



HAL
open science

L'informatique et ses usagers dans l'éducation

Georges-Louis Baron

► **To cite this version:**

Georges-Louis Baron. L'informatique et ses usagers dans l'éducation. Education. Université René Descartes - Paris V, 1994. edutice-00000370

HAL Id: edutice-00000370

<https://theses.hal.science/edutice-00000370>

Submitted on 18 May 2004

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.

Université René Descartes

L'informatique et ses usagers
dans l'éducation

Note de synthèse
pour l'habilitation à diriger des recherches

Georges-Louis Baron

septembre 1994

Organisation du texte

Introduction	5
Travaux présentés pour l'habilitation	11
Autres travaux : valorisation de la recherche	14
Classement, par partie du texte,	17
Index thématique sommaire	21
I. Démarche informatique	23
1. <i>L'introduction de l'informatique dans l'éducation</i>	23
1.1. Rencontre avec l'informatique dans l'enseignement	25
1.2. Une formation générale à l'informatique et à ses applications	27
1.3. L'importance de la création de logiciels	28
2. <i>Premières recherches en pédagogie</i>	31
2.1. L'évaluation et la recherche	31
2.2. Questions de méthodes	33
3. <i>Résultats et problèmes ouverts</i>	40
3.1. Des modes d'usage diversifiés	40
3.2. Premières productions de logiciels éducatifs	41
3.3. Quels effets sur les élèves ?	44
3.4. Sensibilisation et initiation à l'informatique	45
3.5. Nouvelles tendances, nouvelles possibilités	46
3.5.1. L'ordinateur comme ressource dans la classe	46
3.5.2. De nouveaux environnements de programmation	47
3.5.3. LOGO	48
3.5.4. Vers les environnements interactifs d'apprentissage	48
3.6. Une réflexion amorcée sur plusieurs plans	50
II. Vers la socialisation : le champ informatique pédagogique	53
1. <i>Les années quatre vingt : une nouvelle donne</i>	53
1.1. Une socialisation de l'informatique	53
1.2. Un changement d'échelle	54
1.3. Parcours de carrière	55
2. <i>Les apports de la sociologie de l'éducation</i>	58
2.1. Une nouvelle orientation de recherche	58
2.3. Des méthodes classiques	64
3. <i>Résultats</i>	69
3.1. Une évolution importante de l'informatique	69
3.1.1. Des instruments complexes et sans traditions d'usage	71
3.1.2. De nouvelles interfaces avec l'utilisateur	73
3.2. L'informatique, outil ou objet d'enseignement ?	74
3.3. La saga de l'option informatique	77
3.3.1. Un succès indéniable	78

3.3.2. Des enseignants motivés et formés.....	80
3.3.3. Un dispositif de régulation	80
3.3.4. Programmes, méthodes et examen	81
3.3.5. Plusieurs ordres de concurrence	85
3.3.6. Quel bilan ?	86
3.4. Les logiciels éducatifs et leurs développements.....	88
3.5. Le rôle du plan Informatique Pour Tous	91
3.6. Le logiciel comme objet pédagogique et comme objet marchand	94
3.6.1. Quels types de logiciels à usage éducatif ?	96
3.6.2. Quels usages ?	96
3.7. Quelle formation pour les enseignants ?	98
III. Vers les Nouvelles technologies de l’information et de la communication (NTIC) ?	103
1. <i>L’émergence d’un nouveau champ</i>	103
1.1. Une reconnaissance institutionnelle des “TIC”	103
1.2. Médias et technologies	105
1.2.1. Audio-visuel, technologie de l’éducation et multi-média	105
1.2.2. Médias et enseignement programmé	109
1.3. Un renouveau technologique ?	110
1.3.1. Une convergence des technologies ?	110
1.3.2. Vers le multimédia	112
1.3.3. Le cas des hypermédias.	114
2. <i>Problèmes et méthodes</i>	116
2.1. Problèmes de recherche	116
2.2. Méthodes, théories et modèles	118
3. <i>Résultats : les usagers face à l’informatique</i>	124
3.1. Les enseignants et leur formation	124
3.1.1. La situation à l’entrée à l’IUFM	124
3.1.2. Les cursus de formation	125
3.2. Le point de vue des jeunes à l’égard de l’informatique	128
IV. Perspectives	133
1. <i>Enjeux et problèmes du développement des TIC</i>	133
2. <i>Recherche et développement</i>	136
2.1. En amont, un rôle important	136
2.2. Quelles directions de recherche ?	139
V. Références	145
VI. Index des auteurs cités	153

INTRODUCTION

Tout parcours professionnel comporte, jusqu'à son achèvement, une succession d'obstacles dont le franchissement ouvre l'accès à de nouvelles positions symboliques et matérielles. Le chemin parcouru se nomme une carrière, qu'elle ait ou non été planifiée. Dans le cas présent, sept ans après une thèse de doctorat, il s'agit pour moi d'une habilitation à diriger des recherches, épreuve dont nul ne sous-estime l'importance dans le monde universitaire mais dont la tradition est récente et la forme encore évolutive.

Après réflexion et observation de collègues ayant mené à bien cet exercice, j'ai pensé qu'il s'apparentait, en plus développé et plus formel, à un de ces "itinéraires de recherche" que publie Jean Hassenforder ([Hassenforder, 1992](#)) et dont les cohérences m'ont souvent un peu intimidé. L'enjeu serait alors de soumettre à la critique de pairs plus titrés l'originalité, la cohérence et le sens d'un cheminement scientifique, en essayant de mettre en évidence, *a posteriori*, des régularités et des tendances peut-être partiellement inconscientes dans le feu de l'action.

Le terme "action" n'est ici pas neutre, puisque j'ai eu la chance de participer, comme acteur engagé, aux différentes phases de la prise en compte par le système d'enseignement d'un fait éducatif émergent dans le temps même où il se constituait comme fait social : l'ordinateur ou, plutôt, l'informatique et les dispositifs de traitement automatisé de l'information.

Mon cheminement m'a amené à évoluer en même temps que le domaine, en y occupant plusieurs types de positions. D'abord praticien de l'enseignement des mathématiques intéressé par la recherche, j'ai expérimenté sur le terrain des modes d'usage de l'ordinateur et participé, comme enseignant associé à l'INRP, à l'évaluation de la première expérience nationale d'introduction de l'informatique dans les lycées, en portant un intérêt particulier aux applications en mathématiques ainsi qu'à l'initiation à l'informatique.

Par la suite, enseignant déchargé de cours pour coordonner dans l'administration centrale des actions d'innovations liées aux opérations de développement de

l'informatique pédagogique, l'occasion m'a été donnée de réfléchir aux modalités de gestion par le système éducatif de différentes manifestations de ce phénomène protéiforme et rapidement évolutif, aux enjeux liés à sa prise en compte par un système scolaire soumis à une multiplicité de contraintes fortes (notamment en termes de logistique et de gestion du moyen et du long terme).

La complexité des situations à gérer et à comprendre, le désir de clarifier et de fortifier une réflexion exposée par l'action à un risque d'atrophie, ont engendré ma décision de suivre une formation doctorale en sociologie de l'éducation. Dès lors le praticien, son deuil fait d'un ensemble d'illusions pédagogiques, s'est progressivement habitué à penser en chercheur. Enfin, accueilli par l'université, l'enseignant-praticien-chercheur dans l'âme est devenu enseignant-chercheur, position enviable puisque la recherche fait partie des obligations de service. De plus, comme la nomination a eu lieu à l'Institut national de recherche pédagogique, sans doute vaut-il mieux parler de chercheur-enseignant, avec comme avantage et parfois comme devoir une relation privilégiée avec les praticiens.

La direction depuis 1990 du département "Technologies nouvelles et éducation" de cet institut m'a fourni un poste d'observation intéressant. Il m'a conduit à prendre en compte l'ensemble des technologies de l'information et de la communication, à m'intéresser à la structuration d'une communauté scientifique encore émergente et à lancer des opérations de valorisation en destination de la communauté éducative.

Comment rendre compte de ce parcours ? Le choix ici effectué consiste à relater, en le reconstruisant et en le contextualisant, ce mouvement de distanciation du regard par rapport à des pratiques, des idées puis des usages émergents. Cela amène à proposer des clés de lecture des modes d'action et de réaction d'un système éducatif confronté au fait nouveau de l'informatique.

L'informatique, d'abord activité de professionnels et de savants, a connu une diffusion sociale extraordinaire en se dissimulant progressivement à ses usagers derrière des instruments logiciels plus ou moins transparents, plus ou moins "conviviaux", conçus pour le travail professionnel ou pour le jeu. Les modes d'organisation du travail ont été modifiés, de nouveaux concepts sont progressivement apparus, la culture générale a été affectée par l'omniprésence des dispositifs de traitement automatique de l'information. Le système éducatif a beaucoup et très

tôt investi en lançant une série d'opérations diversifiées concernant les différents niveaux d'enseignement.

Les disciplines technologiques, profondément questionnées par le développement de l'informatique, l'ont introduite dès les années soixante comme outil et comme technique au service de la formation des élèves. Dans l'enseignement supérieur, un corpus de savoir savant s'est constitué, des enseignements ont été institués et une nouvelle science a peu à peu été reconnue. Concernant les formations générales, en principe moins sensibles à l'évolution technologique, la situation paraît plus complexe et plus évolutive. Une série d'actions se sont succédé, voyant l'engagement d'une multitude d'acteurs au service d'innovations dont l'enjeu pouvait être la rénovation de disciplines scolaires ou des changements dans les façons d'enseigner et d'apprendre.

Globalement, plusieurs phases apparaissent distinctement, caractérisées chacune par l'état de développement et de socialisation de l'informatique, par la vision dominante que s'en était construit le système éducatif et par des modes spécifiques de prise en compte sur le terrain.

D'abord, dans les années soixante-dix, une opération nationale de recherche a correspondu à une accumulation primitive d'expertise et aux premières explorations de territoires pédagogiques encore inconnus. L'enjeu était de découvrir si l'informatique, conçue comme démarche et comme moyen d'instrumenter le travail enseignant, était susceptible de rénover les disciplines scolaires existantes. Les problèmes de recherche correspondants, posés à partir d'un terrain d'observation très limité, étaient avant tout pédagogiques, avec une focalisation sur l'enseignement des différentes disciplines scolaires.

La deuxième période correspond grosso modo aux années quatre vingt. Initié par une volonté politique forte, un changement d'échelle important se produisit alors, sur fond d'évolution rapide des matériels et de diffusion de plus en plus large d'instruments logiciels. L'enjeu politique était de définir ce que peut être l'informatique à l'école et de stabiliser des modes d'intégration de celle-ci. Des actes d'institution ont eu lieu, mettant en jeu une logistique lourde et aboutissant à la définition par le ministère de l'Éducation nationale d'une *doctrine* où

l'informatique était surtout vue comme objet *ou* comme outil d'enseignement. Après le plan Informatique Pour Tous, prévoyant en 1985 l'équipement de toutes les écoles, survient une phase de banalisation voyant se dessiner un mouvement de convergence entre les technologies de l'image et celles de l'informatique.

Les problèmes apparus dans cette décennie sont multiples. Tout d'abord, l'informatique est devenue visible socialement tandis que les dispositifs de traitement de l'information évoluaient plus vite que ne peut réagir un système éducatif fonctionnant selon des rythmes pluriannuels, voire décennaux. Que se passait-il ? Ensuite, correspondant à l'aspect "objet d'enseignement", une discipline scolaire nouvelle a commencé à se constituer. Comment fonctionnait-elle ? Enfin, le plan Informatique Pour Tous avait mis un terme à l'engagement exclusif de l'état dans le domaine des ordinateurs à l'école. Comment les autorités territoriales traitaient-elles la question ? Cette période a été pour moi un temps de réorientation vers une approche macrosociologique, notamment pour étudier le champ de l'informatique pédagogique et particulièrement la constitution progressive et incertaine de l'informatique comme discipline de formation générale.

Depuis la fin des années quatre-vingt, alors que l'informatique s'intègre dans les secteurs des enseignements technologiques, elle s'est vu assigner une fonction spécifique d'outil, destiné à être intégré dans les disciplines scolaires existantes sans pour autant nécessiter des formations autres que de courte durée. Un nouveau champ s'est constitué, celui des technologies de l'information et de la communication en rassemblant, en un ensemble auquel est souvent associé le terme de "multimédia" tout ce qui procédait auparavant de l'audiovisuel et de l'informatique dans l'éducation. L'enjeu n'est alors plus tellement de décider si l'informatique (ou l'audio visuel) sont des objets ou bien des outils d'enseignement. Il est lié à l'intégration d'outils incomplètement socialisés et rapidement évolutifs dans des disciplines scolaires qui n'ont pas de tradition d'instrumentation.

Je me suis alors intéressé à l'étude de l'intégration problématique de ces technologies sans racines culturelles ni tradition d'usage dans des contextes éducatifs. Plus particulièrement, mon regard a porté sur le problème insistant de la formation qu'il est nécessaire d'assurer aux enseignants pour qu'ils puissent mettre en œuvre de façon efficace ces outils et environnements et s'adapter à leurs continues évolutions.

Cette note de synthèse comprend trois parties principales présentant une synthèse de mon itinéraire de recherche durant chacune des phases précédemment identifiées. Leur structure est semblable : des éléments de contexte incluant ma propre position et mes idées sont d'abord présentés. Puis les hypothèses et les méthodes de recherche sont explicitées. Enfin, certains résultats sont synthétiquement présentés, en fonction de l'importance qu'ils ont eu dans mon cheminement scientifique.

Le choix effectué conduit à un exposé privilégiant l'analyse de situations liées à la pratique et ayant donné lieu à problématisation et à recherche, en essayant de faire apparaître la cohérence d'un itinéraire dont les changements de direction et de paradigmes s'ajustent à l'évolution du champ social de l'informatique en éducation.

Du coup, des retours en arrière ou des avances rapides sont parfois effectuées, au détriment de l'exposé chronologique. Un index thématique sommaire indique où apparaissent les principaux sujets.

Enfin, la dernière partie de cette note est consacrée aux perspectives de recherche dans ce champ toujours évolutif, placé au carrefour de plusieurs domaines de la connaissance académique, où la pluridisciplinarité est une nécessité avant d'être une vertu et où un travail coopératif entre différentes catégories d'acteurs est indispensable. Dans un contexte marqué par l'émergence constante de nouveaux dispositifs aux possibilités de plus en plus étendues mais aux standards techniques non stabilisés, de plus en plus présents en dehors de l'école, le problème majeur est celui du passage entre des situations d'exploration de nouvelles pistes et des situations d'usage banalisé soumises à des contraintes organisationnelles fortes. L'enjeu me paraît être d'étudier ce qui gêne ou favorise ce transfert en prenant en compte de facteurs de divers ordres : marge de manœuvre accrue des échelons locaux du système éducatif, aux partenariats qui peuvent être établis avec les autorités territoriales, aux compétences et aux points de vue des usagers à l'égard des technologies.

Pour des raisons tenant à mon parcours, je crois aux vertus du travail coopératif et à la nécessité pour la recherche dans le champ des technologies de l'information et de la communication de déboucher sur des résultats intéressant la communauté

éducative. La nature des responsabilités que j'ai exercées, à l'INRP et dans l'administration centrale de l'Éducation nationale, m'a permis d'organiser ou de co-organiser des manifestations de synthèse à l'intention aussi bien des chercheurs que des praticiens. J'ai aussi dirigé un certain nombre d'ouvrages principalement destinés à la communauté éducative et produit des articles de présentation et de valorisation de résultats reprenant, sous une forme adaptée au public visé, une partie des résultats obtenus par la recherche. Une liste complémentaire a donc été adjointe à la liste de publications présentées pour l'habilitation à diriger des recherches.

Pour terminer, je souhaiterais remercier Marc Barbut et Gabriel Langouët, qui m'ont utilement conseillé pour la rédaction de cette note, ainsi que François Baron, Eric Bruillard et Michelle Harrari qui ont relu des versions intermédiaires du texte et dont les suggestions m'ont été précieuses.

Travaux présentés pour l'habilitation

1. Ouvrages de synthèse

- BARON, Georges-Louis (1989). *L'informatique, discipline scolaire ?* P.U.F, Pédagogie d'aujourd'hui, Paris, 230 p.
- BARON, Georges-Louis (1989a). *L'informatique en éducation, quelles évolutions ?* Bulletin du Bureau International d'Éducation, 63ème année, n° 250, janvier-mars 1989, 96 p.
- BARON, Georges-Louis, dir. (1991). *Informatique et apprentissages*. INRP, Paris, 174 p.
- BARON, Georges-Louis ; PAOLETTI, Félix ; RAYNAUD, Régine, dirs. (1993). *Informatique, communication, société*. L'Harmattan - INRP, Paris, 210 p.

2. Participation à des ouvrages de synthèse

- INRP (1981). *Dix ans d'informatique dans l'enseignement secondaire, 1970-1980*. Recherches Pédagogiques n° 113, INRP, Paris, 197 p.
- BARON, Georges-Louis (1985). "L'enseignement optionnel de l'informatique en second cycle long" in *Enseigner l'informatique, l'expérience d'option informatique en second cycle long, 1981/84*. C.R.D.P. de POITIERS, pp. 15-30.
- BARON, Georges-Louis (1989b). "Informatique et enseignement : quelle formation pour les enseignants de second degré ?" in GRANDBASTIEN, Monique. *Les technologies nouvelles dans l'enseignement général et technique, rapport au secrétaire d'État chargé de l'enseignement technique*. La Documentation Française, Paris, pp. 209-219.
- BARON, Georges-Louis (1993). "Informatique et enseignement" in BARON, Georges-Louis, PAOLETTI, Félix ; RAYNAUD, Régine. *Informatique, communication, société*. L'Harmattan - INRP, Paris, pp. 159 - 174.

3. Articles pour des revues avec comité de lecture

- BARON, Georges-Louis (1982). "Smalltalk, l'univers des objets et le discours des méthodes". *Informatique et sciences humaines*, n° 53-54, juin-septembre 1982, pp. 147-159.
- BARON, Georges-Louis (1988). "La naissance de l'informatique comme discipline de formation générale". *AFCET/Interfaces* n° 69, juillet 1988, pp. 3- 14
- BARON, Georges-Louis (1990). "L'informatique en éducation, le cas de la France". *Revue Française de Pédagogie*, n° 92, juillet-aout-septembre 1990, pp. 57-78.
- BARON, Georges-Louis (1990a). "L'informatique en éducation, vingt ans après". *Culture Technique* n° 21, *L'emprise de l'informatique*, pp. 193-200.
- BARON, Georges-Louis et MOUNIER-KUHN, Pierre-Eric (1990). "Computer science at the CNRS and in french universities. A gradual institutional recognition". *Annals of the history of computing*, vol 12, n° 1, juin 1990, Springer-Verlag, New York, pp. 79 - 87

- BARON, Georges-Louis et BRUILLARD, Eric (1993). "Quelle place pour les nouvelles technologies dans la formation initiale des enseignants ?" *Recherche et Formation*, n° 14, octobre 1993, pp. 101- 116.
- BARON, Georges-Louis et BRUILLARD, Eric (1994). "Information technology, Informatics and preservice teacher training". *Journal of computer assisted learning*, n° 10, pp. 2-13.
- GLIKMAN, Viviane et BARON, Georges-Louis (1991). "Médias, multi-médias, technologies et formation à distance. Quelques éléments pour l'histoire d'un concept et une analyse de sa réalité au début des années quatre-vingt-dix". *Perspectives Documentaires en Éducation*, n° 24 , décembre 1991, pp. 63-93.

4. Autres articles

- BARON, Georges-Louis et FROT, Jean-Louis (1983). "Il était une fois un didacticiel". *Éducation et informatique* n° 14, janvier 1983, pp. 29-30.
- BARON, Georges-Louis (1989c) "Première analyse des résultats de l'épreuve facultative au baccalauréat en 1988". *Informatiques*, n° 5, pp. 33-37
- BARON, Georges-Louis (1990b). "Où en était l'option informatique à la rentrée de 1989/90 ?" *Informatiques* n° 9, C.R.D.P. de Poitiers, pp. 20-23
- BARON, Georges-Louis et AUTHIER, Annie (1991). "Les résultats de l'épreuve facultative d'informatique en 1990". *Informatiques*, n° 11, pp. 28-30.
- BARON, Georges-Louis et JACQUEMARD, Jean-Claude (1991). "Synthèse des résultats de l'enquête sur les formations pédagogiques à l'informatique pédagogique". Mission laïque française, dossier documentaire n° 15, pp. 23-27.

5. Communications à des colloques

- BARON, Georges-Louis et FROT, Jean-Louis (1981). "Effets miroirs en Enseignement Assisté par Ordinateur". *Communications françaises proposées pour la troisième conférence mondiale sur l'informatique et l'éducation, WCCE81, Lausanne*. Comité français pour WCCE 81, École supérieure d'électricité, Gif sur Yvette, pp. 39-50.
- BARON, Georges-Louis (1982). "Appropriation de savoirs scientifiques, informatique et enseignement". *Actes des 3èmes journées internationales de Chamonix sur l'éducation scientifique et technique*, pp. 245-250.
- BARON, Georges-Louis (1983). "Informatique, enseignement des mathématiques, aide, illustration". *Actes des 4èmes journées internationales de Chamonix sur l'éducation scientifique et technique*, pp. 309-316.
- BARON, Georges-Louis ; FROT, Jean-Louis et MESSEANT, Bernard (1984). "Un logiciel pour guider l'élève dans le parcours d'un graphe représentant des connaissances en mathématiques". *Actes du congrès EAO 84, 1er colloque scientifique francophone sur l'enseignement assisté par ordinateur*, 4-5 septembre 1984. Agence de l'informatique, pp. 319-331.
- BARON, Georges-Louis (mai 1988a). "La prise en compte de l'informatique par le système scolaire, genèse du champ informatique pédagogique, 1970-1980" in Chatelin (ed.) *Actes du premier colloque sur l'histoire de l'informatique en France*, Grenoble, 3, 4, 5 mai 1994, vol 2, pp. 45-59.

- BARON, Georges-Louis (1989d). "La situation actuelle et les objectifs/ L'évolution" *Éducation et informatique ; vers une coopération internationale renforcée*, actes du congrès international, 12-21 avril 1989, Paris. UNESCO, vol. 1, pp. 39-43.
- BARON, Georges-Louis (1990c). "«Multi-media», vous avez dit «multimédia» ?". *Actes du colloque Applica*, Lille, septembre 1990, 9 p.).
- BARON, Georges-Louis. (1991) "Quelques réflexions sur l'usage des tuteurs intelligents". *Actes des deuxièmes journées EIAO de Cachan*. Éditions de l'École Normale Supérieure de Cachan, pp. 247-251.
- BARON, Georges-Louis (1994). "Robotique pédagogique, d'un colloque l'autre : vers l'émergence d'une communauté ?" in DENIS (B.) et BARON (G-L). *Regards sur la robotique pédagogique, actes du quatrième colloque international sur la robotique pédagogique*. INRP-STE de l'université de Liège, Paris, 267 p.
- BARON, Georges-Louis et DE LA PASSARDIÈRE, Brigitte (1992). "Médias, multi et hypermédias pour l'apprentissage : points de repère sur l'émergence d'une communauté scientifique". *Actes des premières journées scientifiques "hyper-médias et apprentissages"*, Paris, INRP-MASI, pp. 7-15.
- BARON, Georges-Louis ; LENNE, Dominique ; SALAMÉ, Naoum (1992). "Databases and software tools for statistical analysis in education". *Actes de la 9 ème Conférence Internationale sur la technologie et l'Éducation*, Paris, pp. 1250-1252.
- GRANDBASTIEN, Monique et BARON, Georges-Louis (1992). "Consequences of the integration of new technologies in schools for teacher training. Implications for research". *Actes de la 9 ème Conférence Internationale sur la technologie et l'Éducation*. Paris, pp. 61-63.

6. Rapports de recherche

- BARON, Georges-Louis ; de Brogniez, Philippe ; Créhange, Catherine ; Liénard, Alain ; Quéré, Maryse (1990). *Case study and preliminary evaluation*. Centre Lorrain d'enseignement assisté par ordinateur, 21 p.
- QUÉRÉ, Maryse ; BARON, Georges-Louis ; LE MEUR, André (1990). *Informatique, multimédia et interactivité*. Rapport du Centre de Recherche en Informatique de Nancy, (90 - R - 182), 20 p.
- BARON, Georges-Louis (1991a). *Informatique, appropriations culturelles, appropriations cognitives : le cas des enseignants*. Rapport intermédiaire INRP n° 91-041, 33 p.
- BARON, Georges-Louis et BRUILLARD, Eric (1993a). *La prise en compte de l'informatique dans la formation des enseignants. Étude de cas dans un IUFM*. Rapport technique INRP 93-4 092, 81 p.
- BARON, Georges-Louis et HARRARI, Michelle (1994). avec la collaboration de Philippe Gabriel, Alain Langouët, Nathalie Nibeau. *Le point de vue des élèves de collège à l'égard de l'informatique. Rapport final de synthèse des études menées en 1993 pour la Direction des lycées et collèges*. Rapport INRP 94/TECNE-02-1, 129 p.

Autres travaux : valorisation de la recherche

1. Ouvrages de synthèse

- BARON, Georges-Louis et BAUDÉ, Jacques, eds. (1992). *L'intégration de l'informatique dans l'enseignement et la formation des enseignants*. INRP, Paris, 285 p.
- DE LA PASSARDIÈRE, Brigitte et BARON, Georges-Louis, eds. (1992). *Hypermédias et apprentissages. Actes des premières journées scientifiques 24 et 25 septembre 1991*. INRP-MASI, Paris, 274 p.
- BARON, Georges-Louis ; BAUDÉ, Jacques ; DE LA PASSARDIÈRE, Brigitte, eds. (1993). *Hypermédias et apprentissages /2*. Paris, INRP-CUEEP-EPI, 249 p.
- DENIS, Brigitte et BARON, Georges-Louis, dir. (1994). *Regards sur la robotique pédagogique. Actes du quatrième colloque international sur la robotique pédagogique*. INRP- STE de l'Université de Liège, Paris, 267 p.

2. Participation à des ouvrages de synthèse

- BARON, Georges-Louis (1980). "Informatique et enseignement des mathématiques". in *L'informatique au lycée. Support de formation à l'utilisation de l'ordinateur dans les classes*. Ministère de l'Education-Direction des Lycées, pp. 15-29.
- BARON, Georges-Louis (1993). "L'informatique et l'école : une histoire modèle ?" in BÉRARD (Jean-Michel) et RICHARD (C.). *Utilisations de l'ordinateur dans l'enseignement secondaire*, Hachette-CNDP, Paris, pp. 9-25.
- BARON, Georges-Louis et MORIN, Bertrand (1985). "Morphogenèse d'un cycle de coopération et présentation des deux expériences, en France et au Québec". *Actes du séminaire restreint franco-québécois de Sèvres sur l'enseignement de l'informatique dans l'enseignement de second degré*. Dossier pédagogique n° 10 du Centre International d'Études Pédagogiques, Sèvres, pp. 4-23.
- BARON, Georges-Louis (1988). "Le contexte français : l'enseignement de l'informatique en France dans les lycées". Contribution à l'ouvrage collectif *Comment enseigner l'informatique ? Regards sur une étape de la coopération franco-québécoise en éducation* (dossier n° 15 du CIEP), Sèvres, pp. 15-22.
- BARON, Georges-Louis (1992). "A informatica na Educação em França". in Duarte Teodoro (V.) et Correia de Freitas (J.). *Educação e computadores*. Lisboa, Ministerio da Educação - Gabinete de Estudos e Planes, Desenvolvimento dos sistemas educativos, 230 p. (pp. 161-172).

3. Articles

- BARON, Georges-Louis (janvier 1983). "Où en est l'EAO en mathématiques ?" *Education et informatique* n° 14 , pp. 20-22.
- BARON, Georges-Louis (1989). "L'option informatique à la rentrée 1988/89". *Informatiques* n° 6, mars 1989, pp. 22-27
- BARON, Georges-Louis (1990). "Les résultats de l'épreuve facultative d'informatique en 1989". *Informatiques* n° 9, C.R.D.P. de Poitiers, pp. 18-19

BARON, Georges-Louis (1992). "Médias, multimédias, informatique et éducation". in *Multimédias, nouveaux outils, nouvelles pensées*. UNAPEC, Paris, pp. 27-36.

BARON, Georges-Louis et BRUILLARD, Eric (juin 1993). "L'informatique et la formation à l'IUFM : une étude de cas à Créteil". *Bulletin de l'EPI*, n° 70, pp. 43-54.

4. Communications à des colloques

BARON, Georges-Louis (1984). "La formation des enseignants aux nouvelles technologies, le cas des mathématiques". Communication à la cinquième conférence internationale sur l'enseignement des mathématiques, Adelaïde (Australie).

BARON, Georges-Louis (16-18 décembre 1985). "Système éducatif français et informatique, quelques enjeux sociaux". Communication au Workshop franco-anglais : information technology and education, CNRS, Oxford.

5. Autres

BARON, Georges-Louis (1985). "Initiation à l'informatique, série 8. L'utilisation de l'informatique dans l'enseignement, logiciels. Préparation du Centre National d'Enseignement à distance : formation générale- perfectionnement 046-8-3918 T (1). Vanves, 20 p.

BARON, Georges-Louis, ed. (1988). "Pratiques éducatives et informatique". *Actes du séminaire restreint franco-québécois de Sèvres (mai 1987)*. CIEP de Sèvres, dossier pédagogique n° 14, 76 p.

BARON, Georges-Louis (1991). "Informatique et enseignement ; quelques points de repères" in *Informatique et apprentissages*. INRP-ISHA, pp. 11-16.

BARON, Georges-Louis et HIRLIMANN, Anne (1991). Quelques applications de l'informatique dans l'enseignement des mathématiques au collège et au lycée professionnel. Étude de cas pour l'OCDE, 7 p. + 9 annexes.

BARON, Georges-Louis et BRUILLARD, Eric, dirs. (1994). *Informatique, formation des enseignants : quelles interactions ? Actes du séminaire ouvert, sessions de 1992-93*. Paris, INRP, 112 p.

Classement, par partie du texte, des références aux travaux présentés

Partie I

Ouvrage

- (BARON, 1989). *L'informatique, discipline scolaire ?* P.U.F, Pédagogie d'aujourd'hui, Paris, 230 p.
- INRP (1981). *Dix ans d'informatique dans l'enseignement secondaire, 1970-1980*. Recherches Pédagogiques n° 113, INRP, Paris, 197 p.

Articles

- (INRP 1981). Corédacteur de *Dix ans d'informatique dans l'enseignement secondaire, 1970-1980*. *Recherches Pédagogiques* n° 113, INRP, Paris, 197 p.
- (BARON, 1982). "Smalltalk, l'univers des objets et le discours des méthodes". *Informatique et sciences humaines*, n° 53-54, pp. 147-159.
- (BARON et FROT, 1983). "Il était une fois un didacticiel". *Education et informatique* n° 14, p. 29-30.
- (BARON et MOUNIER-KUHN, 1990). "Computer science at the CNRS and in french universities. A gradual institutional recognition". *Annals of the history of computing*, vol 12, n° 1, Springer-Verlag, New York, pp. 79 - 87

Colloques

- (BARON et FROT, 1981). "Effets miroirs en Enseignement Assisté par Ordinateur". *Communications françaises proposées pour la troisième conférence mondiale sur l'informatique et l'éducation, WCCE81, Lausanne*. Comité français pour WCCE 81, École supérieure d'électricité, Gif sur Yvette, pp. 39-50.
- (BARON, 1982). "Appropriation de savoirs scientifiques, informatique et enseignement". *Actes des 3èmes journées internationales de Chamonix sur l'éducation scientifique et technique*, pp. 245-250.
- (BARON, 1983). "Informatique, enseignement des mathématiques, aide, illustration". *Actes des 4èmes journées internationales de Chamonix sur l'éducation scientifique et technique*, pp. 309-316.
- (BARON ; FROT et MESSEANT, 1984). "Un logiciel pour guider l'élève dans le parcours d'un graphe représentant des connaissances en mathématiques". *Actes du congrès EAO 84, 1er colloque scientifique francophone sur l'enseignement assisté par ordinateur*, 4-5 septembre 1984. Agence de l'informatique, pp. 319-331.
- (BARON, 1991) "Quelques réflexions sur l'usage des tuteurs intelligents". *Actes des deuxièmes journées EIAO de Cachan*. Éditions de l'École Normale Supérieure de Cachan, pp. 247-251.

Partie 2

Ouvrages et contribution à des ouvrages

- (BARON, 1985). "L'enseignement optionnel d'informatique en second cycle long" in *Enseigner l'informatique, l'expérience d'option informatique en second cycle long, 1981/84*. C.R.D.P. de POITIERS, pp. 15-30.
- (BARON, 1989). *L'informatique, discipline scolaire ?* P.U.F, Pédagogie d'aujourd'hui, Paris, 230 p.
- (BARON, 1989b). *Informatique et enseignement : quelle formation pour les enseignants de second degré ?* in GRANDBASTIEN, Monique. *Les technologies nouvelles dans l'enseignement général et technique, rapport au secrétaire d'État chargé de l'enseignement technique*. Paris, La Documentation Française, Paris, pp. 209-219.
- (BARON, 1993). *Informatique et enseignement*, in BARON, Georges-Louis, PAOLETTI, Félix ; RAYNAUD, Régine. *Informatique, communication, société*. L'Harmattan - INRP, Paris, pp. 159 - 174.

Articles

- (BARON, 1984). "L'expérience d'option informatique en second cycle long". *Education, Télématique, Informatique* n° 2, pp. 75-88.
- (BARON, 1989c) "Première analyse des résultats de l'épreuve facultative au baccalauréat en 1988". *Informatiques*, n° 5, pp. 33-37
- (BARON, 1988). "La naissance de l'informatique comme discipline de formation générale". *AFCET/Interfaces* n° 69, juillet 1988, pp. 3- 14
- (BARON, 1990). "L'informatique en éducation, le cas de la France". *Revue Française de Pédagogie*, n° 92, pp. 57-78.
- (BARON, 1990b). "Où en était l'option informatique à la rentrée de 1989/90 ?". *Informatiques* n° 9, C.R.D.P. de Poitiers, pp. 20-23.
- (BARON et AUTHIER, 1991). "Les résultats de l'épreuve facultative d'informatique en 1990". *Informatiques*, n° 11, pp. 28-30.
- (BARON, et JACQUEMARD, 1991). "Synthèse des résultats de l'enquête sur les formations pédagogiques à l'informatique pédagogique". Mission laïque française, dossier documentaire n° 15, pp. 23-27.

Colloques

- (BARON, 1988a). "La prise en compte de l'informatique par le système scolaire, genèse du champ informatique pédagogique, 1970-1980" in Chatelin (ed.) *Actes du premier colloque sur l'histoire de l'informatique en France*, Grenoble, 3, 4, 5 mai 1994, vol 2, pp. 45-59.

