71-95.
- Reed, W.M. (1995). Introduction to hypermedia as a knowledge construction system. *Computers in Human Behavior, 11*, 601-603.
- Reigeluth, C.N. (1999). *Instructional design theories and models : a new paradigm of instructional theory*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Reiman, P. & Spada, H. (Eds.) (1996). *Learning in Humans and Machines : Towards an Interdisciplinary Learning Science*. New York : Pergamon.**
- Reinhard, P., Hesse, F.W., Hron, A. & Picard, E. (1997). Manipulaable graphics for computer-supported problem solving. *Journal of Computer Assisted Learning, 13*, 148-162.
- Reinking, D. (1988). Computer-mediated text and comprehension differences : The role of reading time, reader preference and estimation of learning. *Reading Research Quarterly, 23*, 484-498.
- Reinking, D., McKenna, M., Labbo, L.D. & Kieffer, R.D. (Eds.) (1998). *Handbook of literacy and technology. Transformations in a post-typographical world*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Reinking, D. & Rickman, S.S. (1990). The effects of computer-mediated text on the vocabulary learning and comprehension of intermediate grade readers. *Journal of Reading Behavior, 12* (4), 395-411.
- Reinking, D. & Schreiner, R. (1985). The effects of computer-mediated text on measures of reading comprehension and reading behavior. *Reading Research Quarterly, 20*, 536-551.
- Reiser, R. & Dick, W. (1996). *Instructional planning : a guide for teachers*. Boston, MA : Allyn and Bacon.
- Reitsma, P. (1988). Reading practice for beginners : Effects of guided reading, reading-while-listening and independent reading with computer-based speech feedback. *Reading Research Quarterly, 23*, 219-235.
- Relan, A. & Smith, W.C. (1996). Learning from hypermedia : a study of situated versus endemic learning strategies. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 5* (1), 3-21.
- Renear, A. (1995). Understanding (hyper)media : Required readings. *Computers and the Humanities, 29*, 389-407.
- Renkl, A., Gruber H. & Mandl H. (1996). *Situated learning in instructional settings : from euphoria to feasibility*. Forschungsbericht nr 74 des Instituts für Pädagogische Psychologie und Empirische Pädagogik. Münschen : Ludwig-Maximilian-Universität.
- Repman, J. (1993). Collaborative, computer-based learning : Cognitive and affective outcomes. *Journal of Educational Computing Research, 9* (2), 149-163.
- Resnick, L. (1987). Learning in school and out. *Educational Resaercher, 16* (2), 13-20.
- Resnick, L. & Johnson, A. (1988). Intelligence machines for intelligent people : cognitive theory and the future of computer-assisted learning. In R. Nickerson & P. Zoghbiates (Eds.), *Technology in education : looking toward 2020* (pp. 139-168). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Resnick, L. & Klopfer, L.E. (Eds.) (1989). *Toward the thinking curriculum : current cognitive research*. Alexandria, VA : ASCD.
- Resnick, L., Levine, J. & Teasley, S. (1991). *Perspectives on socially shared cognition*. Washington, DC : American Educational Research Association.
- Resnick, M. (1996a). Beyond the centralised mindset. *Journal of the Learning Science, 5* (1), 1-22.
- Resnick, M. (1996b). Toward a practice of constructional design. In L. Schauble & R. Glaser (Eds.), *Innovations in learning: new environments for education* (pp. 161-174). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Resnick, M. (1998). Technologies for lifelong kindergarten. *Educational Technology Research and Development (ETR&D), 46* (4), 43-55.
- Resnick, M., Martin, F., Berg, R., Borovoy, R., Collela, V., Kramer, K. & Silverman, B. (1998). *Digital manipulative : New toys to think with*. *Proceedings of CHI 98* : ACM Press.

- Resnick, M. & Rusk, N. (1996). The computer clubhouse : Preparing for life in a digital world. *IBM Systems Journal*, 35 (3), 431-439.
- Retschitzki, J. & Guntner, J.C. (1996). *L'enfant et l'ordinateur*. Liège : Mardaga.
- Reusser, K. (1996). From cognitive modelling to the design of pedagogical tools. In S. Vosniadou, E. De Corte, R. Glaser & H. Mandl (Eds.), *International perspectives on the design of technology supported learning environments* (pp. 81-104). Mahwah, NJ : Laurence Erlbaum Associates.
- Reynolds, T.H. & Bonk, C.J. (1996). Facilitating College writers' revisions within a generative-evaluative computerised prompting framework. *Computers and Composition*, 13 (1), 93-108.
- Reynolds, T.H. & Bonk, C.J. (1997). Computerised prompting partners and keystroke recording devices : Two macro driven writing tools. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 44 (3), 83-97.
- Reynolds, T.J. & Lewis, C.R. (1997). The changing topography of computer access for composition students. *Computers and Composition*, 14 (2), 269-278.
- Rézeau, J. (1988). *De l'utilisation d'un progiciel professionnel en EAO des langues. Nouvelles technologies et apprentissage des langues. Le Français dans le Monde, Recherches et applications*, 44-58.
- Rézeau, J. (1996). *Un enseignement multimédia de l'anglais pour des étudiants en histoire de l'art*. DEA soutenu à Rennes 2. Consulté sur Internet en février 2000. En ligne : <http://www.uhb.fr/campus/joseph.rezeau/articles/dea/nota.htm>.
- Rézeau, J. (1999). Profils d'apprentissage et représentations dans l'apprentissage des langues en environnement multimédia.. *ALSIC*, 2 (1), 27-49. En ligne : <http://alsic.univ-fcomte.fr>.
- Rhéaume, J. (1991). Hypermédias et stratégies pédagogiques. In B. de La Passardière & G.-L. Baron (Éds.), *Hypermédias et apprentissages* (pp. 45-58). Paris : INRP.
- Rhéaume, J. (1993). L'enseignement des hypermédias pédagogiques. In G.-L. Baron, J. Baudé & B. de La Passardière (Éds.), *Hypermédias et apprentissages*, 2 (pp. 139-150). Paris : INRP.
- Rice, M. (1995). Issues surrounding the integration of technology into the K-12 classroom : notes from the field. *Interpersonal Computing and Technology Journal*, 3 (1), 67-81.
- Richard, J.-F. (1990). *Les activités mentales: comprendre, raisonner, trouver des solutions*. Paris : Armand Colin.
- Richey, R.C. (1997). Research on instructional development. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 45 (3), 91-100.
- Richey, R.C. (1998). The pursuit of useable knowledge in instructional technology. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 46 (4), 7-22.
- Richey, R.C. (2000). Reflexions on the state of Educational technology research and development : A response to Kozma. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 48 (1), 16-18.
- Richey, R.C. & Nelson, W.A. (1996). Developmental research. In D.H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology*. New York, NY : Mcmillan.
- Rieber, L.P. (1989). The effects of computer animated elaboration strategies and practice on factual and application learning in an elementary science lesson. *Journal of Educational Computing Research*, 5 (4), 431-444.
- Rieber, L.P. (1990a). Animation in computer-based instruction. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 38, 77-86.
- Rieber, L.P. (1990b). Using computer animated graphics in science instruction with children. *Journal of Educational Psychology*, 82 (1), 135-140.
- Rieber, L.P. & Hannafin, M. (1988). The effects of textual and animated oriented activities and practice on learning from computer-based instruction. *Computers in the Schools*, 5, 77-89.
- Rieber, L.P. & Parmley, M.W. (1995). To teach or not to teach ? Comparing the use of computer-based simulations in deductive versus inductive approaches to learning with adults in science. *Journal of Educational Computing Research*, 13 (4), 359-374.
- Riedling, A.M. (1999). Distance Education. The technology. What you need to know to succeed. An overview. *Educational technology review*, 11, 8-13.
- Riel, M. (1990). Computer-mediated communication : a tool for reconnecting kids with society. *Interactive Learning Environment*, 1 (4), 255-263.