Rapports

- (BARON, 1991a). *Informatique, appropriations culturelles, appropriations cognitives : le cas des enseignants*. Rapport intermédiaire INRP n° 91-041, 33 p.
- (BARON et BRUILLARD, 1993a). *La prise en compte de l'informatique dans la formation des enseignants. Étude de cas dans un IUFM*. Rapport technique INRP 93-4 092, 81 p.

Partie 3

Articles

- (BARON, 1990a). "L'informatique en éducation, vingt ans après". *Culture Technique n° 21, L'emprise de l'informatique*, pp. 193-200.
- (BARON, 1993). *Informatique et enseignement*, in BARON, Georges-Louis, PAOLETTI, Félix ; RAYNAUD, Régine. *Informatique, communication, société*. L'Harmattan - INRP, Paris, pp. 159 - 174.
- (GLIKMAN et BARON, 1991). "Médias, multi-médias, technologies et formation à distance. Quelques éléments pour l'histoire d'un concept et une analyse de sa réalité au début des années quatre-vingt-dix". *Perspectives Documentaires en Education*, n° 24 , pp. 63-93.
- (BARON et BRUILLARD, 1993). "Quelle place pour les nouvelles technologies dans la formation initiale des enseignants ?" *Recherche et Formation*, n° 14, pp. 101- 116.
- (BARON et BRUILLARD 1993a). *La prise en compte de l'informatique dans la formation des enseignants. Étude de cas dans un IUFM*. Rapport technique INRP 93-4 092, 81 p.
- BARON, Georges-Louis et BRUILLARD, Eric (1994). "Information technology, Informatics and pre-service teacher training". *Journal of computer assisted learning*, n° 10, pp. 2-13.

Colloques

- (BARON, 1990c). "«Multi-media», vous avez dit «multimédia» ?". *Actes du colloque Applica*, Lille, septembre 1990, 9 p.).
- (BARON, 1991) "Quelques réflexions sur l'usage des tuteurs intelligents". *Actes des deuxièmes journées EIAO de Cachan*. Éditions de l'École Normale Supérieure de Cachan, pp. 247-251.
- (BARON et DE LA PASSARDIÈRE, 1992). "Médias, multi et hypermédias pour l'apprentissage : points de repère sur l'émergence d'une communauté scientifique". *Actes des premières journées scientifiques "hypermédias et apprentissages"*. Paris, INRP-MASI, pp. 7-15.
- (BARON ; LENNE et SALAMÉ, 1992). "Databases and software tools for statistical analysis in education". *Actes de la 9 ème Conférence Internationale sur la technologie et l'Éducation*. Paris, pp. 1250-1252.

Rapports

- (BARON et HARRARI, 1994). *Le point de vue des élèves de collège à l'égard de l'informatique. Rapport final de synthèse des études menées en 1993 pour la Direction des lycées et collèges*. INRP 94/TECNE-02-1, 83 p.
- (QUÉRÉ ; BARON et LE MEUR, 1990). *Informatique, multimédia et interactivité*. Rapport du Centre de Recherche en Informatique de Nancy, (90 - R - 182), 20 p.

Partie 4

Contributions à des ouvrages collectifs

- (BARON ; PAOLETTI et RAYNAUD, Régine, 1993). *Informatique, communication, société*. L'Harmattan - INRP, Paris, 210 p.

Articles

(BARON, 1990). "L'informatique en éducation, le cas de la France". *Revue Française de Pédagogie*, n° 92, pp. 57-78.

Colloques

BARON, Georges-Louis ; LENNE, Dominique ; SALAMÉ, Naoum (1992). "Databases and software tools for statistical analysis in education". *Actes de la 9^{ème} Conférence Internationale sur la technologie et l'Éducation*, Paris, pp. 1250-1252.

(BARON, 1994). "Robotique pédagogique, d'un colloque l'autre : vers l'émergence d'une communauté ?" in DENIS (B.) et BARON (G-L). *Regards sur la robotique pédagogique, actes du quatrième colloque international sur la robotique pédagogique*. INRP-STE de l'université de Liège, Paris, 267 p.

Rapports

(BARON, et al. 1990). *Case study and preliminary evaluation*. Synthèse du travail accompli pour le projet européen LEAST (tâche 3.4.). Centre Lorrain d'enseignement assisté par ordinateur, 21 p.

(QUÉRÉ, BARON, LE MEUR, 1990). *Informatique, multimédia et interactivité*. Rapport du Centre de Recherche en Informatique de Nancy, (90 - R - 182), 20 p.

Index thématique sommaire

Audio visuel	III.1.2.1
Champs	
Informatique pédagogique	II.1.1
Technologies de l'information et de la communication	III.1.1
Elèves	
Effets sur les élèves	I.3.3.1.
Elèves de l'option informatique	II.3.3.1
Point de vue des élèves sur l'informatique	III.3.2
Enjeux	IV.1
Enseignement programmé	III.1.2.2
Environnements interactifs	<i>voir logiciels à usage éducatif</i>
Evaluation	I.2.1.
Formation des enseignants à l'informatique	
Formations longues	I.1.2.
Evolution de la formation	II.3.7.
La question de la formation initiale	III.3.1.
Informatique	
Contexte de la première expérience	I.1.1.
Evolution de l'informatique	II.3.1.
Initiation des élèves à l'informatique	I.3.4.
Modes d'usages pendant la période expérimentale	I.3.1.
Option informatique	II.3.3.
Outils et instruments informatiques	II.3.1.
Outil ou objet d'enseignement	II.3.2
Socialisation de l'informatique	II.1.1.
INRP	
La section informatique et enseignement	I.2.1.
La transition entre périodes	II.1.3.
Recherches actuelles	IV.2.2.
Logiciels à usage éducatif.	
Création de logiciels éducatifs	I.1.3.
Environnements interactifs	I.3.4.
Les premiers développements	II.3.4.
Objet pédagogique et objet marchand	II.3.6.
Types d'usages	I.3.1., II.3.6.2.
Types de logiciels	I.3.2., II.3.6.

LOGOI.3.5.3.
Médias	
Hypermédias	III.1.3.3.
Médias et technologies	III.1.2.
Multi-media	III.1.2.1.
Multimédia	III.1.3.2.
MéthodesI.2.2, II.2.3., III.2.2
ModèlesI.2.2., III.2.2.
Outils et méthodes statistiquesI.2.2., II.2.3.
Politiques de développement de l'informatique	
Le changement d'échelle	II.1.2.
Informatique Pour Tous	II.3.5.
Programmation	
Méthodes de programmation	I.1.3., II.3.2.
Programmation de logiciels éducatifs	I.1.3.
Langages et environnements de programmation	I.3.5.2.
Recherche	
Communautés de recherche	IV.2.
Pistes de recherche	
Problèmes de recherche	I.2.1., II.2.1, III.2.1., IV.2.2.
Rôle de la recherche	IV.2.1.
Sociologie de l'éducationII.2.
Technologies	
Convergence des technologies	III.1.3.
Technologie de l'éducation	III.1.3
Technologies de l'information et de la communication	III.1.1.
Usages de l'informatiqueI.3.1., II.3.6.2.

I. DÉMARCHE INFORMATIQUE ET INSTRUMENTATION DU TRAVAIL ENSEIGNANT

1. L'introduction de l'informatique dans l'éducation

Mes premiers contacts avec l'informatique datent de la première moitié des années soixante-dix, au début d'une carrière d'enseignant du second degré en mathématiques doté d'une formation académique approfondie mais d'une formation pédagogique assez légère. Or, il ne suffisait pas de connaître le domaine pour se faire entendre de jeunes très moyennement intéressés par les beautés intrinsèques et parfois quelque peu byzantines des mathématiques "modernes" alors enseignées. On insistait beaucoup sur la cohérence formelle de la théorie et sur la présentation de *structures*, qui modélisaient efficacement des situations diverses. Malheureusement, les exemples que l'on pouvait donner n'avaient qu'un rapport très lointain avec la réalité quotidienne.

Les mathématiques étaient encore investies d'une sorte de mission de formation de l'esprit, revendiquée avec succès à d'autres époques par le latin. Cela passait plus ou moins bien. Certains (surtout ceux qui avaient déjà été sélectionnés dans les filières scientifiques) semblaient assez bien comprendre. D'autres avaient des problèmes et le faisaient savoir. Bref, l'enseignant aussi avait des problèmes et il fallait faire preuve de pédagogie en inventant tant bien que mal (mieux avec l'expérience) des méthodes pour adapter l'enseignement aux intérêts et aux capacités des élèves.

Fort heureusement on n'était pas seul. Les IREM (Instituts de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques) étaient des centres de ressources précieux et actifs où des communautés de collègues réfléchissaient, publiaient, formaient. Certains, très marginaux, commençaient à mener des actions sur les calculatrices programmables, alors nouvellement apparues ([INRP, 1972](#)).

Dans la société, l'informatique restait fort peu connue. On n'en était sans doute plus au temps où Robert Escarpit, dans *Le littératron* (1964), imaginait une mystification où une photo de machine à laver servait à représenter un ordinateur, qui par ailleurs était censé pouvoir créer des discours d'hommes politiques avec une efficacité redoutable. Mais l'ordinateur restait un équipement relativement rare, aucunement socialisé, apanage de centres de calcul et de grandes entreprises, fonctionnant souvent en mode différé dans des salles climatisées. Les utilisateurs n'avaient alors pas de contacts directs avec lui. Soit ils passaient par des informaticiens qui programmaient leur problème. Plus rarement, ils programmaient eux-mêmes. Dans ce cas, ils opéraient sur papier, perforaient ou faisaient perforer des cartes qu'ils remettaient au centre de calcul. Après un temps variable, ils récupéraient après traitement des listages contenant les résultats. Cependant, la technologie progressait vite et, depuis le début des années soixante-dix, était apparue une nouvelle génération de machines : des *mini-ordinateurs*, de la taille d'une petite armoire, ne nécessitant pas d'installations spécialisées, capables de gérer l'interactivité avec une dizaine de consoles, selon le système du "temps partagé", mais dotés de mémoires très limitées¹.

Les responsables politiques pressentaient depuis longtemps l'importance qu'allait revêtir l'informatique et des enjeux qui lui étaient associés en termes d'économie et d'indépendance nationale. Un important plan concernant l'informatique (le plan calcul) était mené depuis 1966 sous l'égide d'une délégation directement rattachée au premier ministre. Un des objectifs principaux (et non atteint) de cette opération était de constituer une industrie informatique française (Mounier-Kuhn, 1993). Mais un fort intérêt existait aussi pour l'enseignement et la recherche.

Des enseignements technologiques avaient déjà été institués dans la seconde moitié des années soixante, dans des B.T.S. des séries tertiaires et dans les séries G et la série H, ainsi que dans l'enseignement supérieur, où la maîtrise d'informatique avait été instituée en 1966, tandis que des départements d'informatique avaient été créés dans les I.U.T. en 1967. Un chargé de mission, Wladimir Mercoureff, avait été placé directement en 1970 auprès du ministre de l'Éducation nationale, qui lança cette même année une expérimentation nationale d'introduction de l'informatique en lycée, dont l'extension n'était pas très importante, mais qui allait jouer un rôle fondateur (Baron, 1989).

¹ Souvent moins d'une dizaine de kilo-octets .

1.1. Rencontre avec l'informatique dans l'enseignement

Cette première expérience nationale d'introduction de l'informatique, dite "des cinquante-huit lycées" a eu un caractère extrêmement original. J'en ai étudié ailleurs l'histoire en détail (Baron, 1989) et n'ai pas l'intention d'y revenir longuement ici. Il me suffira d'en rappeler quelques singularités :

L'opération doit être resituée dans un cadre plus vaste, à la fois national (le plan calcul) mais aussi international. A ce niveau, une réflexion commençait à prendre pour objet la place de l'informatique dans l'éducation. Une conférence internationale sur les ordinateurs dans l'éducation, organisée par la fédération internationale pour le traitement de l'information (IFIP), avait eu lieu à Amsterdam en 1970 (IFIP, 1970). Un colloque, organisé par le CERI-OCDE à Sèvres la même année, souvent cité comme une des sources de l'expérience française, concluait à la nécessité d'enseigner l'informatique (OCDE, 1971).

Lancée à partir de grandes intuitions sur le caractère inéluctable de l'informatique et sur la nécessité de former les jeunes, l'opération française d'introduction de l'informatique dans l'enseignement secondaire s'est placée en rupture par rapport aux deux tendances fortes de l'époque : d'une part la technologie de l'éducation sous les espèces de l'enseignement programmé et, d'autre part, l'enseignement d'un langage de programmation. Il s'agissait de *renover* toutes les disciplines, grâce aux vertus de la "démarche informatique" : "algorithmique, organisatrice, modélisante". On trouve ainsi dans la circulaire aux Recteurs n° 70-232 du 21 mai 1970 un exposé des grandes idées qui allaient être mises en oeuvre :

L'informatique est "un outil scientifique, technique et intellectuel unique", en train de "bouleverser profondément les pays industrialisés", et qu'il faut s'appropriier sous peine d'être "infirmes". En conséquence, "l'enseignement secondaire tout entier et dès la classe de 4ème ne peut rester à l'écart de cette révolution".

Outre le pilotage de la mission à l'informatique, un suivi était assuré par l'Institut national de Recherche et de Documentation pédagogique, où avait été créée en 1971 une section "informatique et enseignement", d'abord dirigée par Max Lumbroso assisté de deux enseignants à mi-temps, Robert Legland et Pierre Muller, puis par Christian Lafond. Des lycées commencèrent à recevoir des équipements informatiques (des mini-ordinateurs de fabrication française) à partir de 1973.

Singularité française, préalablement à l'équipement d'un lycée, des enseignants de l'établissement recevaient une formation de longue durée (un an à mi-temps en région parisienne) :

"Il s'agit plus de former des enseignants capables de l'appliquer à leur discipline que des spécialistes limités à l'informatique elle-même. Comme "la réussite en informatique n'est pas liée à une formation scientifique et qu'il n'est pas question d'alourdir les programmes avec une matière supplémentaire,. En conséquence, "il s'agit donc de former les enseignants de toutes les disciplines, pour qu'ils puissent incorporer l'informatique à leurs enseignements traditionnels".

Plus de cinq cents professeurs de toutes disciplines ont ainsi acquis une compétence seconde en informatique. L'idée générale de ces stages de formation était que des enseignants formés sauraient, si on leur en donnait les moyens, inventer des modes d'usage pédagogiques innovants¹.

Tout cela m'était à l'époque parfaitement inconnu. Il se trouva cependant que le lycée Henri IV, où j'avais été nommé, faisait partie des établissements prévus pour être équipés. Des stages de formation longue devaient être attribués. Ma candidature fut retenue et à la rentrée suivante nous étions une trentaine à bénéficier d'une demi-décharge de service pour suivre le stage "lourd" de formation à l'informatique organisé à l'E.N.S. de saint Cloud sous la responsabilité d'André Poly.

Ce stage, qui accueillait, à parité, des enseignants de disciplines scientifiques et non scientifiques (la pluridisciplinarité était jugée essentielle) était analogue à ceux qui étaient offerts - à plein temps - dans d'autres villes : Grenoble, Nancy, Rennes, Toulouse. Il offrait une formation, centrée autour de l'informatique mais relativement polyvalente, qui va maintenant être décrite.

¹ Par ailleurs, une formation dite "courte" en informatique était dispensée par le Centre national de télé enseignement.

1.2. Une formation générale à l'informatique et à ses applications

Des cours portaient sur l'algèbre de Boole, la logique, les grammaires formelles, les algorithmes et les méthodes de programmation. Des rudiments sur la modélisation et la théorie des systèmes étaient également offerts. Des conférences donnaient des références sur l'histoire et les diverses applications de l'informatique, comme la traduction automatique ou la démonstration automatique de théorèmes. Il y eut aussi des présentations des travaux de Landa sur les algorithmes d'apprentissage (Landa, 1967).

Parmi les applications, l'éducation occupait naturellement une place importante. Jacques Hebenstreit, pionnier de l'informatique¹ et aussi l'un des inspirateurs de l'expérience des cinquante-huit lycées était venu présenter ses analyses². Celles-ci, particulièrement inspirées par son expérience de la Physique, étaient parfaitement cohérentes et jouissaient d'une grande autorité dans le milieu.

Insistant sur l'impasse que constituait une conception de l'enseignement comme transmission de connaissances dans un monde marqué par un accroissement vertigineux de connaissances accumulées, il proposait de tendre vers l'enseignement des modèles plutôt que celui des faits. L'informatique avait alors une place importante dans l'acquisition par les élèves de méthodes modélisantes leur permettant de résoudre des problèmes qu'ils n'avaient pas encore rencontrés. L'ordinateur jouait un rôle irremplaçable pour permettre de simuler des expérimentations :

“Il ne s'agit pas de rejeter l'expérimentation réelle, bien au contraire, puisque c'est l'expérimentation réelle qui seule permet la construction d'un modèle de la réalité et la vérification de sa validité. Il s'agit d'utiliser l'ordinateur en simulation soit pour présenter des modèles de complexité croissante, qui risquent sinon de demeurer à

¹ Il a été le premier à soutenir (en 1969) une thèse d'état explicitement classée en informatique. Auparavant, les thèses relevant de l'informatique étaient classées dans une discipline instituée comme les mathématiques ou la physique.

² Ses positions sur la simulation n'étaient cependant pas partagées par tous. Certains enseignants de biologie furent ainsi sanctionnés par leur inspection générale pour avoir pratiqué la simulation avec leurs élèves.

l'état d'abstraction pure, soit pour expérimenter dans des domaines où l'expérimentation directe est difficile ou impossible"¹.

Nul ne contestait l'intérêt de la "démarche informatique", que chacun s'attachait à rechercher et à caractériser. Mais les ordinateurs étaient encore rares et plusieurs points de vue complémentaires existaient. Il importe par exemple de citer ici les travaux de Jacques Kuntzman, mathématicien de formation, directeur de l'institut de mathématiques appliquées de Grenoble (IMAG) et du centre de formation approfondie de Grenoble, qui insistait beaucoup sur les méthodes et les objets liés à l'informatique.

1.3. L'importance de la création de logiciels

La formation comprenait une dimension pratique importante, puisque tous les stagiaires devaient contribuer au rayonnement de l'expérience en réalisant un projet de stage, sans qu'il y ait une quelconque évaluation formelle des acquis. A l'époque, il allait de soi qu'il fallait produire des applications pédagogiques utiles à d'autres, essentiellement des logiciels. Leur conception occupait une place importante dans la formation, ce qui était logique puisque c'est par eux que passait l'utilisation des ordinateurs, exception faite des activités conduisant les élèves à programmer eux-mêmes. L'INRP assurait la diffusion des "programmes-produits" à l'ensemble du réseau.

Les travaux pratiques s'effectuaient à l'aide d'un langage de programmation "made in France", conçu spécialement pour l'éducation à l'École supérieure d'électricité par l'équipe de J. Hebenstreit, le L.S.E. (langage symbolique d'enseignement), dont (Noyelle, 1988) présente une histoire. A syntaxe française, ce langage a été un outil très important dans la construction de l'expérience d'informatique pédagogique dans notre pays. Longtemps disponible sur toutes les machines et relativement bien normalisé, il a servi de support à l'essentiel de la production de logiciels jusqu'au début des années quatre-vingt ainsi qu'aux premières expérimentations d'enseignement de l'informatique en lycée².

¹ J. Hebenstreit "Les méthodes et les perspectives de l'enseignement assisté par ordinateur". E.N.S. de Saint Cloud, stage informatique, diffusion interne, s.d., 18 p.

² Avec le développement de la micro-informatique, LSE a été concurrencé puis progressivement supplanté par d'autres langages comme BASIC, livré en standard sur les micro-ordinateurs des établissements scolaires et, sur un autre front, par PASCAL, alors

Pour ma part, je me suis lancé dans la confection (en L.S.E, vecteur obligé de l'écriture de logiciels à usage éducatif), d'un système d'aide à l'apprentissage de la résolution de l'équation de second degré, diffusé ensuite dans le réseau des lycées équipés, puis transféré sur micro-ordinateur¹. Le sujet était certes canonique, mais posait malgré tout des problèmes aux élèves. En effet, l'existence de formules (le fameux "delta égale b deux moins 4ac") leur occultait souvent la relation entre zéro d'un polynôme et mise en facteur, opération fondamentale dans la résolution d'équations algébriques. L'idée était de guider l'élève dans la résolution d'exercices répétitifs engendrés automatiquement. Le système abordait également la question, plus difficile, des équations paramétriques du second degré.

Ce travail, obligeant à réfléchir sur les rôles possibles d'auxiliaires pédagogiques informatisés, fut aussi l'occasion d'éprouver les grandeurs et servitudes de la programmation, expérience passionnante pour qui s'y investit suffisamment.

En 1975, la nécessité de procéder de manière méthodique était ressentie. Mais les méthodes de programmation (comme la méthode déductive mise au point par Claude Pair) commençaient juste à être diffusées et n'étaient pas très répandues. On faisait encore généralement, avant toute programmation une représentation du programme à écrire sous forme d'organigramme (ou "d'algorigramme" pour reprendre l'expression de A. Kuntzman²). Il s'agit d'un formalisme commode pour représenter des algorithmes simples, mais passablement inadapté aux situations complexes et susceptible de conduire à une programmation "spaghetti", c'est à dire produisant des programmes inextricables et donc difficiles à mettre au point.

Par certains côtés, la programmation rappelle les mathématiques : il faut prendre en compte des spécifications liées au problème à résoudre, inventer des stratégies de résolution et les exprimer dans un langage symbolique. Mais, par-delà les considérations formelles, interviennent les "contraintes d'implémentation", c'est à dire des limitations liées à l'ordinateur (la mémoire centrale est toujours limitée) et

très populaire à l'université et bénéficiant d'une aura depuis quelque peu ternie. Beaucoup de ses utilisateurs ont regretté sa marginalisation, pour des raisons tenant sans doute un peu à la fierté nationale, mais aussi certainement à ses qualités intrinsèques.

¹ DUX-DUXP, programme-produit MA 88 de la bibliothèque INRP de programmes-produits.

² J. Kuntzman, "Du bon usage des algorigrammes", *bulletin de liaison l'informatique dans l'enseignement secondaire*, 8-9 (novembre 1973), pp.3-18.

au langage de programmation lui même, qui engendrent des obstacles imprévus. De plus, dans une application interactive, le temps d'exécution des algorithmes doit être le plus bref possible. Du coup, surtout avec des machines de faibles capacités mémoire, on était tenté de rechercher des "astuces" dont les effets indirects se manifestaient parfois ensuite par des dysfonctionnements difficiles à diagnostiquer et à résoudre.

Il y a une épreuve de réalité, l'exécution du programme. Quand il fonctionne, son auteur éprouve une grande satisfaction, souvent temporaire : comme l'enseignaient les informaticiens, "essayer un programme peut servir à montrer qu'il contient des erreurs, jamais qu'il est juste" (Arsac, 1991). De fait, l'utilisation avec les élèves était riche d'enseignements et révélait généralement des défauts de conception ou de fonctionnement, qu'il fallait corriger. Le mieux étant l'ennemi du bien, si l'on n'était pas assez méthodique on introduisait des erreurs, créant des problèmes qu'il fallait tenter de régler à leur tour, au risque de remettre en cause des choix précédemment effectués. Bref, il fallait beaucoup de méthode et le temps passait vite.

Par la suite, j'ai poursuivi pendant quelque temps la réflexion sur la conception de ce que l'on appelle maintenant des environnements d'apprentissage. Mais mon association avec l'INRP, d'abord moyennant quelques heures de décharge, puis comme coordinateur national déchargé à mi-temps pour participer à l'évaluation de l'opération, allait entraîner une extension de mon champ d'intérêt au-delà des mathématiques et de la création de logiciels.

En 1975, l'expérience nationale n'était plus en phase ascendante. Elle nécessitait une logistique assez lourde et ne pouvait persister que soutenue par une volonté politique constante. Or la pérennité de la solution technique n'apparaissait pas assurée : le premier micro-ordinateur était apparu en 1973 et il devenait prévisible que des évolutions importantes allaient se produire. De plus, le point de vue gouvernemental à l'égard de l'informatique avait changé, notamment après l'élection présidentielle de 1974, et la définition d'orientations libérales contrastant avec les idées **volontaristes de la tradition gaullienne**. Toujours est-il qu'en 1976 les équipements de nouveaux lycées et les formations lourdes furent arrêtés et que l'expérience fut mise "sur orbite d'attente", pour reprendre l'expression de Jean Saurel, directeur des lycées.

2. Premières recherches en pédagogie

2.1. L'évaluation et la recherche

Un groupe de travail avait été créé en 1974-75 à l'I.N.R.D.P. pour mettre en place un plan d'évaluation de l'expérience. Voici ce qu'en écrivaient F. FAURE et C. LAFOND, responsable de la Section Informatique et Enseignement et en décembre 1975¹ :

"La première année, les travaux de ce groupe ont surtout consisté en une "prise de contact" avec les terrains et en un effort de réflexion sur ce que pouvait être une "évaluation" de ce qui n'est pas à proprement dit une expérience mais des expériences, chaque terrain, chaque groupe de travail ayant des objectifs et des méthodes qui lui sont propres ...

Nous sommes cependant convaincus qu'une équipe chargée de faire un travail d'évaluation ne peut être réellement efficace qu'en ayant une parfaite connaissance des terrains sur lesquels elle va travailler et surtout avoir présenté ses buts aux enseignants pour éviter les malentendus inhérents à tout travail d'évaluation."

L'action d'évaluation ne démarra qu'en 1976-1977, au moment où l'expérience était "mise sur orbite d'attente". Les équipements et les formations de longue durée furent arrêtés, mais les moyens humains furent préservés. L'INRP supervisa ces actions, tandis qu'une "cellule informatique", qui allait jouer un rôle moteur lors de la phase suivante, était implantée à la direction des lycées du ministère de l'éducation et assurait le pilotage politique de l'opération.

Évaluer l'expérience d'introduction de l'informatique était une rude tâche, dans la mesure où aucun objectif opérationnel n'avait été assigné à celle-ci. Le ministère aurait sans doute été intéressé par des preuves tangibles de l'efficacité du recours à l'informatique, mais le problème n'étant pas très clairement défini, il existait une marge de manœuvre importante.

¹ F. FAURE et C. LAFOND, "L'informatique dans l'enseignement secondaire une expérience vieille de cinq ans" *Informatique et sciences humaines*, N°27, Déc 1975, pp 57-66

J'ai rejoint, à mi-temps, le groupe d'évaluation à la rentrée de 1977, avec pour mission principale de me centrer sur la situation en mathématiques. Le travail était alors mené sous la responsabilité de Christian Lafond, assisté de Pierre Muller. Le groupe, majoritairement composé d'enseignants partiellement déchargés de service, avait conscience de participer à l'exploration de terres nouvelles en pédagogie. Il ne s'agissait pas seulement d'évaluation, puisqu'il fallait faire fonctionner le réseau : fournir aux enseignants engagés dans l'expérience une logistique, assurer la circulation de l'information et des logiciels, coordonner les travaux menés dans cinquante huit sites différents et en valoriser les résultats, proposer des orientations, assurer le lien avec un milieu scientifique alors émergent, où la recherche était majoritairement le fait d'informaticiens créant des systèmes logiciels et de psychologues intéressés par leur utilisation.

Plusieurs axes de travail ont été choisis, correspondant à des problèmes jugés importants, avec une grande attention portée à la place de l'informatique dans le contenu et les méthodes des différentes disciplines d'enseignement.

Si l'on met à part le cas des mathématiques où un grand intérêt s'est très tôt manifesté pour les algorithmes et les apports de la programmation, une bonne partie des recherches menées en France, pendant la décennie 70 (et au début de la suivante) ont visé à résoudre des problèmes didactiques en créant *ou en améliorant des outils logiciels*, puis en expérimentant leurs effets. Cette démarche de type ingénierie était justifiée par la non-existence de produits adaptés aux équipements des établissements. Elle a été facilitée par le fait qu'un langage unique servait d'outil de développement (L.S.E).

En pratique, le travail d'évaluation s'est donc souvent centré sur les logiciels pédagogiques¹, exclusivement produits à cette époque par d'anciens formés, en relation parfois avec des universitaires intéressés. Comment permettaient-ils de renouveler les disciplines ?

Dans le contexte de la recherche sur les mises en œuvre pratiques de la "démarche informatique", il était également indispensable de procéder à une initiation des élèves à l'informatique, en essayant d'aller au delà du simple

¹ On employait pour les désigner l'expression "programme-produit", traduction officielle de "package".

apprentissage d'un langage de programmation. A cette époque, je l'ai dit, des méthodes de programmation commençaient à être validées et enseignées en université, l'algorithmique se constituait comme objet d'enseignement. Il faut en particulier citer les noms de Claude Pair, Jacques Arzac, Michel Lucas... Ces universitaires portaient un grand intérêt à ce qui pouvait être mis en œuvre dans le second degré et intervenaient dans les stages de formation. Les enseignants qu'ils avaient formés cherchaient ensuite à mettre en application ces idées avec les élèves, dans les classes ou en libre service, observaient les résultats et publiaient en direction de leurs collègues.

Je vais maintenant discuter les méthodes utilisées et présenter certains résultats qui m'ont paru remarquables, ont influencé mon parcours et que j'ai contribué à produire, généralement en équipe.

2.2. Questions de méthodes

Ma première rencontre avec la recherche remonte à la préparation d'un D.E.A. de mathématiques portant sur un sujet fort abstrait (il était question de cohomologie et de classes de Chern), dans un champ dont l'intersection directe avec la réalité est pour le profane (et même pour l'étudiant moyen) des plus ténus : la topologie algébrique. La cohérence interne de la théorie était fascinante, mais son abord était rude. Le savoir s'élaborait par la construction de chaînes de preuves appuyées sur des théorèmes et conduisant à transformer le problème en d'autres problèmes plus simples. Une des difficultés pratiques était d'établir des connexions avec d'autres domaines des mathématiques, où quelque résultat pouvait s'appliquer de manière heureuse et inattendue au problème traité et donner la solution cherchée.

Par contraste, dans le cas de l'évaluation de l'introduction de l'informatique, on était dans un cadre bien différent : une réalité multiforme et buissonnante, pas de théorie établie, parfois pas d'hypothèses clairement affirmées. Il n'était plus question de démontrer au sens mathématique ! Dans cette phase exploratoire, l'objectif principal était d'observer ce qui se développait et, si possible, d'établir des comparaisons avec d'autres méthodes d'enseignement.

La diversité des logiciels diffusés par la section "informatique et enseignement" de l'INRP était très grande. On y trouvait, à côté d'«exerciseurs» conduisant l'élève dans la résolution de problèmes opératoires, quelques langages d'écriture de cours

(dont certains ont eu une durée de vie assez longue), des logiciels de simulation (surtout en sciences physiques et en biologie). Un des enjeux était d'y repérer des invariants et des contrastes. Beaucoup de temps était donc consacré à observer "in vitro" le fonctionnement de ces logiciels, à essayer de les décrire et d'en établir des typologies en utilisant différents modèles de grilles qui, tous, se concentraient sur le produit.

De manière complémentaire, on s'intéressait aussi aux *usages* de l'informatique dans les établissements. Les méthodes de recueil de l'information étaient fort classiques en sciences de l'homme. Par exemple, les établissements équipés remplissaient en fin d'année un questionnaire général sur les utilisations de l'informatique, qui fournissait quantité de données. En outre, plusieurs expérimentations spécifiques ont été menées.

Les premières lancées, concernant notamment l'usage de logiciels éducatifs, partageaient l'échantillon en groupe expérimental et groupe témoin¹. Cependant, de multiples variables intervenaient de manière non contrôlée (durée du travail sur ordinateur ; explications fournies aux élèves, niveaux de ceux-ci...) et il était difficile d'interpréter les résultats. De plus, même dans les cas d'utilisations intensives dans une classe, effectuées de manière coordonnée par des professeurs de disciplines différentes, les utilisations de l'informatique n'occupaient qu'une place relativement modeste de l'horaire élève. Dès lors, il était bien délicat d'en mesurer des effets.

C'est une des raisons pour lesquelles le groupe renonça à essayer de démontrer que l'informatique permettait de "faire mieux", mais entreprit de montrer que l'on pouvait "enseigner autrement". Dans cette optique, une expérimentation fut lancée dans huit classes dont l'équipe pédagogique était d'accord pour essayer d'introduire de manière coordonnée et intégrée l'informatique dans leur enseignement.

J'ai alors participé à des travaux d'observation en classe de mathématiques, acquérant pour ainsi dire sur le tas, avec l'aide des psychologues du groupe, des éléments de formation aux méthodes d'observation (de Landsheere, 1973). En pratique, on ne mettait pas strictement en œuvre une méthode donnée et on n'utilisait pas de grilles dans leur intégralité : le travail ne nécessitait en effet pas un

¹ Cf. par exemple des compte-rendus d'expérience dans *L'informatique dans l'enseignement secondaire, bulletin de liaison*. INRP, n° 14 (oct 77), 168 p.

niveau de détail très fin et il semblait inutile de mettre en œuvre un dispositif lourd pour obtenir des données qui n'auraient sans doute pu être dépouillés complètement.

Dans le domaine des statistiques, ma formation était plus solide, du moins sur le plan théorique. Cependant, il n'était maintenant plus question de théorèmes énonçant des phénomènes de convergence dans des espaces topologiques abstraits. Il s'agissait de mettre en application les lois mathématiques dans des contextes concrets et, surtout, d'interpréter ensuite les résultats obtenus, ce qui conduisait à rencontrer les problèmes classiques qui se posent lors du traitement de toute enquête statistique.

Par exemple, les valeurs des variables étaient loin d'être toujours sûres, surtout à partir de la cinquième page du questionnaire général annuel, instrument assez lourd. Un certain relâchement des répondants y était parfois notable et d'ailleurs assez compréhensible¹. Beaucoup de temps était nécessaire pour éliminer des valeurs suspectes, en recoupant les réponses à différentes questions et en vérifiant auprès des collègues de l'établissement chaque fois que c'était possible.

Les traitements appliqués ont dans l'ensemble étaient assez simples : tris à plat et tris croisés pour l'essentiel, ainsi que quelques corrélations linéaires. Cependant, j'ai aussi testé, avec des résultats mitigés, les programmes d'analyse factorielle de données développés sur les mini-ordinateurs des lycées, auxquels l'accès était facile.

Malheureusement, les résultats obtenus en essayant d'établir une classification des établissements étaient loin d'être facilement interprétables. En utilisant les deux premiers axes principaux, on repérait sans peine des phénomènes bien connus mais, par ailleurs, on notait des proximités entre points difficiles à expliquer. La considération des axes suivants obligeait à prendre en compte une pluralité de proximités, parfois contradictoires, dans les différents plans factoriels.