- Riel, M. (1995). Cross-classroom collaboration in global learning circles. In S.L. Star (Ed.), *The cultures of computing* (pp. 219-242). London : Blackwell.
- Riel, M. (1996). Cross-classroom collaboration : Communication and education. In T. Koschmann (Ed.), *CSCL, Theory and Practice* (pp. 187-208). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Riley, R.W., Kunin, M.M., Smith, M.S. & Roberts, L.G. (1996). *Getting America's students ready for the 21st century: meeting the technology literacy challenge, A report to the nation on technology and education*. Washington, DC : US. Department of Education. En ligne : <http://www.ed.gov/Technology/Plan/NatTechPlan/title.html>.
- Rimmershaw, R. (1992). Collaborative writing practices and writing support technologies. *Instructional Science*, 21, 15-28.
- Rizzella, M.L. & O'Brien, E.J. (1996). Accessing global causes during reading. *Journal of Experimental Psychology*, 22, 1208-1218.
- Robertson, J. (1998). Paradise lost : Children multimedia and the myth of interactivity. *Journal of Computing Ass. Learning*, 14 (1), 31-39.
- Roblyer, M.D., Edwards, J. & Havriluk, M.A. (1997). *Integrating educational technology into teaching*. Merrill, Upper Saddle River, NJ.
- Rodari, G. (1979). *Grammaire de l'imagination*. Paris : Messidor.
- Romainville, M. & Donnay, J. (1987). Des micromondes pour apprendre la langue. *Enjeux*, 12, 109-122.
- Romiszowski, A. (1990). Hypertext/hypermedia solution, but what exactly is the problem ? In D.H. Jonassen & H. Mandl (Eds.), *Designing hypermedia for learning* (pp.331-354). New York, NY : Springer-Verlag.
- Roschelle, J. & Teasley, S.D. (1995). The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. In C.E. O'Malley (Ed.), *Computer Supported Collaborative Learning* (pp. 69-197). Berlin : Springer-Verlag.
- Rosen, L.D. & Weil, M. (1995). Computer availability, computer experience and technophobia among public school teachers. *Computers and Human Behavior*, 11, 9-31.
- Rosen, L.D. & Weil, M. (1995). Computer anxiety : Across-cultural comparison of university students in ten countries. *Computers in Human Behavior*, 11 (1), 45-64.
- Rosnay, J. de (1997). *L'homme symbiotique*. Paris : Seuil.
- Ross, S.M. & Morrison, G.R. (1996). Experimental research methods. In D. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology*. New York, NY : Macmillan.
- Roth, W.M. & Roychoudhury, A. (1993). The concept map as a tool for the collaborative construction of knowledge : a microanalysis of high school physics students. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 503-534.
- Roth, W.M. (1995). Affordances of computers in teacher-student interactions : The case of interactive physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 329-347.
- Rouet, J.-F. (1990). Interactive text processing by inexperienced (hyper-) readers. In A. Rizk, N. Streitz & J. André (Eds.), *Hypertexts : concepts, systems, and applications* (pp. 250-260). Cambridge, England : Cambridge University Press.
- Rouet, J.-F. (1990). Interactive text processus by inexperienced (hyper-) readers. In A. Rizk, N. Streitz & J. André (Eds.), *Hypertexts : concepts, systems and applications* (pp. 250-260). Cambridge, England : Cambridge University Press.
- Rouet, J.-F. (1991). *Learning to read a hypertext : a cognitive approach*. Poster presented at the Hypertxt'91 Conference. San Antonio, TX.
- Rouet, J.-F. (1992). Apprendre à lire un hypertexte : une étude expérimentale. *Cahiers de Linguistique sociale*, 21, 81-92.
- Rouet, J.-F. (1992). Cognitive processing of hyperdocuments : when does nonlinearity help ? In D. Lucarella, J. Nanard & P. Paolini (Eds.) *Proceedings of the 4th ACM Conference on Hypertext* (pp. 131-140). New York, NY : ACM Press.
- Rouet, J.-F. (1994). Naviguer sans se perdre : lecture et acquisition de connaissances à l'aide des hypertextes. *Enseignement public et Informatique*, 73, 97-107.
- Rouet, J.-F., Britt, M.A., Mason, R.A. & Perfetti, C.A. (1992). *The use of hypertext system to study and reason about historical documents*. Poster presented at ECHT'92, 4th ACM conference on hypertext. Milan, Italy.

- Rouet, J.-F. & Levonen, J.J. (1996). Studying and learning with hypertexts : empirical studies and their implications. In J.-F. Rouet, J.J. Levonen, A.P. Dillon, R. J. Spiro (Eds.), *Hypertexts and cognition* (pp. 9-23). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associate.
- Rouet, J.-F., Levonen, J.J., Dillon, A.P. & Spiro, R.J. (1996). Studying and learning with hypertet : Empirical studies and their application. In J.F. Rouet, J.J. Levonen, A. Dillon & R.J. Spiro (Eds.), *Hypertext and Cognition* (pp. 9-25). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Rouet, J.-F., Levonen, J.J., Dillon, A.P. & Spiro, R.J. (Eds.) (1996). *Hypertext and cognition*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Rouet, J.-F. & Passerault, J.-M. (1999). Analyzing learner-hypermedia interaction : An overview on online methods. *Instructional Science*, 27, 201-219.
- Rouet, J.-F. & Tricot, A. (1995). Recherche d'informations dans les systèmes hypertextes : des représentations de la tâche à un modèle de l'activité cognitive. *Sciences et techniques éducatives*, 2 (3), 307- 331.
- Rouet, J.-F. & Tricot, A. (1995). Recherche d'informations dans les systèmes hypertextes: des représentations de la tâche à un modèle de l'activité cognitive. *Sciences et techniques éducatives*, 2 (3), 307-331.
- Rouet, J.-F. & Tricot, A. (1998). Chercher de l'information dans un hypertexte : vers un modèle des processus cognitifs. In A. Tricot & J.-F. Rouet (Éds.), *Les hypermédias, approches cognitives et ergonomiques* (pp. 57-74). Paris : Hermès.
- Roussey, J.-Y., Farioli, F. & Piolat, A. (1992). Effects of social regulation and computer assistance on the monitoring of writing. *European Journal of Psychology of Education*, 7 (4), 295-309.
- Rowland, G. (1993). Designing and instructional design. educational. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 41(1), 79-91.
- Ruberg, L.F., Moore, D.M. & Taylor, C.D. (1996). Student participation, interaction, and regulation in a computer-mediated communication environment : a qualitative study. *Journal of Educational Computing Research*, 14 (3), 243-268.
- Rufino, A. (1981). *Les représentations du monde social et professionnel chez des enfants d'âge scolaire*. Thèse en Sciences de l'Éducation, Université de Lyon.
- Rufino, A. & Tricot, A. (1994). Les représentations professionnelles des collégiens et des lycéens. Étude préparatoire à la mise au point d'un logiciel d'autodocumentation assisté par ordinateur. *L'Orientation scolaire et professionnelle*, 23 (2), 215-231.
- Rufino, A. & Tricot, A. (1995). Présentation psychopédagogique du CD-ROM autodocumentation " CD Itinéraire ". *L'Orientation scolaire et professionnelle*, 24 (4), 463-480.
- Russell, G. (1997). Hypertextual dichotomies : the evolution of two hypertextual pedagogies in school education. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 6, 395-412.
- Russel, J.D. & Butcher, C. (1999). Using portfolios in educational courses. *Journal of Technology and Teacher Education*, 7 (4), 279-290.
- Ryan, K. (1994). Cooperative writing in a hypertext environment. In *Proceedings of The National Conference on Computers and Composition*. Nagoya, Japan.
- Ryder, R.J. & Graves, M.G. (1997). Using the Internet to enhance students' reading, writing, and information-gathering skills. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 40 (4), 244-254.
- Salomon, G. (1974). Internalization of filmic schematic operations in interaction with learner's aptitudes. *Journal of Educational Psychology*, 66, 499-511.
- Salomon, G. (1979). *Interaction of media, cognition and learning*. San Francisco, CA : Jossey Bass.
- Salomon, G. (1988). Artificial intelligence in reverse: computer tools that turn cognitive. *Journal of Educational Computing Research*, 4, 123-140.
- Salomon, G. (1993). *Distributed cognitions : psychological and educational considerations*. Cambridge, England : Cambridge University Press.
- Salomon, G. (1993). On the nature of computer cognitive tools : The case of the Writing Partner. In S.P. Lajoie & S.J. Derry (Eds.), *Computers as Cognitive Tools*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Salomon, G. (1994). *Interaction of media, cognition, and learning*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.