La tentation était alors grande de se satisfaire des deux premiers facteurs, surtout quand ils représentaient souvent une part importante de l'inertie du nuage de

¹ J'en ai gardé une certaine prévention à l'égard des questionnaires lourds, qui peuvent conduire à des taux importants de non-réponse et à des résultats peu fiables et difficilement traitables.

points : cela avait pour avantage pratique de restreindre l'analyse à un plan mais présentait l'inconvénient grave de suggérer des interprétations basées sur des proximités *uniquement* dans celui-ci. Il était aussi difficile de ne pas traiter les distances sur le graphique comme s'il s'agissait de la distance euclidienne habituelle, ce qui n'était bien entendu pas le cas.

Sans doute une formation rudimentaire dans ces techniques alors émergentes était-elle en cause (elles ne faisaient pas partie de mes enseignements de maîtrise et ma principale source de connaissance était les écrits de Jean-Pierre Benzécri (Benzécri, 1976)). Ce n'est que plus tard que ce type de méthode s'est popularisé et que d'autres ouvrages de référence sont parus, comme (Cibois, 1984), Langouët et Porlier, 1989), Rouanet et le Roux, 1993).

Le développement d'instruments logiciels puissants a assurément renouvelé les possibilités de traitements statistiques. L'analyse exploratoire est aisée et on obtient facilement, sous diverses formes graphiques, des résultats qui peuvent avoir une forte valeur heuristique. Cependant, les méthodes reposent des opérations mathématiques finalement simples (barycentres, projections orthogonales...) mais non intuitives dont, comme le dit Marc Barbut (Barbut, 1994), il convient de connaître la *géométrie* pour interpréter correctement les résultats.

De plus, comme le remarque cet auteur, l'attitude parfois rencontrée qui consiste à faire fonctionner des méthodes avec l'espoir de faire exprimer aux données un ordre qu'elles contiendraient de manière cachée et seraient prêtes à restituer une fois convenablement triturées est risquée.

“Soyons clairs : une analyse statistique (empirique) de données d'observations n'a de chance de faire avancer dans la compréhension de celles-ci que si l'on a formulé préalablement un minimum d'hypothèses que l'analyse confirmera, ou infirmera ; et ceci est d'autant plus important que la méthode d'analyse la plus adéquate ou la moins inadéquate est largement fonction de la ou des questions que l'on se pose et des propriétés mathématiques éventuelles des variables en jeu”¹.

Par ailleurs, les logiciels véhiculent aussi un “bruit” et des perturbations et il incombe à l'utilisateur une vigilance supplémentaire, que ce soit à l'égard des

¹ Article cité.

données elles-mêmes ou des traitements mis en œuvre. Deux exemples vécus (entre de nombreux autres) vont être donnés pour illustrer cette affirmation.

Le premier est lié à l'interopérabilité imparfaite entre logiciels. En pratique, il est souvent opportun de transférer les données d'un logiciel à un autre en fonction des traitements qu'on veut appliquer. Or chaque système repose sur des implicites de codage qui rendent la communication plus ou moins simple. Je me souviens d'une importation de routine de données entre deux logiciels statistiques, effectuée par l'intermédiaire d'un fichier en format texte (la forme la plus rustique du codage des données). Toutes les valeurs manquantes de la variable numérique AGE avaient automatiquement été converties en valeurs nulles... Le problème fut révélé par la valeur anormalement basse de la moyenne...

Le second concerne une mésaventure arrivée il y a quelques années avec la version 2 d'un logiciel de statistiques connu, par ailleurs très commode, (STATVIEW) lors d'analyses exploratoires sur un assez gros fichier. Il s'agissait de tester comment une variable à valeur réelle se distribuait entre deux populations (les hommes et les femmes). Les données ne vérifiaient pas les hypothèses permettant d'appliquer un test paramétrique comme le *t* de Student (les distributions ne suivaient pas la loi de Laplace-Gauss et, *de plus*, les variances des deux sous-populations étaient assez dissemblables).

Dans cette situation, plusieurs tests non paramétriques étaient applicables, dont celui de Man-Whitney et celui de Kolmogorov et Smirnov. De manière classique, le logiciel donnait non seulement la valeur du test mais aussi la probabilité (automatiquement calculée) de rejeter à tort l'hypothèse nulle d'identité des distributions. Or les résultats étaient beaucoup plus faibles pour le premier test que pour le second et, étant donné le seuil fixé, il y avait contradiction entre eux.

Certes, une telle situation n'est pas du tout exceptionnelle et un exercice classique de maîtrise consiste à proposer aux étudiants des exemples de situation où des tests différents donnent des valeurs se répartissant légèrement de part et d'autre d'un seuil (par exemple 5%). Mais la différence était vraiment importante et cela semblait suspect.

Un contrôle avec le test du χ^2 donnait des résultats compatibles avec ceux du test de Man Whitney. Il semblait donc bien que les résultats du test de Kolmogorov et Smirnov étaient suspects : la probabilité calculée par le logiciel, était trop importante.

Il restait à vérifier cette hypothèse en construisant un jeu de données extrême (correspondant à la plus grande différence possible entre les distributions des deux groupes, soit 1). La comparaison des résultats donnés par le logiciel et par une table de valeurs fut sans appel. Le logiciel donnait des résultats faux, conséquence d'une "bogue¹", qui fut corrigée dans la version suivante.

Ce cas est sans doute extrême et d'autres questions se posent plus quotidiennement. *Mais il n'en illustre pas moins la nécessité pour l'utilisateur d'une compétence et d'une vigilance particulières lors de l'utilisation de logiciels de calcul. Je crois même indispensable de connaître les algorithmes appliqués et même d'avoir déjà fait les calculs dans des cas simples en s'aidant d'un outil comme un tableur, qui permet de voir l'effet sur des données variables des procédures que l'on a soi-même codées².*

Pendant une dizaine d'années, de nombreux champs ont été explorés, relatifs à la création de logiciels, à leur utilisation en classe, aux modes d'usage dans les différentes disciplines scolaires. Un travail d'observation très important a été accompli, de nouveaux problèmes ont été posés. Les résultats obtenus n'ont, il faut le craindre, guère paru utiles à des décideurs alors aux prises avec des problèmes pratiques considérables. Cependant, la moisson était abondante. Elle a été exposée dans un ouvrage collectif (INRP, 1981) et dans différents articles, utilisée ensuite par d'autres chercheurs. De plus, la mise à l'épreuve d'outils logiciels dans un contexte scolaire a révélé l'existence de problèmes ouverts, qui ont par la suite inspiré d'autres recherches.

Les sections qui suivent présentent schématiquement, de manière thématique, certains des résultats obtenus et des problèmes identifiés. Ils correspondent à une première phase de mes activités de chercheur-apprenti, marquée par un travail collectif et des préoccupations pédagogiques et didactiques nourries des travaux

¹ C'est à dire une erreur de programmation.

² Cet outil, qui permet de gérer des tableaux (donc des matrices), me semble supérieur à la calculatrice, (du moins sous sa forme standard) pour laquelle la saisie des données est relativement pénible.

effectués à l'INRP. La plupart ont été publiés dans le bulletin de liaison interne de l'INRP¹ ou dans le rapport d'évaluation (INRP, 1981).

D'autres publications (Baron et Frot, 1981, Baron, 1981, Baron, 1982) présentant des synthèses et des résultats d'observations, menées aussi bien sur les types d'usage des logiciels éducatifs que sur les conséquences de leur utilisation pour les élèves dans le cadre de l'enseignement des mathématiques, ont fait l'objet de publications sous mon nom dans des articles ou des colloques. En effet, une fois rendu le rapport d'évaluation et mieux familiarisé avec la recherche en éducation que cinq ans auparavant, j'ai ressenti la nécessité de valoriser et de faire connaître le travail accompli.

Lorsque cela m'a semblé nécessaire, j'ai mis en perspective ces premiers résultats avec certains de ceux qui ont été obtenus plus tard.

¹ *L'informatique dans l'enseignement secondaire*, publié par la section "informatique et enseignement" de l'INRP.

3. Résultats et problèmes ouverts

3.1. Des modes d'usage diversifiés

Les enquêtes menées par questionnaire chaque année donnaient une image de la situation dans les différents établissements (INRP, 1981). Le rapport d'évaluation a choisi comme année de référence 1978/79. On y relève par exemple (pp. 19 et suivantes) qu'il y avait en moyenne trois "formés lourds" dans chacun des cinquante huit lycées, ce nombre variant de 0 à 7. Le volume des heures hebdomadaires de décharges de service variait de 20 heures à 48, avec une moyenne de 30 ; les responsables de centres bénéficiaient en outre généralement d'un demi-service. C'est à dire que les moyens étaient très importants, trop importants pour permettre une extension à l'identique du modèle en dehors d'un terrain limité.

Les équipes étaient toutes pluridisciplinaires. Elles avaient vocation à être ouvertes et à "sensibiliser" leurs collègues. Nous avons calculé un "taux de contagion", divisant le nombre d'enseignants fréquentant la salle (repéré par le questionnaire général de fin d'année) par le nombre d'enseignants déchargés ; la moyenne de ce coefficient était légèrement supérieure à 2, mais variait de 0,36 à 6,5 (p.22)¹. Nous avons essayé d'établir des corrélations entre ce coefficient et d'autres variables (par exemple le nombre d'enseignants formés dans l'équipe), sans trouver de résultats significatifs. Très probablement, des facteurs de contexte "invisibles" au questionnaire expliquaient ce fait.

Cinq types d'activités avaient été repérés : l'utilisation dans le cadre des cours ; l'utilisation dans le cadre d'un club ou d'une initiation à l'informatique ; l'utilisation en libre-service ; la production et la mise au point de logiciels par les enseignants ; les activités d'animation en direction des collègues de l'établissement ou d'établissements voisins intéressés par l'accès à des ordinateurs.

Les salles informatiques étaient généralement très utilisées : le rapport d'évaluation donnait comme moyenne 32 heures d'occupation par semaine (p. 27), ce qui était très important. Les utilisations en cours représentaient (toujours en

¹ Dans certains cas, les enseignants déchargés avaient donc probablement des activités non directement liées au fonctionnement de la salle informatique.

moyenne) un peu plus du tiers du temps d'occupation de la salle, à égalité avec les utilisations en club. Recherche et sensibilisation à l'informatique occupaient le reste de l'emploi du temps, avec des scores voisins de 15%.

Des obstacles existaient cependant. Même dans les établissements où une utilisation intensive de l'informatique avait été organisée, le temps passé en salle d'informatique par les élèves ne dépassait pas de 10% de leur horaire. Un premier obstacle tenait à la configuration matérielle : l'ordinateur et ses huit terminaux étaient situés dans une salle spécialisée. Huit postes permettaient en pratique de faire travailler seize élèves, ce qui ne posait pas trop de problèmes dans les disciplines comportant des travaux pratiques dédoublés. Quand le nombre d'élèves par classe dépassait trente-deux ou qu'il n'y avait pas de travaux pratiques, il fallait impérativement dédoubler la classe, ce qui limitait les occasions d'accès.

D'autres contraintes se révélaient. La plus prégnante, peut-être, était liée à la nécessité pour les enseignants de traiter le programme scolaire, quoi qu'il arrive. On savait que le recours à l'ordinateur permettait d'enseigner différemment. Mais il n'était pas possible d'être trop différent. Si l'inspection générale ne s'est dans ces années que moyennement intéressée à une expérience dont la visibilité n'était pas très forte, certains enseignants de biologie se sont vus reprocher de faire appel à des logiciels de simulation, jugés antagonistes par rapport à l'expérience réelle¹.

Au total, donc, la photographie instantanée de la situation en 1978/79 montre une expérience dotée de moyens assez confortables, menant des activités nombreuses et diversifiées et produisant de surcroît un nombre assez important de produits logiciels pédagogiques, composants indispensables de l'utilisation des ordinateurs.

3.2. Premières productions de logiciels éducatifs

Gérant l'interactivité avec l'utilisateur, les logiciels occupent une place essentielle dans le champ de l'informatique. Si les théories de l'enseignement programmé visaient même à les substituer à l'enseignant, les travaux français de cette période, guidés par la lueur imprécise de la démarche informatique n'ont pas du tout été orientés dans cette direction. Néanmoins, l'analyse des productions des

¹ La situation ne devait changer radicalement que lorsque René Monory, alors ministre de l'éducation nationale avait en 1986 désigné comme applications vraiment fécondes la simulation et les bases de données.

enseignants révèle une présente forte de l'enseignement assisté par ordinateur, sous des formes d'ailleurs très diversifiées.

Dès les premières livraisons d'ordinateurs dans les lycées, les professeurs formés ont programmé en L.S.E des logiciels, que la section informatique et enseignement de l'INRP a collectés. Après vérification dans les domaines scientifique et technique, la plupart de ces programmes ont été diffusés à l'ensemble du réseau, sans qu'il y ait censure sur la démarche ou intervention de l'inspection générale. A la fin de l'expérience, la banque INRP comprenait ainsi environ 400 produits d'ampleur inégale et diversement utilisés (certains des produits conçus avant 1975 étaient encore en usage à la fin des années quatre-vingt¹). En outre, dans chaque lycée une production locale, parfois abondante, était en service.

Le rapport d'évaluation classe les logiciels en cinq types (p. 66) : enseignement tutoriel ; exercices d'interrogation ; simulation ; programmes de traitement et /ou d'exploitation de banques de données ; jeu. Les exercices d'interrogation représentaient environ 45% de l'ensemble et 75% de ceux qui étaient effectivement utilisés.

La répartition entre ces différents types dépendait des disciplines concernées. En mathématiques, discipline où j'ai particulièrement étudié la production, une centaine de programmes ont fait partie de la banque. Un grand nombre d'autres ont connu des carrières locales. En effet, la grande majorité des enseignants de mathématiques associés à l'expérience programmaient (plus de neuf sur dix). La presque totalité de ceux qui ont été utilisés étaient des logiciels d'interrogation. En 1978/79, environ la moitié des utilisations repérées par le questionnaire général étaient obtenues avec 7 produits (p. 112 et suiv.).

Les logiciels gérant un (pseudo) dialogue avec l'apprenant étaient investis d'une partie des prérogatives traditionnelles de l'enseignant : interroger, expliquer, corriger, voire noter. Ils le conduisaient à parcourir un ensemble de situations, structuré comme un graphe dont chaque sommet représentait une situation donnée et comprenaient une interrogation. En fonction de l'analyse de la réponse, le

¹ Un des produits doué de la plus grande longévité est sans doute NUT, simulation de nutrition, diffusé pour la première fois en 1973 et qui continuait à être vendu par le C.N.D.P. en 1993, y occupant toujours une place honorable au palmarès des ventes.

système émettait un commentaire et effectuait automatiquement un branchement vers un autre sommet du graphe¹.

La gestion pertinente du parcours de l'élève butait sur plusieurs types de difficultés. Analyser correctement les réponses était un prérequis indispensable, amenant généralement à éviter les questions ouvertes qui posaient le redoutable problème de l'identification du sens par-delà les graphies employées. On se contentait donc souvent de réponses numériques ou "fermées", dont on pouvait diagnostiquer assez facilement si elles étaient justes ou fausses.

En mathématiques, mon domaine d'intérêt privilégié à cette époque, les élèves avaient fréquemment des difficultés à s'approprier des savoir-faire opératoires, confondant les différentes opérations, ne reconnaissant pas comme semblables des situations faisant appel aux mêmes théorèmes et relevant des mêmes algorithmes de traitement. L'ordinateur paraissait susceptible d'aider à résoudre ce type de problème et les enseignants formés ont, pour la plupart, produit des logiciels d'interrogation sur des points précis, visant en général à donner une aide ponctuelle ou à illustrer des notions abstraites (Baron, 1982).

Certains de ces produits, en particulier ceux que nous avons développés avec J-L Frot sur la résolution d'équations algébriques (Baron et Frot, 1981) donnaient des scores, ce qui provoquait régulièrement chez les élèves une plus grande attention et la recherche de scores maximaux. Mais cette technique de renforcement n'était efficace que si on pouvait fournir un diagnostic pertinent après une réponse fautive et aiguiller sur un exercice adapté (plus simple pour les plus faibles, plus difficile pour les plus forts).

Il s'agit là d'un problème délicat (il faut avoir repéré les erreurs les plus fréquentes et leurs causes probables) qui nécessite l'établissement de typologies d'exercices (en fonction de la difficulté de leur résolution), permettant de situer chaque type dans un réseau.

¹ Ce modèle, relativement classique, est en fait celui de l'enseignement programmé crowderien. C'est également celui des "livres dont vous êtes le héros", version moderne des livres programmés où, en fonction de vos actions dans une situation donnée, vous êtes envoyé vers un autre chapitre. On retrouve, enfin, cette même structuration dans les jeux, notamment les jeux d'aventure.

3.3. Quels effets sur les élèves ?

Une partie de notre travail a porté sur le point de vue des élèves et sur les effets de l'utilisation de l'informatique. Les élèves interrogés étaient contents d'aller "aux ordinateurs". Parmi les opinions les plus fréquentes figurait un sentiment de liberté ("on n'a pas tout le temps le prof sur le dos"), un plaisir de se servir de ces équipements alors rares. L'efficacité du travail sur ordinateur était également citée, de même que la rapidité du fonctionnement (simulations d'expérience, analyse des réponses...). En revanche, les griefs les plus souvent rencontrés étaient une lassitude devant la répétitivité ; l'indignation devant les réponses justes comptées fausses ; l'exécution trop lente des logiciels.

Les commanditaires de l'expérience se disaient intéressés par la connaissance des effets de l'utilisation de l'informatique sur l'apprentissage. Les dernières années de l'expérience ont donc été consacrées à ce type d'observation. Mais comment *mesurer* des effets du travail avec ordinateur, surtout quand il ne représentaient au mieux que 10% du temps scolaire ? Comment éliminer des variables subreptices ?

Après une première expérience décevante, la méthode de l'administration de la preuve reposant sur un dispositif avec groupe expérimental et groupe témoin avait été abandonnée. On essaya d'observer dans la durée les progrès des élèves lorsqu'ils utilisaient régulièrement des logiciels d'enseignement assisté par ordinateur. Il apparut que c'étaient surtout les moyens-faibles qui paraissaient tirer le plus de profit des utilisations de l'ordinateur. Les plus à l'aise venaient facilement à bout des exercices relativement simples qui leur étaient proposés. Quant aux plus faibles, il arrivait qu'ils ne comprennent pas les explications - rudimentaires le plus souvent - que les logiciels leur donnaient et répondent n'importe quoi, attendant que le système finisse par donner la bonne réponse. La présence de l'enseignant était alors indispensable pour essayer de résoudre les blocages observés.

Un autre problème, classique, tenait au transfert des acquis. Les élèves, après quelques séances sur ordinateur finissaient par résoudre sans encombre les différents types d'exercices qui leur étaient posés. Mais ils savaient plus ou moins bien utiliser les règles sous-jacentes dans un contexte différent, lors d'un contrôle par exemple. Une façon d'augmenter l'efficacité était de se servir de séries de logiciels ; adaptés à l'exercice de tel type de savoir faire opératoire, qui ne seraient utilisés que de manière ponctuelle.

Profitant des fonctionnalités de réseau que permettait le système utilisé, certains collègues avaient mis au point des procédures d'observation automatique des activités de l'ensemble de la classe, mesurant également les temps mis par chacun pour répondre aux différentes questions. L'étude des cheminements des élèves permettait d'accéder à la dynamique de l'erreur et de repérer les questions mal posées ou difficiles. En revanche, le travail d'étude des résultats n'était pas négligeable.

3.4. Sensibilisation et initiation à l'informatique

L'opération lancée en soixante-dix prévoyait explicitement une formation des élèves à l'informatique, soit à l'occasion des cours traditionnels, soit dans des cours spéciaux pour volontaires organisés à l'intérieur de l'horaire. De fait, tous les établissements avaient mis en place des clubs et des libre-service. En outre, des initiations à l'informatique ont effectivement été tentées dans le cadre des cours.

Concernant la sensibilisation, le rapport d'évaluation relève que les élèves du second cycle qui avaient utilisé l'ordinateur avaient moins tendance que les autres à valoriser la machine et portaient à son sujet des appréciations plus lucides (p. 47). La notion de programme était familière aux élèves ayant fait fonctionner un certain nombre de logiciels.

Les initiations à l'informatique se déroulaient pour une part dans le cadre de clubs. Parfois, une initiation obligatoire était organisée pour tous les élèves d'un niveau donné. Dans ces initiations la programmation occupait une place fondamentale, soit dans le cadre d'une approche méthodique, soit par l'apprentissage du L.S.E.

D'autres activités se déroulaient dans le cadre des cours. Elles avaient pour objectif d'utiliser la démarche et les outils informatiques au service d'une discipline. La phase d'analyse du problème et de recherche de l'algorithme était privilégiée, le langage de programmation n'intervenant que comme moyen de codification. Plusieurs disciplines ont été concernées : les mathématiques, d'abord, en raison de leur parenté épistémologique avec l'informatique et parce qu'il existe de nombreux algorithmes numériques relativement accessibles. Mais le rapport d'évaluation relève des initiatives en sciences physiques, en sciences naturelles, en histoire-géographie, en lettres... Il note que l'initiation répondait à une demande des élèves et que ceux-ci ont effectué des réalisations très diverses, "depuis la

programmation de jeux simples, jusqu'à l'écriture de systèmes ou de logiciels d'enseignement assisté".

3.5. Nouvelles tendances, nouvelles possibilités

Vers la fin de la décennie commencèrent à arriver des micro-ordinateurs dotés de nouvelles possibilités largement encore inexplorées. Ainsi, contrairement aux matériels de l'expérimentation précédente dont les consoles fonctionnaient en mode texte, les nouveaux équipements disposaient (pour seulement certains d'entre eux au début) de capacités graphiques. Il devenait donc possible de concevoir de nouvelles formes d'utilisations, non directement fondées sur un "dialogue" de type socratique avec un apprenant et cherchant plutôt dans quelle mesure l'ordinateur et ses logiciels pouvaient constituer un *ensemble de ressources* dans la salle de classe.

3.5.1. L'ordinateur comme ressource dans la classe

En mathématiques, une nouvelle approche, dite "imagicielle" est apparue, où l'objectif est de présenter à l'ensemble des élèves des exemples imagés de situations, sur lesquelles le groupe-classe puisse intervenir. On pouvait ainsi explorer les propriétés d'objets abstraits dont le dispositif technique restituait de manière dynamique une représentation sur écran. L'approche paraissait adaptée pour l'étude de transformations géométriques, des propriétés de fonctions (Chastenet de Géry et Hocqhenghem, 1981).

Une équipe du CNAM concevait alors pour l'ordinateur Apple II, seul alors à posséder les fonctionnalités nécessaires de traitement de graphiques, des logiciels de ce type. Une recherche INRP a été lancée au début des années quatre vingt (sous la responsabilité scientifique de S. Hocqhenghem et de André Deledicq), avant de donner lieu à des actions d'innovations de la direction des lycées et collèges puis de se généraliser.

Par ailleurs, les nouveaux micro-ordinateurs, dispositifs autonomes, disposaient de fonctionnalités de communication avec l'extérieur. Il devenait dès lors possible, en les couplant avec des capteurs et des effecteurs divers, de tenter une transposition éducative de démarches alors en plein développement dans l'industrie : piloter des expérimentations par ordinateur.

Comme l'a montré J. Hebenstreit (Hebenstreit, 1984), l'enjeu était de fournir aux apprenants des représentations graphiques, de complexité moyenne, de l'évolution de phénomènes réels. Dès lors, on était au-delà du cadre classique de la simulation

d'expériences, où un modèle implanté a priori permet de simuler l'évolution d'un phénomène, souvent en procédant à des simplifications considérables (on suppose par exemple couramment en physique qu'il n'y a pas de frottements, que la chute se fait dans le vide, etc.).

Il devenait théoriquement possible de travailler avec de vraies données et de tester dans quelle mesure les modèles s'appliquaient. En pratique, cependant, la situation était complexe : il fallait mettre au point des dispositifs techniques (capteurs et interfaces) adaptés à l'enseignement, concevoir et développer des logiciels, expérimenter des modes d'usage en classe.

Plusieurs groupes de recherche, à l'INRP, au CNAM, dans différents laboratoires universitaires, commençaient, vers la fin des années soixante-dix, à réfléchir et à expérimenter, le plus souvent autour de systèmes logiciels.

Enfin, de nouveaux systèmes de programmation apparaissaient, fournissant d'autres paradigmes de programmation que les langages impératifs classiques comme L.S.E, BASIC ou PASCAL.

3.5.2. *De nouveaux environnements de programmation*

Un visionnaire comme Alan Kay avait prédit, déjà au début des années soixante-dix, la naissance prochaine de machines portables vraiment au service des utilisateurs, de la taille d'un livre, intégrées à l'environnement quotidien, dotées d'interfaces réellement multimédias et d'une forte connectivité (le "dynabook"). Il avait, avec une équipe de Xerox Corporation travaillé sur un concept de langage de programmation nouveau, dit langage à objets : Smalltalk, gérant des fenêtres sur l'écran au moyen d'une souris permettant d'activer des menus... C'était alors très loin de la réalité ordinaire de machines fonctionnant en mode texte ; mais c'est seulement quelques années plus tard que des machines comme le LISA puis le Macintosh ont montré l'intérêt de ce type de langage.

Une rencontre avec un des artisans du projet, Adèle Goldberg, en 1981, m'avait convaincu de l'intérêt majeur que représentait un tel système. Dans un registre assez technique, j'ai commencé à étudier les potentialités du système Smalltalk ([Baron, 1982](#)), environnement de programmation "par objet" devenu depuis un vecteur de programmation dont il serait sans doute exagéré de dire qu'il est devenu populaire, mais qui fait référence.

3.5.3. LOGO

En outre, on vit arriver vers la fin de l'expérience des informations sur LOGO, système relativement mythique dans la mesure où rares étaient ceux qui l'avaient vu en œuvre. Mais l'on savait que Seymour Papert, son promoteur, dont la traduction française de l'ouvrage *mindstorms, computers and powerful ideas* venait de paraître, était un disciple de Jean Piaget et qu'il s'agissait de pratique active de l'informatique par l'enfant.

"Dans bien des écoles aujourd'hui, "enseignement assisté par ordinateur" signifie que l'ordinateur est programmé pour enseigner à l'enfant. On pourrait dire que l'ordinateur sert à programmer l'enfant. Dans ma vision des choses, l'enfant programme l'ordinateur et, ce faisant, acquiert la maîtrise de l'un des éléments de la technologie la plus moderne et la plus puissante, tout en établissant un contact intime avec certaines des notions les plus profondes de la science, des mathématiques, et de l'art de bâtir des modèles intellectuels" (Papert, 1981, p. 16)

La philosophie qui l'inspirait avait le grand intérêt de mettre l'accent sur les activités de l'apprenant plus que sur l'enseignement, représentait un espoir pour de nombreux pédagogues qui ne se reconnaissaient pas dans les opérations menées au niveau du lycée. On a donc vu se constituer un discours optimiste, fondé sur des hypothèses fortes associant compétences de résolution de problèmes et programmation et appuyées sur une recherche coopérative sur programme lancée à l'INRP en 1978.

Ce que j'avais pu en observer me semblait plein d'intérêt, mais je n'imaginai pas très bien quelles activités pédagogiques pouvaient être effectivement menées de ces dispositifs.

L'épreuve de réalité, après 1985, devait donner un nouvel exemple de potentialités attestées pendant des phases expérimentales mais beaucoup moins présentes une fois les dispositifs scolarisés. Avec le temps des développements, une fois que les expériences ont cédé le pas à des opérations de droit commun, est venu un discours plus critique et argumenté, (Pea & Kurland, 1984), montrant que les potentialités étaient loin de toutes se convertir en réalités.

3.5.4. Vers les environnements interactifs d'apprentissage

Vers la fin des années soixante-dix sont apparus aux États Unis des "systèmes experts", exploitant des bases de connaissances données de manière déclarative (et

non pas sous forme de programme), porteurs de nouvelles possibilités concernant les logiciels d'enseignement. En France, des chercheurs ont proposé un nouveau type d'architecture distinguant entre "expertise" du domaine et stratégies pédagogiques (Bonnet, Cordier, Kayser, 1981). L'idée fondamentale était que les logiciels devaient posséder une connaissance du problème traité, le pédagogue prenant des décisions en fonction du profil de l'élève et de stratégies pédagogiques.

Nous avons tenté au début des années quatre-vingt, avec J-L Frot et Bernard Messeant, de mettre en application ce schéma, dans un domaine qui nous semblait digne d'intérêt et où nous avons déjà travaillé : la factorisation polynomiale. Pour cela, nous nous sommes particulièrement penchés sur la partie "pédagogue" et avons analysé, en interviewant des élèves, les modes de résolution mis en œuvre. Bien entendu, cela n'était pas simple du tout. Les obstacles à l'obtention d'un expert convenable pouvaient paraître surmontables, car liés à des problèmes surtout techniques (quoique cela semblait désespéré sur les machines dont nous disposions).

Mais le problème de l'expression de connaissances pédagogiques était vraiment redoutable. D'autant que l'idée était d'exprimer cette expertise sous la forme de règles de production, du type SI... ALORS. Nous butions sur des problèmes liés à la nécessité de tenter de modéliser par des règles de ce type des situations complexes.

La notion même de type d'exercice était délicate. Par exemple, pour prendre un exemple très simple, des équations du type $2x=4$, $-3x=2$, $\frac{1}{2}x=\frac{2}{3}$, sont du même type $ax=b$, dont la solution est, quand a est non nul, $x=\frac{b}{a}$. Pourtant, pour les élèves, ces trois exercices représentent des difficultés distinctes, dans la mesure où ils font intervenir des nombres avec lesquels ils peuvent ne pas être familiers. Ces travaux ont conduit à une proposition de structure pour des logiciels d'exercice utilisant le parcours d'un graphe représentant des connaissances d'élèves (Baron, Frot et Messeant, 1984).

Un courant de recherche s'est alors développé, consacré à la question de ce que l'on a d'abord appelé l'Enseignement intelligemment assisté par ordinateur (EIAO), ou les "tuteurs intelligents" (Nicaud & Vivet, 1988), d'abord structuré autour de la communauté de l'intelligence artificielle. Un colloque périodique, les "journées de Cachan", où les chercheurs exposent leurs travaux fonctionne depuis 1989. Depuis

1991, il semble que l'intérêt se soit déplacé depuis les "tuteurs intelligents" vers les "Environnements interactifs d'apprentissage avec ordinateur (toujours EIAO).

M'interrogeant en 1991 sur ces systèmes (Baron, 1991), je remarquais que "l'intelligence" de la majorité de ces "tuteurs", qui concernaient l'apprentissage des mathématiques et de l'informatique, se manifestait surtout à l'utilisateur par l'initiative qui lui était laissée et aux explications que le système pouvait lui donner. Où se situait la ligne de partage entre ces environnements intelligents et les autres ? Était-ce le recours à des techniques d'intelligence artificielle (mais alors lesquelles). La présence d'un modèle dynamique de l'élève ? La condition la plus indispensable n'était-elle pas une réflexion didactique approfondie sur les chemins de l'apprentissage et sur l'intégration de dispositifs techniques dans une progression pédagogique ?

3.6. Une réflexion amorcée sur plusieurs plans

Une fois rendu le rapport d'évaluation, j'avais acquis une certaine connaissance de l'informatique et de ses applications éducatives, en mathématiques mais aussi dans les autres disciplines. Ma réflexion portait surtout sur des questions didactiques et j'avais commencé à analyser les conditions d'usage de l'ordinateur. Il me semblait alors, comme le soutenaient les textes fondant l'expérience de 1970 et comme l'avait suggéré le travail mené dans le groupe d'évaluation, que l'informatique était susceptible de rénover les disciplines existantes.

Bien sûr, la "démarche informatique" était multiple et difficile à cerner de manière univoque. Il pouvait d'abord s'agir d'algorithmique. L'apprentissage d'algorithmes de résolution de problèmes devaient éviter deux écueils : d'un côté la trivialité ou l'artificialité (par exemple l'algorithme de la cuisson d'un œuf à la coque) et d'un autre l'abstraction (notamment quand il s'agissait d'algorithmes numériques). En pratique, on restait souvent à un niveau de difficulté assez limité (celui de l'algorithme d'Euclide de la recherche du plus grand commun diviseur de deux nombres entiers), ce qui pouvait d'ailleurs être très éclairant et faire réfléchir sur les problèmes liés aux procédures de calcul.

La programmation permettait de revenir au concret. Elle impliquait l'apprentissage de savoirs que les programmes scolaires en vigueur ne permettaient guère d'approfondir. Il fallait d'abord éviter la "bidouille", c'est à dire une approche non méthodique, centrée sur les instructions du langage de programmation, totalement inefficace lorsque le problème était un peu complexe. L'apprentissage de *méthodes*

d'analyse de problèmes ayant une solution algorithmique, apparu dans la deuxième moitié de l'expérience paraissait intéressant mais, pression des programmes scolaires oblige, on avait assez peu de temps pour l'approfondir.

L'enseignement assisté par ordinateur, utilisation la plus fréquente dans le cadre des cours, semblait donner généralement de bons résultats. On voyait des élèves motivés, intéressés, discutant entre eux des problèmes à résoudre. Indubitablement, l'introduction de l'ordinateur dans la relation pédagogique produisait des effets intéressants, pouvant changer le statut de l'enseignant.

Un des effets les plus intéressants, décrits dans différentes publications ([Baron et Frot, 1981](#)), ([Baron, 1982](#)) me paraissait être les "effets miroir" qui pouvaient s'établir quand les élèves interagissaient avec des logiciels d'interrogation conçus dans une optique de rétroaction positive. On pouvait en effet renvoyer à l'élève une image critique mais relativement neutre, impartiale de l'état de ses compétences vis à vis d'un problème donné à un moment donné. La prise de conscience de cette image, émise de manière impartiale, "objective", était un premier pas vers l'appropriation de savoir faire opératoires et la résolution de blocages.

L'enseignant jouait toujours un rôle indispensable, pour intervenir, expliquer, là où le logiciel ne pouvait aller au-delà de réponses finalement stéréotypées. Il arrivait que l'on observe des situations où il était extrêmement directif et intervenait sans cesse. Mais, en général, on constatait un effet sans doute observé dans des pédagogies actives mais sans équivalent avec les méthodes traditionnelles : l'enseignement pouvait être individualisé : l'enseignant pouvait se consacrer pendant un temps assez long à des explications avec des groupes en difficultés, tandis que la majorité de la classe continuait à interagir avec le logiciel. On avait une forme d'individualisation de l'enseignement, qui semblait fonctionner, surtout pour des savoir-faire opératoires.

De plus, certaines utilisations ne gèrent pas des dialogues pédagogiques mais servant à l'élève d'auxiliaires de résolution de problèmes, comme la simulation, l'approche imagicielle (que j'avais expérimentée dans ma classe), l'outil de laboratoire paraissaient vraiment pleines de promesses pour obtenir une rénovation effective de l'enseignement et donner aux jeunes l'accès à des modes actifs d'apprentissage. De grands espoirs paraissaient permis, d'autant que l'intérêt politique pour l'informatique à l'école, un temps endormi paraissait se réveiller à la fin des années soixante-dix. On était entré dans une phase de développements qui allaient mettre à l'épreuve les idées de la première phase.

II. VERS LA SOCIALISATION : LE CHAMP INFORMATIQUE PÉDAGOGIQUE

1. Les années quatre vingt : une nouvelle donne

1.1. Une socialisation de l'informatique

En l'espace d'une dizaine d'années la situation avait donc beaucoup évolué. Les micro-ordinateurs étaient apparus. Bien sûr, faute de logiciels, ils n'intéressaient encore guère que quelques aficionados et petites entreprises. Mais ils portaient en eux les promesses de bouleversements économiques, industriels, voire culturels.

L'informatique s'était un peu répandue dans la société. Jusqu'au développement de la micro-informatique, elle est restée mal connue du public, qui, pensait déjà massivement que "c'était l'avenir" (comme sans doute encore beaucoup de gens en 1994). Mais ce même public commençait à être sensibilisé par les médias à ses possibilités, notamment dans le domaine du contrôle social que permettait l'exploitation informatique de fichiers nominatifs interconnectés¹.

Le gouvernement avait commencé à prendre des mesures : création d'une commission informatique et libertés, en 1974, dépôt d'un projet de loi en 1977, voté le 6 janvier 1978, "relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés", visant à protéger les individus, et dont l'outil principal est la commission nationale de l'informatique et des libertés (CNIL).

Dans le monde académique, l'informatique avait acquis une visibilité importante et s'était constituée en discipline universitaire en pleine expansion, entrant en 1972 au conseil supérieur des universités (d'abord sous la forme d'une sous section), puis en 1976 au conseil national du CNRS ([Baron et Mounier-Kuhn, 1990](#)).

¹ En particulier, il était paru en 1974 dans le journal *Le Monde*, un article remarqué de P. Boucher intitulé "SAFARI ou la chasse aux Français" et critiquant un projet de Système Automatisé pour les Fichiers Administratifs et le Répertoire des Individus.

Dans le même temps, les flux d'étudiants avaient augmenté, ainsi que le niveau requis pour devenir professionnel en informatique. Si, comme le rappelle Jacques Perriault (Perriault, 1971), la moitié des programmeurs de 1970 ne possédaient pas le baccalauréat, ce n'était plus le cas en 1979. De plus, l'informatisation de la société était à l'ordre du jour. Le rapport Tebeka, remis au premier ministre en 1980 (Tebeka, 1980), soulignait les besoins urgents de formations supérieures d'informaticiens, mais abordait aussi le problème des utilisateurs, dont le nombre s'était accru et dont on discernait bien qu'il allait beaucoup augmenter. Il s'agissait donc de procéder à une "alphabétisation en informatique".

C'est dire que le système éducatif était interpellé. Il répondit effectivement, **en s'appuyant sur les ressources présentes en son sein, aussi bien au niveau universitaire que dans le contexte des lycées, où existait un noyau important d'enseignants formés et motivés, échangeant entre eux par l'intermédiaire d'une association de spécialistes dynamique, l'EPI, et actifs au sein de syndicats comme le SNES (Baron, 1988a).**

1.2. Un changement d'échelle

Une opération de grande envergure de développement de la micro informatique dans les lycées, dite des "dix mille micros", avait lancée en 1979 à l'initiative du ministère de l'industrie, bientôt rejoint par le ministère de l'éducation. Dans la tradition française de centralisation, ils avaient été choisis dans le cadre d'un marché public en fonction d'un cahier des charges déterminé nationalement, dont les choix représentaient un enjeu pour l'avenir. Les micro-ordinateurs retenus, de fabrication française, étaient plus puissants que les machines antérieures et incompatibles avec elles. Arrivant à peu près sans logiciels (sauf l'indispensable système d'exploitation et une version du langage BASIC et du langage L.S.E), ils avaient été conçus *avant* l'émergence du standard IBM-PC et reposaient sur des choix technologiques qui allaient se révéler incompatibles avec lui¹.

Il devenait de plus en plus clair que le mode de fonctionnement relativement protégé qui avait été celui de l'expérience des cinquante-huit lycées arrivait à son terme et qu'un saut qualitatif avait été accompli. Dès lors, on allait éprouver une tension entre les nécessités d'un fonctionnement considéré comme de droit

¹ Architecturés autour du micro processeur Z 80, ils disposaient de 64 Ko de mémoire centrale et de deux lecteurs de disquette basse densité. Seuls quelques-uns d'entre eux disposaient de capacités graphiques).

(presque) commun et les contraintes liées à une prise en compte institutionnelle incomplète : absence dans les programmes scolaires ; pénurie de matériel créant des problèmes organisationnels importants, manque de formation des enseignants, absence de traditions d'usage bien établies et validées...

Le système éducatif ne disposait pas de cadres susceptibles de piloter ces nouveaux développements, mais il était possible de s'appuyer sur le noyau de professeurs ayant reçu une formation de longue durée entre 1970 et 1975. Pour piloter l'opération au ministère de l'éducation, une administration de mission se constitua progressivement à la direction des lycées, sous la responsabilité de Pierre Poulain, inspecteur principal de l'enseignement technique puis de Daniel Gras, ancien formé lourd. Il lui fallait mettre d'urgence en place une logistique lourde, constituer des équipes de formateurs capables de donner aux enseignants des lycées nouvellement équipés les compétences nécessaires pour utiliser ces nouveaux équipements, faire transcrire les logiciels, en développer de nouveaux. Plusieurs dizaines d'enseignants bénéficièrent de décharges de service à temps complet de la direction des lycées et pour devenir formateurs à temps complet. Il y avait une redistribution des cartes.

1.3. Parcours de carrière

A l'INRP, pilote de la première expérimentation, la tendance était plutôt au reflux. Les développements avaient démarré sans attendre les conclusions du rapport d'évaluation, rendu en 1981. Cet état de fait suscita bien entendu chez ses auteurs des réflexions un peu amères ; mais il était clair que les décideurs devaient gérer dans l'urgence une politique nationale ambitieuse. Les conclusions du rapport d'évaluation, qui leur étaient cependant bien connues, ne leur étaient sans doute pas d'une grande utilité pratique... Au reste, il est tout à fait évident qu'il y eut une grande continuité entre la nouvelle opération et la phase précédente, à de multiples points de vue¹.

L'ancienne section informatique et enseignement avait disparu, les équipes s'étaient recomposées. Pour les enseignants déchargés de service à mi-temps, ayant investi pendant plusieurs années sans faire partie des cadres de l'institut, les

¹ Ainsi, les équipements s'inspiraient nettement des solutions précédemment choisies : le regroupement au sein de salles spécialisées d'un ensemble de matériels (huit pour les lycées, quatre pour les lycées professionnels, six pour les collèges). Le choix du langage L.S.E. avait permis d'aboutir, tant bien que mal, à des versions "micro" des logiciels les plus utilisés.

perspectives n'étaient pas très souriantes. Le centre de gravité de l'opération s'était bel et bien déplacé vers la direction des lycées, où je fus finalement recruté en 1982, pour une année renouvelable, afin de m'y occuper de l'expérimentation naissante d'option informatique et d'actions d'innovations nationales, particulièrement en mathématiques et en sciences physiques. Parmi celles-ci se trouvaient, dans une configuration nouvelle, certaines des actions rencontrées quand elles étaient encore des recherches et qui poursuivaient leur carrière comme innovations¹.

Ma situation n'était pas exceptionnelle. Le système scolaire, en déficit profond de cadres pour les opérations de développement de l'informatique, a recruté un assez grand nombre d'anciens "formés lourds" en informatique (surtout pour assurer des formations), parce qu'ils possédaient une seconde compétence dans un domaine où la demande sociale était forte. Ces personnes ont exercé de manière transitoire, aussi longtemps que le système a eu besoin d'eux, des fonctions de prescription sans avoir pour autant de statut de prescripteur, leur qualification n'étant en effet pas reconnue par un diplôme et encore moins garantie dans leur grade.

Il est remarquable que les départs vers le privé, redoutés par certains, aient été relativement rares tant que le système a offert des possibilités de travail à ceux qu'il avait formé de façon approfondie. Mais la situation était éminemment transitoire. Elle n'a duré que tant que la volonté politique et les besoins de formation ont été forts et que les responsables hiérarchiques traditionnels ont été incapables d'assurer seuls l'encadrement des opérations. Progressivement, ces derniers se sont formés à l'informatique et ont occupé, dans le champ de l'informatique pédagogique, les fonctions d'autorité qu'ils avaient mission à assurer.

A la direction des lycées, le statut était plus ou moins celui d'un clandestin, ou plutôt celui d'un immigré doté d'un permis de séjour, accomplissant de manière temporaire des tâches dans un domaine méconnu par une administration fortement hiérarchisée, plutôt lente à la réponse, mais extrêmement robuste. L'expérience était intéressante pour qui s'intéresse au fonctionnement des institutions. La lecture du *phénomène bureaucratique* (Crozier, 1963) a d'ailleurs fortifié ma réflexion à ce moment. Mais la situation que j'observais était un peu différente de celles qu'il décrivait, d'autant que sous le ministère Savary (1981-1984) soufflait un vent de

¹ Certaines d'entre elles, comme les imagiciels, l'expérimentation assistée par ordinateur se sont ensuite progressivement banalisées.

renouveau incitant les personnels à l'expression et à la prise de responsabilités. Le secteur des technologies nouvelles, de surcroît, fonctionnait plus comme une administration de mission que de bureau, ce qui l'amenait à gérer des conflits avec les structures traditionnelles qui s'estimaient parfois dépossédées de leurs prérogatives.

Un des points qui m'est apparu le plus intéressant était la façon dont l'institution gestionnaire traditionnelle, souvent contrainte à travailler beaucoup plus sur la forme (qui devait bien évidemment être conforme aux règlements en vigueur) que sur le contenu (qu'elle n'avait pas tellement à connaître), prenait en compte les régimes transitoires. En régime permanent, les bureaux parvenaient à trouver leurs marques, à identifier leurs attributions et celles de leurs voisins et à se répartir le champ d'opération de l'administration centrale où ils étaient implantés.

Cependant, la réalité est plus complexe que ne peut la prendre en compte une partition administrative qui n'évolue que périodiquement, par recomposition d'unités décidée par la hiérarchie. On retrouvait alors des conflits de voisinages, au reste bénins, qui provoquaient des tensions périodiques et un raidissement temporaire sur le fonctionnement réglementaire avec, comme corollaire, une circulation ralentie de l'information qui, pour aller d'un bureau à un autre bureau situé dans une autre sous-direction, devait accomplir un parcours rythmé par les approbations des décideurs hiérarchiques successifs, processus éminemment discontinu. Ici comme partout, la maîtrise des flux d'informations est capitale. En règle générale, des échanges directs se produisaient et le fonctionnement s'opérait quand même, seulement un peu plus lentement.

De par ma position, j'avais un excellent point de vue sur les innovations en cours, à l'intérêt desquelles je croyais, et j'étais sensibilisé aux "contraintes d'implémentation" liées au fonctionnement d'actions administratives pilotées nationalement. Grâce à la formation acquise à l'INRP, je ressentais la nécessité de mener des observations systématiques, que l'administration centrale m'a donné les moyens de mettre en œuvre. Là aussi, le travail s'est effectué en équipe, avec des enseignants plus ou moins déchargés de service¹.

¹ J'ai eu la chance de travailler avec des collègues pédagogues remarquables, très motivés et enthousiastes, nombreux dans les opérations menées à cette époque autour de l'informatique pédagogique. Je voudrais particulièrement mentionner ici, les noms de Roland Benetollo et Anne Hirlimann.

2. Les apports de la sociologie de l'éducation

2.1. Une nouvelle orientation de recherche

Je ressentais la nécessité d'une approche guidée par des considérations scientifiques et avais conscience de la nécessité de se situer dans un cadre de référence permettant de guider la pensée et de focaliser l'observation. L'approche didactique mettait l'accent sur le fonctionnement des savoirs scolaires, sur l'observation des situations d'enseignement, sur les savoirs des élèves. Elle produisait des concepts intéressants, comme celui de transposition didactique élaboré par Y. Chevallard (Chevallard, 1985, qui paraissait s'adapter à l'option informatique, la transposition s'effectuant assez directement à partir des programmes de licence d'informatique. En revanche, ce concept semblait beaucoup moins bien fonctionner dans le cas des enseignements technologiques, guidés par des pratiques sociales de référence (Martinand, 1986) au reste mal assurées. Il paraissait également inadéquat concernant les activités pédagogiques médiatisées par des dispositifs techniques, auxquelles les didactiques des différentes disciplines s'intéressaient alors très peu.

De plus, l'observation de l'évolution du terrain suggérait de prendre en compte des facteurs liés au contexte social. Une fois révolue la phase d'expérimentation relativement protégée et dotée de moyens importants, les fonctionnements pédagogiques avaient évolué dans le sens d'un ajustement aux contraintes courantes de l'institution. Les lycées encore équipés de mini-ordinateurs avaient poursuivi un moment encore leurs actions (jusqu'au remplacement de leur vieil équipement par des micro-ordinateurs), mais avec une désorganisation certaine : il se révélait que l'absence de moyens conduisait en règle générale à une forme de relaxation vers une activité résiduelle. Les résultats des recherches que nous avons menées représentaient donc plutôt des *potentialités*, des maxima, que des valeurs pouvant être atteintes de manière réaliste dans un contexte de généralisation.

Dans les établissements nouvellement équipés de micro ordinateurs, il existait un régime transitoire que l'on pourrait peut-être qualifier de turbulent. Une volonté politique certaine a existé pendant la première moitié de la décennie quatre-vingt, exprimée par un discours prescripteur de l'institution centrale et concrétisée par l'attribution de moyens importants. Sur les nouveaux et très actifs terrains des opérations d'innovation nationale, on observait, comme dans la phase précédente,

l'émergence foisonnante d'initiatives extrêmement astucieuses, originales, donnant des résultats intéressants avec les élèves. Les situations variaient beaucoup en fonction de facteurs qui n'avaient pas encore été analysés.

Avec une visibilité sociale accrue, de nouveaux problèmes apparaissaient donc, liés à la sociologie de l'innovation. Ils n'avaient pas encore été posés pour l'informatique, mais, dans un domaine voisin, Gabriel Langouët avait montré (Langouët, 1982) que la pratique de méthodes audio-orales dans l'enseignement des langues tendait à favoriser la réussite des élèves les plus favorisés, et à défavoriser les élèves les plus défavorisés. Ce même auteur, analysant les effets de l'innovation menée de 1967 à 1975 sous la responsabilité de Louis Legrand à l'INRP sur les collèges (et notamment l'organisation de groupes de niveau), avait mis en évidence des effets positifs pour la réussite de l'ensemble des élèves, avec cependant un différentiel en faveur des élèves de milieux sociaux favorisés (Langouët, 1985). Cela me conduisait à infléchir mon point de vue sur l'innovation en milieu éducatif, et à réfléchir sur le fait que les technologies, phénomènes flexibles pouvaient être utilisées, même avec des meilleures intentions réformatrices (ou même révolutionnaires), avec des effets conservateurs.

Je m'intéressais depuis un moment à la sociologie. Les textes classiques de Max Weber (en particulier *Le savant et le politique*) et d'Émile Durkheim (notamment sur le suicide), donnaient des exemples magistraux d'approche sociologique, d'argumentation et d'administration de la preuve en sciences sociales. Les ouvrages de Pierre Bourdieu et de Jean-Claude Passeron sur le paradigme de la reproduction m'avaient fait prendre conscience de l'illusion de transparence sociale qui marque le travail pédagogique ainsi que de la fécondité d'une analyse en termes de relations entre systèmes interdépendants. Une de leurs remarques incidentes portait sur la technologie de l'éducation (Bourdieu et Passeron, 1970).

“...Les transformations de la technologie pédagogique (moyens audiovisuels, enseignement programmé, etc.) tendent à déclencher dans le système éducatif un ensemble systématique de transformations. Sans doute faut-il se garder de conférer aux changements de la base technologique de la communication pédagogique le rôle d'une instance automatiquement déterminante (...) Toutefois, dans la mesure où elle affecte le rapport pédagogique dans ce qu'il a de plus spécifique, à savoir les instruments de la communication, la transformation de la technologie de l'action pédagogique a chance d'affecter la définition sociale du rapport pédagogique et, en particulier, du poids relatif entre l'émission et le travail d'assimilation.” (p. 162).

Il était néanmoins nécessaire de systématiser et d’approfondir cette réflexion en sociologie. Je suis très redevable à Gabriel Langouët, mon directeur de thèse, ainsi qu’à Viviane Isambert-Jamati de m’avoir aidé à prendre en considération cette dimension et de m’avoir conduit à adopter un cadre de référence inspiré de leurs travaux.

En raison de ma formation initiale, la question des théories en sciences sociales me passionnait. Le premier livre de *La reproduction, (fondements d’une théorie de la violence symbolique)*, très formel, “à la Bourbaki”, m’avait particulièrement intéressé. La théorie, conçue par les auteurs pour pouvoir être soumise à un contrôle logique, avait une forme très structurée et cohérente. Un certain nombre de concepts étaient posés et mis en relation avec autorité (autorité pédagogique, travail pédagogique, autorité scolaire...), comme dans la proposition suivante :

“2.1.3. Dans une formation sociale déterminée, l’action pédagogique légitime, i.e. dotée de la légitimité dominante, n’est autre chose que l’imposition arbitraire de l’arbitraire culturel dominant, en tant qu’elle est méconnue dans sa vérité objective d’action pédagogique dominante et d’imposition de l’arbitraire culturel dominant (par 1.1.3 et 2.1).” (p. 37).

Un concept central de la théorie était celui de *vérité*, qui me semblait à vrai dire poser un peu problème, puisqu’il supposait que quelqu’un (au moins les auteurs) détenait effectivement *la vérité*.

Celle-ci n’était pas, comme en mathématiques, une valeur attribuée à une assertion en vertu d’un processus de *déduction* à partir d’axiomes dans le cadre d’un système formel. Il s’agissait plutôt d’un quasi-synonyme de “réalité”, sur laquelle justement la théorie (comme toute théorie) opérait comme une manière de prise de pouvoir et qui semblait sémantiquement proche “d’ordre établi”. Dès lors, le contrôle logique me paraissait délicat à mettre en œuvre.

Je restais convaincu qu’il y a plusieurs ordres de la réalité, que la vérité dépend d’un système de croyances socialement institué et que, pour reprendre le mot de René Char, “la vérité attend l’aurore auprès d’une bougie”¹. Ceci étant, j’ai été très

¹ “Qu’il vive !” in *Les Matinaux*. Paris, Gallimard-poésie, 1969, 196 p.

influencé par les textes de Bourdieu et Passeron, qui ont eu pour moi une valeur heuristique très forte.

A peu près à la même époque, Raymond Boudon proposait un point de vue très différent (Boudon, 1973). Il critiquait la théorie de Bourdieu et Passeron qu’il jugeait “plus commode que convaincante” (p. 55), ainsi que les différentes approches “factorielles” de l’inégalité des chances scolaires. Sa théorie de la mobilité sociale était fondée sur deux idées-forces : d’une part que la situation de classe sociale conduit à des distributions différentes de réussite et, d’autre part, que la survie dans le système scolaire dépend d’un processus de décision dont les paramètres sont fonction de la position sociale. Il proposait un *modèle*, forme *computationnelle* de la théorie, ayant d’après lui une triple utilité : clarifier la théorie de l’inégalité des chances devant l’enseignement ; aboutir à une théorie concordante avec l’ensemble des propositions issues de la comptabilité scolaire et des études sociologiques ; fournir un instrument de quasi-expérimentation.

Ce modèle était fondé sur quatre axiomes principaux exprimant des principes sociologiques et sur dix axiomes auxiliaires, destinés à fixer la base computationnelle. D’essence exponentielle, ils décrivaient le cheminement scolaire et universitaire comme un processus d’éliminations successives à huit moments de la scolarité, en supposant trois classes sociales et trois niveaux de réussite scolaire. La probabilité de survie à chaque étape dépendait de la classe sociale et de la réussite scolaire (mais non du rang de l’étape). Au total, dix huit paramètres intervenaient, fixant la composition de la population et les différentes probabilités.

Le dixième et dernier axiome auxiliaire donnait l’expression algébrique permettant de calculer l’évolution, entre périodes successives, de la probabilité de “survie” d’un individu donné caractérisé par les origines sociales et la réussite :

$$P_{n+1} = P_n + (1 - P_n) a \quad (1)$$

Cette formule, choisie afin de “donner à cette fonction la forme la plus simple possible, étant donné que l’on ne dispose pas d’autres critères de sélection” (p. 111), modélise une situation où les chances de poursuite d’étude croissent d’autant plus faiblement que la probabilité initiale est forte. Le paramètre a , compris en théorie entre 0 et 1, était en pratique (et de manière arbitraire) instancié à 0,1.

Les résultats produits par le modèle étaient conformes à l'observation des données empiriques. L'évolution au cours du temps (gouvernée par le dixième axiome auxiliaire) prévoyait un phénomène intéressant, explicitement lié aux propriétés de l'exponentielle : les taux de scolarisation étaient tous croissants, mais :

“A mesure que l'on descend dans l'échelle des catégories sociales, le nombre des élèves qui atteignent soit un niveau élevé du secondaire soit l'enseignement supérieur par mille personnes d'une catégorie sociale donnée croît de façon beaucoup plus marquée dans les catégories sociales supérieures que dans les catégories inférieures, même si le taux d'accroissement mesuré par le rapport des probabilités aux deux périodes sont plus fortes dans le cas des secondes que dans celui des premières” (p. 122)¹

En effet, si l'on prend par exemple la probabilité de survie en fin de scolarité, pour p donné, l'accroissement est :

$$f(p) = p_1^8 - p^8 = (ap+1-a)^8 - p^8 \quad (2)$$

Or cette fonction de p *croît* entre 0 et $p_0 \sim 0,855$ puis *décroît* vers 0. Pour les valeurs du modèle, les probabilités initiales étaient toutes inférieures à la valeur critique p_0 et donc les gains étaient d'autant plus élevés que la classe sociale l'était. Avec des valeurs un peu plus grandes des probabilités de survie, on aurait obtenu des conclusions opposées.

Par ailleurs, l'intervalle de temps entre deux périodes dans (1) n'était pas spécifié. En supposant qu'il puisse être infinitésimal, l'équation aux différences pouvait se prolonger en l'équation différentielle $dp = (1-p)adt$, qui a pour solution :

$$1-p = (1-p_0)e^{-at}$$

Elle implique une convergence assez rapide de p vers 1 lorsque t augmente. Après un certain nombre d'applications de (1), on se retrouve donc *au delà* de la valeur critique p_0 .

¹ Comme le montre par exemple le travail de A. Léger (Léger, 1993), ce phénomène s'est en effet réalisé. Dans le contexte d'une réflexion sur la “démocratisation” de l'enseignement, il met l'accent sur l'importance et la difficulté du choix des indices retenus pour mesurer des évolutions sociales.

Finalement, le modèle dépend d'un nombre limité de variables et de paramètres initiaux et, en ce sens, il s'agit quand même d'une voie d'approche factorielle. Par construction, il est très sensible aux conditions initiales et son application réitérée conduit à des conclusions contraires à celles auxquelles conduisait une seule application. Mais il offrait une alternative cohérente à l'explication avancée par Bourdieu et Passeron et attirait l'attention sur d'autres explications de l'inégalité des chances scolaires, en particulier sur des mécanismes de type exponentiel engendrés par la répétition de choix liés à la position sociale.

Dans un autre registre, les textes d'Antoine Prost permettaient de replacer la situation actuelle dans un contexte historique marqué par des évolutions longues. J'avais par ailleurs beaucoup admiré le rapport du groupe de travail sur les lycées qu'il avait dirigé en 1983 (Prost, 1983). L'analyse effectuée montrait que désormais les lycées avaient pour tâche de socialiser les jeunes, le système s'adaptant en devenant plus sélectif et en fonctionnant comme une colonne à distiller, ne s'intéressant qu'aux essences. La sélection excessive conduisait à un bachotage incessant sur des points académiques, faisant courir aux études le risque d'un "laminage unidimensionnel"¹.

Vivant moi-même une expérience de mobilité professionnelle, j'avais d'abord envisagé de lancer une recherche sur les trajectoires de carrière des enseignants formés en informatique de façon longue, d'essayer de mettre en perspectives ces trajectoires avec des variables décrivant leur statut social. Je faisais l'hypothèse simple que ces professeurs cherchaient à "capitaliser" l'expérience acquise, à obtenir une reconnaissance définitive de leur compétence. Et ceci d'autant plus qu'ils étaient nombreux à posséder un profil incomplet d'excellence, certifiés plutôt qu'agrégés, anciens élèves des IPES² plutôt que d'E.N.S.

A partir de cette idée initiale, il était indispensable d'étudier le contexte de ces trajectoires de carrière, ce qui m'a amené à élargir l'étude à la création de l'informatique comme fait éducatif émergent. Conscient des limites du dualisme commode objet/outil, qui fonctionnait pour structurer des communautés et répartir

¹ Une série de proposition faisant système était proposée, dont la prise en compte n'a été que très partielle.

² Instituts de préparation à l'enseignement secondaire, sortes de sous-écoles normales supérieures implantées en université.

des moyens mais était inadapté à la réalité (surtout quand les premiers outils informatique ont commencé à se répandre), j'ai en fait décidé d'analyser dans ma thèse l'émergence d'un *champ*, au sens de P. Bourdieu (Bourdieu, 1980), celui de l'informatique pédagogique, qui a commencé à se constituer lors des premiers développements, autour de ce dualisme objet/outil d'enseignement.

Pour étudier le champ social de l'informatique pédagogique, il était indispensable de prendre en considération ses relations avec d'autres systèmes et de maintenir une forme de veille à l'égard des systèmes nouvellement apparus de traitement de l'information (en particulier les langages à objet, puis les différents progiciels). Au delà des potentialités de ces instruments, de leur puissance nominale, pourrait-on dire, il fallait aussi étudier leurs modes d'usage en classe (leur puissance efficace) et dans la société.

Il était manifeste que l'appropriation par les usagers des différents instruments informatiques, rendue nécessaire par leur imposition sociale n'allait jamais de soi. Tout logiciel est en effet un système technique complexe semblant opérer de manière transparente sur des objets visibles à l'utilisateur, mais manipulant en fait de l'immatériel selon des procédures inaccessibles à l'entendement commun et mettant en jeu des implicites, des valeurs "par défaut", des choix de traitement, des concepts, qui ne sont aucunement neutres. Je faisais l'hypothèse que la grande majorité des gens n'avaient pas encore la forme de connivence que nous pouvons avoir avec, par exemple, une installation électrique simple. Faute d'une formation appropriée, il en découlait des "logiques de l'usage", pour reprendre une expression de Jacques Perriault (Perriault, 1989), conduisant à des utilisations non-optimales.

Il était aussi intéressant d'essayer de procéder à un repérage des enjeux sociaux liés à l'informatique, thème qui commençait à faire l'objet de recherches pluridisciplinaires, notamment à l'initiative du Centre de recherche et d'Études sur l'informatique dans la société (CREIS, 1984).

2.3. Des méthodes classiques

Étudier tout à la fois la genèse et le développement du champ, en y repérant les mouvements d'idées et les actes d'institution conduisait à analyser l'émergence d'une doctrine en informatique, à mettre en perspective d'une part les représentations dominantes et, d'autre part, les prescriptions de l'autorité pédagogique avec le point de vue des acteurs, élèves et enseignants. La connaissance assez intime que j'avais du domaine était pour cela un facteur facilitant, à condition de

garder conscience de ma position, d'interroger mes croyances ordinaires et de distancier l'activité scientifique des pratiques quotidiennes. Pour cela, une pluralité de méthodes, au demeurant très classiques ont été utilisées.

Concernant la partie historique, la première priorité était de déterminer une focalisation du regard. M'intéressant à la constitution de l'informatique comme corpus de savoir savant et comme discipline universitaire, j'ai collecté puis analysé divers types de documents susceptibles d'en rendre compte : programmes d'enseignement universitaire, liste des thèses soutenues, rapports officiels et rapports de groupes de travail sur l'informatique, actes de colloques, en cherchant à y repérer les thèmes principaux.

Il était pour cela envisageable de faire appel à des méthodes d'analyse de contenu et techniquement possible de mettre en œuvre des logiciels d'analyse lexicographique du discours (notamment grâce aux programmes développés par Pierre Muller (Muller, 1984)). Mais les questions de nature épistémologique que je me posais, comme celle des sources de l'informatique, de l'évolution des idées, de l'intervention des différentes communautés (analyse numérique, algèbre, physique...) ne me semblaient pas nécessiter plus qu'un repérage *qualitatif* de l'émergence des thèmes et de leur évolution, qu'il faudrait ensuite mettre en perspective avec d'autres éléments issus d'autres sources (concernant en particulier les actes d'institution). De plus, je ne souhaitais pas focaliser uniquement mon intérêt sur l'analyse d'un corpus de documents (par exemple les textes officiels sur l'informatique)¹ .

Pour analyser le fonctionnement de l'option informatique, des méthodes classiques d'acquisition et de traitement de données ont été utilisées, en s'intéressant aux établissements, aux enseignants et aux élèves. L'expérience acquise à l'INRP a été mise à profit pour concevoir plusieurs types d'instruments de recueil de données, en particulier des questionnaires légers, élaborés en fonction des connaissances déjà acquises sur la situation.

¹ D'autres ont depuis mené des études de ce type (par exemple Hélène Papadoudi dans sa thèse sur les moyens d'information et de communication (Papadoudi, 1990)).

Sachant qu'un questionnaire fonctionne un peu comme un filtre à plusieurs étages (lors de la passation, de la saisie, du dépouillement, de l'interprétation), la démarche comporte en conséquence plusieurs étapes critiques dans lesquelles, comme l'apprennent les cours de méthodologie, des principes élémentaires doivent être respectés, principes tellement élémentaires qu'ils courent le risque de paraître ici triviaux.

La première étape, une fois élaborée une problématique, identifiées des hypothèses de départ et choisie une population-cible, est la définition des variables que l'on veut étudier. Il ne s'agit évidemment pas d'un choix facile à effectuer d'emblée, dans la mesure où la suite du travail en dépend. Une phase exploratoire est nécessaire, tirant classiquement parti d'approches de type qualitatif visant à repérer des contrastes et aboutissant à la définition d'un instrument d'acquisition de données, le plus souvent un questionnaire pour lequel il est utile de prévoir *dès la première conception* les types de dépouillement qui seraient effectués et notamment le codage des réponses en fonction du type de d'outil informatique disponible¹.

On n'insistera sans doute jamais trop sur la phase de validation de l'instrument, qui permet d'éliminer ou de modifier les questions difficiles (comme celles qui demandent de classer de manière ordonnée trop de réponses, et qui ont pour effet direct une diminution du taux de réponse et de la fiabilité de l'information).

Une fois validé l'instrument, vient le moment capital de l'acquisition de données de manière la plus fiable possible, c'est à dire en essayant de contrôler les biais qui peuvent survenir. Puis, lors du dépouillement, les statistiques, essentiellement descriptives sont mises à contribution. Des recodages sont effectués² et de nouvelles variables sont construites, dont on connaît par conséquent le mode de construction (par contraste avec la situation de l'analyse des données où les nouvelles variables sont obtenues par combinaisons linéaires automatique des variables initiales).

¹ Le premier que j'ai utilisé sur micro ordinateur était DBASE II, qui représentait un saut qualitatif important par rapport aux outils antérieurs pour la saisie et les premières étapes du dépouillement, notamment les opérations simples de filtrage et de comptage. Complété par un tableur, qui opérait sur les résultats agrégés, il permettait d'augmenter considérablement la productivité du travail.

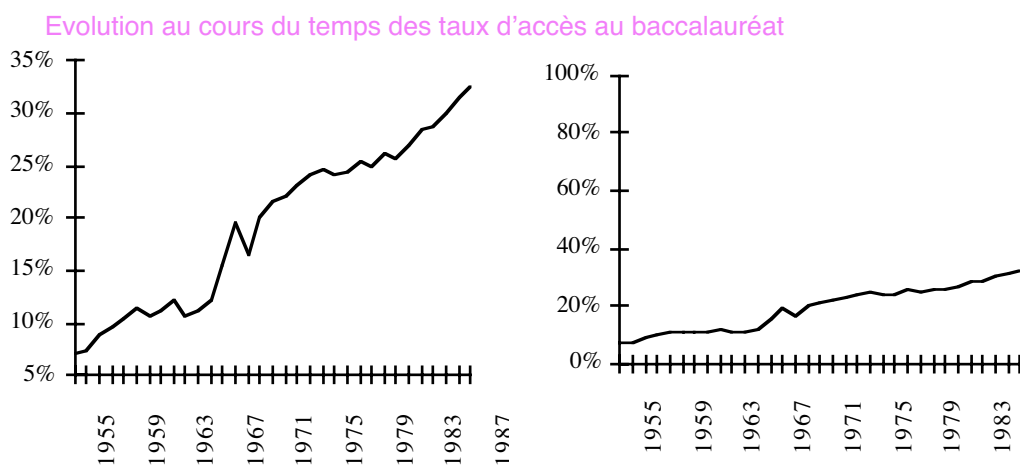
² Une pratique fautive consisterait à recoder en numérique des variables prenant leurs valeurs dans une échelle d'intervalle puis à oublier l'origine des données et à considérer sans plus de précaution la variable comme numérique. Au nom de quel principe, en effet, recoder ["1","2","3","4"] en [1,2,3,4] et non pas en [0,123,4567,10 000] ?

Par essence, il est indispensable de travailler sur des effectifs relativement importants, afin de permettre aux effets des grands nombres de se manifester. Dans mon expérience, j'ai rarement eu directement affaire à des distributions suivant la loi de Laplace-Gauss (la plupart des variables considérées étaient de type nominal ou ordinal) ; mais le théorème central limite existe et justifie bien des approximations courantes (Barbut, 1991).

Il est bien entendu essentiel de rester attentif aux méthodes employées. Dans les cas d'analyse inductive des données, sauf si les données vérifient les conditions exigées par les tests paramétriques, ce sont surtout des tests non paramétriques qui sont appliqués, comme Man-Whitney ou Kolmogorov et Smirnov.

Il reste à interpréter les résultats obtenus puis à les présenter en prêtant attention aux biais qui peuvent être apportés par l'usage d'instruments logiciels créant avec facilité des représentations graphiques très utiles mais pouvant apporter des effets en "trompe l'œil" chez qui n'est pas exercé. Je souscris en particulier aux remarques faites par Alain Léger dans sa note de synthèse pour l'habilitation à diriger des recherches (Léger, 1993, p. 67 et passim), lorsqu'il montre les effets perturbateurs d'un ajustement *par défaut* de l'axe des ordonnées d'un graphique au maximum et au minimum des données prises en considération¹.