- Salomon, G. (1996). Studying novel learning environments as patterns of change. In S. Vosniadou, E. De Corte, R. Glaser & H. Mandl (Eds.), *International perspectives on the psychological foundations of technology-based learning environments* (pp. 363-377). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Salomon, G. (2000). *It's not just the tool, but the educational rationale that counts*. Invited keynote addressed at the 2000 Educational Media Meeting, Montréal, 28 juin 2000. En ligne : <http://www.conf/edmedia/00/page-footer.htm>.
- Salomon, G., Globerson, T. & Guterman, E. (1989). The computer as a zone of proximal development : Internalising reading-related metacognitions from a reading partner. *Journal of Educational Psychology*, 81 (4), 620-627.
- Salomon, G., Perkins, D.N. & Globerson, T. (1991). Partners in cognition : Extending human intelligence with intelligence technologies. *Educational Researcher*, 20 (3), 2-9.
- Sanchez Sola, A. (1998). *Socrates SIMULAB simulations*, Spring 1998, Evaluation Report. Consulté sur Internet (février 2000). En ligne : <http://oyt.oulu.fi/tsimulab/eval.html>.
- Sanne, S.M. (1994). The Implementation of grammar in a hypermedia system for language learning. *Computers & the Humanities*, 28, 291- 299.
- Savenye, W.C. & Robinson, R.S. (1996). Qualitative research issues and methods. In D.H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology* (pp. 1171-1195). New York, NY : McMillan.
- Savery, J. & Duffy, T.M. (1995). Problem based learning : An instructional model and its constructivist framework. In B.G. Wilson (Ed.), *Constructivist learning environments : case studies in instructional design* (pp. 135-148). Englewood Cliffs, NJ : Educational Technology Publications.
- Savolainen, R. (1993). The sense-making theory : Reviewing the interests of a user-centered approach to information seeking and use. *Information Processing & Management*, 29 (1), 13-28.
- Saye, J. (1997). Technology and educational empowerment : Students' perspectives. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 45 (2), 5-25.
- Scaife, M. & Rogers, Y. (1996). External Cognition : how do graphical representations work ? *International Journal of Human-Computer Studies*, 45, 185-213.
- Scardamalia, M. & Bereiter, C. (1986). Research on written composition. In M.C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (pp.778-803). New York, NY : McMillan.
- Scardamalia, M. & Bereiter, C. (1987). Knowledge telling and knowledge transforming in written composition. In S. Rosenberg (Ed.), *Advances in applied psycholinguistics ; vol. 2. Reading, Writing and Language Learning* (pp. 142-175). Cambridge, MA : Cambridge University Press.
- Scardamalia, M. & Bereiter, C. (1989). *Schools as knowledge-building communities*. Paper presented at the Workshop on development and learning environments, University of Tel Aviv, Tel Aviv, Israel.
- Scardamalia, M. & Bereiter, C. (1991a). Higher levels of agency for children in knowledge building : A challenge for the design of new knowledge media. *The Journal of Learning Sciences*, 1 (1), 37-68.
- Scardamalia, M. & Bereiter, C. (1991b). Literate expertise. In K.A. Ericsson & J. Smith, J. (Eds.), *Toward a general theory of expertise. Prospects and limits* (pp. 172-194). Cambridge : Cambridge University Press.
- Scardamalia, M. & Bereiter, C. (1992). An architecture for collaborative knowledge building. In E. De Corte, M.C. Linn, H. Mandl & I. Verschappel (Eds.), *Computer-based Learning Environments and Problem-Solving* (pp. 41-66). Berlin : Springer-Verlag.
- Scardamalia, M. & Bereiter, C. (1993). Technologies for knowledge-building discourse. *Communications of the ACM*, 36 (5), 37-41.
- Scardamalia, M. & Bereiter, C. (1994). Computer support for knowledge-building communities. *The Journal of Learning Sciences*, 3, 265-283.
- Scardamalia, M. & Bereiter, C. (1996). Adaptation and understanding : A case for new cultures of schooling. In S. Vosniadou, E. De Corte, R. Glaser & H. Mandl (Eds.), *International Perspectives on the Psychological Foundations of Technology-based Learning environments* (pp. 149-163). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Scardamalia, M. & Bereiter, C. (1996). Engaging students in a knowledge society. *Educational Leadership*, 54 (3), 6-10.

- Scardamalia, M., Bereiter, C. & Lamon, M. (1994). The CSILE project : trying to bring the classroom into WORD 3. In K. McGilly (Ed.), *Classroom lessons : integrating cognitive theory and classroom practice* (pp. 201-228). Cambridge, MA : MIT Press.
- Scardamalia, M., Bereiter, C. & Steinbach, R. (1984). Teachability of reflexive processes in written composition. *Cognitive Science*, 8, 173-190.
- Scardamalia, M., Bereiter, C., Bret, C., Burtis, P.J, Calhoun, C. & Smith, L.N. (1992). Educational applications of a networked communal database. *Interactive Learning Environment*, 2 (1), 45-71.
- Scardamalia, M., Bereiter, C., McLean, R.S., Swallow, J. & Woodruff, B. (1989). Computer-Supported Intentionnel Learning Environment. *Journal of Educational Computing Research*, 5 (1), 51-68.
- Scavetta, D. (1991). Journalistes et traitement de texte. In J. Anis & J.-L. Lebrave (Éds.), *Texte et ordinateur. Les mutations du lire écrire* (pp. 171-180). La Garenne-Colombes : Éditions de l'Espace européen.
- Scavetta, D. (1994). *Les pratiques de production textuelle : du traitement de texte à l'hypertexte*. Thèse de doctorat, dir. R. Laufer (Université Paris VIII).
- Scavetta, D. (1997). Comment créer un réseau télématique entre établissements scolaires. In Crinon J. & Gautellier C. (Éds.), *Apprendre avec le multimédia, où en est-on ?* (pp. 135-144). Paris : Retz.
- Schacter, J., Gregory, G.K., Chung & Dorr, A. (1998). Children's Internet searching on complex problems : performances and process analyses. *Journal of the American Society for Information Science*, 49 (9), 840-849.
- Schank, R. & Cleary, R. (1995). *Engines for education*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Schauble, L. & Glaser, R. (Eds.) (1996). *Innovations in Learning. New environments for education*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Scholnik, M. & Kol, S. (1999). Using Presentation Software to Enhance Language Learning. *The Internet TESL Journal*, 5 (3). Consulté sur Internet (février 2000) : <http://www.aitech.ac.jp/~iteslj/>.
- Schetzer, H. & Warschauer, M. (*à paraître*). An electronic literacy approach to network-based language teaching. In M. Warschauer & R. Kern (Eds.), *Network-based language teaching : Concepts and practice*. New York, NY : Cambridge University Press.
- Schindler, R. & Schuster, A. (1990). On the relationship between a user's self-teaching and his knowledge. In D. Ackermann & M.J. Tauber (Eds.), *Mental Models and Human-Computer Interaction, 1*. Amsterdam, North-Holland : Elsevier Science Publishers.
- Schmidt, C.T. (1997). The systemic of dialogism : On the prevalence of the self in HCI design. *Journal of the American Society for Information Science*, 48 (11), 1073-1081.
- Schmidt, S.J. (1987). Towards a constructivist theory of media genre. *Poetics*, 16, 371-395.
- Schneider, D., Borcic, B., Dillenbourg, P., Hilaro, P. & Mendelsohn, P. (1993). Integration d'un hypertexte dans un environnement d'apprentissage. In G.-L. Baron, J. Baudé & B. de La Passardière (Éds.), *Hypermédiats et apprentissages*, 2 (pp. 13-20). Paris : INRP.
- Schneuwly, B., Rosat, M.-C., Pasquier, A. & Dolz, J. (1993). Différencier-diversifier ou la didactique et l'hétérogénéité des élèves. In M. Lebrun & M.-C. Paret (Éds.), *L'Hétérogénéité des apprenants : un défi pour la classe de français* (pp. 262-268). Neuchâtel : Delachaux et Niestlé.
- Schnotz, W. & Kulhavy, R.W. (1994). *Comprehension of graphics in texts*. Amsterdam : Elsevier.
- Schnotz, W., Picard, E. & Hron, A. (1993). How do successful and unsuccessful learners use texts and graphics ? In W. Schnotz (Ed.), *Comprehension of graphics in texts*. Oxford : Pergamon Press.
- Schofield, J.W. & Eurich-Fulcer, R. & Britt, C.L. (1992). Teachers, computer tutors and teaching : the artificially intelligent tutor as an agent for classroom change. *American Educational Research Journal*, 31 (3), 579-607.
- Schofield, J.W., Davidson, A. Stocks, J.E. & Futoran, G. (1998). The Internet in school : a case study of educator demand and its precursors. In S. Koesler (Ed.), *Culture of the Internet* (pp. 361-384). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.

- Schommer, M. (1994). An emerging conceptualisation of epistemological beliefs and their role in learning. In R. Gardner & P.A. Alexander (Eds.), *Beliefs about text and Instruction with text* (pp. 25-40). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Schroeder, E. (1992). *Can graphical browsers affect a learner's structural knowledge in a hypertext environment ?* 34th Annual International Conference of the Association for the development of Computer-Based Instructional Systems, Norfolk, VA.
- Schroeder, E. & Grabowski, B.L. (1995). Patterns of exploration and learning with hypermedia. *Journal of Educational Computing Research*, 13 (4), 313-335.
- Schwartz, B.B., Nathan, M.J. & Resnick, L.B. (1996). Acquisition of meaning for arithmetic structures with the Planner. In S. Vosniadou, E. De Corte, R. Glaser & H. Mandel (Eds.), *International Perspectives on the Design of Technology-Supported Learning Environments* (pp. 61-79). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Schwartz, C. (1998). Web search engines. *Journal of the American Society for Information Science*, 49 (11), 973-982.
- Schwartz, D., Lin, X., Brophy, S. & Bransford, J. (1999). Toward the development of flexibly adaptative instructional designs. In C. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models : a new paradigm of instructional theory*, 2 (pp. 183-213). Mahwah, NJ :Lawrence Erlbaum Associates.
- Schwartz, H.J., Fitzpatrick, C.Y. & Huot, B.A. (1994). The computer medium in writing for discovery. *Computers and Composition*, 11 (2), 137-149.
- Scrase, R. (1998). An evaluation of a multi-sensory speaking-computer based system (Starcross-IDL) designed to teach the literacy skills of reading and spelling. *British Journal of Educational Technology*, 29 (3), 211-224.
- Seawel, L., Smaldino, S., Steele, J. L. & Yokoto, L. J. (1994). A descriptive study comparing computer-based word processing and handwriting on attitudes and performance of third and fourth grade students involved in a program based on a process approach to writing. *Journal of Computing in Childhood Education*, 5 (1), 43-59.
- Seel, N. (1999). Educational diagnosis of mental models : Assessment problems and technology-based solutions. *Journal of Structural Learning and Intelligent Systems*, 14 (2), 153-185.
- Seel, N. (1999). Semiotics and structural learning theory. *Journal Struct. Learn. & Intel. Syst*, 14 (1), 51-79.
- Séguin, P. (1997). *Internet : une technologie pour l'apprentissage, recherche subventionnée par le ministère de l'Éducation du Québec*. Consulté sur Internet (février 2000) : <http://virtuel.collegebdeb.qc.ca/pedagogie/>.
- Selfe, C.L. & Hilligos, S. (1993). *Literacy and computers : the complications of teaching and learning with technology*. New York, NY : MLA of America.
- Selwyn, N. (1997). Assessing students' ability to use computers : theoretical consideration for practical research. *British Educational Research Journal*, 23 (1), 47-59.
- Severinson Eklundh, K. (1992). Problems in achieving in a global perspective of the text in computer-based writing. *Instructional Science*, 21, 73-84.
- Shackel, B. (1997). Human-computer interaction. Whence and whither ? *Journal of the American Society for Information Science*, 48 (11), 970-986.
- Shank, R. & Cleary, R. (1995). *Engines for education*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Shany, M.T. & Biemiller, A. (1995). Assisted reading practice : Effects on performance for poor readers in grades 3 and 4. *Reading Research Quarterly*, 30 (3), 382-395.
- Shapiro, E.S. & McCurdy, B.L. (1989). Effects of a taped-words treatment on reading proficiency. *Exceptional Children*, 55 (4), 321-325.
- Sharp, D.L.M., Bransford, J.D., Goldman, S.R., Risko, V.J., Kinzer, C.K. & Vye, N.J. (1995). Dynamic visual support for story comprehension and mental model building by young, at-risk children. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 43 (4), 25-42.
- Sharples, M. (1985). *Cognition, Computers and Creative Writing*. Chichester : Ellis Horwood.
- Sharples, M. & Evans, M. (1991). Computer support for the development of writing abilities. In M. Sharples (Ed.), *Proceedings of the Fourth Annual Conference on Computers and the Writing Process* (pp. 18-26). Brighton : University of Sussex.