Ainsi, les deux graphiques ci-dessous, tracés automatiquement à partir de données d'un tableau EXCEL, représentent le taux d'obtention du baccalauréat au cours du temps². L'échelle de l'axe des ordonnées du premier a été calculée automatiquement en fonction de la série de données. La seconde est répartie entre 0 et 1.



¹ On retrouve ici à nouveau la nécessité d'*attention* et de *compétence* nécessaires chez l'utilisateur.

² Source : Cibois, P. et Droesbeke, J.-J. "La croissance du nombre de bacheliers est-elle modélisable et prévisible ?". *Revue française de sociologie*, XXIV, 1988, pp. 425-445.

Il en va de même pour les redimensionnements effectués par manipulation directe et pour les graphiques représentant des données dépendant d'une variable ordinale sous la forme de courbes ou pour une représentation dans un espace euclidien des valeurs de variable de type ordinal.

Le type d'approche ainsi mis en œuvre est évidemment réducteur, dans la mesure où il conduit à des traitements portant sur des variables uniques ou sur des relations entre variables. Il n'apporte qu'un éclairage ponctuel sur la situation. Mais on obtient un ensemble d'indices (comme les taux d'abandon, la proportion d'élèves de classes scientifiques, les taux de passage d'une année sur l'autre ainsi que la taille et la composition des équipes enseignantes...) qu'il convient ensuite de mettre en relation et d'interpréter.

De plus, les questionnaires destinés à estimer le fonctionnement global de l'enseignement dans les établissements, envoyés en début d'année dans chaque établissement, ont permis de disposer d'une forme de suivi longitudinal, de repérer des mouvements (comme l'importance relative des enseignants de mathématiques ou des élèves de section scientifiques) et d'attirer l'attention sur des évolutions ou des régularités qui pourraient ensuite être étudiés plus en détail. Leur mise en relation avec des points de vue différents (en particulier le point de vue des élèves, étudié par entretiens semi-directifs) m'ont permis de dresser une topographie du champ de l'informatique pédagogique et de réfléchir à la fois sur les mécanismes de constitution de disciplines scolaires de formation générale et sur la prise en compte dans l'enseignement d'instruments incomplètement socialisés.

3. Résultats

Je vais présenter maintenant, en m'appuyant sur mes résultats de recherche, un panorama synthétique de cette période de développement puis de régression du modèle de l'informatique pédagogique, qui se déroule dans les années quatre vingt, autour de la date-charnière du plan Informatique Pour Tous, 1985.

3.1. Une évolution importante de l'informatique

Un des points peut-être les plus importants concernant l'informatique est que, si elle a bénéficié d'une sorte d'imposition sociale et d'un engagement politique de haut niveau, elle a toujours été un phénomène incomplètement socialisé et de surcroît rapidement évolutif.

Dans les années soixante-dix, on a sans doute pu penser être arrivé à une sorte de maturité de l'informatique comme discipline universitaire et comme phénomène social, avec la constitution d'un corpus validé de savoir savant, de méthodes et d'outils, dont le noyau dur était l'algorithmique et une séparation assez nette entre utilisateurs profanes exécutant des logiciels et professionnels concevant et réalisant les systèmes que les premiers allaient utiliser. L'évolution fulgurante touchant les matériels se répercutait assez peu sur les modes d'organisation possibles.

Le développement de la micro-informatique a remis en cause cette organisation du travail de manière assez inattendue. En effet, les tout premiers micro-ordinateurs ont essentiellement été utilisés par des passionnés pour faire de la programmation, seule activité possible étant donné le manque de logiciels. Ce n'est que progressivement qu'ont été inventés puis diffusés commercialement les outils informatiques désormais célèbres : traitement de textes, tableurs, gestionnaires de bases de données, qui ont changé le rapport à l'ordinateur et, sans doute, le rapport aux données... Il est d'ailleurs remarquable de constater que les promoteurs de ces produits ne sont pas des informaticiens académiques, alors engagés dans des tâches d'enseignement et de valorisation scientifique de leur discipline, mais de jeunes gens entreprenants.

Le développement de la micro informatique est assez étroitement lié au fait que ces outils ont rencontré un public, conduit à acheter des micro ordinateurs dans le but de résoudre des problèmes professionnels concrets. Dès le début des années

quatre vingt, il était clair que l'on était en présence d'un mouvement de grande ampleur. Voici par exemple deux opinions d'observateurs attentifs de la situation.

En 1983, Jacques Hebenstreit déclarait au grand colloque organisé sur l'informatique dans l'enseignement :

“Quand on regarde comment l'informatique envahit la société, ce n'est pas du tout le schéma qu'on avait prévu au départ : ce n'est pas l'arrivée en masse d'ordinateurs que chacun programme à tour de bras pour arriver à les faire fonctionner. Ce qui est en train de se passer dans le commerce et l'industrie, dans l'administration, c'est ce qu'on a appelé parfois la XAO, c'est à dire les activités assistées par ordinateur” (MEN, 1984), p. 77.

Que ce fait ait des répercussions sur l'enseignement a été relativement tôt perçu. Par exemple Maurice Nivat, théoricien de l'informatique, auteur d'un rapport aux ministres de l'Éducation nationale et de l'industrie et de la recherche” (Nivat, 1983) écrivait en 1984 :

“...De plus en plus se développent des systèmes adaptés à des classes précises d'application et qui cherchent à faire en sorte que l'indispensable dialogue homme-machine s'effectue dans un langage plus proche du domaine d'application que les langages de programmation traditionnels tels BASIC, fortran, Pascal ou LISP. Cette tendance est une tendance profonde qui se confirmera dans les années à venir et rendra de moins en moins adapté un enseignement de 'l'informatique qui prétend enseigner d'abord les rudiments de la programmation dans un langage symbolique (variable, affectation, boucles, etc.) (Nivat, 1985).

De fait, ces prévisions se sont amplement réalisées et l'on est ainsi progressivement arrivé à la situation actuelle où l'informatique semble de plus en plus se dissimuler derrière des instruments de traitement de l'information, eux-mêmes en évolution constante, dont certains soutiennent qu'ils ne nécessitent pas de compétences particulières pour être utilisés. C'est par exemple, en caricaturant à peine, la position adoptée par le conseil national des programmes, qui conduit généralement à la métaphore commode et fautive de la voiture (on peut la conduire sans connaître la mécanique). Or, la situation est en fait bien plus complexe. Il n'y a pas en pratique *un* outil informatique mais des instruments complexes de traitement de l'information

3.1.1. Des instruments complexes et sans traditions d'usage

Bien des outils de traitement de l'information sont apparus en dix ans, offrant des solutions pour à peu près tous les problèmes de traitement de l'information. Trois d'entre eux ont particulièrement émergé, intervenant en milieu éducatif : les traitements de textes, les tableurs, les gestionnaires de bases de données.

En pratique, le traitement de textes, devenu est sans doute l'outil le plus populaire, le plus diffusé, le plus utilisé et dont il n'est pas exagéré de dire qu'il a envahi, en la bouleversant, la sphère de production de textes : ceux-ci sont devenus malléables, labiles ; les divisions du travail qui réservaient à certains la conception "à la plume" et à d'autres la frappe sont devenues obsolètes. L'imprimante restitue à la demande une forme de bonne qualité du texte courant, sans rature... Toute personne dotée d'un matériel d'impression de qualité peut donc produire des documents d'aspect professionnel.

Quand on se penche sur l'histoire de cet outil on constate qu'il a beaucoup évolué. Les tout premiers traitements de textes pour micro-ordinateurs ont été des traitements de *lignes* pour des textes bien particuliers : des programmes¹. Par la suite, sont apparus des logiciels de traitement de pages puis de textes de longueur non précisée *a priori*, les ruptures de lignes et de pages étant calculées en fonction des paramètres déclarés par l'utilisateur, le premier système largement commercialisé étant WORDSTAR, apparu vers la fin des années soixante-dix, qui comportait une option de traitement de textes de programmes. La visualisation sur écran est ensuite devenue la plus proche possible de la restitution sur papier, tandis que l'apparition des fonctionnalités de couper / coller, d'insertion de graphiques ou de gestion de tableaux a encore accru leurs possibilités.

Cependant, des difficultés subsistent pour l'utilisateur et des travaux comme ceux de J-F Lévy² ont bien montré que le traitement de textes représente un changement d'univers technologique non négligeable par rapport à la machine à écrire, posant souvent problème aux utilisateurs. Il traite des objets qui nous sont familiers (caractère, mot, paragraphe...), mais selon des principes et des règles

¹ On constatait encore récemment chez certains informaticiens une tendance à utiliser pour leurs textes préférentiellement les fonctionnalités de traitement de lignes de leur éditeur de programme.

² Levy (J.-F.). *Le traitement de textes en formation professionnelle de niveau V et IV, observations et questions*. in Informatique et apprentissages. Paris, 1991, 174 p.

algorithmiques qui ne le sont pas. Par exemple, une source de difficultés provient du fait que la représentation du texte à l'écran n'est pas la même que la représentation interne, et pas toujours la même que la restitution sur papier.

Ce genre de situation se présente aussi pour la gestion de tableaux. Le tableau à double entrée n'est depuis longtemps plus une rareté ; c'est un objet classique dont l'archétype peut être trouvé dans le tableau comptable, le livre de compte avec des lignes et des colonnes où l'on inscrit les recettes, les dépenses, les totaux partiels... En revanche, la notion de tableau interactif, créé par logiciel, où il est possible de spécifier des formules qui seront utilisées pour calculer automatiquement des valeurs, est beaucoup plus récente.

Les logiciels de gestion de tableaux (les tableurs), analogues en un sens au traitement de textes dans leur domaine, sont une des avancées significatives de la micro informatique, permettant de considérer différemment le rapport aux calculs. Apparus tout au début des années quatre-vingt avec des produits comme VISICALC et MULTIPLAN, ils traitent des informations structurées d'une manière spécifique : une "feuille de calcul" composée de cellules dont chacune peut contenir soit une valeur entrée par l'utilisateur, soit une formule déterminant la valeur de la cellule en fonction d'autres cellules, repérées, un peu comme à la bataille navale, par leur ligne et leur colonne.

L'observation de débutants découvrant les tableurs montrent qu'ils comprennent généralement assez vite les possibilités de cet outil, apprécient que les calculs se fassent automatiquement et que les données puissent être automatiquement représentées graphiquement. Ils sont souvent capables de concevoir rapidement des feuilles de calcul faisant appel à des formules simples (par exemple des calculs de totaux partiels). En revanche, la conception de traitements plus complexes amène à mobiliser des compétences sur des objets mathématiques (variables, fonctions, matrices...) et informatiques (notamment pour la programmation de macro-commandes).

Depuis le précurseur DBASE II, les logiciels de traitement de fichiers sont devenus légions. La plupart de ces produits reposent sur un modèle tabulaire des données, où figurent en colonne les rubriques et en lignes les différents individus. Ils offrent des fonctionnalités puissantes de recherche d'information, de tri, de

connexions entre fichiers¹. De multiples niveaux d'utilisation de ces gestionnaires de fichiers sont possibles, qui n'exigent pas les mêmes compétences des utilisateurs. On doit distinguer entre les traitements simples (de type extraction d'information dans un fichier), qui ne nécessitent pas de compétences particulières, et les traitements comportant la conception de structures de fichier, le travail avec plusieurs fichiers liés et la composition de fonctions complexes. Ces derniers types d'usage font souvent appel à des langages spécialisés et supposent des compétences en programmation.

3.1.2. De nouvelles interfaces avec l'utilisateur

Cette évolution ne peut être dissociée de la transformation des interfaces avec l'utilisateur, c'est à dire de l'aspect que revêt pour l'utilisateur l'interaction avec le système, indépendamment du type de logiciel qu'il va exécuter.

Jusqu'à la commercialisation des Macintosh, en 1984, les interfaces de type analytique, utilisant pour exécuter des fonctions un langage de commande ad hoc ont été les plus répandues (l'exemple le plus éclairant et le plus répandu étant sans doute MSDOS et sa multiplicité de commandes. Depuis, les interfaces dites de manipulation directe (Coutaz, 1990) se sont généralisées. L'utilisateur dispose d'un instrument (crayon optique, souris, boule de pointage...) pour désigner des objets sur l'écran et choisir dans des menus la fonction à appliquer. Ainsi, les matériels sont-ils réputés devenir conviviaux, ce qui est partiellement vrai : le fonctionnement est devenu plus commode et l'utilisateur peut mémoriser des schèmes kinésiques pour accomplir les actions courantes.

Mais l'interface est la partie externe du système. En pratique, la complexité des logiciels est très importante ; le nombre et la nature des traitements offerts, les différents implicites de traitement et réglages par défaut, se répercutent sur l'interface dont l'organisation en cascade de menus et de sous menus est, le plus souvent, décourageante pour qui n'a pas déjà une représentation opératoire des fonctions disponibles et des arguments qu'elles utilisent.

Il s'y ajoute un problème classique : toute interaction avec un ordinateur, sans exception, est sous le contrôle d'un logiciel : système d'exploitation, traitement de

¹ Dans la pratique courante, les tableurs, fondés sur le même modèle de données, permettent généralement de travailler sur des bases de données simples, d'y effectuer des opérations de recherche, de tri. Ils sont alors en un sens concurrents des gestionnaires de fichiers. En revanche les tableurs s'avèrent inadaptés pour les fichiers de grande taille.

textes, gestionnaire d'impression, gestionnaire de réseau... dont chacun a ses implicites de fonctionnement et ses contraintes propres. Il n'est pas toujours absolument évident de se rendre compte sous le contrôle de quel processus de traitement est l'interaction courante, ni de diagnostiquer, en cas d'aléas, d'où vient le problème.

3.2. L'informatique, outil ou objet d'enseignement ?

Lors du lancement des développements, alors qu'un premier noyau de compétences s'était constitué (Baron, 1988a) deux thèses s'affrontèrent, qui allaient structurer les débats pendant plusieurs années.

D'un côté, se situaient des informaticiens, plaidant pour l'institution de l'informatique comme discipline de second degré. Ainsi, Jean-Claude Simon, professeur à l'université Pierre et Marie Curie de Paris, avait rendu au président de la république en 1980 un rapport remarqué (Simon, 1980). Celui-ci distinguait entre l'informatique-outil-d'enseignement et l'informatique-objet-d'enseignement et mettait l'accent sur ce second aspect, critiquant le fonctionnement de l'expérience des cinquante huit lycées.

“Dans les lycées d'enseignement long, on ne peut soutenir qu'il existe une formation à l'informatique. Nous avons déjà parlé des "clubs d'informatique", qui se sont formés autour des centres de calcul de l'expérience des 58 lycées. Ces clubs sont certainement des initiatives louables ; mais, comme nous l'avons dit, ils ne sont en aucune façon un support à une formation à l'informatique. On peut même penser que les élèves risquent de contracter de mauvaises habitudes en programmation, qu'il leur sera difficile de perdre ultérieurement “ (p. 105).

Il proposait le lancement d'un enseignement d'informatique (à partir de la 4ème, jusqu'à la 1ère et débouchant éventuellement sur une épreuve au baccalauréat), pouvant comporter 100 heures au collège, 100 heures au lycée et la création d'un CAPES et d'une agrégation dans cette discipline.

“Le fait que l'informatique soit beaucoup plus qu'une technique, mais soit aussi un phénomène important dans l'ordre de la connaissance devrait suffire à en faire un objet d'enseignement général.

Mais de plus c'est une discipline carrefour, comparable au français et aux mathématiques, et à ce titre un nouveau langage qui accompagne une nouvelle pensée, une nouvelle façon de poser les problèmes, de les modéliser, de les rendre

concrets et calculables. Elle vient à son heure pour nous aider à maîtriser et dominer certains des problèmes posés par la complexité du monde moderne.” (p. 56).

Cette demande était soutenue par une communauté, au premier rang de laquelle il convient de citer Jacques Arsac, professeur d’université et pionnier de l’informatique, auteur dès 1970 d’un livre programme inspiré : *la science informatique* (Arsac, 1970).

D’un autre côté, les partisans de la poursuite de l’expérience, dont le porte-parole le plus influent était Jacques Hebenstreit, plaidaient pour le maintien d’une approche intégrée de l’informatique, ne privilégiant pas la constitution d’une discipline scolaire. Voici ce qu’il disait lors d’un grand colloque organisé au centre Pompidou en 1980 (Téléqual, 1980) :

“L’opération 10000 micros doit étendre l’expérience précédente en permettant à un nombre significatif d’enseignants de se convaincre, par leur propre expérience, de tout ce que l’informatique peut leur apporter ; ensuite, le terrain sera favorable pour introduire l’enseignement de l’informatique qui reste indispensable comme discipline autonome, mais pour plus tard. L’introduire aujourd’hui, ou l’institutionnaliser sous la forme du CAPES ou d’une agrégation ou d’un Bac, est à peu près certainement condamner toute l’opération, parce que c’est provoquer chez ceux déjà engagés et convaincus, un sentiment de frustration à l’égard de ce corps d’informaticiens flambant neuf qui aura tendance naturelle à légiférer et monopoliser tout ce qui est informatique ; c’est aussi renoncer à motiver les autres qui auront tendance naturelle à se désintéresser du sujet sous prétexte qu’il y a des spécialistes pour s’en occuper” (p. 30 / 31).

Pour ma part, je ne croyais alors pas que la création d’une discipline nouvelle puisse vraiment apporter des innovations majeures et je partageais l’opinion de Jacques Hebenstreit, selon laquelle un des enjeux importants de ces développements était la transmission vers l’aval de méthodes qui avaient fait leurs preuves. La création d’une informatique avec un label ne risquait-elle pas de faire du tort aux autres activités ? Mais ma formation et mon expérience me poussaient à penser que la programmation de l’ordinateur au sens de “faire faire” à l’ordinateur, comme le dit par exemple C. Duchâteau, (Duchâteau, 1990) était une activité pleine d’intérêt, pouvant donner lieu à enseignement.

Créer une discipline scolaire n’est pas une entreprise aisée, représente des investissements considérables et impose de procéder à un nouveau partage de l’horaire-

élève, qui ne peut en pratique s'effectuer qu'au détriment de l'horaire accordé à d'autres disciplines, déjà installées. Les pouvoirs politiques hésitèrent et, de manière traditionnelle, on transigea. L'expérience des cinquante-huit lycées fut étendue en donnant la priorité à l'aspect "outil d'enseignement", sur des bases quelque peu différentes de celles de 1970. Parallèlement, on décida de lancer une expérimentation d'enseignement optionnel de l'informatique en lycée.

Lors du changement de majorité politique de 1981 se produisit une certaine inflexion. Le ministre de l'Éducation nationale Alain Savary avait commencé par "geler" les opérations engagées et confié une mission aux professeurs Pair et Le Corre. Celle-ci conclut à un redémarrage, à condition de procéder à des modifications de politique. L'opération fut étendue aux lycées professionnels (équipés de quatre ordinateurs seulement), puis, de manière limitée, dans les collèges. L'expérience d'option informatique fut lancée puis étendue.

Cet enseignement avait un certain nombre de caractéristiques passablement inhabituelles, allant à contre-courant d'idées reçues. Il paraissait bien être l'héritier des idées de 1970. Voici ce que disait le rapport Pair-Le Corre en 1981.

"Le cours sera l'occasion d'établir des liens nombreux et naturels avec les autres disciplines enseignées, tant par l'utilisation des connaissances acquises par les élèves que par le choix des exemples et des réalisations. Il contribuera par là à souligner la portée de la démarche informatique. Enfin, l'informatique étant une discipline vivante en prise directe sur l'activité humaine, on recherchera en permanence à marier acquisitions théoriques et approches pratique des problèmes"¹ (p. 33).

La volonté de décloisonnement était réelle, ainsi que le souhait d'intégration de cet enseignement dans l'ensemble des utilisations éducatives de l'informatique. Il y avait des programmes d'enseignement mais pas de professeurs spécialistes : on faisait appel à des enseignants possédant l'informatique comme compétence seconde (dans la majorité des cas des anciens "formés lourds"), qui continuaient à enseigner leur discipline à côté de l'informatique et travaillaient en équipes, généralement pluridisciplinaires.

¹ *L'introduction de l'informatique dans l'éducation nationale ; rapport présenté à M. le Ministre par messieurs Yves Le Corre et Claude Pair, le 15 octobre 1981. Ministère de l'éducation nationale, service d'information, 110 rue de Grenelle 75357 Paris.*

Il n'y avait pas d'inspection, mais un système de régulation avait été mis en place au niveau des académies, associant des enseignants de second degré et des universitaires. Le niveau national exerçait un suivi attentif, notamment grâce à la création par Claude Pair, directeur des lycées de 1981 à 1985, d'un comité scientifique national chargé du suivi et de l'évaluation de cette opération.

J'étais très sensible aux idées de Claude Pair sur les nouveaux objectifs de formation nécessités par le développement de l'informatique.

“...la présence et le développement continu de l'informatique dans la société amènent, directement ou indirectement, à remettre en question les objectifs généraux de la formation. Directement, car on emploie de plus en plus les outils informatiques dans la vie quotidienne et la vie professionnelle ; et on les emploie comme aide aux opérations intellectuelles, ce qui ne peut manquer d'avoir des conséquences sur l'enseignement : l'un des objectifs généraux de l'enseignement doit être aujourd'hui d'apprendre à se servir de l'ordinateur comme outil de pensée. Indirectement, l'évolution des besoins de formation... demande moins de savoir exécuter des opérations selon des normes établies que d'être capables de réagir aux aléas ; elle appelle donc le renforcement de l'aptitude à mobiliser ses connaissances pour résoudre des problèmes et celles des qualifications correspondantes : passage dans les deux sens entre le concret et l'abstrait, importance de la symbolisation, emploi de langages divers, familiarité avec causalité et déduction. (MEN, 1984), pp. 122.

3.3. La saga de l'option informatique

Il convient tout d'abord de prendre conscience que l'option informatique n'a été *qu'une* des opérations menées à l'initiative du ministère de l'Éducation nationale. Des investissements importants ont été effectués dans le domaine des enseignements techniques et professionnels, où la nécessité de rester en phase avec l'évolution technique était une évidence et qui avaient les premiers commencé à intégrer l'informatique. De plus, un enseignement de technologie comportant une intervention non négligeable de l'informatique comme secteur technologique fonctionne depuis la rentrée de 1985, en se substituant à l'ancien enseignement d'éducation manuelle et technique .

Cependant, cette option a été une des grandes opérations de l'informatique éducative et pour moi un sujet d'étude important entre 1982 et 1990. Commencée en 1981 comme une expérimentation limitée (douze lycées et trente cinq

professeurs), elle a été institutionnalisée en 1985 et s'est progressivement étendue jusqu'à être enseignée dans soixante pour cent des lycées publics par environ deux mille enseignants. Validée par une épreuve au baccalauréat depuis 1988, elle a été supprimée de la liste des options lors de la réforme lancée en 1989 par le ministre Lionel JOSPIN. La dernière épreuve de baccalauréat a eu lieu lors de la session 1994¹.

On est donc en face d'un phénomène transitoire complexe, initialement porteur d'espoir et soutenu par une volonté politique, qui a acquis une visibilité sociale non négligeable puis s'est trouvé en opposition de phase par rapport au système scolaire qui l'a rejeté.

3.3.1. *Un succès indéniable*

La création d'une option informatique en seconde correspondait à une attente, mais aussi à un compromis : J-C Simon avait demandé un enseignement *obligatoire*, avec la création d'un CAPES et d'une agrégation. Les investissements auraient été très importants et le rapport de force en faveur de l'informatique n'était sans doute pas suffisant.

L'observation régulière du fonctionnement, dont j'ai été responsable, a montré un certain nombre de faits. La nouvelle option, mise en extension dès la rentrée 1983/84, a tout de suite rencontré un grand succès, aussi bien auprès des élèves que des chefs d'établissement et des parents, ce qui n'est pas surprenant : le déficit de formation en informatique faisait l'objet d'un certain consensus et il s'agissait d'une matière moderne, prometteuse, perçue comme différente (Baron, 1985), qui constituait par ailleurs, comme toutes les options, un des moyens de différencier la nouvelle classe de seconde indifférenciée. La demande d'enseignement a donc été plus élevée que l'offre, limitée par le nombre d'enseignants susceptibles de l'enseigner et par des facteurs organisationnels.

Pendant les périodes expérimentales (de 1981 à 1985), un réel effort a été accompli pour accepter des élèves de tous profils, en particulier pour offrir l'enseignement dans des sections technologiques. L'arrêté de 1985 instituant l'option informatique insiste sur cet aspect des choses : l'option informatique était *a priori* destinée à tous ceux et celles qui le souhaitaient. Cette intention s'est

¹ Cependant, la cinquante-huitième mesure du "nouveau contrat pour l'école" du ministre François Bayrou, rendu public à la fin de l'année scolaire 1993/94, prévoyait le lancement d'une option informatique dans la formation générale de lycée, dès la rentrée 1994...

cependant trouvée en contradiction avec l'inadéquation entre l'offre et la demande. Il a donc fallu procéder à une sélection des élèves, selon des principes qui ont varié en fonction des établissements, mais dont l'observation a montré que le seul critère vraiment consensuel était de retenir les élèves de profil scolaire homogène.

L'étude des flux a montré des taux d'abandon relativement importants lors des passages de classe, mais analogues à ceux qui étaient observés pour des options comme le latin (Baron et Waiter, 1986). L'enseignement était souvent perçu par les élèves comme assez difficile ; en tous cas, il donnait du travail, ce qui explique partiellement le phénomène précédent. En pratique, ceux qui persistaient allaient en majorité dans les sections scientifiques.

Les résultats d'une étude menée fin 1984 auprès de tous les élèves de terminale de la première vague, c'est à dire entrés en 1981¹ montraient que deux tiers d'entre eux étaient en terminale C (70% de garçons). La composition sociologique était proche de celle de l'ensemble des terminale C. Il s'agissait cependant d'élèves inscrits en 1981, c'est à dire participant à une opération relativement "gratuite" ; les recrutements ultérieurs, pensait-on, allaient permettre de diversifier les recrutements.

A partir de 1985, l'option informatique a quitté le statut expérimental et a été inscrite dans la liste des options offertes en lycée. Les textes publiés alors énonçaient, outre le texte d'un savoir à enseigner, un "cahier des charges" assez contraignant, qui devait être respecté pour que l'enseignement puisse être dispensé : présence d'une équipe de professeurs formés en informatique, n'appartenant pas tous à la même discipline, enseignant l'option informatique au plus pour moitié de leur maximum de service. La décision d'ouverture de nouvelles options était placée sous l'autorité des recteurs d'académie, qui devaient prévoir les moyens nécessaires et organiser un suivi de formation.

Dès lors, la croissance s'est poursuivie assez régulièrement jusqu'en 1989, de manière différenciée selon les choix des académies, sans dysfonctionnements graves.

¹ Baron, Georges-Louis. "Option informatique en terminale ; une étude de la situation en 83/84", 14 p., reprographié.

3.3.2. *Des enseignants motivés et formés.*

Une question fondamentale était celle des professeurs chargés d'enseigner cette option. Le modèle canonique de l'enseignement général en lycée (les enseignants sont d'abord des spécialistes de leur discipline, dont les compétences sont garanties par la réussite à un concours de recrutement passé après l'obtention d'un diplôme universitaire de second cycle) ne pouvait s'appliquer directement, puisque ni CAPES ni agrégation n'avaient été créés.

C'est pourquoi le cahier des charges insistait sur la présence d'une équipe d'enseignants possédant l'informatique comme *compétence seconde*, cette qualité étant reconnue en cas de possession d'un diplôme de second cycle en informatique et à ceux ayant suivi une formation de longue durée.

Fort heureusement, cette dernière avait été relancée en 1981 (essentiellement pour former des formateurs). De l'ordre de 500 enseignants par an furent alors formés, dont seule une fraction sont devenus formateurs, surtout quand, après 1985, les besoins de formation sur le terrain ont été considérés comme moins importants. L'option informatique a donc donné une raison d'être au dispositif de formation longue et a, par ailleurs, offert une poursuite de carrière à ceux qui ne pouvaient ou ne souhaitaient plus exercer des fonctions de formation.

L'analyse de l'évolution des enseignants de cette option a montré la forte proportion de spécialistes de mathématiques et de sciences physiques, avec le maintien d'une minorité d'environ 15 % de professeurs de lettres et de sciences humaines.

Elle a aussi montré que la proportion de personnes correspondant à la lettre du cahier des charges était importante et tendait plutôt à s'améliorer (Baron, 1990b). Cet état de fait est directement lié à la mise en place dès 1981 d'un système de régulation, implanté tant au niveau de l'académie que nationalement.

3.3.3. *Un dispositif de régulation*

En l'absence d'inspection générale, le directeur des lycées avait chargé du suivi et de l'évaluation de l'enseignement dès 1981/82 un comité scientifique national, d'abord présidé par Michel Lucas (École centrale de Nantes), puis par Monique Grandbastien (Université de Nancy I) et enfin par Régine Raynaud (Université Paul Sabatier de Toulouse).

Ce comité, qui exerçait une partie des prérogatives de l'inspection générale comprenait surtout des informaticiens, ainsi que des représentants des enseignants,

au premier rang desquels était Jacques Baudé, responsable national de l'association EPI (Enseignement public et informatique). Il a, par la suite, été étendu à des psychologues et à des spécialistes de sociologie. L'inspection générale y était également représentée, ainsi que l'INRP.

Le travail du comité a surtout consisté à suivre le développement de l'enseignement et à présenter à l'administration centrale des propositions de programmes ou des mesures de formation des enseignants.

Dans un contexte général de décentralisation, une partie du pouvoir de décision a été rapidement délégué aux académies, notamment pour l'ouverture de nouvelles classes d'option, qui s'est faite à l'initiative de celles-ci, sans investissements spécifiques du niveau national. Un dispositif de suivi y a été mis en place, autour d'un "universitaire responsable", assurant les formations complémentaires nécessaires et d'un coordinateur académique, enseignant partiellement déchargé de service par le niveau national pour s'occuper des tâches de circulation de l'information.

Un bulletin de liaison national, édité par la direction des lycées puis par la direction des lycées et collèges¹, a fait circuler l'information pédagogique, tandis que des bulletins de liaison analogues étaient publiés dans certaines académies ayant accordé une priorité au développement de cette option, en particulier dans l'académie de Lille.

3.3.4. Programmes, méthodes et examen

D'une facture assez classique, les programmes d'études énonçaient trois grands types d'objectifs : apport de connaissances techniques ; apprentissage de méthodes de travail ; prise de conscience des enjeux économiques, sociaux et culturels de l'informatique.

Il s'agit de textes organisés en trois grandes parties : aspects matériels et techniques ; méthodes de programmation ; informatique et société. La deuxième, noyau dur de l'enseignement, était une transposition des programmes de licence d'informatique. A partir de la classe de première, une section "projet" était destinée à

¹ *Options informatiques* ; treize numéros, puis *Informatiques, revue pour l'enseignement de l'informatique*, publiée par le CRDP de Poitiers, douze numéros de 1985 à 1991.

mettre en valeur l'activité des élèves et à valoriser une démarche de conception-fabrication, d'objets en l'occurrence immatériels.

Ces programmes avaient été conçus de manière à laisser aux enseignants une grande marge d'initiative. De fait, l'observation du terrain montra à la fois une unité réelle, fruit du dispositif de régulation, et des particularismes régionaux, pouvant souvent être mis en relation avec les intérêts des responsables universitaires. Dans la situation d'incertitude des premières années, des débats parfois assez passionnés se sont déroulés sur la question des méthodes à appliquer et des modes de représentation d'algorithmes, qui avaient un statut de garant potentiel de la qualité scientifique de l'enseignement.

Plusieurs écoles de pensée étaient en concurrence, qui toutes visaient à guider de manière rationnelle l'écriture de programmes complexes. Or, dans le contexte de l'option informatique, la complexité des programmes (informatiques) était initialement assez faible, ce qui compliquait la justification, vis à vis des élèves, de l'emploi de ces méthodes.

Avec le développement de l'expérience au delà d'un noyau d'expérimentateurs chevronnés, créatifs et enthousiastes, on s'est rendu compte de la permanence d'une attitude, bien connue ailleurs, de respect formel du texte des programmes (dont les interprétations varient dans des limites assez étroites), attitude au reste parfaitement compréhensible : dans les disciplines générales de l'enseignement de second degré, les textes de programme, qui viennent éclairer et interpréter les manuels scolaires, opèrent comme légitimation et limite de l'action pédagogique.

Ce phénomène a surtout été relatif à la partie concernant la programmation, qui pouvait s'appuyer sur les traditions d'enseignement en université, avec un travail pédagogique de mise au point de types d'exercices canoniques servant à illustrer les différentes notions au programme. Une tendance à la formalisation, voire au formalisme a été relevée ; comme l'avait déjà noté Y. Chevallard pour les mathématiques, en informatique aussi existe une tendance à convertir des outils en objets d'enseignement en les stérilisant du même coup comme outils ([Chevallard, 1982](#)).

Sans doute, la marge était-elle étroite entre formalisme abstrait et empirisme débridé. Or la nécessité d'offrir un enseignement scientifiquement irréprochable a toujours été ressentie. Comment enseigner la programmation en insistant, comme le demandaient les programmes, sur les méthodes, tout en mettant au premier plan le travail de l'élève ?

Relevant le risque de dérive “bourbakiste” Claude Pair, dans un article au titre déstabilisant : “je ne sais (toujours) pas enseigner la programmation” (Pair, 1988), s’interrogeait : “N’oublie-t-on pas ici les conditions de l’apprentissage : se fonder sur une expérience de l’apprenant et ne rien présenter de l’extérieur qui ne réponde à un problème posé au cours de cette expérience ?”. En informatique, un des problèmes supplémentaires provient de ce que nombre d’objet ne correspondent pas à des cadres conceptuels préexistants chez les élèves. Il concluait ainsi :

“En particulier, il ne faut pas se précipiter trop vite sur les méthodes, surtout si l’on entend par là les méthodes de découverte d’algorithmes. Une méthode c’est d’ailleurs, en tous cas pour les non-professionnels, quelque chose que chacun doit se construire par lui-même. Alors, il faut s’inspirer de celles qui existent, en retenir ce qui paraît bon à chaque stade plutôt que les suivre aveuglément... Parfois je me dis cependant que je pourrais (enfin) aider les élèves et les étudiants à l’apprendre (*la programmation*)” (p. 13).

Lors de la disponibilité de progiciels comportant un langage de description et de manipulation de données, comme DBASE 2, des équipes d’enseignants ont expérimenté l’emploi de ces systèmes, qui présentaient l’avantage, en raison du nombre de fonctions offertes, de réduire la complexité de la programmation et de faciliter la réalisation par les élèves de systèmes traitant autre chose que des “problèmes-jouets” (Direction des Lycées, 1986). Des expérimentations sur l’emploi de langages de programmation comme LOGO ont également été effectuées. Mais, dans l’ensemble, les langages de programmation utilisés ont essentiellement été BASIC, L.S.E. et, quand il est devenu un standard, PASCAL.

Concernant la partie “informatique et société”, où tout était à créer et où des activités non traditionnelles étaient possibles, en faisant appel à des documents audiovisuels, des visites d’entreprise, des enquêtes sur le terrain..., une source d’inspiration importante a été trouvée dans les travaux du CREIS, (CREIS, 1984) qui commençait à publier des ouvrages fort documentés sur la question et a fourni aux enseignants de nombreuses références. En outre, des universités d’été ont été organisées à l’université Paul Sabatier de Toulouse jusqu’en 1993 (Baron et al., 1993).

Une épreuve de baccalauréat a été organisée depuis 1988, correspondant à un souhait très vif de la majorité des acteurs de l’enseignement. L’informatique venait

d'acquérir un brevet de légitimité social supplémentaire. Cependant, contrairement au souhait du Comité Scientifique National qui aurait voulu que la dimension "projets" puisse être prise en compte, et dans le souci d'éviter de trop complexifier un examen chaque année plus difficile à organiser, l'administration retint la forme d'une épreuve ponctuelle écrite de trois heures.

Celle-ci comprenait trois parties : une question sur l'informatique dans la société, "une question de cours ou un exercice d'application directe du cours", un problème dont la solution devait comprendre "une analyse et une réalisation au moins partielle dans un langage de programmation". Pour des raisons évidentes d'homogénéité de difficulté pour les différents candidats, seuls trois langages de programmation impératifs furent autorisés : BASIC, L.S.E. et PASCAL.

Les auteurs du texte officiel définissant l'épreuve, conscients de la difficulté, ont tenté de mettre en place des garde-fous :

"Les candidats disposent de trois heures. L'objectif étant de vérifier les capacités des élèves, et non leur vélocité, les sujets doivent pouvoir être traités et rédigés en moins de deux heures par la majorité des candidats" (note de service n° 87-304 du 1er octobre 1987).

Comme l'épreuve terminale "n'évalue pas la totalité des compétences que l'enseignement de l'informatique vise à développer chez les élèves, et notamment l'aptitude à travailler en équipe, à planifier, à réaliser des projets, à utiliser d'autres modes de programmation (fonctionnel, logique), le jury est invité à étudier précisément le contenu du livret scolaire des candidats scolarisés" (idem).

Il y a eu beaucoup plus de candidats que d'élèves ayant suivi l'enseignement. Globalement, l'épreuve s'est révélée assez difficile, au sens où elle ne rapportait en moyenne pas énormément de points aux candidats. Les élèves l'ayant suivi gagnaient fort heureusement en majorité des points, les élèves de C réussissant nettement mieux que les autres. Les élèves de séries G (qui avaient suivi par ailleurs des cours d'informatique), passant l'épreuve sans avoir suivi les cours de l'option avaient en général des notes catastrophiques (Baron, 1989c). La forme de validation choisie (une épreuve écrite portant sur plusieurs champs du programme) n'avait-elle pas abouti à favoriser les candidats les plus à l'aise dans l'expression de leurs idées, les plus virtuoses en expression écrite et à pénaliser les autres ? (Baron et Authier, 1991).

L'épreuve a immédiatement rétroagi sur l'enseignement. Par exemple, la dimension "projets" diminua et toutes les expériences menées avec différents générateurs d'application se trouvèrent un peu hors sujet. Plus généralement, je crois qu'on a eu une illustration de ce que dit P. Perrenoud dans *La fabrication de l'excellence scolaire* : souvent, l'ambition éducative se réduit à ce que peuvent mesurer les examens terminaux (Perrenoud, 1985).

Quoi qu'il en soit, l'opération était faiblement institutionnalisée et donc fragile, d'autant qu'en s'étendant elle venait en concurrence avec d'autres opérations.

3.3.5. Plusieurs ordres de concurrence

Tout d'abord l'enseignement, appuyé sur des textes réglementaires et sur une demande sociale, dépendait énormément des flux de formation longue, dont il avait un besoin vital tant que les formations initiales des enseignants ne prenaient pas le relais. Or, le modèle de formation longue en informatique était assez peu institutionnalisé (cf. 3.7). Il en était venu à fonctionner principalement pour l'option informatique, mobilisant beaucoup de moyens pour des flux relativement faibles. Objectivement, la formation de nouveaux enseignants pour l'option informatique entraînait en concurrence dans les académies avec l'organisation de formations de courte durée, centrées sur des outils.

Par ailleurs, les travaux dirigés (une heure trente par semaine) entraînaient une mobilisation importante des équipements et venait souvent sur le terrain en concurrence avec les autres utilisations de l'informatique. Enfin, l'articulation avec les différents enseignements informatiques dispensés dans les formations technologiques n'a jamais été vraiment trouvée.

Au fil du temps, l'option informatique, si elle avait ses partisans, a donc aussi eu des détracteurs jugeant que son utilité sociale ne correspondait pas aux coûts impliqués. La nomination par le ministre Monory d'un chargé de mission d'inspection (Jacques Arsac, professeur d'informatique à l'Université Pierre et Marie Curie) n'a pas significativement changé le rapport de force.

Deux reproches principaux ont alors été adressés à l'option informatique : d'une part celui de jouer un rôle élitiste en attirant et en conservant les meilleurs élèves et d'autre part de ne pas atteindre les objectifs initiaux, qui voyaient en l'informatique une sorte de discipline "carrefour", utile à l'ensemble des disciplines et non pas une discipline de transmission de connaissances. Le changement de gouvernement de 1989 devait être l'occasion d'une évolution de politique.

Un rapport du Conseil National des Programmes institué par le nouveau ministre (CNP, 1990) présenta en 1990 une analyse critique de la situation de l'informatique dans la formation générale de lycée. Critiquant durement l'option informatique, il concluait à l'inutilité de la création d'un "module" d'informatique en lycée :

"Tout d'abord, il convient d'enseigner en priorité non pas l'informatique discipline, mais l'informatique outil. L'introduction de l'informatique dans l'enseignement général du second cycle devrait donc avoir deux objectifs :

1. La familiarisation de tous les lycéens à l'utilisation d'un micro-ordinateur et de logiciels d'usage courant ;
2. l'aide à l'enseignement de toutes les autres disciplines" (p. 96).

"Dans la mesure où l'informatique est utilisée dans toutes les disciplines, cela ne paraît plus nécessaire (*de créer un module d'informatique*). En effet, la pratique de l'outil informatique doit permettre aux élèves de savoir si ça les intéresse ou pas, sans doute mieux que l'apprentissage de la programmation structurée" (p. 97).

Lors de la mise en place de la rénovation des lycées lancée par Lionel Jospin, il fut décidé de recomposer les études de second cycle long. La réforme prévoyait une diminution du nombre de sections et, surtout, du nombre d'options, qui devaient jouer un rôle plus important de "coloration" de la scolarité des élèves. L'intention était sans doute, en diminuant le nombre considérable d'heures de cours des élèves, de leur permettre, comme le demandait déjà en 1983 Antoine Prost, de travailler par eux-mêmes.

Toutes les options parurent un temps ainsi supprimées, pour revenir progressivement dans le décor, à l'exception de l'informatique et des arts plastiques. L'informatique conserva alors une place mineure dans des structures d'enseignement très atypiques, les ateliers de pratique de technologies de l'information et de la communication, créés à la rentrée 1992, dont la survie ne paraissait pas assurée en 1994, les priorités politiques ayant changé.

3.3.6. *Quel bilan ?*

Au cours de sa brève existence, l'option informatique a connu des difficultés tenant au fait qu'un enseignement ne peut être en opposition de phase par rapport au système où il est dispensé. De fait, sa création a revêtu un caractère relativement paradoxal, relevé dès le début par le Comité Scientifique National chargé de son suivi et de son évaluation : s'il s'agissait d'une discipline-carrefour utile à tous, il fallait alors la rendre obligatoire, ce qui était impossible pour des raisons de

moyens. L'instituer comme option conduisait à lui faire subir le sort commun des options à cette époque : différencier des classes de seconde indifférenciées et, parce qu'il s'agissait d'une matière recherchée, l'amener à accueillir préférentiellement des élèves de bon profil scolaire.

L'absence de corps de professeurs enseignants, voulue pour des raisons positives mais aussi probablement choisie parce que la décision contraire aurait été difficile à imposer, en faisait une discipline scolaire incomplète, dépendante pour sa survie de la pression sociale et de volontés politiques.

Finalement, il est à peu près certain que, pour des raisons de contexte, les objectifs initiaux de l'option informatique n'ont été que très imparfaitement atteints, surtout quand cet enseignement a commencé à avoir une visibilité sociale importante et une image dans le public.

Mais il est injuste de le condamner sommairement, comme l'a fait le conseil national des programmes, sous prétexte qu'elle s'était scolarisée de manière plutôt traditionnelle. Il est même assez remarquable que l'on soit arrivé à passer en quelques années de quelques centaines d'élèves à plusieurs dizaines de milliers, sans changements qualitatifs notables ni dégradation ressentie de la qualité de l'enseignement.

De plus, son existence assurait une cohérence entre les différents enseignements d'informatique dispensés dans la formation scolaire : les enseignements technologiques faisant à l'informatique une place, marquée par les pratiques sociales correspondant à ces formations, la formation générale, offrant de premiers enseignements mettent l'accent sur les enjeux culturels et sur la familiarisation avec des outils destinés à être omniprésents dans la vie professionnelle des jeunes. L'enseignement d'option informatique, lui, différait de ceux qui lui précédaient dans le cours de la scolarité, notamment par l'accent mis sur les capacités méthodologiques à développer chez les élèves.

Il serait intéressant, afin de réfléchir sur les conditions de possibilité de la création d'une nouvelle discipline, de mettre en perspective cette constitution inachevée et contestée avec la création d'un enseignement de sciences économiques et sociales. Cette discipline nouvelle, initiée lors de la réforme des second cycles de 1966, en même temps que les séries B, fondée sur une pédagogie menant l'élève à construire son propre savoir, a donné lieu à la création d'un CAPES et d'une agrégation. Si l'enseignement tel qu'il s'est institutionnalisé n'est que partiellement

conforme au projet de ses fondateurs, il occupe une place originale dans le système (Chatel & al., 1993).

3.4. Les logiciels éducatifs et leurs développements

Les logiciels étaient un maillon faible des opérations de développement. Comment convaincre des enseignants de l'intérêt de l'informatique si l'on ne pouvait s'appuyer sur des logiciels crédibles ? Il fallait produire du logiciel éducatif convaincant en quantité, dans des délais relativement brefs. J'ai eu la chance de poursuivre l'étude de ce problème des logiciels et d'analyser ses évolutions (Baron, 1989a ; Baron, 1990a ; Baron, 1993).

Avec l'émergence probable à terme d'un marché, certains éditeurs scolaires commençaient à s'intéresser un peu à la question, mais il s'agissait d'un intérêt prospectif : les ordinateurs restaient rares, il n'y avait pas encore de standard reconnu permettant de rentabiliser les investissements ; aucun marché n'existait ni ne semblait prêt à émerger. L'essentiel des développements revenait au secteur public. Un des premiers enjeux était de transcrire la bibliothèque INRP, désormais inutilisable sur les nouveaux matériels, ou du moins de transcrire les produits reconnus comme dignes d'intérêt.

Ce problème était difficile. S'il fallait opérer la traduction en BASIC, langage alors peu structuré, une réécriture complète était nécessaire avec des adaptations pour chacun des "dialectes" BASIC fournis avec les ordinateurs. Le langage L.S.E, en voie de normalisation par l'AFNOR présentait plusieurs traits intéressants. De création française, il était plus puissant et mieux structuré que les BASIC et facilitait le transfert des logiciels existants vers les nouveaux équipements. Il pouvait en outre constituer un vecteur unique pour la création de logiciels.

En revanche, il n'en existait pas encore de version pour micro-ordinateurs, ce qui exigeait de la part des constructeurs des investissements supplémentaires. Il fut finalement inscrit au cahier des charges des matériels Éducation nationale. Assez rapidement, des versions "micro" furent disponibles, dont les défauts de jeunesse devaient donner bien de l'occupation aux enseignants les utilisant.

Un service du logiciel éducatif fut créé au Centre national de documentation pédagogique, avec pour mission de fournir au système éducatif les produits nécessaires. Il devait produire non seulement des didacticiels, mais aussi des outils à vocation pédagogique (notamment un traitement de textes, TEXTE). La création de logiciels, maintenant déconnectée de la recherche, était devenue une action

d'innovation, pour laquelle des enseignants recevaient des moyens horaires issus de la direction des lycées et collèges. Comment allaient se développer ces logiciels éducatifs ?

Si l'informatique avec un label a représenté une concurrence pour l'enseignement assisté par ordinateur et les différentes tentatives d'instrumentation du travail enseignant, on repère une évolution dans le statut des logiciels qui mérite d'être présentée ici.

Les premiers essais en vraie grandeur des logiciels mis au point pendant la décennie précédente s'étaient révélés plutôt décevants dans l'ensemble. L'offre était tout d'abord assez limitée ; les produits nouvellement transposés pour micro ordinateurs n'étaient pas toujours très robustes ; ils reposaient sur un ensemble de choix pédagogiques qui n'étaient pas toujours partagés par des utilisateurs cherchant des instruments pouvant efficacement s'intégrer dans des progressions pédagogiques contraintes par les programmes scolaires. Ils supposaient aussi une familiarité avec le système technique et la résolution d'un ensemble de problèmes tenant à l'organisation pédagogique (notamment quant à la gestion des salles).

Cependant, un secteur d'innovations dynamique mettait à l'essai de nouveaux dispositifs, notamment avec des outils ne gérant pas directement des dialogues pédagogiques. En particulier, les progiciels se diffusaient en dehors de l'école : traitement de textes, tableurs, gestionnaires de données. Ils semblaient offrir de grandes possibilités pour l'éducation. Deux idées se sont alors popularisées : celle, due à J. Hebenstreit, que l'avenir appartenait aux activités assistées par ordinateur et celle, exprimée par Claude Pair, de faire de l'informatique un auxiliaire pour la pensée et pour l'action.

Jusqu'en 1985, les logiciels éducatifs n'étaient généralement pas considérés comme des objets marchands. Dans ce contexte, le Centre national de documentation pédagogique jouait un rôle de ressource centrale en diffusant, en L.S.E, les produits pédagogiques conçus par des enseignants rémunérés pour cela, ainsi que quelques outils adaptés à l'éducation, comme un traitement de textes qui eut son heure de gloire : TEXTE.

Dans le même temps, des produits commerciaux américains, comme WORDSTAR, MULTIPLAN, DBASE II, circulaient de main en main, au grand dam des éditeurs qui étaient fondés à voir dans cette circulation un phénomène de piratage caractérisé : il existait une culture de la diffusion gratuite, héritée de la phase précédente et considérée comme normale. Au reste, ce problème dépassait le

cadre de l'enseignement, le régime juridique du droit d'auteur ne prévoyant pas le cas du logiciel.

La loi du 3 juillet 1985 rectifia cette carence en assimilant les logiciels aux œuvres de l'esprit et en adoptant un mode de protection très strict : un logiciel ne pouvait être exécuté que sur un seul ordinateur, seule une copie de sauvegarde étant accordée. De plus, singularité en droit français, il appartenait à l'utilisateur de faire la preuve de la régularité de sa situation en produisant, à la demande, un exemplaire des disquettes originales¹.

Le fait d'utiliser des copies non autorisées constituait le délit de contrefaçon de logiciel et était passible de sanctions pénales allant jusqu'à deux ans de prison. Cette loi ne faisait pas de cas particulier de l'éducation. Il est notable qu'elle ait été votée l'année où le gouvernement lança un plan de grande envergure, le plan *Informatique Pour Tous*, qui devait signifier la fin des périodes expérimentales de l'informatique ainsi que le désengagement de l'état et le relais passé aux collectivités territoriales.

¹ Ces dispositions sont confirmées par le code de la propriété intellectuelle (loi 92-957 du 1^{er} juillet 1992)

3.5. Le rôle du plan Informatique Pour Tous

Ce plan, lancé par le premier ministre Laurent Fabius en janvier 1985 comme une opération politique médiatisée, correspondait à des investissements importants (deux milliards de francs). Fondé sur un ensemble d'idées tenant au rôle marquant de l'informatique dans la société, il assignait au système scolaire un rôle moteur dans ce processus et prévoyait notamment que les ateliers informatiques nouvellement créés devaient être ouverts au public.

Il comportait également une intention homogénéisatrice, en visant à doter *l'ensemble* des écoles de matériels compatibles entre eux. Depuis 1981, les fonctionnalités des différentes vagues avaient d'ailleurs évolué (avec la généralisation de capacités graphiques puis le choix du standard IBM PC, qui commençait à s'imposer). Le Macintosh venait juste d'apparaître et il devenait évident que les matériels de la première vague de développement, construits autour de microprocesseurs huit bits, disposant de disquettes de faible capacité et sans disque dur étaient devenus obsolètes, ce qui posait des problèmes complexes en termes de logiciels et conduisait certains à estimer que la prophétie biblique "les premiers seront les derniers" s'appliquait avec rigueur au domaine des équipements informatiques.

En l'occurrence, les préoccupations industrielles n'étaient sans doute pas absentes puisque THOMSON, qui avait lancé en 1983 un nouveau concept d'ordinateurs (des équipements à utilisation familiale structurés autour d'un microprocesseur 8 bits, appelées "nano-machines", qui se raccordaient à la télévision par la prise Péritel) remportait l'essentiel du marché. Les configurations destinées aux écoles étaient en effet fondées sur l'idée de la mise en réseau de ces nano-machines autour d'un compatible PC (on parlait de "nano-réseau").

Malheureusement, ce choix ne se révéla pas très judicieux. L'informatique familiale ne décolla guère et Thomson arrêta assez rapidement la fabrication de ses nano-machines. Le marché de la micro-informatique se structura autour de matériels exploitant des processeurs plus puissants et fonctionnant majoritairement aux standards PC et Macintosh, quelques fabricants comme ATARI ou COMMODORE occupant le créneau en pleine expansion des ordinateurs de jeu.

Le plan Informatique Pour Tous n'était pas seulement un plan d'attribution de matériel. Il comporta également l'institution de structures, un volet formation et un volet logiciel.

Pour un plan d'une telle ampleur, une logistique lourde était indispensable. Elle a d'abord comporté la création d'organes centraux à durée de vie assez courtes (ils furent supprimés en 1986 lors du changement de majorité gouvernementale) : la délégation aux nouvelles technologies, auprès du premier ministre, et la "mission des technologies nouvelles", rattaché au ministère de l'Éducation nationale. Surtout, un ensemble de centres de ressources régionaux ont été créés, qui ont parfois eu une existence plus pérenne (centres de ressources en informatique, centre régionaux de maintenance...), puisque certains étaient encore actifs dix ans plus tard, soit de manière autonome, soit au sein de structures comme les centres régionaux de documentation pédagogique.

Concernant la formation, *Informatique Pour Tous* innova en offrant, pendant les vacances, des stages rémunérés d'une semaine aux enseignants volontaires. D'après les pointages effectués par le ministère, plus de cent mille personnes suivirent ces stages, ce qui représente une performance logistique incontestable. Concernant les logiciels, plusieurs "valises" avaient été conçues pour offrir aux utilisateurs différents types d'instruments utilisables en classe.

En outre, un système d'achat subventionné fut organisé : les établissements avaient été affectataires d'un capital en "points", dont la valeur nominale était inconnue des usagers. Un catalogue diffusé par la CAMIF présentait des produits dont chacun avait un "prix" en points. Il restait à procéder au choix dans la limite du capital disponible. Pour la première fois, le ministère avait donc négocié avec des éditeurs de logiciels, afin de donner aux établissements les moyens de s'équiper en logiciel, sans pour autant "casser" les prix du marché.

Conséquence logique de la volonté de généraliser l'informatique, le système scolaire avait commencé à reconnaître le logiciel comme composante indispensable à la pédagogie et comme secteur économique essentiel. Par bien des aspects, ce système préfigure la solution choisie à partir de 1986, celle dite des "licences mixtes".

Finalement, contrairement à ce qui avait été annoncé dans les discours politiques de 1985, aucune évaluation globale du plan IPT ne fut jamais entreprise, peut-être par crainte d'aboutir à des résultats inconvenants. Du coup, on a vu fleurir des

appréciations diverses, généralement négatives, sur les choix d'équipement, le manque de suivi une fois l'opération d'équipement achevée...

En fait, même s'il était fondé sur des choix matériels qui se sont révélés problématiques (le concept de machine familiale tel qu'illustré par les "nanomachines THOMSON a eu une vie très brève), *Informatique Pour Tous* a joué un rôle très important *d'institution*, surtout au niveau de l'école élémentaire et du collège, qui avaient été jusqu'alors relativement peu concernés par l'informatique.

Équiper toutes les écoles, avec du matériel homogène a résolu (temporairement) les problèmes d'inégalités en mettant toutes les pendules à l'heure et a permis que soient enseignés dans les programmes scolaires (en particulier au cours moyen) des contenus informatiques à vocation de culture technique. Le plan a aussi favorisé la mise en place de structures de proximité de suivi, de formation et de ressources à destination des enseignants et marqué le début de la prise en compte de l'informatique par les autorités territoriales, ce qui a renouvelé les règles du jeu. Il a aussi constitué la première étape de la reconnaissance du logiciel à usage éducatif comme phénomène incontournable. Enfin, il a conduit (et parfois contraint) les autorités traditionnelles à s'engager durablement dans les questions d'informatique et de technologies de l'information.

En revanche, il est indéniable que les matériels ont posé des problèmes sérieux aux enseignants, qui étaient loin d'avoir reçu lors des sessions de 1985 la formation suffisante pour maîtriser leur usage. Beaucoup a alors dépendu des contextes locaux et régionaux et il est non moins certain que IPT a correspondu à des réalisations fort contrastées en fonction des circonscriptions scolaires et des écoles.

Même si ses objectifs initiaux sont sans doute loin d'avoir tous été atteints, IPT représente donc une date marquante dans l'histoire de la prise en compte de l'informatique à l'école et, après 1985, les problèmes vont se poser de manière assez différente, notamment dans le domaine du logiciel, quoiqu'une certaine continuité soit observable.

3.6. Le logiciel comme objet pédagogique et comme objet marchand

Concernant l'informatique, un des facteurs de changement entre 1985 et 1986 est la nomination d'un ministre de l'Éducation nationale d'inspiration libérale, René Monory, qui va prendre, dans la continuité de la politique menée par son prédécesseur, un ensemble de dispositions que ses successeurs ne remettront pas en cause. Le nouveau ministre, qui s'intéresse aux technologies nouvelles, étend le plan Informatique Pour Tous au privé et met l'accent sur deux types d'emploi de l'informatique, déjà explorées, mais dont il compte promouvoir l'usage : la simulation et les bases de données. Il met ainsi au premier plan des outils informatiques ne gérant pas de dialogues pédagogiques et préfigure, en un sens, les orientations de la phase suivante.

Dans le même temps, il entend promouvoir l'utilisation de logiciels à usage éducatif et, dans la tradition libérale, favoriser l'émergence d'un marché. Deux opérations sont alors menées, de retentissement inégal.

Tout d'abord, l'inspection générale de l'Éducation nationale, qui a déjà créé depuis plusieurs années une commission "nouvelles technologies" dirigée par André Lafond, lance l'idée d'un concours de scénarios de logiciels, dont les gagnants bénéficieront ainsi d'un label permettant le développement de produits commerciaux. L'initiative manifeste, pour la première fois de manière aussi claire, que l'instance traditionnelle d'évaluation du système éducatif, l'inspection générale, s'intéresse au logiciel et y joue pleinement son rôle d'expertise et d'orientation.

Ensuite, le ministre cherche à créer les conditions du développement d'un marché du logiciel en créant une procédure aidant les établissements de second degré à acquérir des produits à des coûts "Éducation nationale"¹. L'autorité pédagogique (l'inspection générale assistée pour la logistique par la direction des lycées et collèges) élabore chaque année des priorités en matière de logiciels et lance, selon la procédure des marchés publics, un appel d'offres aux éditeurs. Ces derniers présentent des produits, qui sont analysés par une commission d'experts. In fine, un certain nombre de logiciels sont retenus et font l'objet de l'acquisition d'une procédure de droit d'usage dans les lycées et les collèges, qui conduit ces derniers à ne payer qu'une fraction du prix public.

¹ En revanche, aucune procédure n'a été prévue pour les écoles avant 1994.

Dans le même temps, et de façon parfaitement logique, le CNDP est récusé dans son rôle de producteur de logiciels éducatifs et il lui est juste concédé d'intervenir dans les secteurs non rentables pour l'industrie privée.

Cette opération de "licences mixtes", reconduite chaque année depuis 1987, consacre la reconnaissance du logiciel comme objet didactique et comme bien de consommation. Un très grand nombre de produits sont concernés, principalement des outils professionnels, dont le prix public est prohibitif et, depuis 1989, des CDROM contenant données et logiciels de traitement (en particulier des encyclopédies). Un certain nombre de produits proprement pédagogiques ont aussi été élus.

Au total, le changement survenu par rapport au début des années 80 paraît irréversible : ce qui est important dans le dispositif, c'est que le ministère de l'Éducation nationale, en engageant des crédits relativement importants (de l'ordre de 100 M.F. par an) sur des lignes budgétaires spécialement consacrées au logiciel, reconnaît son importance et joue un rôle d'impulsion et d'orientation.

De plus, il faut remarquer que cette politique volontariste, initialement d'essence libérale, se place plus dans le cadre d'une logique de marché public (opérant sur des projets finis) que d'une logique de marché (en effet, la demande est déterminée au niveau des instances nationales, qui définissent les orientations prioritaires et jouent un rôle de prescription auprès du terrain).

Un certain nombre d'effets inattendus se sont fait sentir : alors que la volonté de ne pas créer un "label" pour les logiciels avait été affirmée (il n'en existe pas pour les livres), on se trouve dans une situation où une licence est plus qu'un simple label. Il s'en est suivi des tensions sur le marché du logiciel éducatif : la profession, prudente dans un environnement mouvant, tend à ne développer des logiciels que dans la mesure où ils paraissent susceptibles d'obtenir une "licence".

Mais il n'en reste pas moins que cette opération, qui permet au niveau central de donner des orientations et de garder un contrôle sur l'utilisation éducative des ordinateurs, a eu le mérite de rendre disponible dans les lycées un choix relativement étendu de logiciels et d'environnements modernes à des coûts abordables. Elle consacre un changement important survenu en l'espace d'une dizaine d'années après les premiers développements : les logiciels, autrefois fabriqués artisanalement par des enseignants pour résoudre des problèmes d'apprentissage relativement ponctuels d'une discipline d'enseignement, diffusés de manière plus ou moins confidentielle sont devenus des produits commerciaux

soumis aux règles de concurrence d'un marché, qui n'existe probablement ainsi que parce qu'il est soutenu par le ministère de l'Éducation nationale.

3.6.1. *Quels types de logiciels à usage éducatif ?*

Le changement a affecté la définition même des logiciels éducatifs. Le fait majeur est l'entrée dans cette catégorie d'outils professionnels, conçus en dehors de l'école et ne véhiculant pas de contenu pédagogiques, mais pouvant être "détournés" par les enseignants pour être mis au service de la pédagogie. Le traitement de textes est l'exemple le plus répandu de tels outils. D'autre part, il est frappant de constater le succès d'environnements ouverts, manipulant des situations générales propres à telle ou telle discipline, souvent transposés d'instruments scientifiques. On trouve ainsi dans cette catégorie des systèmes de gestion d'expériences en sciences (reposant sur l'acquisition et le traitement de données d'expérience), des outils de calcul formel, travaillant non plus seulement sur des nombres mais aussi sur des expressions symboliques, des systèmes de construction géométriques, des gestionnaires statistiques, des logiciels de lexicométrie...

Cette évolution semble amplement confirmer les idées émises par Jacques Hebenstreit et Claude Pair au début des années quatre vingt : ce qui s'est développé, ce sont bien les systèmes visant à permettre des activités assistées par ordinateur, jouant un rôle d'auxiliaire pour la pensée, permettant la gestion du complexe, au prix d'une complexité intermédiaire. La question de la technologie éducative, très en vogue à un moment, a dans cette évolution un peu été reléguée dans l'ombre, tout comme l'intérêt pour l'informatique comme objet d'enseignement porteur de valeurs de méthode et d'organisation de la pensée.

Cependant, la diffusion des logiciels en licence mixte ne dit rien des *modes d'usage* qui peuvent se développer et se stabiliser et ne renseigne que sur la situation dans le second degré.

3.6.2. *Quels usages ?*

Les résultats, obtenus par la recherche ou lors d'expérimentations (OTA, 1988), (Baron, 1990a) montraient une grande diversité d'usages, avec pour objectif de faire apprendre des notions nouvelles ou de mettre en application dans des contextes différents des notions déjà acquises, et dans lesquels le logiciel peut être un instrument au service de l'apprentissage de l'élève ou un substitut partiel de l'enseignant. Les situations analysées concernaient souvent des travaux d'élèves dans une salle "informatique" spécialisée, généralement en binômes. Des logiciels étaient aussi

utilisés comme ressource pour la classe entière, comme dans l'approche "imagi-cielle" ; d'autres pouvaient être associés à un dispositif d'acquisition de mesures et trouver place dans des travaux dirigés, comme pour l'approche "outil de laboratoire et d'atelier". Certaines utilisations se plaçaient dans le cadre du soutien, ou, en large autonomie, dans des formations à distance. En revanche, peu d'analyses étaient alors disponibles sur l'intégration de l'informatique dans des contextes éducatifs non expérimentaux. Malgré tout, on dispose *d'indications*, qui confirment des résultats déjà connus (Baron, 1991; Baron, 1991a) :

- Il existe une grande diversité des situations entre les différentes académies.
- Les utilisations sont surtout épisodiques dans les disciplines d'enseignement général.
- Elles sont en revanche plutôt intégrées dans les secteurs des enseignements techniques et professionnels, avec une forte dynamique de développement.
- Il existe une dynamique assez forte dans le secteur de la vie scolaire.
- Les matières scientifiques viennent en tête des disciplines les plus utilisatrices de l'informatique.
- Les logiciels professionnels sont fréquemment cités. Ils sont utilisés comme des *instruments* pour les différentes disciplines. Au premier rang vient le traitement de textes.

En outre, il est connu que les logiciels se prêtent à des "mises en scène" variables et tendent souvent à complexifier la situation didactique. D'une part, ils ont des limitations techniques, reposent sur des implicites plus ou moins évidents, et leur utilisation est loin d'être toujours intuitive. D'autre part, ils ne font pas encore l'objet de traditions pédagogiques. Il ne suffit pas à un logiciel d'être innovant pour rentrer à l'école et s'intégrer dans des pratiques pédagogiques de droit commun. Il lui faut bénéficier de conditions favorables (présence d'équipements adaptés en nombre suffisant, intégration facile dans un programme, présence d'enseignants formés et motivés...), et pour cela, probablement, être relativement compatible avec des méthodes d'enseignement qui évoluent assez lentement.

Un point très important, auquel j'ai prêté une attention particulière tout au long des années quatre-vingt est évidemment celui de l'attitude et des compétences des enseignants, qui doivent maîtriser les instruments, être convaincus de leur efficacité et avoir conçu des modes d'intégration dans leurs pratiques pédagogiques avant d'en prescrire l'usage aux élèves. La formation qu'ils ont reçue joue un grand rôle.

Je voudrais maintenant analyser l'évolution de cette composante du modèle de l'informatique pédagogique, afin de montrer comment les changements interdépendants des différents composants du système ont conduit à sa recombinaison brusque. Pour cela, je me fonderai notamment sur ([Baron, 1989b](#), [Baron, 1991a](#) [Baron et Jacquemard, 1991](#) ; [Baron et Bruillard, 1993](#)).

3.7. Quelle formation pour les enseignants ?

Au début des phases de développement, le gouvernement n'avait pas accordé beaucoup de place au lancement de formations de longue durée, dont les coûts étaient jugés trop élevés. Il s'agissait d'une action d'équipement avant tout, d'une amorce de généralisation postulant que des actions de formation de courte durée pouvaient suffire : organisées en direction d'enseignants, elles devaient leur permettre de devenir des utilisateurs qui n'avaient pas besoin d'être trop formés en informatique. Ce point de vue était d'ailleurs la règle en dehors des frontières.

Or, organiser des formations d'utilisateurs nécessitait des formateurs, qu'il fallait bien avoir formés préalablement. Les enseignements universitaires produisaient des informaticiens, mais qui trouvaient sans problème des emplois bien rémunérés en dehors du système d'enseignement. Il y avait bien les anciens "formés lourds", mais ils étaient en nombre malgré tout limité. La solution choisie était originale et quelque peu en opposition de phase par rapport au système

Selon les conclusions du rapport Pair-Le Corre, il fut décidé en 1981 de relancer les formations lourdes en implantant en milieu universitaire, dans chaque académie, un centre de formation longue. Il s'agissait d'investissements très importants, correspondant à une priorité politique et mettant en jeu une logistique assez complexe.

Dans le même temps, chaque équipement de lycée donnait droit à une formation de cent heures sur le lieu de travail. Par ailleurs, à la suite des travaux de la commission présidée par André de Peretti sur la formation des enseignants ([de Peretti, 1982](#)), le ministère de l'Éducation nationale réorganisa la formation continue en créant en 1982 les missions académiques à la formation des personnels de l'Éducation nationale (MAFPEN).

Comment allait s'implanter ce système, comment allait-il permettre de répondre aux demandes de formation ? Comment allait-il s'adapter pour prendre en compte également la formation des enseignants d'école ? Avec quels effets ?

Il n'est pas exagéré de dire que le modèle des deux niveaux de formation (utilisateur/formateur) implanté tout au début des opérations a conditionné les actions de développement en leur fournissant des formateurs et permis le lancement d'opérations comme l'option informatique qui ont ensuite donné une raison d'être aux centres de formation longue¹.

Ces centres, implantés en université et co-dirigés par un universitaire et un enseignant de second degré ont connu leur âge d'or après la relance des formations longues en 1981. Chaque académie a progressivement ouvert le sien, rapidement placé sous la tutelle de la mission académique à la formation des personnels de l'Éducation nationale et dispensant des formations de longue durée (environ 750 heures), au début essentiellement pour former des formateurs.

Ces centres, progressivement devenus des prestataires de service des MAFPEN, avaient cependant une existence fragile. Leurs moyens dépendaient d'attributions accordées année après année par le niveau central aux rectorats, qui les redistribuaient en fonction de leurs priorités. Avec le temps, les besoins se sont déplacés, notamment de la formation de formateurs vers celles d'animateurs (250 heures) et de professeurs de l'option informatique. Ainsi, l'offre de formation s'est diversifiée (un trimestre à temps plein éventuellement renouvelable deux fois ; deux semestres...) tandis que les moyens de formation de longue durée se réduisaient progressivement. Dans le même temps, les MAFPEN offraient, en direction des utilisateurs, des formations de courte durée. Le premier modèle (trois fois quatre jours dans l'établissement, puis 100 heures) a plus ou moins subsisté jusqu'au plan Informatique Pour Tous, après quoi il a été remplacé par des formules de formation généralement plus courtes.