- Sharples, M., Goodlet, J.S., Beck, E.E., Wood, C.C., Easterbrook, S.M. & Plowman, L. (1993). Research issues in the study of computer supported collaborative writing. In M. Sharples (Ed.), *Computer supported collaborative writing*. London : Springer-Verlag.
- Sherman, G.P. & Klein, J.D. (1995). The effects of cued interaction and ability grouping during cooperative computer-based science. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 43 (4), 5-24.
- Shetzer, H. & Warschauer, M. (*à paraître*). An electronic literacy approach to network-based language teaching. In M. Warschauer & R. Kern (Eds.), *Network-based language teaching : Concepts and practice*. New York, NY : Cambridge University Press.
- Shih, Y. & Alessi, S.M. (1996). Effects of text versus voice on learning in multimedia courseware. *Journal of Educational multimedia and Hypermedia*, 5 (2), 203-218.
- Shilling, W.A. (1997). Young children using computers to make discoveries about written language. *Early Childhood Education Journal*, 24 (4), 253-259.
- Shin, E.C., Schallert, D.L. & Savenye, W.C. (1994). Effects of learner control, advisement, and prior knowledge on young student's learning in a hypertext environment. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 42 (1), 33-46.
- Shneiderman, B., Borkowski, E., Alavi, M. & Norman, K. (1998). Emergent patterns of teaching/learning in electronic classrooms. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 46 (4), 23-42.
- Shotsberger, P. (1996). Instructional uses of the World Wide Web. *Educational Technology*, 36 (2), 47-50.
- Shrock, S. (1994). The media effects questions : read the fine print, but don't lose sight of the big picture. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 42 (2), 49-53.
- Shyu, H. & Brown, S.W. (1995). Learner-control : the effects on learning a procedural task during computer-based videodisk instruction. *International Journal of Instructional Media*, 22, 217-231.
- Siegel, J., Dubrovsky, V., Kiesler, S. & McGuire, T. (1986). Group processes in computer-mediated communication. *Organizational behavior and human decision processes*, 37, 157-187.
- Signer, B.R. (1992). A model of cooperative learning with intergroup competition and findings when applied to an interactive reading program. *Journal of Research in Computing in Education*, 25, 141-158.
- Silber, K.H. (1998). The cognitive approach to training development : a practitioner's assessment. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 46 (4), 58-72.
- Silva, A.P. (1992). Hypermedia, influence of interactive freedom degree in learning processes. In A. Oliveira (Ed.), *Hypermedia courseware, structures of communication and intelligent help* (pp. 145-156). Berlin : Springer-Verlag.
- Silver, E.A. & Shapiro, L.J. (1992). Examinations of situation-based reasoning and sense-making in students' interpretation of solutions to a mathematics story problem. In J.P. Ponte, J.F. Matos, J.M. Matos & D. Fernandes (Eds.), *Mathematical problem-solving and new information technologies : research in context of practice*. New York, NY : Springer-Verlag.
- Simpson, A. & McKnight, C. (1990). Navigation in hypertext: structural cues and mental maps. In R. McAleese & C. Green (Eds), *Hypertext : State of the art* (pp. 73-83). Norwood, NJ: Ablex.
- Simpson, M.S. (1994). Neurophysiological considerations related to interactive multimedia. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 42 (1), 75-81.
- Sims, R. (1997). Interactivity : A forgotten art ? *Computers in Human Behavior*, 13 (2), 157-180.
- Sitter, S. & Stein, A. (1996). Modelling information-seeking dialogues : The conversational roles (COR) model. *Review of Information Science*, 1 (1).
En ligne : <http://www.inf-wiss.uni-Konstanz.de/RIS/>.
- Skinner, B.H. (1963). L'avenir des machines à enseigner. *Psychologie française*, 8 (3), 170-180.
- Skinner, C.H., Johnson, C.W., Larkin, M.J., Lessley, D.J. & Glowacki, M.L. (1995). The influence of rate of presentation during taped-words interventions on reading performance. *Journal of Emotional and Behavioral Disorders*, 3 (4), 214-223.
- Slatin, J.M. (1992). Is there a class in this text ? Creating knowledge in the electronic classroom. In E. Barrett (Ed.), *Sociomedia, Multimedia, Hypermedia, and the Social Construction of Knowledge* (pp. 27-51). Cambridge, MA : The MIT Press.
- Slavin, R.E. (1995). *Cooperatif learning : theory research and practise*. Boston, MA : Ally & Bacon.

- Slavin, R.E. (1997). *Research on cooperative learning and achievement : a quarter century of research*. Paper presented at the Annual Meeting of Pedagogical Psychology, Frankfurt, September.
- Slotta, J. & Linn, M. (*à paraître*). The knowledge integration environment : helping students use the Internet effectively. In M. Jacobson & R. Kozma (Eds.), *Innovations in science and mathematics education : advanced designs for technologies of learning*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Smagovinnsky, P. & O'Donnell-Allen, C. (1998). Reading as mediated and mediating action : Comparing meaning for literature through multimedia interpretative texts. *Reading Research Quarterly*, 33 (2), 198-226.
- Smith, A.N. (1996). Using videos and newspaper texts to provide topic schemata in composition class. *The French Review*, 70 (2), 167-179.
- Smith, J.B. (1994). *Collective intelligence in computer-based collaboration*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Smith, P.C. (1997). Psychology in the design of multimedia presentations in the classrooms : an interview with R.S. Velayo. *Teaching of Psychology* 24 (2), 136-138.
- Snetsinger, W. (1995). Computer mediated communication and the online classroom. *Interpersonal Computing and Technology*, 3 (3), 91-95.
- Snow, C.P. (1960). *The two cultures and the scientific revolution*. New York, NY : New American Library.
- Snyder, I.A. (1993). The impact of computers on student writing : A comparative study of the effects of pens and word processors on writing context, processes and product. *Australian Journal of Education*, 37 (1), 5-25.
- Snyder, I.A. (1993). Writing with word processors : a research overview. *Educational Research*, 35 (1), 49-68.
- Snyder, I.A. (1994a). Re-inventing writing with computers. *The Australian Journal of Language and Literacy*, 17 (3), 182-197.
- Snyder, I.A. (1994b). Writing with word processors : The computer's influence on the classroom context. *Journal of Curriculum Studies*, 26 (2), 143-162.
- Snyder, I.A. (1999). Integrating computers into the literacy curriculum : More difficult than we first imagined. In J. Hancock (Ed.), *Teaching literacy using information technology*. Victoria, Australia : Australian Literacy Educators' Association.
- Soloway E., Jackson S.L., Klein J., Quintana C., Reed J., Spitulnik J., Stratford S.J., Studer S., Jul S., Eng, J. & Scala N. (1996). Learning theory in practice : case studies of learner-centered design. *ACM CHI '96 Human factors in Computer Systems Proceedings*, Vancouver, B.C.
- Soula, G. & Fieschi, M. (1996). Conception d'hypermédias en médecine : l'expérience du projet FORUM. In É. Bruillard, J.-M. Baldner & G.-L. Baron (Éds.), *Hypermédias et apprentissages*, 3 (pp. 109-118). Paris : INRP.
- Spears, R., Lea M. & Lee, S. (1990). De-individuation and group polarization in computer-mediated communication. *British Journal of Social Psychology*, 29, 121-134.
- Spencer, K. (1996). Recovering reading using computer mastery programmes. *British Journal of Educational Technology*, 27 (3), 191-203.
- Spiegel, D.L. (1991). Materials to introduce children to poetry. *Reading Teacher*, 44 (6), 428-430.
- Spink, A. & Losee, R.M. (1996). Feedback in information retrieval. *Annual Review of Information Science & Technology*, 31, 33-78.
- Spiro, R.J., Coulson, R.L., Feltovich, P.J. & Anderson, D.K. (1988). *Cognitive flexibility theory : Advanced knowledge acquisition in ill-structured domains* (Technical Report, 441). Champaign, IL : University of Illinois, Center for the study of reading.
- Spiro, R.J., Feltovich, P.J., Jacobson, M.J. & Coulson, R. (1992). Cognitive flexibility, constructivism, and hypertext : Random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. In T.M. Duffy & D.H. Jonassen (Eds.), *Constructivism and technology of instruction : a conversation* (pp. 57-75). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.