Ce système de formation a fait l'objet d'études très tôt. Des enquêtes ont été menées après 1981, notamment par la mission formation recherche, dirigée par Jean-Pierre Obin (dissoute en 1986). Malheureusement, les résultats ont surtout été communiqués dans une littérature grise difficile à trouver, à quelques exceptions près, comme celle de l'académie de Lille, qui a publié en 1989 une évaluation très détaillée des actions en informatique pédagogique, ([Dubus, 1989](#)).

¹ D'autres actions de formation longue ont été lancées dans le secteur technique, notamment pour la requalification des anciens PEGC d'éducation manuelle et techniques appelés à enseigner la technologie en collège après 1985.

Une étude menée par la direction de l'évaluation et de la perspective en 1986/87 et portant sur un échantillon d'environ 20 000 enseignants¹ montrait qu'à cette époque environ 3% des enseignants de second degré avaient suivi une formation de plus de trois mois en informatique (7% parmi les professeurs de lycée), avec une répartition inégale parmi les disciplines scolaires (de 1% en lettres et langues jusqu'à 5% en mathématiques). Parmi ces formés, les mathématiques représentaient environ 45%, la technologie 36%, les lettres 17%. Ces nombres, relativement importants, donnent une *estimation* des efforts accomplis par l'état. Une autre étude menée en 1989 par l'union des centres de stages (UCAFIAP) permettait d'aboutir à des estimations du nombre total de formés par ces structures un peu inférieures à 5000 formés (Baron, 1989b).

J'ai alors mené des investigations plus précises sur ces formations : d'abord, une enquête conduite avec la direction des lycées et collèges en direction des académies en 1989/90 (Baron et Jacquemard, 1991) et une étude complémentaire menée sur les plans académiques de formation (P.A.F) de cinq académies (Baron, 1991a).

La première étude, fondée sur les résultats donnés par les chefs de Missions Académiques à la Formation des Personnels de l'Éducation nationale (MAFPEN) a mis en évidence plusieurs faits intéressants :

- Il existait, tout d'abord, une dispersion très importante dans l'expression des objectifs prioritaires pour chaque académie.
- Les actions de moins de cent heures en informatique pédagogique représentaient en 1989/90 environ 10 % du total des actions de formation de courte durée inscrites au P.A.F..
- Parmi elles, une bonne partie étaient spécifiquement disciplinaires, avec une prépondérance très nette des disciplines technologiques.
- Environ le tiers des actions (hors option informatique) étaient consacrées à l'apprentissage ou l'appropriation d'un outil logiciel, les instruments de bureautique étant le plus souvent cités.

Afin de compléter l'information acquise et toujours dans la même perspective, j'ai mené une investigation complémentaire de l'offre de formation apparaissant dans les P.A.F. (et concernant donc essentiellement les personnels relevant de l'en-

¹ Guillois, P., Lemonnier, M., "L'utilisation de l'informatique à des fins pédagogiques dans les établissements scolaires". *Education et formations*, n° 15, 1988.

seignement de second degré). Pour cela, un échantillon contrasté de cinq académies a été choisi, et une comparaison de l'offre de formation entre 1986/87 et 1990/91 a été entreprise.

Le choix de 1986/87 comme premier terme de la comparaison est dû au fait que le plan IPT date de 1984/85 ; 1985/86 a vu des actions complémentaires "post IPT" et 1986/87 est donc la première année de "régime permanent" de l'après-IPT.

En choisissant ce corpus on n'a à l'évidence qu'une *indication* qualitative de l'offre de formation, et d'autres instruments seraient nécessaires pour affiner les résultats. Ensuite, on n'a ainsi accès qu'à l'enseignement de second degré, la formation des enseignants de premier degré étant en général décrite dans les Plans Départementaux de formation. Enfin, l'échantillon est très réduit, fortement parisien de surcroît ; il a été choisi de manière très empirique, et d'autres choix auraient été possibles. Malgré tout, on a ainsi l'occasion d'avoir des indications sur la *dynamique* de l'offre de formation en informatique pédagogique.

A été considéré comme relevant de l'informatique pédagogique tout stage soit explicitement classé par les académies en informatique, soit lié à un logiciel particulier et (parfois) à une discipline, ou encore lié à un type de système logiciel (traitement de texte, tableur, base de données, logiciel pédagogique, langage de programmation, etc.). Ont été également pris en compte des stages dont le titre n'était pas explicitement lié à l'informatique mais dont le contenu a été jugé sans équivoque comme en relevant (comme "actualisation des savoir-faire en technologie").

En 1986/87, sept cents stages ont été répertoriés en informatique pédagogique d'après les critères mentionnés ci-dessus. Seuls 30 % d'entre eux figuraient dans les documents des P.A.F., sous le titre "informatique", le plus souvent situé à l'intérieur de la rubrique "techniques nouvelles de l'éducation". On note la relative importance des logiciels par la fréquence des intitulés des formations dont l'objet est d'initier les demandeurs ou d'approfondir leurs connaissances à tel ou tel logiciel pédagogique ou professionnel. Ces stages liés à des logiciels représentent en moyenne 30% des actions liées à l'informatique, ce qui souligne la place des outils informatiques dans les disciplines.

Les stages sont d'une durée moyenne d'une trentaine d'heures avec une dispersion est assez faible. Le nombre de places offertes par stage varie d'un minimum de six à un maximum de vingt. L'étude des P.A.F. des autres académies ne contredit pas ces résultats. On relève également quelques stages de longue durée (toute une

année scolaire) nommés "formations lourdes" s'adressant aux professeurs de technologie enseignant dans les collèges.

En 1990/91, six cents stages ont été répertoriés en informatique pédagogique, dont 50 % figuraient dans les documents des P.A.F., sous le titre "informatique". Mais les actions classées "informatique" par les académies ne se situaient plus nécessairement sous la rubrique "Techniques Nouvelles de l'Éducation" et faisaient parfois l'objet de tout un chapitre. Environ un tiers d'entre elles avaient un intitulé annonçant l'initiation, le perfectionnement à tel ou tel logiciel, ou encore l'utilisation pédagogique d'un logiciel, ce qui souligne une nouvelle fois la place de ces outils dans les disciplines.

Dans l'académie de Créteil (choisie pour les mêmes raisons qu'en 86/87), la durée moyenne de ces formations n'avait guère varié. L'évolution en 4 ans a été relativement modeste. Il semble que les actions informatiques ont été plus souvent en 90/91 qu'en 1986/87 regroupées sous un chapitre spécifique. On note enfin une légère augmentation de la place des outils.

Dix ans après sa naissance, le modèle de l'informatique pédagogique était mal en point. Sauf dans les disciplines technologiques et professionnelles, l'informatique semblait se réduire progressivement à un outil. Les formations de longue durée, singularité française ayant permis le développement d'une option informatique maintenant sur le déclin, semblaient avoir vécu. Un grand nombre des premiers pionniers avaient quitté le champ. Certains étaient devenus chefs d'établissement ou inspecteurs, d'autres avaient pris leur retraite. Le substantif "multimédia" venait d'apparaître et un grand intérêt se portait sur les réalisations informatiques associant textes, images, sons.

Pour ma part, je venais d'être nommé maître de conférences à l'INRP et affecté au département Technologies nouvelles et éducation, dont j'assume la direction depuis 1990. Continuant à porter un intérêt particulier aux enseignants et à leur formation en informatique, en faisant l'hypothèse qu'ils étaient un élément clé de l'utilisation de l'informatique, je me suis aussi beaucoup intéressé aux nouvelles technologies dans leur ensemble et en particulier à tout ce qui est relatif aux images et aux médias de masse.

III. VERS LES NOUVELLES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION (NTIC) ?

1. L'émergence d'un nouveau champ

1.1. Une reconnaissance institutionnelle des "TIC"

Une nouvelle expression est apparue vers 1990 dans le contexte éducatif français pour faire référence aux dispositifs technologiques que l'on y utilise, qu'ils relèvent de l'audiovisuel, de l'informatique, de la télématique : "Technologies de l'information et de la communication", souvent abrégée en "TIC".

Parfois, d'autres expressions apparentées apparaissent : une des commissions de l'inspection générale de l'Éducation nationale se nomme "commission de l'informatique et des technologies de la communication", faisant ainsi explicitement référence à la fois à l'informatique et à la communication. Dans le champ de la formation des adultes, d'autres expressions comme "technologies de la communication" ou "formations multimédias" ont également cours pour désigner l'utilisation de moyens technologiques dans des formations, qui dans ce contexte sont souvent effectuées partiellement à distance.

Il est remarquable que l'on ait progressivement été conduit à considérer les technologies de l'information et de la communication comme un ensemble cohérent et ensuite à les reconnaître comme objets didactiques non exceptionnels. La problématique la plus commune est maintenant celle de l'intégration de ces technologies dans des disciplines et des actions d'enseignement, avec un handicap ancien pour les disciplines de formation générale n'ayant pas l'expérience de l'utilisation d'outils.

Une place, même si elle est modeste, a en particulier été reconnue aux "technologies de l'information et de la communication" dans la formation initiale des enseignants. Une note de janvier 1992 (la première sur ce sujet), issue de la Direction des Enseignements Supérieurs (assurant la tutelle des IUFM¹) est ainsi consacrée à "la formation aux technologies modernes d'information et de communication dans les IUFM". Elle assigne pour mission aux IUFM "d'une part de faire prendre conscience aux futurs professeurs des enjeux technologiques, sociaux et culturels que représente le développement de ces nouvelles techniques, d'autre part d'habituer tous les futurs professeurs à leur utilisation, de telle sorte qu'elles deviennent rapidement pour eux un outil pratique, banal et quotidien".

Il s'agit donc d'une double logique de prise de conscience des enjeux sociaux de l'informatique et d'intégration dans la formation professionnelle initiale *d'instruments destinés à être intégrés dans la pratique professionnelle*. Ce second aspect se subdivise à son tour en deux : intégration dans les formations disciplinaires et maîtrise d'outils généraux.

En pratique, ces technologies modernes sont composées d'une part de l'audiovisuel et, d'autre part, de l'informatique et de ses instruments. Concernant ce dernier point, la note prévoit explicitement que la formation doit permettre de "savoir utiliser un traitement de textes, un tableur, des outils graphiques, et de comprendre comment fonctionne l'informatique par l'acquisition de notions élémentaires". On assiste ainsi à la concrétisation d'une évolution, sensible depuis plusieurs années, qui rassemble les différentes technologies "modernes" et leur définit une place dans la formation initiale des enseignants.

Il semble ainsi que soit en passe de se constituer un nouveau champ, fédérant autour des "technologies" courantes des actions trouvant autrefois place dans le champ de l'audiovisuel éducatif et dans celui de l'informatique pédagogique, l'enjeu étant moins désormais l'alternative objet/outil d'enseignement que l'opposition support/système de traitement de l'information. Mon hypothèse est que l'on assiste, dans un contexte nouveau, à la reprise d'idées autrefois avancées, aussi bien en audiovisuel qu'en informatique, sur le rôle des technologies dans l'éducation. Afin de la discuter, il est nécessaire de prendre en compte la dimension historique et d'analyser brièvement la place des médias et des technologies dans le système éducatif français depuis la seconde guerre mondiale.

¹ DESUP 4B IB/AC n° 0040 du 27 janvier 1992.

1.2. Médias et technologies

L'intérêt pour les technologies dans l'enseignement n'est pas nouveau. Paul Saettler, abordant l'histoire de la prise en compte des médias dans l'éducation et la formation dans son livre *History of instructional technology* (Saettler, 1969), relève que, dès la fin de la première guerre mondiale, s'est développée aux États-Unis une industrie du film éducatif et un mouvement de ce que l'on appelait alors l'instruction "visuelle", ensuite dénommée "audio-visuelle". En France, Jacques Perriault note (par exemple dans Perriault, 1989) l'existence de productions pédagogiques utilisant comme média la lanterne magique dès le XIX^{ème} siècle. De très nombreuses expériences et opérations de développement ont été menées depuis la seconde guerre mondiale dans le domaine de l'audiovisuel éducatif. Il est indispensable, pour comprendre le mouvement actuel des technologies de l'information et de la communication, de mettre en perspective les relations qui se sont tissées entre elles et de les prendre en considération.

1.2.1. *Audio-visuel, technologie de l'éducation et multi-media*

Une entreprise d'analyse sociologique de l'évolution du champ de l'audiovisuel éducatif serait un travail délicat. Il faudrait parler d'institutions comme le centre audiovisuel de Saint Cloud, la télévision scolaire, citer les travaux de pionniers comme Henri Dieuzeide, faire mention des circuits fermés de télévision, rappeler l'importance de l'engagement des pouvoirs publics dans la décennie soixante¹, faire référence à des opérations comme Jeunes téléspectateurs Actifs, parler du rôle de l'audio visuel dans la formation des adultes... Je me contenterai ici de considérations minimales pour l'objectif qui est le mien : analyser la constitution progressive du champ des NTIC en éducation, en me limitant à la situation jusqu'aux années soixante dix et en m'appuyant sur (Baron, 1990c ; Glikman et Baron,

¹ En 1963, à la suite des travaux de la "commission interministérielle d'étude des problèmes d'enseignement et de formation par les techniques audiovisuelles" (Commission Domerg), une série de mesures ont par exemple été publiées dans le Bulletin officiel de l'Éducation nationale, qui s'était au début limité à publier des listes de magnétophones et de télévisions agréés pour l'usage scolaire. Un plan de quatre ans concernant l'enseignement secondaire, la formation des adultes et la promotion sociale a été élaboré (plan d'extension de l'audio-visuel) pour produire en radio des émissions de latin, d'allemand, d'anglais et de français et, en télévision, des émissions de mathématique, de technologie

1991 ; Quéré ; Baron ; Le Meur, 1990). Un panorama de l'évolution plus récente est présenté dans (Cueff et al, 1994).

Le Centre National de Documentation Pédagogique (CNDP, alors rattaché au Musée Pédagogique) a créé dès 1936 une commission de radiophonie scolaire. En se limitant à la période postérieure à la seconde guerre mondiale, Monnerat, Lefranc et Perriault (Monnerat et al., 1979) distinguaient en 1979 plusieurs grandes phases depuis 1945 dans l'usage éducatif des technologies audiovisuelles : un temps des pionniers, avec notamment la création du centre audiovisuel de l'E.N.S. de Saint Cloud (1945-1952) ; un temps de développement de la télévision scolaire, avec l'institution d'une formation de longue durée en audiovisuel (1953-1963) ; un temps de développements énergiques et d'engagement des autorités ministérielles (1963-72), avec la mise en place des collèges expérimentaux, utilisant le circuit fermé de télévision comme "système nerveux" de l'établissement ; puis un temps de crises et de diversifications avec l'effondrement progressif de la diffusion d'émissions éducatives de télévision scolaire, l'émergence de systèmes "multi-media" et la constitution potentielle d'une "technologie éducative".

Il est intéressant de remarquer que chacune de ces phases correspond à l'émergence et à la socialisation progressive de nouveaux dispositifs technologiques, à leur mise en œuvre éducative et à leur confrontation avec la réalité : films fixes, cinéma 16 mm puis 8 mm, télévision hertzienne (qui a commencé à émettre en 819 lignes en 1951), circuits fermés de télévision (lancés à l'initiative d'Henri Dieuzeide, Directeur de la Radio-Télévision Scolaire en 1959 et qui devaient connaître un développement une douzaine d'années plus tard, lors de l'apparition de magnétoscopes à des coûts abordables), magnétophones, vidéo légère...

L'intérêt initial des politiques à l'égard des médias et des supports audiovisuels, dans les années soixante doit sans aucun doute être mis en rapport avec l'espoir, fondé sur l'analyse des expériences américaines, que ces techniques pourraient se substituer, au moins partiellement, aux enseignants. On était en des temps de crise potentielle, avec l'accès d'un nombre croissant d'élèves à un enseignement de second degré conçu comme un système technique aux performances faibles. Les possibilités des médias, conçus comme nouveaux supports de connaissances paraissaient de nature à offrir du *renfort* aux enseignants. Il me semble que ce qui a été en jeu lors de l'impulsion initiale, c'est bien la *renovation* susceptible d'être amenée à l'enseignement par les dispositifs audiovisuels. Il est intéressant de

constater que les idées alors émises ont ensuite été reprises au sujet de l'informatique : Robert Lefranc, directeur du centre audiovisuel de saint Cloud écrivait ainsi en 1965 à propos du circuit fermé de télévision :

“Le circuit fermé de télévision apparaît sans conteste comme un ferment pédagogique puissant, un élément catalyseur essentiel générateur de réactions encore bien mal connues mais qui aidera sûrement à plus ou moins longue échéance à une totale rénovation des méthodes de l'enseignement, rénovation en cours dans certains pays.”¹

Dès les années soixante, l'audiovisuel était d'ailleurs plus qu'un ensemble de supports, mais aussi un “objet d'enseignement” potentiel. Henri Dieuzeide, dans l'ouvrage cité le mentionne dès 1965.

“Aussi, tous ceux qui placent l'enseignement dans une perspective de préparation à la vie cherchent-ils à faire des techniques audiovisuelles non seulement des moyens d'enseignement, mais aussi, implicitement ou explicitement, une matière d'enseignement” (Dieuzeide, 1965 p. 119)

Mais, dans l'ensemble, c'est l'aspect “outil d'enseignement” qui a été exploré, un peu comme, dix ans plus tard, dans le cas de l'informatique. Des productions importantes ont été effectuées. L'Institut Pédagogique National a diffusé dès les années 60 des catalogues et répertoires de productions faisant appel à des “moyens d'enseignement” divers : “disques parlés”, “bandes enregistrées”, films, diapositives, “radiovisions”, montages photographiques sonorisés... Une revue, “Media” a été publiée de 1969 à 1978 par l'Institut Pédagogique National (IPN), puis par l'Office FRANçais des TEchniques Modernes d'Enseignement (OFRATEME) et le CNDP.

Le terme “système multi-média” est apparu dans ces textes et catalogues dans les années 70. Il correspond à une évolution des idées vers la fin des années soixante, correspondant au désir d'aller au delà du caractère marginal d'un audiovisuel ajouté à l'enseignement traditionnel mais sans le transformer. Le concept alors convoqué est la technologie éducative. Voici par exemple ce qu'en dit (Decaigny, 1970) :

¹ LEFRANC, Robert. “Le circuit fermé de télévision nouvel outil d'enseignement”. *L'éducation nationale*, numéro spécial *l'enseignant et les machines*, N° 15-16, 29 avril 1965, pp. 15-19.

“La technologie éducative est notamment rendue nécessaire par l’enseignement renoué, c’est à dire basé non plus sur l’acquisition de connaissances par une assistance passive à des cours magistraux éventuellement illustrés de façon “marginale” et se succédant selon un horaire rigide. Il requiert une participation active des élèves qui sont affectés à des tâches et à des groupements différents selon leurs motivations, leur rythme de travail, leur mode d’apprentissage, etc.” (p. 15).

Il s’agit donc d’intégrer l’audiovisuel dans un système, en utilisant les apports de l’approche systémique alors en cours de diffusion dans le milieu. L’audiovisuel est alors un des éléments technologiques utilisables, sous différentes formes, afin de tirer parti de la complémentarité des médias. Des actions “multi média” ont ainsi été mises en œuvre en France dans les années 70, comme l’opération “France face à l’avenir”, lancée par l’OFRATEME en 1971, fondée sur l’exploitation par les élèves de l’enseignement élémentaire d’émissions de télévision et de radio concernant leur région.

R. Lefranc a étudié dans sa thèse d’état (Lefranc, 1985) “l’approche multi média”. Il y relève son importance dans les enseignements à distance, et remarque l’imprécision de l’expression, distinguant “unité multi média”, “assemblage sous un faible volume de quelques documents audiovisuels et imprimés permettant de faire un cours ou une utilisation limitée d’un thème” (p. 142), et “ensembles multi média”, “qui comprennent un nombre important de médias conçus de façon coordonnée, afin de servir de support à un enseignement qui se déroule sur des semaines, voire des mois” (idem) ; cette dernière notion est reliée pour lui à l’autoformation assistée. Il est également notable que des travaux aient eu lieu sur les “centres documentaires multimédia”, implantés dans les établissements scolaires.

Dans le domaine de la formation professionnelle, où des actions de diffusion hertzienne de produits audiovisuels avaient été mises en place depuis les années soixante, (notamment *RTS/Promotion*, visant toutes les catégories d’adultes "peu ou moyennement scolarisés", *Télé-Promotion Rurale* (TPR), *Télé-Promotion Commerçants*, *Télé-CNAM...*), la loi de 1971 sur la formation professionnelle a conduit à la constitution progressive d’un marché où s’est développée l’utilisation de systèmes multi-media de formation ne reposant plus uniquement sur une diffusion à l’antenne. Des "centres de ressources" où les formés pouvaient disposer de matériels et de documents ont été mis en place, tandis que, après la scission de l’ORTF, en raison de la concurrence entre les chaînes et de l’importance accrue de la

publicité, le temps d'antenne disponible pour des émissions de formation s'est progressivement réduit. Pour les publics "captifs", des vidéocassettes se sont substituées aux émissions télévisées. (Glikman et Baron, 1991).

1.2.2. Médias et enseignement programmé

Autour de l'idée de l'intervention de machines dans l'enseignement, s'est développé, également dans les années soixante, le mouvement de l'enseignement programmé, importé lui aussi des États-Unis, qui s'intéressait bien moins aux supports et aux médias qu'à la programmation de la transmission de connaissances et aux mécanismes de renforcement de l'apprentissage. En conséquence, l'accent était mis sur la gestion automatique de parcours individuels¹.

En pratique, tous les systèmes développés reposaient sur une analyse de la matière à enseigner, découpée en items reliés entre eux. Chaque item comprenait classiquement une présentation d'information, une sollicitation de l'apprenant, une analyse de la réponse, puis, en fonction de celle-ci, un branchement à un autre item. Au total, l'apprenant était conduit à effectuer, en fonction de ses réponses aux différents items, un parcours dans un réseau plus ou moins complexe de situations pédagogiques.

Ce deuxième mouvement, amplifié par le développement des ordinateurs, s'est développé de manière plutôt indépendante de l'audiovisuel, comme le remarque par exemple Henri Dieuzeide dans (Dieuzeide, 1965) :

“Toutefois, les méthodes d'instruction programmée orthodoxe, qui se fondent sur l'atomisation des connaissances, l'appel à l'activité permanente de l'élève et la vérification constante de ses acquisitions, se sont jusqu'ici développées en dehors de la pédagogie «audio-visuelle», et parfois contre elle. Les spécialistes de l'apprentissage programmé voient dans l'audio-visuel un ensemble de supports puissants, certes, mais affectés d'une tare rédhibitoire : ils sont employés collectivement, et par conséquent inadaptables”. (pp. 106-107).

Cependant, il y a toujours eu des intersections entre ces deux champs, situés eux-mêmes dans le champ plus vaste de la *technologie éducative* à partir des années 70.

¹ Exception culturelle, il faut mentionner la contribution différente à l'enseignement programmé de Célestin Freinet (Freinet, 1966) et, dans un autre registre, de Louis Couffignal, théoricien de la pédagogie cybernétique.

Par exemple, si la machine de Skinner était fondée sur la présentation de textes, et sur la saisie de réponses, l'auto-tutor de N. Crowder (Crowder, 1960) utilise des films, fixes ou animés. Dans les années 70, les machines à enseigner MITSI (Monitrice d'Instruction Technique et Scientifique Individuelle), construites par la société SINTRA, étaient réellement audio-visuelles, puisqu'elles permettaient de proposer des programmes ramifiés dont les items étaient graphiques, et pouvaient être sonores.

Les ordinateurs, pour leur part, ont eu très tôt des capacités graphiques et la possibilité de piloter des magnétophones. P. Suppes, un des pionniers de l'EAO, (Suppes & al, 1968), décrivait ainsi (p. 10) un dispositif utilisé au laboratoire d'informatique de l'institut d'études mathématiques de l'université de Stanford en 1965/66 : le poste de travail élève disposait de deux dispositifs de visualisation, un permettant l'affichage de microfilms, le second étant un tube vidéo d'une résolution de 1024x1024 points. Le système pouvait piloter un magnétophone et l'élève avait la possibilité de communiquer avec le système par l'intermédiaire d'un crayon optique. Bien sûr, d'autres postes de travail étaient de simples télétypes reliés à l'ordinateur central par des lignes téléphoniques.

Mais à cette époque l'ordinateur était une machine de professionnels chère et peu répandue, et les expériences menées ont généralement eu une extension limitée. Jusqu'à une date assez récente, la plupart des machines (du moins les micro-ordinateurs du monde MSDOS) ont fonctionné en mode "texte", ainsi que la plupart des logiciels.

Les choses ont progressivement changé lorsque l'ordinateur (surtout le micro-ordinateur) est devenu un outil de plus en plus répandu, capable de gérer, sur un support unique, des informations de natures différentes.

1.3. Un renouveau technologique ?

1.3.1. Une convergence des technologies ?

De fait, de nouveaux objets sont apparus, à la fois matériels, mais aussi logiciels. Côté matériel, on a vu apparaître une série de dispositifs de traitement de l'information reposant sur une électronique numérique (et en particulier un ou plusieurs micro processeurs), mais s'éloignant de l'objet ordinateur tel qu'il apparaît classiquement. Les dispositifs de stockage de l'information connaissent également des progrès remarquables, notamment avec l'invention puis la banalisation de supports optiques ou magnéto-optique contenant des volumes d'information qui

sont énormes si on les compare aux systèmes de la gestion précédente, mais encore vite saturés si l'on souhaite traiter des images animées.

Les possibilités de ces supports se révèlent dans les traitements de l'information qu'ils autorisent, dimension la plus importante et peut-être la plus occultée à l'utilisateur courant. Que le support stocke les données sous forme analogique (comme sur le magnétoscope) ou numérique (comme sur le CD audio), il n'y a guère de différence pratique pour l'usager (hormis dans la qualité de la restitution et les possibilités d'indexation) s'il n'a pas à effectuer lui-même des traitements mais simplement à lire et éventuellement à enregistrer. Peu lui importe sans doute que les circuits intégrés de son appareil amplifient un signal analogique ou effectuent des algorithmes de transformée de Fourier rapide sur des données numériques.

Les possibilités nouvelles sont liées à l'interactivité, c'est à dire à des traitements de l'information effectués "en temps réel", au prix naturellement d'un apprentissage du mode de fonctionnement du système logiciel utilisé. L'observation des nouveaux dispositifs suggère qu'ils ont été conçus pour que la marge de manœuvre de l'utilisateur soit limitée au strict indispensable. Par exemple, dans les consoles de jeu, il n'est pas nécessaire d'avoir assimilé les principes de fonctionnement d'un système d'exploitation d'ordinateur : il n'y a pas à copier de fichiers, à se soucier de gestion de la mémoire, à modifier un fichier de démarrage... L'interactivité est centrée sur le jeu et le joueur n'a guère qu'à utiliser un nombre très limité de touches à la signification univoque. Le "bruit technique" engendré par le système est faible. Par contraste, un ordinateur est une machine ouverte. Sa mise en œuvre suppose encore la mise en œuvre de procédure de gestion d'objets immatériels, selon les principes incorporés dans le système d'exploitation.

Sans doute est-il encore prématuré de dire que le monde de l'audiovisuel et celui de l'informatique ont achevé leur jonction ; l'interactivité de la "télévision interactive", promesse médiatique contemporaine, n'est encore que bien balbutiante comparé aux possibilités offertes pas la technique, qui revient à proposer aux spectateurs de devenir à terme un peu eux-mêmes des créateurs et des producteurs. Il n'apparaît d'ailleurs pas du tout certain que les potentialités se réalisent pleinement : ici, comme ailleurs, prévalent des logiques industrielles et des logiques d'usage qui rendent difficiles les prédictions.

Malgré tout, il convient de reconnaître que de nouvelles possibilités sont apparues, liées à l'existence de procédés de traitement d'informations numérisées, qui sont encore évolutifs et ne font pas l'objet de standards fermement établis.

1.3.2. Vers le multimédia

Une quinzaine d'années après l'apparition des "multi-media", est apparu un nouvel intérêt pour eux, sous une forme différente. Le volet "D" du programme européen COMETT était consacré au développement de systèmes de formation multimédia. Puis deux appels d'offres interministériels "multi-médias" ont été lancés en 1987 et 1988 dans notre pays, sous l'impulsion de la Délégation à la Formation Professionnelle (DFP) du secrétariat d'État à la Formation professionnelle, sur *l'enseignement multi-médias individualisé*. L'appel de projets 1988, "systèmes de formations multi-médias individualisées contribuant à la modernisation des entreprises"¹ mentionnait ainsi :

"Par système de formation multi-médias individualisée, il faut entendre un système de formation complet ou un module de cursus, autosuffisant, permettant l'acquisition de connaissances et de savoir-faire par un individu en formation professionnelle continue" (p. 5).

Pour sa part, la phase préparatoire du programme européen de recherche DELTA (Developing European Learning through Technological Advance), qui concernait aussi bien les formations professionnelles continues que les formations initiales, était destinée à mener une recherche sur la création d'un environnement *ouvert* d'apprentissage (PETE) fondé sur les "technologies avancées de l'information et des télécommunications".

On retrouvait dans le document fondateur mention d'idées émises déjà plus de vingt ans auparavant :

"Le développement et l'application des technologies avancées dans le domaine de l'éducation permettront à l'Europe de réaliser le vaste effort de formation, de reconversion et de recyclage qu'il lui serait sinon impossible d'entreprendre de manière rentable"²

L'idée de multi-médias intervient dans le plan de travail de DELTA à propos de didacticiels multi-médias, ("multimedia software"), tout comme y interviennent les

¹ Délégation à la Formation Professionnelle, 50-56 rue de la Procession, 75015 PARIS.

² Décision du conseil des communautés européennes du 29/06/88, annexe II.

outils d'intelligence artificielle, ou la création d'un canal éducatif sur un satellite de télécommunication.

Les projets menés dans le cadre de COMETT, aussi bien que dans celui des appels d'offres de la DFP se situaient dans le champ de la formation professionnelle. A cette époque, l'enseignement scolaire paraissait encore plus axé sur la prise en compte séparée de l'audiovisuel et de l'informatique. Il faut cependant mentionner, dès cette époque, le développement d'opérations utilisant les possibilités de fonctionnement synchronisé de vidéodisques ou de CDROM et d'ordinateurs.

Progressivement, le mot "multimédia" a été adopté pour désigner des applications logicielles gérant des données de plusieurs types : textuelles, graphiques, sonores... Alors que primitivement, "média" désignait un média physique, il réfère maintenant bien souvent à un type de donnée numérisée traitable par logiciel.

Les grands secteurs d'applications du multimédia correspondent à des marchés et à des modes d'exploitation différents, ainsi qu'à des accents plus ou moins importants mis sur certaines fonctionnalités (structure logique, analyse de réponse, degré d'interactivité, sophistication de la présentation). Trois domaines principaux peuvent être identifiés : le secteur ludique, avec l'extraordinaire développement des jeux d'arcade ; le secteur de la consultation audiovisuelle interactive (bornes d'informations pour la communication interne ou externe d'entreprises et l'aide à la vente) ; le secteur de la formation en général et de la formation professionnelle en particulier.

Dans cette évolution, c'est le logiciel qui est amené à jouer un rôle prépondérant, représentant un changement d'univers technologique par rapport à des instruments traditionnels dont la matérialité est mieux perceptible. Les conséquences en sont nombreuses, pour l'accès aux informations, leur stockage, les types de traitements (comme celui par exemple de montage virtuel) et d'interactivités rendus désormais possibles. Il faut donc gérer ce changement en se familiarisant avec ces "nouvelles images" et les instruments logiciels qui leur sont associés.

Il est intéressant de remarquer qu'en ce sens la structure de ces applications multimédias est relativement homogène. On peut en effet considérer un tel multimédia comme un graphe prédéfini par un auteur, dans lequel les sommets, fortement multimédias comprennent une présentation d'informations puis, éventuellement, une acquisition de réponse. Les entrées de l'utilisateur, multimédias à un moindre degré, déclenchent des transitions d'un sommet à un autre et la

restitution d'objets multimédias intermédiaires (par exemple, des commentaires), en vertu d'un mécanisme en général décrit par programme. Le découpage en objets est différent selon le type d'interactivité attendue. (Quéré ; Baron ; Le Meur, 1990).

Une nouvelle gestion du complexe est rendue possible, mais au prix de l'acquisition d'une connivence avec un système technique et de la maîtrise de niveaux intermédiaires d'abstraction.

1.3.3. *Le cas des hypermédias.*

Dans le monde des multimédias, depuis quelques années, les *hypermédias* sont à la mode. Ces systèmes, qui revendiquent une approche nouvelle pour l'accès à l'information, visent à permettre à l'utilisateur de "naviguer" dans de grandes masses d'informations. Leur origine est généralement attribuée à Vannevar Bush qui, en 1945, avait produit un texte aux tonalités visionnaires (Bush, 1945). Remarquant que les moyens d'accès à l'information sont en retard par rapport aux moyens de production de l'information, il imaginait, en se fondant sur les nouvelles possibilités offertes par la technique, un dispositif (le "memex") permettant d'accéder à de grandes masses d'information en créant des "index associatifs" entre des items reliés sémantiquement.

Une vingtaine d'années plus tard, grâce aux travaux de chercheurs américains comme Ted Nelson, à qui on attribue l'invention du terme "hypertexte"¹ ou de Douglas Engelbart², sont apparus des premiers logiciels d'hypertexte, rebaptisés "hypermédias" quand ils peuvent gérer des données multimédias (Baron et de La Passardière, 1992).

Comme le remarquent Bruillard et de La Passardière (1994), l'hypertexte est un concept émergent, permettant en pratique d'interconnecter des documents de divers types par des mécanismes associatifs sous le contrôle de l'utilisateur.

"L'utilisation et la lecture d'un hypertexte s'effectue de manière non séquentielle et multidimensionnelle : les documents ainsi organisés sont destinés à être lus et éventuellement complétés suivant différents chemins parcourus au gré de l'utilisateur". (p. 20).

¹ Nelson, T.H. "getting it out of our system", in *Information retrieval : a critical review*. Schlechter, G. (ed.), Thompson books, Washington, 1967.

² Engelbart, D. "A research center for augmenting human intellect" *AFIPS conference proceedings, vol 33 part 1*, Thompson books, Washington, 1968.

On peut donc considérer que ces systèmes reposent sur une base de données d'objets (textuels ou multimédias) reliés entre eux en réseau. L'utilisateur se déplace ensuite entre les nœuds du réseau en fonction de ses intérêts et de la structuration de la base, activité souvent dénommée "navigation".