- Spiro, R.J. & Jehng, J.C. (1990). Cognitive flexibility and hypertext : theory and technology for the non linear and multidimensional traversal of complex subject matter. In D. Nix & R.J. Spiro (Eds.), *Cognition, education and multimedia: Exploring ideas in high technology* (pp. 163-202). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum.
- Sproull, L. & Kiesler, S. (1991). *Connections : New Ways of Working in the Networked Organization*. Cambridge, MA : MIT Press.
- Squire, K.D. & Johnson, C.B. (2000). Supporting distributed communities of practice with interactive television. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 48 (1), 23-43.
- Stanton, N., Taylor, R. & Tweedie, L. (1992). Maps as navigational aids in hypertext environments: an empirical evaluation. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 1 (4), 431-444.
- Steffe, L.P. & Gale, J. (Eds.) (1995). *Constructivism in Education*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Steiner, K.E. & Moher, T.G. (1994). Scaffolding story construction with interactive multimedia. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 3 (2), 173-195.
- Stell, J.C. (1996). Producing CD-ROM for schools. *Educational Media International*, 33 (3), 118-122.
- Stenning, K. & Oberlander, J. (1995). A cognitive theory of graphical and linguistic reasoning : logic and implementation. *Cognitive Science*, 19, 97-140.
- Steven, R. (1998). Contemporary developments in educational technology design and evaluation : introduction to special issue. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 46 (4), 5-6.
- Stevens, G.H. (1995). *Designing electronic performance support tools : improving workplace performance with hypertext, hypermedia and multimedia*. Englewood Cliffs, NJ : Educational Technology Publications.
- Stiegler, B. (1995). Annotation, navigation, édition électronique : vers une géographie de la connaissance. In É. Bruillard, G.-L. Baron, B. de La Passardière (Éds), *Actes du séminaire Hypermédias, Éducation et Formation* (pp. 27-38). IUFM de Créteil, MASI Université de Paris VI et INRP.
- Stoney, S. & Olivier, R. (1998). Interactive multimedia for adult learners : Can learning be fun ? *Journal of Interactive of Learning Research*, 9 (4), 55-81.
- Stoney, S. & Wild, M. (1998). Motivation and interface design. Maximising learning. *Journal of Computer Assisted Learning* 14 (1), 40-50.
- Stonier, T. (1997). *Information and meaning : An evolutionary perspective*. New York, NY : Springer-Verlag.
- Streitz, N.A. (1987). Cognitive compatibility as a central issue in human interaction : theoretical framework and empirical findings. In G. Salvendy (Ed.), *Cognitive engineering in the design of human-computer interaction and expert systems*, (pp. 75-82). Amsterdam, NL : Elsevier Science Publishers.
- Strommen, E.F. & Lincoln, B. (1999). *Constructivisme, Technology and the future of classroom learning*. En ligne : <http://www.ilt.columbia.edu/k12/live>.
- Strommen, E.J. (1993). Does yours eat leaves cooperative learning in an educational software task. *Journal of Computing in Childhood Education*, 4 (2), 45-56.
- Strudler, N.B., McKinney, M.O., Jones, W.P. & Quinn, L.F. (1999). First-year teachers' use technology : preparation, expectations and realities. *Journal of Technology and Teacher Education*, 7 (2), 115-130.
- Stuhlmann, J.M. & Taylor, H.G. (1998). Analyzing the impact of telecommunications on learning outcomes in elementary classrooms. *Journal of Computing in Childhood Education*, 9 (1), 79-92.
- Stuhlmann, J.M. & Taylor, H.G. (1999). Preparing technically competent student teachers : a three year study of interventions and experiences. *Journal of Technology and Teacher Education*, 7 (4), 333-350.
- Sugar, W. (1995). User-centered perspective of information retrieval research and analysis methods. In M.E. Williams (Ed.), *Annual Review of Information Science & Technology* (pp. 77-110). Medford, NJ : Information Today.
- Suthers, D. & Jones, D. (1997). An architecture for intelligent collaborative educational systems. *AI-ED 97, the 8th World Conference on Artificial Intelligence in Education*. Kobe Japan, August, 20-22.

- Sutton, R.E. (1991). Equity and computers in the schools : a decade of research. *Review of Educational Research*, 61 (4), 475-503.
- Swaffar, J., Romano, S., Markley, F. & Arens, K. (1998). *Language Learning Online*, Theory and Practice in the ESL and L2 Computer Classroom. Austin (Texas), The Daedalus Group. Ouvrage téléchargeable sur Internet (février 2000) : <http://labyrinth.daedalus.com/llo>.
- Swan, K. (1996). *Exploring the role of video in enhancing learning from hypermedia*. Literacy and Technology for the 21st Century, conference. Atlanta, GA : National Reading Research Center.
- Sweller, J. & Chandler, P. (1994). Why some material is difficult to learn. *Cognition and Instruction*, 12, 185-233.
- Takayoshi, P. (1996). The shape of electronic writing : evaluating and assessing computer-assisted writing processes and products. *Computers and Composition*, 13 (2), 245-257.
- Tardif, J. (1998). *Intégrer les nouvelles technologies de l'information. Quel cadre pédagogique ?* Paris : ESF Éditeur.
- Tavassoli, N. (1998). Language in multimedia : Interaction of spoken and written informations. *Journal of Consumer Research*, 25 (1), 26-37.
- Taylor, R.P. (1980). *The Computer in the School : Tutor, Tool, Tutee*. New York, NY : Teacher's College Press.
- Teasley, S. & Roschelle, J. (1993). Constructing a joint problem space : The computer as a tool for sharing knowledge. In S.P. Lajoie & S.J. Derry (Eds.), *Computers as a cognitive tools* (pp. 229-257). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Tergan, S.-O. (1997). Misleading theoretical assumptions in hypertext/hypermedia research. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 6 (3/4), 257-283.
- Tessier, G. (1987). La machine à écrire les contes. Analyse d'une situation d'écrit avec un logiciel au cours moyen. *Les Sciences de l'éducation pour l'ère nouvelle*, 3, 71-89.
- Tessier, G. (1993). *Pratiques de recherche en Sciences de l'Éducation. Les outils du chercheur-débutant (appliqués aux TIC)*. Rennes : PUR.
- Tessier, G. (1998). Internet ou le droit à l'éducation. In P. Marquet & A. Jaillet (Éds), *Internet-based teaching and learning*, (pp. 155-160). Berne : Peter Lang.
- Tessier, G. (1999). Écriture, handicap et activité méta-cognitive. In R. Pallascio (Éd.), *Le développement de la pensée réflexive en éducation*. Montréal : Éditions Logiques.
- Tessier, G. (1999). La visio-conférence au service de l'intégration des sourds. *La revue de l'EPI*, 95, 99-104.
- Tessmer, M. (1996). Formative evaluation. In P. Kommers, S. Grabinger & J. Dunlap (Eds.), *Hypermedia learning environments* (pp. 187-211). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Tessmer, M. (1998). Meeting with the SME to design multimedia exploration systems. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 46 (2), 79-95.
- Tessmer, M. & Lake, C. (1995). *Instructional design over space and time : an experiment in computer-mediated formative evaluation*. En ligne : <http://www.cidr.org>.
- Tessmer, M. & Richey, R. (1997). The role of context in learning and instructional design. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 45 (2), 29-45.
- Teutsch, P. (1994). *Environnements Interactifs et Langues Étrangères, MARPLE : système d'évaluation et de suivi de formation*. Thèse de l'Université du Maine, Le Mans.
- Thomas, P.J. (1995). *The social and interactional dimensions of human-computer interfaces*. New York, NY : Cambridge University Press.
- Tindall, F.S. & Chandler, P. (1997). When two sensory modes are better than one. *Journal of Experimental Psychology*, 3, 32-39.
- Tindall, F.S., Chandler P. & Sweller J. (1997). When two sensory modes are better than one. *Journal of Experimental Psychology*, 3 (4), 257-287.
- Tolhurst, D. (1995). Hypertext, Hypermedia, Multimedia Defined ? *Educational Technology*, 35, 21-6.
- Toma, T. (1997). *L'enseignant face au multimédia*. Paris : Martorana.
- Tonta, Y. (1991). Indexing in hypertext databases. In S. Stone & M. Buckland (Eds), *Studies in multimedia State-of-the-art solutions in multimedia and hypertext* (pp. 21-30). Medford, NJ : Learned Information.

- Topping, K.J. (1997). Family electronic literacy : Home-school links through computers. *Reading, 31* (2).
- Topping, K.J. (1999). *Electronic literacy in school and home : a look into the future*. En ligne : <http://readingonline.org/international/future/index.html>.
- Topping, K.J. (1999). *Electronic literacy in school and home : A look into the future*. International Reading Association. En ligne : <http://readingonline.org/international/future/index.html>.
- Topping, K.J. & McKenna M.C. (1999). Introduction to electronic literacy. *Reading and Writing Quarterly, 15* (2), 107-110.
- Topping, K.J. & Wolfendale S.W. (Eds.) (1985). *Parental involvement in children's reading*. London : Nichols.
- Trabasso, T. & Magliano, J. (1996). Conscious understanding during comprehension. *Discourse Processes, 21* (3), 255-287.
- Trabasso, T., Suh, S., Payton, P. & Jain, R. (1995). Explanatory inferences and other strategies during comprehension and their effects on recall. In R.F. Lorch & E.J. O'Brien (Eds.), *Sources of coherence in reading* (pp. 219-240). Hillsdale, NJ :Lawrence Erlbaum Associates.
- Trabasso, T. & van der Broeck, P. (1985). Causal thinking and the representation of narrative events. *Journal of Memory and Language, 24*, 612-630.
- Tricot, A. (1993). Stratégies de navigation et stratégies d'apprentissage : pour l'approche expérimentale d'un problème cognitif. In G.-L. Baron, J. Baudé & B. de La Passardière (Éds.), *Hypermédias et apprentissages, 2* (pp. 21-37). Paris : INRP.
- Tricot, A. (1995). *Modélisation des processus cognitifs impliqués par la navigation dans les hypermédias*. Thèse en Psychologie cognitive. Université de Provence.
- Tricot, A. (1995). Un point sur l'ergonomie des interfaces hypermédia. *Le Travail humain, 58* (1), 17-45.
- Tricot, A. & Bastien, C. (1996). La conception d'hypermédias pour l'apprentissage : structurer des connaissances rationnellement ou fonctionnellement ? In É. Bruillard, J.-M. Baldner & G.-L. Baron (Éds.), *Hypermédias et apprentissages, 2* (pp. 57-72). Paris : INRP.
- Tricot, A., Pierre-Demarcy, C. & El Boussarghini, R. (1998). Définitions d'aides en fonction des types d'apprentissages dans des environnements hypermédias. In J.F. Rouet & B. de La Passardière (Éds.), *Hypermédias et apprentissages 4* (pp. 41-58). Paris : INRP.
- Tricot, A. & Rouet, J.-F. (1998). *Les hypermedias, approches cognitives et ergonomiques*. Paris : Hermès.
- Tricot, A. & Rufino, A. (1996). La recherche d'information dans un système d'auto-documentation informatisé. *L'Orientation scolaire et professionnelle, 25* (4), 557-587.
- Tripp, S.D. & Roby, W. (1990). Orientation and disorientation in hypertext lexicon. *Journal of Computer Based Instruction, 17* (4), 120-124.
- Trocme-Fabre, H. (1987). *J'apprends donc je suis*. Paris : Éditions d'Organisation.
- Tudge, J. & Rogoff, B. (1989). Peer influences on cognitive development: Piagetian and Vygotskian perspectives. In M. Bornstein & J. Bruner (Eds.), *Interaction in human développement* (pp. 14-41). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Turkle, S. (1995). *Life on the screen. Identity in the age of the Internet*. New-York, NY : Simon & Shuster.
- Turner, S.V. & Dipinto, V.M. (1992). Students as hypermedia authors : themes emerging from a qualitative study. *Journal of Research on Computing in Education, 25*, 187-198.
- Turner, S.V. & Dipinto, V.M. (1997). Peer collaboration in a hypermedia learning environment. *Journal of Research on Computing in Education, 29*, 392-402.
- Uline, C.L. (1996). Knowledge in the information age. *Educational Technology, 36* (5), 29-32.
- Ullmer, E.J. (1994). Media and learning : are there two kinds of truth ? *Educational Technology Research and Development (ETR&D), 42* (1), 21-32.
- Underwood, G. & Underwood, J. (1996). Gender differences in children's learning from interactive books. In B. Robin, J.D. Price, J. Willis & D.A. Willis (Eds.), *Proceedings of SITE 96, Seventh International Conference of the Society for Information Technology and Teacher Education* (pp. 136-139). Charlottesville, VA : AACE.

- Urion, M. (1995). Public text/Private text : Making visible the voices that shape our social conscience. *Computers and Composition*, 12 (1), 3-13.
- Utay, C. & Utay, J. (1997). Peer-assisted learning : the effects of cooperative learning and cross-age peer tutoring with word processing on writing skills of students with learning disabilities. *Journal of Computing in Childhood Education*, 8 (2/3), 165-185.
- Valentin, D. (1993). Conception de documents hypermédias à des fins didactiques. In G.-L. Baron, J. Baudé & B. de La Passardière (Éds.), *Hypermédias et apprentissages*, 2 (pp. 107-121). Paris : INRP.
- van Daal, V.H.P. & Reitsma, P. (1993). The use of speech feedback by normal and disabled readers in computer-based reading practice. *Reading and Writing*, 5 (3), 243-259.
- van Dijk, T.A. & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. New York, NY : Academic Press.
- van Dijk, T.A. (1980). *Macrostructures : an interdisciplinary study of global structures in discourse, interaction, and cognition*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- van Hiele, P.M. (1986). *Structure and insight*. Academic Press, Orlando, FL.
- van Lier, L. (1999). Une perspective écologique. *Apprendre les langues étrangères autrement. Le Français dans le Monde. Recherches et applications*, 10-20.
- van Oostendorp, H. (1996). Studying and annotating electronic text. In J.-F. Rouet, J.J. Levonen, A.P. Dillon, R.J. Spiro (Eds.), *Hypertexts and cognition* (pp. 137-147). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associate.
- van Oostendorp, H. & Goldman, S.R. (Eds.) (1999). *The construction of mental representations during reading*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- van Oostendorp, H. & Hofman, R. (1998). L'effet cognitif de la carte de contenu d'un hypertexte. In J.-F. Rouet et B. de La Passardière (Éds.), *Hypermedia et apprentissages*, 4 (pp. 173-186). Paris : INRP.
- van Oostendorp, H. & Mul, S. de (Eds.) (1996). *Cognitive aspects of electronic texts processing. Advances in Discourse Processes*, 58.
- van Waes, L. (1992). The influence of computer on writing profiles. In H.P. Maat & M. Steehouder (Eds.), *Studies in functional text quality. Utrecht Studies in Language and communication* (1) (pp. 173-186). Amsterdam : Rodopi Publishers.
- Vandendorpe, C. (1999). *Du papyrus à l'hypertexte. Essai sur les mutations du texte et de la lecture*. Paris : La Découverte.
- Vanderbilt, U. (1994). Multimedia environments for developing literacy in at-risk students. In B. Means (Ed.), *Technology and education reform : The reality behind the promise* (pp. 23-56). San Francisco, CA : Jossey-Bass.
- Vanderbilt, U. (1996). Multimedia environments for enhancing learning in mathematics. In S. Vosniadou & E. De Corte (Eds.), *International Perspectives on the design of technology-supported learning environments*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Varsavsky, C. (2000). Electronic delivery of mathematics : what is possible with the current technology ? *International Journal of Engineering Education* 15 (5).
- Vaugh, M., Levin, J. & Buell, J. (1999). The technologies competencies database : computer support for assessment, teaching, and portfolio management, *Journal of Technology and teacher Education*, 7 (4). 351-364.
- Vautier, S. & Guillevic, C. (1996). Hypermédia et difficultés d'apprentissage d'adultes de bas niveau scolaire. In É. Bruillard, J.-M. Baldner & G.-L. Baron (Éds.), *Hypermédias et apprentissages*, 3 (pp. 157-165). Paris : INRP.
- Vettraino-Soulard, M.-C. (1998). *Les enjeux culturels d'Internet*. Paris : Hachette.
- Vicente, K.J. & Williges, R.C. (1988). Accomodating individual differences in searching a hierarchical file system. *International Journal of Man-Machine Studies*, 29, 647-668.
- Viens, J. (1995). Hypermédia et écriture collective. In C. Hopper & C. Vandendorpe (Éd.), *Aides informatisées à l'écriture* (pp. 165-182). Montréal : Éditions Logiques.
- Vincent-Durroux, L. & Poussard, C. (1998). Dispositifs de formation en anglais à l'espace multimédia (Montpellier 3). Description et approche critique. *ALSIC 1*, (1), (pp. 37-49). Revue en ligne : <http://alsic.univ-fcomte.fr>.
- Visser, A. (1995). Computers in education : Added value leading towards better quality. *Computers in Human Services*, 12 (1/2), 99-108.

- Vollands, S.R., Topping K.J. & Evans H.M. (1996). *Experimental evaluation of computer-assisted self-assessment of reading comprehension : Effects on reading achievement and motivation*. Paper delivered at Literacy and Technology for the 21st Century conference, National Reading Research Centre, Atlanta, GA.
- Von Glaserfeld, E. (1995). A constructivism approach to teaching. In L. Steffe & J. Gale (Eds.), *Constructivism in education* (pp. 3-16). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum.
- Vosniadou, S. & Brewer, W.F. (1994). Mental models of the day/night circle. *Cognitive Science*, 18, 123-183.
- Vosniadou, S., De Corte, E., Glaser, R. & Mandl, H. (Eds.) (1996). *International perspectives on the design of technology-supported learning environments*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Vuillemin, A. & Lenoble, M. (1995). *Littérature et informatique : la littérature générée par ordinateur*. Arras : Artois Université Presses.
- Vuillemin, A. & Lenoble, M. (1998). *Littérature, Informatique, Lecture*. Limoges : PULIM.
- Vygotski, L. (1978). *Mind in society*. Cambridge, MA : Harvard University Press.
- Vygotski, L. (1997, 3^e éd.). *Pensée et langage*. Paris : La Dispute.
- Waddill P.J., McDaniel M.A. & Einstein G.O. (1988). Illustrations as adjuncts to prose: a test-appropriate processing approach. *Journal of Educational Psychology*, 80, 457-464.
- Wager, W. & Mory, E. (1993). The role of questions in learning. In J. Dempsey & G. Sales (Eds.), *Feedback and interactive instruction* (pp.35-73). Englewood Cliffs, NJ : Educational Technology Publications.
- Walkerdine, V. (1997). Redefining the subject in situated cognition theory. In D. Kirshner & J.A. Whitson (Eds.), *Situated cognition : Social, semiotic, and psychological perspectives* (pp. 57-70). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Wall, B.C. & Peltier, R.F. (1996). Going public with electronic portfolios : Audience, community, and the terms of student ownership. *Computers and Composition*, 13 (2), 207-217.
- Wallace, R., Kupperman, J., Krajcik, J. & Soloway, E. (2000). Science on the Web : Students online in a sixth-grade classroom. *The Journal of the Learning Sciences*, 9 (1), 75-104.
- Walster, D. (1996). Technologies for information access in library and information centres. In D.H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology* (pp. 720-752). New York, NY : Macmillan.
- Walther, J. (1996). Computer-mediated communication : impersonal, interpersonal, and hyperpersonal interaction. *Communication Research*, 23, 3-43.
- Wang, M.C., Haertel, G.D. & Walberg H.J. (1990). What influences learning ? A content analysis of review literature. *Journal of Educational Research*, 84 (1), 30-43.
- Wang, W., Rada, R. (1995). Experiences with semantic net based hypermedia. *International Journal of Human-Computer Studies*, 43 (3), 419-439.
- Wangberg, E.G. (1986). An Interactive language experience based microcomputer approach to reduce adult illiteracy. *Lifelong Learning*, 9, 8-12.
- Warschauer, M. & Kern, R. (à paraître). *Network-based language teaching : Concepts and practice*. New York : Cambridge University Press.
- Warschauer, M. (1996a). Computer-Assisted Language Learning : An Introduction. In S. Fotos (Ed.), *Multimedia language teaching* (pp. 3-20). Tokyo : Logos International. Consulté sur Internet (février 2000). En ligne : <http://www.lll.hawaii.edu/web/faculty/markw/call.html>.
- Warschauer, M. (1996b). Motivational aspects of using computers for writing and communication. In M. Warschauer (Éd.), *Telecollaboration in foreign language learning* (pp. 29-46). Honolulu, HI : University of Hawaiï Second Language Teaching and Curriculum Center. Consulté sur Internet (février 2000) : <http://www.lll.hawaii.edu/nflrc/NetWorks/NW1/>
- Warschauer, M. (1996c). Comparing face-to-face and electronic discussion in the second language classroom. *CALICO Journal*, 13 (2), 7-26. Consulté sur Internet (février 2000) : <http://www.lll.hawaii.edu/web/faculty/markw/comparing.html>.
- Warschauer, M. (1997). Computer-mediated collaborative learning : Theory and practice. *Modern Language Journal*, 81, 470-481. Consulté sur Internet (février 2000). En ligne : <http://www.lll.hawaii.edu/web/faculty/markw/cmcl.html>.

- Warschauer, M. (1998). Interaction, negotiation, and computer-mediated learning, in M. Clay (Ed.), *Practical applications of educational technology in language learning*. Lyon, INSA. Consulté sur Internet (février 2000). En ligne : <http://www.insa-lyon.fr/Departements/CDRL/interaction.html>.
- Warschauer, M. (1998). Online learning in sociocultural context. *Anthropology & Education Quarterly*, 29 (1), 68-88.
- Warschauer, M. (1999). *Electronic literacies : Language, culture and power in online education*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Warschauer, M. (2000). Online learning in second language classrooms : An ethnographic study. In M. Warschauer & R. Kern (Eds.), *Network-based language teaching : Concepts and practice*. New York, NY : Cambridge University Press. Consulté sur Internet (février 2000). En ligne : <http://www.lll.hawaii.edu/web/faculty/markw/online-learning.html>.
- Waterworth, J.A., Chignel, M.H. & Zhai, S.M. (1993). From icons to interface models : designing hypermedia from the bottom up. *International Journal of Man-Machine Studies*, 39, 453-472.
- Watkins, S. (1996). World Wide Web authoring in the portfolio-assessed, (inter)networked composition course. *Computers and Composition*, 13 (2), 219-230.
- Watson, J.S. (1998). If you don't have it, you can't find it. A close look at student' perceptions of using technology. *Journal of the American Society for Information Science*, 49 (11), 1024-1036.
- Watters, C. & Shepard, M.A. (1994). Shifting the information paradigm from data-centered to user-centered. *Information Processing & Management*, 30 (4), 455-471.
- Webb, N.M. & Palincsar, A.S. (1996). Group processes in the classroom. In D.C. Berliner & R.C. Calfee (Eds.), *Handbook of educational psychology*. New York : Simon & Schuster MacMillan.
- Weber, G. (1995). Individual selection of examples in an intelligent learning environment. *Journal of Artificial Intelligence in Education*, 7 (1), 3-31.
- Weibel, S. (1995). The World Wide Web and emerging Internet resource discovery standards for scholarly literature. *Library Trends*, 43, 627-44.
- Weil, M.M., Rosen, R. & Wugalter, R. (1990). The etiology of computer phobia. *Computers in Human Behavior*, 6 (4), 361-379.
- Welch, W. & Anderson, R.E. (1994). The performance of performance assessment in a large-scale study of computer education. *Journal of Educational Computing Research*, 11 (2), 107-119.
- Wells, C. (1995). Hypermedia authoring in the classroom : but what is required to make it really creative ? In J.D. Tinsley & T.J. van Weert (Eds.), *Proceedings of the Sixth IFIP World Conference on Computers in Education* (pp. 887-897). London : Chapman & Hall.
- Wells, J.G. (1996). Search strategies for the World Wide Web. *Technology Teacher*, 55 (7), 34-36.
- Welsh, J.A. (1993). The effectiveness of computerised instruction at the college level : Five suggestions for successful implementation. *Behavior Research : Methods, Instruments and Computers*, 25 (2), 220-222.
- Wenger, M.J. & David, G.P. (1996). Comprehension and retention of nonlinear text : considerations of working memory and material-appropriate processing. *The American Journal of Psychology*, 109, 93-130.
- Wenger, M.J. & Payne, D.G. (1994). Effects of a graphical browser on readers' efficiency in reading hypertext. *Technical Communication*, 41, 224-233.
- Wenglinsky, H. (1998). *Does it compute ? The relationship between educational technology and student achievement in mathematics*. Princeton, NJ : Educational Testing Service.
- Wentland Forte, M. (1996). Outils d'aide à la génération automatique d'hypertextes pédagogiques. In É. Bruillard, J.-M. Baldner & G.-L. Baron (Éds.), *Hypermédiats et apprentissages*, 3 (pp. 47-53). Paris : INRP.
- Wenz, K. (1997). *Principles of spatialization in text and hypertext. Semiotics of the media : State of the art, projects, and perspectives* (pp. 575-586). Hawthorne, NY : Mouton de Gruyter.
- Wertsch, J. (1985). *Vygotsky and the social formation of mind*. Cambridge, MA : Harvard University.
- Wertsch, J. (1991). *Voices of the mind : a sociocultural approach to mediated action*. Cambridge, MA : Harvard University Press.

- Wetzel, K. & McLean, S.V. (1997). Early childhood teacher preparation : A tale of authors and multimedia, a model of technology integration described. *Journal of Computing in Childhood Education*, 8 (1), 39-58.
- Wey, P.-S. (1993). The effects of different interface presentation modes and users' individual differences on users' hypertext information access performance. *DAI* 53 (April 1993) : 3439A.
- Whiney, P., Ritchie, B. & Clark, M. (1991). Working memory capacity and the use of elaborative inferences in text comprehension. *Discourse processes*, 14 (2), 133-145.
- White, B. (1984). Designing computer activities to help physics students understand Newton's laws of motion. *Cognition and Instruction*, 1, 69-108.
- White, B. (1993). Thinker Tools : Causal models, conceptual change, and science education. *Cognition and Instruction*, 19 (1), 1-100.
- White, B. & Fredericksen, J. (*à paraître*). Technological tools and instructional approaches for making scientific inquiry accessible to all. In M. Jacobson & R. Kozma (Eds.), *Innovations in science and mathematics education : advanced designs for technologies of learning*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- White, J.A. & Purdom, D.M. (1996). Viewing modern instructional technology through conceptions of curriculum. *Educational Technology Review*, 6 (6), 5-9.
- White, S.H. & Kuhn, T. (1997). A comparison of elementary students' information recall on text documents, oral reading and multimedia presentations. *Journal of Computing in Childhood Education*, 8 (1), 15-21.
- Whitney, P. & Budd, D. (1996). Think-aloud protocols and the study of comprehension. *Discourse Processes*, 21 (3), 341-351.
- Wild, M. (1996). Mental models and computer modelling. *Journal of Computer Assisted Learning*, 12, 10-21.
- Wild, M. & Ing, J. (1994). An investigation into the use of a concept keyboard as a computer-related device to improve the structure of young children's writing. *Journal of Computing in Childhood Education*, 5 (3/4), 299-309.
- Wilkinson, R.T. & Robinshaw, H.M. (1987). Proof-reading: VDU and paper text compared for speed, accuracy and fatigue. *Behaviour and Information Technology*, 6 (2), 125-133.
- Williams, B. (1995). *The Internet for teachers*. Foster City, CA : IDG Books.
- Williams, N. (1991). *The computer, the writer and the learner*. London : Springer-Verlag.
- Williams, N. (1992). A hypertext open learning system for writers. Special issue : computers and writing : issues and implementations. *Instructional Science*, 21 (1/3), 125-138.
- Williams, N. & Matthew, K.I. (1995). Preservice teachers' navigations through hypercard stacks : Responses to the stages of writing development. *Journal of Computing in Childhood Education*, 6 (1), 25-41.
- Williams, V.S. & Dwyer, F. (1999). Effect of metaphoric (visual/verbal) strategies in facilitating student achievement of different educational objectives. *International Journal of Instructional Media*, 26 (2), 205-212.
- Willis, J., Thompson, A. & Sadera, W. (1999). Research on technology and teacher education: current status and future directions. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 47 (4), 29-45.
- Willis, J., Thompson, A. & Sadera, W. (2000). Research on technology and teacher education : current status and future directions. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 48 (1), 29-45.
- Wilson, B. (Ed.) (1996). *Constructivist learning environments : case studies in instructional design*. Englewood Cliffs, NJ : Educational Technology Publications.
- Windschitl, M. (1998). The WWW and classroom research : what path should we take ? *Educational Researcher*, 27 (1), 28-33.
- Winkin, Y. (1998). L'observation participante est-elle un leurre ? *Communication et Organisation*, 12, 133-140.
- Winn, W. & Jackson, R. (1999). Fourteen proposals about educational uses of virtual reality. *Educational Technology*, July-August, 5-13.
- Winn, W.D. & Salomon, C. (1991). The effects of the spatial arrangement of simple diagrams on the interpretation of English and nonsense sentences. *Educational Technology Research and Development (etr&d)*, 41, 29-41.

- Winn, W.D. & Snyder, D. (1996). Cognitive perspectives in psychology. In D. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology* (pp. 112-142). New York, NY : Macmillan.
- Winn, W.D. (1993). Instructional design and situated learning: paradox or partnership ? *Educational Technology*, 33 (3), 16-20.
- Winn, W.D. (1995). The virtual reality roving vehicle project. *Technological Horizons in Educational Journal*, 23, 70-75.
- Winograd, T. & Flores, F. (1986). *Understanding computers and cognition. A new foundation for design*. Norwood, NJ : Ablex.
- Wise, B. (1992). Whole words and decoding for short-term learning : Comparison on a “ talking computer ” system. *Journal of Experimental Child Psychology*, 54, 147-167.
- Wise, B. & Olson, R.K. (1992). How poor readers and spellers use interactive speech in a computerized spelling program. *Reading and Writing : An Interdisciplinary Journal*, 4 (2), 145-163.
- Wise, J. (1996). Hypertext for information management. *Journal of the Council for Educational Technology*, 27 (2), 147-49.
- Wittrock, M.C. (1974). Learning as a generative activity. *Educational Psychologist*, 11, 87-95.
- Wittrock, M.C. (1989). Generative Process of comprehension. *Educational Psychologist*, 24, 345-376.
- Wolfe, C.R. (1995). Homespun hypertext : Student constructed hypertext as a tool for teaching critical thinking. *Teaching of Psychology*, 22 (1), 29-33.
- Wolfendale, S.W. & Topping, K.J. (Eds.) (1996). *Family involvement in literacy : Effective partnerships in education*. London & New York : Cassell.
- Wong, K.K. (1996). Video game effect on computer-based learning design. *British Journal of Educational Technology*, 27 (3), 230-232.
- Wood, G.F. (1995). Making the transition from ASL to English : Deaf students, computers, and the writing center. *Computers and Composition*, 12 (2), 219-226.
- Wright, P. (1991). Cognitive overheads and protheses : some issues in evaluating hypertexts. In R. Furuta & D. Stotts (Eds.), *Proceedings of the third ACM conference on hypertext* (pp. 1-12). New York, NY : ACM Press.
- Wright, P. (1991). Hypertexts as an interface for learners : some human factors issues. In D.H. Jonassen & H. Mandl (Eds) *Designing hypermedia for learning* (pp. 169-184). New York, NY : Springer-Verlag.
- Wright, P. & Lickorish, A. (1990). An empirical comparison of two navigation systems for two hypertexts. In R. McAleese & C. Green (Eds.), *Hypertext : state of the art* (pp. 84-93). Oxford : Intellect Ltd.
- Wright, P. & Lickorish, A. (1994). Menus and memory load : navigation strategies in interactive search tasks. *International Journal of Human-Computer Studies*, 40, 965-1008.
- Wright, P. & Lickorish, A. (1990). An empirical comparison of two navigation systems for two hypertexts. In R. McAleese & C. Green (Eds.), *Hypertext: State of the art* (pp. 84-93). Oxford, England : Intellect Books.
- Xu, W., Dainoff, M.J. & Mark, L.S. (1999). Facilitate complex search tasks in hypertext by externalizing functional properties of a work domain. *International Journal of Human-Computer interaction*, 11 (3), 201-229.
- Yagelski, R.P. & Powley, S. (1996). Virtual connections and real boundaries : Teaching writing and preparing writing teachers on the Internet. *Computers and Composition*, 13 (1), 25-36.
- Yang, S.-C. (1996). Designing instructional applications using constructive hypermedia. *Educational Technology* 36 (6), 45-50.
- Yang, C.-S. & Moore, D.M. (1996). Designing hypermedia systems for instruction. *Journal of Educational Technology Systems*, 24 (1), 3-30.
- Yang, Y. (1993). The effects of self-regulatory skills and type of instructional control on learning from computer-assisted interactive video. *International Journal of Instructional Media*, 20, 235.
- Yankelowitch, N., Meyrowitz, N. & Van Dam, A. (1985). Reading and writing the electronic book. *IEEE, Computer*, 18 (10), 15-29.

- Young, M.F. & McNeese M.D. (1995). A situated cognition approach to problem solving. In P. Hancock, J. Flach, J. Caid & K. Vicente (Eds.), *Local applications of the ecological approach to human-machine systems*, 2. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Young, M.F., Kulikovich, J.M. & Barab, S.A. (1997). The unit of analysis for situated assessment. *Instructional Science*, 25 (2), 133-150.
- Young, R.M. (1983). Surrogates and mapping : Two kinds of conceptual models for interactives devices. In D. Gentner & A.L. Stevens (Eds.), *Mental models* (pp. 35-52). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Young, S.L. & Wogalter, M.S. (1990). Comprehension and memory of instruction manual warnings : conspicuous print and pictorial icons. *Human Factors*, 32 (6), 637-649.
- Zammuner, V.L. (1995). Individual and cooperative computer-writing and revising : Who gets the best results ? *Learning and Instruction*, 5 (2), 101-124.
- Zeitz, L.E. & Kueny, M.B. (1998). The Iowa-Japan connection. In Z.L. Berge and M.P. Collins (Eds.), *Wired together : the online classroom in K-12*, 2 : *Case studies* (pp. 69-78). Cresskill, NJ : Hampton.
- Zhang, J. (1997). The nature of external representations in problem solving. *Cognitive Science*, 21 (2), 179-217.
- Zhang, Y., Brooks, D.W., Frields T. & Redelfs M. (1995). Quality of Writing by elementary students with learning disabilities. *Journal of Research on Computing in Education*, 27 (4), 483-499.
- Zhang, J. & Norman, D.A. (1994). Representations of distributed cognitive tasks. *Cognitive Science*, 18, 87-122.
- Zizi, M. & Beaudouin-Lafon, M. (1995). Hypermedia Exploration with Interactive Dynamic Maps. *International Journal of Human-Computer Studies*, 43, 441-464.
- Zwann, R. & Brown, C. (1996). Thee influence of language proficiency and comprehension skill on situation model processing. *Discourse Processes*, 21 (3), 289-327.