Les possibilités de navigation dans la base d'information sont bien entendu liées aux chemins offerts à l'utilisateur, c'est à dire à la structuration qui a été conçue par l'auteur du système. Celle-ci consiste à associer aux objets des liens servant à se déplacer d'un objet à un autre. Dans le mode auteur, on peut donc créer les nœuds et les liens, les modifier, les supprimer. L'existence d'un langage de programmation, souvent associé à un système hypermédia, offre une puissance supplémentaire de manipulation de données et permet d'engendrer des applications de tous types, et notamment des didacticiels.

Ainsi, une application hypermédia partage-t-elle avec d'autres d'applications logicielles éducatives une structure en graphe, la transition d'un sommet à un autre étant plutôt déclenchée par l'utilisateur que calculée par programme. Mais, par ailleurs, de par les possibilités de "navigation" dans de grandes masses de données, le modèle "hypertexte" offre de nouvelles possibilités et remet en cause un ensemble de traditions anciennes d'accès aux textes et à l'information .

La succession de nouveaux systèmes de traitement de l'information, où des invariants sont parfois dissimulés par des innovations de surface et où des innovations potentiellement puissantes sont bridées par des contraintes sociales ou culturelles, pose de très nombreux problèmes. Ceux-ci concernent bien sûr les modes d'intégration de la technologie dans l'enseignement et ses disciplines, la place et l'autonomie des enseignants dans les processus de production d'environnements d'apprentissage. Plus généralement, le développement, largement en dehors de la sphère scolaire, d'objets diversifiés de traitement de l'information (en particulier destinés au divertissement et au jeu) et l'intérêt émergent de grandes multinationales pour l'éducation posent des problèmes économiques, culturels et sociaux.

2. Problèmes et méthodes

2.1. Problèmes de recherche

Il s'avérait que l'intégration de l'informatique sous forme d'outils et d'instruments était un processus lent, différent selon les disciplines (les secteurs technologiques étant les seuls où une intégration pouvait être considérée comme étant en bonne voie). Les outils se révélaient plus flexibles que le système scolaire, qu'ils ne pouvaient à eux seuls faire évoluer. Dès lors, il était logique de tenter d'analyser les raisons de cette intégration incertaine en prêtant attention aux acteurs concernés par le développement des technologies dans le système éducatif.

Mes travaux s'étaient dès leur début beaucoup intéressés aux enseignants, qui ont à prescrire aux jeunes des modes d'usage de systèmes logiciels et qui ont donc besoin d'une compétence, non seulement pour utiliser les outils, mais également pour en concevoir un usage pédagogique. Mon intérêt avait essentiellement porté sur le point clé de leur formation, pendant longtemps principalement acquise par formation continue. Or, alors que se recomposait le modèle de l'informatique pédagogique et qu'émergeait le champ des technologies de l'information et de la communication, un nouveau système de formation initiale des enseignants se mettait en place autour des IUFM.

Il était donc opportun de se concentrer sur les opinions des *futurs enseignants* à l'égard de l'informatique (et, plus généralement, des technologies de l'information et de la communication), en se posant deux types de problèmes. Le premier avait trait à la situation à l'entrée : que pensaient-ils de l'informatique en entrant à l'IUFM, qu'en savaient-ils, quels étaient leurs attentes à l'égard de la formation qu'ils allaient recevoir ? Le second était de savoir comment, en pratique, allait pouvoir être organisée leur formation.

Ces problèmes ne sont pas propres à notre pays. Dans les pays anglo-saxons, où un champ de recherche s'est constitué sur la question de la place de la technologie dans la formation des enseignants, des travaux relativement nombreux ont été publiés sur ce sujet, montrant que si les attentes des futurs enseignants étaient plutôt élevées, leur niveau de compétence initiale en informatique était faible.

Le choix de ce type de problèmes, lié à une forme de nécessité logique, est aussi corrélatif de la prise de conscience de la convergence de mes intérêts scientifiques avec ceux d'Éric Bruillard, maître de conférences en informatique à l'IUFM de Créteil. C'est en commun qu'un travail empirique important, dont les principaux résultats sont présentés au III.3.1, a été effectué dans cet IUFM (Baron et Bruillard, 1993b, Baron et Bruillard 94).

Par ailleurs, il est banal mais juste de considérer que les enseignants ont pour fonction d'enseigner aux élèves. Les premiers avaient souvent des problèmes d'appropriation de technologies qu'ils n'avaient pas rencontrés dans leur jeunesse et dont les principes de fonctionnement leur étaient étrangers. Qu'en était-il des seconds ? La floraison de magazines spécialisés dans les jeux logiciels témoignait que ce phénomène prenait, essentiellement en dehors de l'école, une importance grandissante ; mais on n'en savait guère plus. Les résultats disponibles, provenant essentiellement d'études américaines menées en utilisant des méthodes de psychologie sociale comme les échelles d'attitude envers l'ordinateur, reflétaient les problématiques courantes de leurs auteurs, régulièrement intéressés par des thèmes comme l'anxiété face aux ordinateurs ou les différences garçons/filles. Quelques comparaisons internationales étaient disponibles (Pelgrum et Plomp, 1992) ; mais les résultats qu'ils publiaient pour la France, en désaccord avec notre intuition et nos observations, nous laissaient soupçonner des biais dans le recueil des données.

Quel était le point de vue des élèves français à l'égard de l'informatique ? Pouvait-on observer, en fonction de contextes scolaires contrastés, des évolutions dans leurs attitudes, leurs représentations ? Dans leurs façons d'apprendre ?

Enfin, le fonctionnement du système scolaire dépend fortement d'une plusieurs séries de prescripteurs, soit situés dans une chaîne hiérarchique de l'Éducation nationale, comme les chefs d'établissement, les inspecteurs, les chefs de service rectoraux, soit agissant au nom d'une autorité territoriale dont les attributions comprennent la question des équipements liés à l'informatique. Il était nécessaire de porter attention à ces acteurs, aux choix qu'ils effectuent, aux enjeux qui sont les leurs.

Bien entendu, les questions qui précèdent, multiples et générales, ne définissaient pas une démarche de recherche. il a fallu les préciser, les inscrire dans un ensemble plus vaste et leur associer un dispositif de collecte de données correspondant aux réquisits scientifiques en vigueur.

2.2. Méthodes, théories et modèles

Comme le relève René Thom (Thom, 1980), la science est “connaissance intersubjective”. Les faits scientifiques, faits construits, sont validés par le consensus dont ils font l’objet au sein de communautés scientifiques qui se constituent par l’adhésion commune de leurs membres à un ensemble de paradigmes, de théories, voire de croyances. Les paragraphes qui suivent risquent quelques considérations sur ces difficiles questions, dans le but modeste d’éclairer une position particulière.

Les sciences de l’éducation ont la particularité de rassembler des chercheurs de traditions différentes réunis par un intérêt commun pour un ensemble d’objets liés à l’éducation ; elles font preuve d’une grande tolérance à l’égard des méthodologies, acceptant des démarches diverses pourvu qu’elles soient validées par une communauté scientifique. Une brochure récente de l’association des enseignants et chercheurs en sciences de l’éducation décrit à mon avis clairement la situation (AECSE, 1993) :

«Les référents peuvent, selon les cas, appartenir à une seule “discipline” ou à plusieurs (...) Ces deux types d’approche de l’éducation sont probablement nécessaires. En effet, tout “fait éducatif” est lui-même le résultat de la *surdétermination* de facteurs appartenant à des sphères de recherches spécialisées. C’est pourquoi un des problèmes cruciaux des “sciences de l’éducation” - problème qui justifie sa présence spécifique au sein des sciences anthropo-sociales - est de parvenir à *l’intégration* des résultats de recherche ponctuelles» (p. 37).

“Les sciences de l’éducation, qui empruntent des méthodologies et des modèles aux différentes sciences anthropo-sociales (...) “ont pour vocation de déboucher sur la constitution de théorisations pour constituer progressivement un corps de savoir ; celui-ci peut alors permettre des applications pratiques tant dans le domaine pédagogique ou didactique que dans le champ plus général de la formation” (p. 38).

Cet état de fait, qui répond sans doute à une difficulté des paradigmes établis à prendre en compte des objets nouvellement émergents, correspond à des possibilités d’interlocutions interdisciplinaires intéressantes et autorise de nouveaux points de vue, types d’approches ou méthodes, le problème étant la reconnaissance de la

validité de la production par une communauté scientifique constituée et l'enjeu la production de concepts, et d'outils méthodologiques de portée générale¹.

Les applications éducatives de l'informatique et des technologies de l'information, objet de recherche multiforme et champ de pratiques non stabilisé où aucune théorie n'a de position dominante, est particulièrement intéressant du fait de sa position à la jonction de domaines très différents, abordés de points de vue hétérogènes, non seulement par des sciences anthro-po-sociales mais aussi par des disciplines comme l'informatique et les mathématiques.

Mener des recherches dans ce domaine amène donc à occuper une place qu'on pourrait qualifier de médiane si l'on a en vue la rencontre de ces domaines ou d'excentrique si l'on considère un point de vue strictement disciplinaire. Il s'agit en effet d'être sensible à différents courants de recherche en sciences humaines et de se tenir bien informé des réalisations et des modèles en informatique, notamment dans le champ des environnements interactifs d'apprentissage, maintenant multimédias et hypermédias.

Cette situation, coutumière des champs de pratiques, risque fort de durer tant que des théories permettant de focaliser le regard n'auront pas été constituées et reconnues, ce qui est un processus compliqué étant donné la fragmentation disciplinaire actuelle de la communauté.

Pour ma part, je reste très marqué par une formation scientifique initiale qui facilite l'accès aux concepts, aux instruments et aux théories de l'informatique. Un cheminement de praticien et de chercheur m'a progressivement conduit à reconnaître l'importance des approches de type ethnographique et anthropologiques

¹ Sans doute des cas similaires peuvent-ils également être trouvés dans d'autres disciplines à l'identité épistémologique encore émergente et aux frontières perméables. On peut en particulier penser à la coexistence de différentes théories en sociologie et au débat semble-t-il toujours inépuisable entre les méthodes qualitatives inspirées de l'ethnologie et de l'anthropologie et les méthodes quantitatives. Il est également possible de citer des disciplines comme l'informatique, dont l'entrée à l'université est contemporaine des sciences de l'éducation. Dans ses commencements, elle a longtemps été une discipline de seconde compétence, portant sur la réalité un regard non contraint par les traditions dominantes, étudiant par exemple des objets non considérés comme intéressants par les mathématiciens selon des méthodes non reconnues comme valides par eux. Par la suite, elle a progressivement forgé ses propres concepts et théories, a codifié ses méthodes.

en sciences humaines et sociales, en particulier les travaux portant sur le champ de la communication, comme ceux de G. Bateson, E. Goffman, P. Watzlawick. Travaillant sur des systèmes évolutifs je crois, comme l'énoncent par exemple Michel Crozier et Erhard Friedberg, que la connaissance sérieuse d'un champ nécessite celle du vécu des acteurs, dont les stratégies sont de nature à infléchir son évolution ([Crozier et Friedberg, 1977](#)).

Cependant, pour des raisons liées à ma trajectoire personnelle, je me situe plutôt dans un cadre de référence macrosociologique et pense qu'il est parfois possible, à partir d'indicateurs construits révélant chacun un aspect d'une situation préalablement problématisée, de parvenir à des éléments de *mesure* de celle-ci. Cette démarche, au demeurant fort classique, se déploie idéalement dans les cas où on dispose d'un modèle explicatif fiable permettant une forme de prévision.

Mais un tel modèle dépend bien sûr d'une théorie, qui effectue une mise en ordre du monde qu'elle considère et clôt, fournissant en retour une aide à la focalisation du regard et offrant un principe d'intelligibilité. Dans le champ des sciences sociales, où l'on ne repère pas facilement d'ordre (c'est plutôt le contraire), il est banal de relever que la réalité est complexe, que les théories sont souvent à faible portée et que les modèles ont une valeur locale, à la fois à un domaine donné et relativement à une problématique particulière, mais aussi dans le temps. Leur sort et leur utilité est en effet de pouvoir être soumis à la réfutation et de permettre l'avancement de la connaissance scientifique.

De fait, la notion de modèle recouvre plusieurs types de constructions assez différentes, dont le dénominateur commun, comme le suggère Raymond Boudon ([Boudon, 1992](#)), est de fournir une description idéalisée d'un processus social, moyennant un certain nombre d'hypothèses, dont souvent seules certaines sont explicites.

Une première acception est celle d'objet formel mathématisant une théorie. Il existe un ensemble d'équations et un algorithme de calcul permettant de produire des conclusions calculées (c'est le cas du modèle de Raymond Boudon sur l'inégalité des chances scolaires présenté plus haut). Appliqué à un domaine aussi complexe que les sciences sociales, une telle démarche, classique au demeurant, conduit à des explications mais mène facilement à des simplifications radicales si elle n'est pas fondée sur une théorie correcte du domaine modélisé : on exprime dans un formalisme simple (souvent des relations linéaires, logarithmiques ou exponentielles) les relations entre quelques variables (qui peuvent cependant

conduire à des solutions assez complexes). Dans les bons cas, le modèle fonctionne correctement et explique la réalité observée. Cependant, la robustesse par rapport aux paramètres (fixés *a priori*) n'est pas souvent garantie.

On peut ainsi citer un exemple un peu ancien, mais qui a eu en son temps un grand retentissement médiatique, celui du rapport Meadows (Meadows, 1972). Ce rapport, publié sous les auspices du club de Rome concluait à la nécessité de parvenir à la croissance économique zéro, faute de quoi on assisterait au siècle prochain à un effondrement de l'économie mondiale et de la population. Ces conclusions, qui ont eu des conséquences politiques, étaient fondées sur un modèle global de l'évolution de la société mondiale, comportant plusieurs sous-systèmes (ressources naturelles, population mondiale, alimentation, capital et pollution). Dès 1974, une équipe de l'université du Sussex (Freeman, 1974) critiquait le modèle utilisé (qui ne comprenait notamment pas de sous-système sur l'énergie et négligeait les contraintes sociales et politiques). De plus, elle montrait qu'il était instable en parvenant à des conclusions très différentes en modifiant certains paramètres importants estimés avec une grande marge d'erreur.

Parfois, le formalisme conduit à des conclusions paradoxales, comme le montre par exemple Marc Barbut (Barbut, 1993) à propos d'un "modèle" cherchant à expliquer les différences de maturité intellectuelles liées au rang de naissance des enfants dans une famille¹, et impliquant des résultats comme l'existence de constantes ne dépendant de la population étudiée. Cet auteur énonce les caractéristiques que doit revêtir un modèle mathématique pour être "crédible et utile" (p. 209) :

- Comporter une définition de toutes les variables contenues dans le modèle.
- Expliciter toutes les hypothèses.
- Être plausible et *a fortiori* non contradictoire par rapport aux phénomènes qu'il représente.
- Assurer la vérification empirique des principales conséquences mathématiquement impliquées.
- Avoir une interprétation claire de tous les paramètres inclus dans le modèle.

¹ Zajonc, R.B., Markus, H. & Markus, G.B. "the birth order puzzle", *Journal of personality and social psychology*, n° 37, pp. 1325-1341.

Nous sommes actuellement loin de disposer de formalisations de la réalité éducative (ou de la réalité sociale) satisfaisant à ces caractéristiques, sauf éventuellement dans des situations très locales.

D'autres formes de modélisation, qualitatives, existent. Certaines, initiées par René Thom, inventeur de la théorie des catastrophes, qui en a développé des applications dans différents domaines des sciences naturelles et des sciences anthropo-sociales, sont fondées sur la géométrie et la topologie différentielles. Dans le domaine des sciences cognitives, des chercheurs comme Jean Petitot ([Petitot, 1993](#)) nous proposent des modélisations fondées sur des concepts puissants mais complexes comme ceux d'espaces fibrés. Il s'agit alors moins de *prédire* des évolutions que de *décrire* des phénomènes et d'en donner des explications structurales.

D'autres types de modèles s'appuient sur les avancées de l'informatique, dans son orientation déclarative illustrée par l'intelligence artificielle et les systèmes experts. Pour résoudre une classe de problèmes, on exprime, sous forme déclarative, une base de connaissances qui sera ensuite traitée par un "moteur d'inférence" déduisant de nouveaux faits à partir de la base initiale en fonction de principes de fonctionnement logiques plus ou moins contraints par des nécessités d'implémentation.

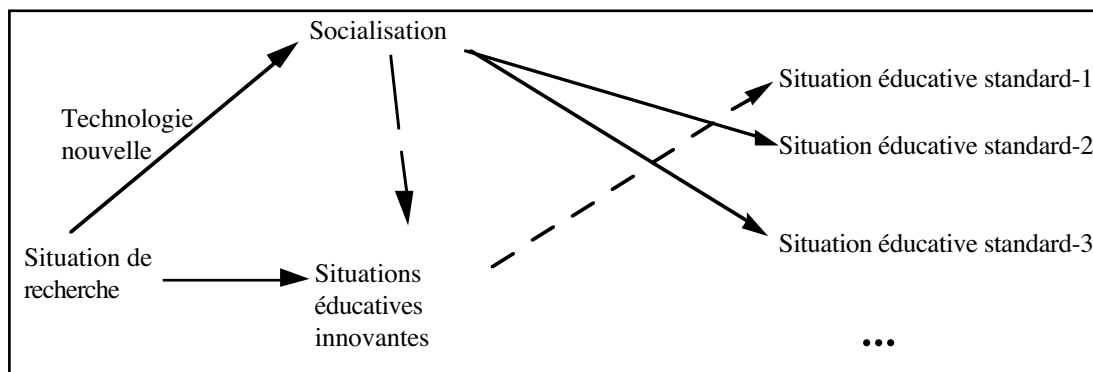
Comme le relève Marc Barbut¹, il s'agit ici de simulation, ou de pré-formalisation. Effectivement, la formalisation (ou la mise en forme ?) porte, au niveau méta, sur les règles d'inférence opérant sur des données inscrites dans un monde souvent clos.

Il existe enfin une acception très affaiblie de la notion de modèle, la plus courante car la plus simple, mais aussi la moins puissante, qui est celle de schéma servant à résumer et à illustrer une réalité que les mots expriment mal. On est alors dans le domaine de l'analogie et très loin de la formalisation mathématique. Mais ce type de représentation graphique de situations complexes est parfois le seul adapté à des situations non formalisées.

¹ Article cité

Voici, à titre d'exemple, un tel schéma issu d'une publication en cours¹ et cherchant à exprimer le mécanisme de prise en compte par le système éducatif de technologies qui se socialisent et évoluent dans la société.

Les différentes voies de l'intégration des technologies dans l'enseignement.



Ce schéma cherche à illustrer les difficultés du transfert d'innovations dans le domaine des technologies nouvelles. Une technologie récemment apparue fait l'objet de recherches dans le secteur éducatif, puis de développements. Au terme de ce processus, certains de ses usages sont recommandés dans des situations éducatives standards et il y a alors transposition de la situation initiale. Mais simultanément, si cette technologie trouve un marché, un processus de socialisation se produit, avec l'invention de pratiques sociales dont certaines font ensuite l'objet de transpositions en milieu scolaire. Finalement, seules certaines des situations éducatives de droit commun sont un produit du processus de recherche-innovation-généralisation. La situation évolue continuellement avec l'arrivée de nouvelles «nouvelles technologies» rendant obsolètes les précédentes...

¹ Baron, G-L et Bruillard, E. "Towards the Integration of Information Technology in Compulsory Education?". Communication à la conférence de travail IFIP, WG 3.4, Philadelphie, juin 1994.

3. Résultats : les usagers face à l'informatique

3.1. Les enseignants et leur formation

Le travail mené depuis 1992 à l'IUFM de Créteil consiste en une mise en perspective des opinions des stagiaires sur l'informatique et de la place qu'occupent les Technologies de l'Information et de la Communication dans le cursus. Après une phase de repérage initial, un suivi longitudinal a été mis en place, afin de repérer l'existence de tendances éventuelles. Plusieurs sortes de données ont été acquises et traitées. Des informations sur l'offre de formation ont été obtenues par analyse de documents administratifs ; la demande de formation a été analysée ; des entretiens avec des stagiaires, ainsi qu'une série de questionnaires légers, ont permis d'étudier leurs opinions et leurs attentes relativement à l'informatique. Un de ceux-ci, distribué lors de l'inscription, a permis d'estimer la situation à l'entrée.

Certains des résultats obtenus, exposés principalement dans (Baron et Bruillard, 1993 et Baron et Bruillard, 1993a), notamment ceux qui portent sur les étudiants de seconde année, dépendent donc fortement du contexte. En revanche, tous ceux qui concernent les compétences initiales des étudiants et les opinions des conseillers pédagogiques ont sans doute une portée plus générale.

3.1.1. La situation à l'entrée à l'IUFM

En 1992, un quart des étudiants disposaient d'un ordinateur à domicile et 16% possédaient *et utilisaient* une machine à domicile. Près de la moitié (46% des étudiants) déclaraient n'avoir eu aucune formation et seuls 8% disaient avoir suivi une formation d'une durée de plus de cent heures. La moitié pensaient avoir une pratique des outils généraux¹.

Les opinions et les attentes variaient en fonction du statut et de la position des étudiants, mais des tendances apparaissaient. Une nette majorité pensaient que l'informatique est un *outil pédagogique* important. Cette dimension venait aussi en

¹ Un premier dépouillement de l'étude menée lors de l'inscription en 1994 montre que ces pourcentages ont sensiblement augmenté, de l'ordre d'une dizaine de points.

premier parmi leurs attentes de formation à l'IUFM. L'aspect *outil personnel* était également cité assez souvent. En revanche, l'informatique était moins souvent considérée un outil conduisant à une *évolution de la discipline*. De même, l'attente envers l'informatique comme *outil pour la discipline* n'était pas très forte.

Les entretiens ont révélé l'existence de prises de position marquées par une tension : d'une part, les jeunes *doivent* tous avoir accès à l'informatique et à ses outils, qui *représentent l'avenir* ; d'autre part, elle est potentiellement déshumanisante, inquiétante, et certains futurs enseignants ne souhaitaient pas l'utiliser en classe, sauf s'ils y sont forcés. Du coup, l'aspect "traitement de l'information" qui caractérise l'informatique a été rarement mis en avant.

Contrairement à ce que nous avons d'abord pensé, ce n'étaient pas les plus jeunes qui avaient les opinions les plus positives sur les liens entre l'informatique et les disciplines. Par ailleurs, ceux qui n'avaient pas eu de rencontre significative avec l'informatique (pas de formation, pas de pratique) avaient tendance à la réduire à un outil pédagogique. Ils avaient moins d'attentes que les autres catégories.

La situation était ainsi caractérisée par un assez haut niveau d'attente vis à vis de l'informatique et par un niveau assez faible de compétences initiales. Comment les IUFM pouvaient-ils répondre à cette attente ?

3.1.2. *Les cursus de formation*

Les objectifs assignés aux IUFM par le ministère qui en a la charge s'articulaient en 1993 autour de deux idées forces :

- (1) L'informatique doit devenir un outil banal et quotidien.
- (2) Elle doit s'intégrer aux disciplines existantes.

Mais, dans ce domaine, la marge de manoeuvre est plutôt faible : la première année est en effet obligatoirement consacrée à la préparation du concours et l'informatique n'y peut jouer qu'un rôle très secondaire, essentiellement par l'intermédiaire d'outils de bureautique personnelle. La deuxième année privilégie le travail sur le terrain. Mais, au moins en mathématiques et en histoire-géographie, où une enquête a été menée, les conseillers pédagogiques, étaient en grande majorité assez peu concernés par les usages éducatifs de l'informatique et il est vraisemblable que les stagiaires avaient peu de rencontres professionnelles avec les technologies de l'information et la communication.

On peut en inférer que de nombreux futurs enseignants n'auront pas eu, au cours de leur formation initiale, les moyens d'acquérir les éléments de formation leur donnant la connivence nécessaire à l'utilisation ultérieure en classe de systèmes logiciels. Cependant, ce constat global doit être modulé par groupe de disciplines.

Le point le plus évident est la place singulière des *disciplines techniques*. Elles seules ont de fortes demandes dans le domaine de l'informatique comme outil disciplinaire, sans doute parce qu'elle est déjà plus ou moins intégrée dans les programmes d'étude. Du coup, certains étudiants sont sensibles aux problèmes que peut induire cette intégration, notamment en termes de multiplicité des logiciels ou de compétences différentes des élèves dans la maîtrise de l'ordinateur.

Les disciplines de formation générale ne paraissaient pas encore prêtes ou suffisamment intéressées. Les points de vue "majoritaires" que nous avons repérés peuvent s'expliquer par la prédominance d'un aspect particulier : la liaison avec la discipline pour les sciences et les arts, l'aspect pédagogique (c'est-à-dire l'informatique comme technologie éducative) pour les professeurs d'école et en langues, le traitement de textes (c'est-à-dire l'informatique pour l'enseignant) en sciences humaines et en lettres...

Si l'aspect "outil pédagogique" était consensuel, il est vraisemblable qu'il ne correspondait pas à des pratiques très développées. L'utilisation de logiciels dans les différentes disciplines paraissait peu assurée et ne correspondait pas à une grande attente. En revanche, les pratiques personnelles de traitement de l'information (le traitement de textes au premier chef) étaient plus importantes et tendent à l'être encore plus¹. Mais nos résultats montrent que les transferts entre l'utilisation personnelle d'outils et leur mise en œuvre en situation d'enseignement ne va pas de soi.

A l'intérieur même des institutions de formation des enseignants, la tendance semble être au développement des usages ne nécessitant pas de formation spécifique, autour de thèmes comme la production de documents écrits à l'aide de traitements de textes standards, la visualisation ou l'extraction de documents, la gestion de la classe.

¹ Les résultats obtenus en 1994 confirment l'importance du traitement de textes et montrent, accessoirement la domination dans ce domaine du logiciel WORD.

Quant à l'outil pédagogique, la présence de l'ordinateur sur les marchés extérieurs à l'école ne garantit pas le développement de logiciels spécifiquement adaptés à l'assistance de l'enseignement. Il n'y a pas de tradition française bien établie de technologie éducative.

Ceci amène à penser que, pour une part, l'informatique pourrait suivre des chemins semblables à d'autres technologies (films, radio, disque, cassettes audio, audiovisuel) et peu à peu se plier aux contraintes de l'école telle que nous la connaissons aujourd'hui. Une structuration autour de trois pôles n'est pas invraisemblable.

La production de documents : le but est lié au résultat, non au processus de traitement lui-même. L'ordinateur n'est qu'un outil plus ou moins complexe favorisant l'obtention de documents de bonne qualité.

La gestion et le traitement de l'information : la connaissance et la maîtrise des différents modes de traitement deviennent fondamentales. Elles ne peuvent être conçues de manière indépendante des contenus à enseigner et contribuent fortement à les modifier.

La technologie éducative, comme méthode particulière d'apprentissage ou d'enseignement censée favoriser l'acquisition de connaissances.

Cependant, différents facteurs favorisant peuvent jouer un rôle important. Par exemple, le cas des disciplines technologiques montre que l'inscription de l'informatique dans des programmes scolaires ou les concours de recrutement a des effets considérables. Mais elle ne peut se faire qu'au travers de négociations complexes, ramenant à des usages très codifiés et correspondant à une *doxa* établie (création de fonctions pour les outils informatiques). En fonction de synergies et de projets locaux, des évolutions sont également possibles dans la formation des professeurs d'école, qui est moins contrainte par les nécessités des formations disciplinaires et accorde plus d'importance aux aspects proprement pédagogiques.

3.2. Le point de vue des jeunes à l'égard de l'informatique

L'objectif principal de l'étude conduite en 1992 et 1993 en convention avec la Direction des Lycées et Collèges était d'acquérir des connaissances sur le point de vue des jeunes à l'égard de l'informatique en élaborant un dispositif d'observation des représentations et attitudes que les élèves de collège ont de l'informatique dans l'éducation.

Dans une première phase, une campagne d'entretiens a été menée auprès d'un échantillon contrasté de jeunes fréquentant le collège. Elle a conduit à élaborer puis à valider un questionnaire à destination d'élèves de troisième¹. Puis le questionnaire précédemment défini a servi de support à une enquête quantitative menée sur un échantillon partagé en deux groupes.

Le premier comprenait 1544 élèves répartis dans 24 collèges choisis au hasard dans un fichier remis par la Direction de l'Évaluation et de la Prospective. Le second était constitué de 311 élèves étudiant dans quatre collèges (dits "collèges câblés") menant une action d'innovation nationale pilotée par la Direction des Lycées et Collèges et visant à développer l'intégration de l'usage des technologies de l'information et de la communication en s'appuyant sur la mise en œuvre de réseaux.

Dans chaque collège, le questionnaire a été soumis à l'ensemble des élèves de troisième, afin de limiter le risque d'hétérogénéité entre classes, notamment vis à vis de l'informatique².

Enfin, une étude qualitative complémentaire sur les facteurs favorisant les utilisations de l'ordinateur au collège et sur les obstacles à ces utilisations a été menée pendant le dernier trimestre de 1993 (Baron et Harrari, 1994).

¹ Baron (G-L), Langouet (A.), Maurer (V.), Vignaud (J-M). *Le point de vue des élèves à l'égard de l'informatique. 2ème rapport technique*. Doc. INRP, mars 1993, 102 p.

² Baron (G-L), avec la collaboration de Gabriel (P.), Labalette (V.), Langouet (A.), Maurer (V.). *Le point de vue des élèves à l'égard de l'informatique. Rapport final de l'étude ; document de synthèse*, Document INRP 93-4-0911, septembre 1993, 61 p. + 1 volume d'annexes.

Cette étude a d'abord mis en évidence l'importance du thème du jeu (60% disaient posséder une console de jeu et 40 % un ordinateur, les trois quarts possédant l'un ou l'autre), qui marque leur imaginaire et contribue parfois à leur socialisation, notamment au sein de groupes de pairs. Mais des différences assez nettes existent entre les jeux sur consoles, dispositifs fermés, et les jeux sur ordinateurs, qui contraignent les utilisateurs à développer un ensemble de compétences liées au traitement de l'information (notamment gérer des fichiers et des disquettes). Il est d'ailleurs remarquable que se soit développée toute une presse spécialisée, où figurent, un peu comme dans la presse féminine, des tests, des solutions et astuces et des pages de formation généralement claires et bien documentées.

Or, en 1993, les jeunes de milieux favorisés disposaient beaucoup plus d'ordinateurs que les autres (et de machines plus puissantes et plus récentes). Il revient au système éducatif de transmettre à tous les compétences nécessaires. Les réponses obtenues auprès des élèves confirment que, exception faite de l'enseignement de technologie en collège, l'intégration de l'informatique est encore en perspective. Seul l'enseignement de technologie, dont les curricula prévoient d'ailleurs explicitement l'acquisition par les élèves de capacités de base en traitement de l'information, intégrait de manière notable le recours à l'ordinateur. Les utilisations dans les autres disciplines étaient souvent perçues comme très épisodiques, sauf dans certains collèges où étaient réunies des conditions favorables.

Là où ces conditions étaient remplies, comme dans les collèges câblés, on notait en général (au travers des réponses des élèves) des utilisations plus importantes et plus diversifiées que dans les collèges du groupe principal. De plus, dans ces collèges, les élèves n'avaient sans doute pas plus l'impression de maîtriser les outils classiques que dans les autres, mais ils percevaient mieux l'intérêt des utilisations de l'informatique dans l'enseignement. Leurs opinions étaient généralement positives et ils exprimaient de l'intérêt pour les activités qu'ils ont menées.

Notre étude nous a permis d'étudier les jugements que les élèves portent sur leurs capacités en traitement de l'information. Les réponses ont des fréquences d'apparition assez similaires entre les deux groupes.

Le traitement de texte venait en premier lieu, puisque les trois quarts environ des répondants pensaient être capables de s'en servir très bien ou plutôt bien. Ils étaient encore une majorité pour *charger un fichier depuis une disquette* (59%) et *se servir d'un logiciel de dessin* (53%). Quatre sur dix estimaient pouvoir faire la

présentation d'un journal de classe, mais seulement un peu plus d'un tiers pensaient savoir copier des fichiers d'une disquette à une autre et un cinquième piloter un robot par ordinateur.

En ce qui concerne les différences entre les sexes on remarque que, globalement, les garçons déclaraient mieux savoir utiliser l'ordinateur que les filles, que ce soit pour le traitement de texte, le chargement d'un fichier, etc...

Il apparaît ainsi que les élèves avaient dans leur majorité le sentiment de pouvoir traiter des textes, mais ressentaient des problèmes à l'égard d'opérations de gestion de l'immatériel, comme copier des fichiers entre supports de masse. Une hypothèse possible est qu'ils avaient acquis des compétences de mises en œuvre d'outils sans avoir pour autant maîtrisé pratiquement le fonctionnement d'un système d'exploitation, qu'une pratique plus extensive pourrait leur donner.

Afin de tester cette hypothèse, nous avons croisé les variables de capacité avec la possession ou non d'un ordinateur. Dans le groupe principal, la possession d'un ordinateur apparaît de nature à changer la façon dont les élèves appréciaient leurs capacités de traitement de l'information avec l'ordinateur. En revanche, ce n'est pas tout à fait le cas dans les collèges câblés, sauf peut-être pour "copier des fichiers".

L'interprétation de ce résultat demande une grande prudence, car le collège n'est qu'un des multiples éléments susceptibles de former le jugement des jeunes. Il est cependant possible de faire l'hypothèse qu'un usage relativement banalisé de l'informatique au collège peut contrebalancer l'influence de l'environnement familial et modifier les opinions des jeunes.

L'étude complémentaire sur les facteurs favorisant les utilisations intégrées de l'informatique et sur les obstacles à ces utilisations, a été menée dans certains des établissements ayant servi de terrains pour l'étude principale. Elle a eu un caractère relativement bref et exploratoire. Les résultats suivants, qui sont compatibles avec ce que l'on sait, par ailleurs de l'informatique dans l'éducation, ont néanmoins un caractère indicatif.

Le premier point frappant est la variété des situations en fonction des établissements. Celle-ci s'exprime dans l'hétérogénéité des projets d'établissements, dans la diversité des équipements (en particulier concernant la présence ou l'absence d'équipements modernes destinés aux disciplines autres que la technologie), dans la constitution d'équipes d'enseignants utilisateurs, dans l'attitude de l'encadrement à

l'égard des technologies de l'information et de la communication. La coexistence de projets liés aux différentes technologies a été remarquée.

Plusieurs axes de développement ont été repérés : l'innovation autour des multimédias et des réseaux, l'informatique comme aide à la vie scolaire, l'informatique comme outil de bureautique professionnelle des enseignants, l'informatique comme outil pédagogique, en particulier pour ce qui concerne le soutien aux élèves, mais aussi dans le cadre de diverses disciplines.

Dans l'ensemble, cependant, seul l'enseignement de technologie est utilisateur régulier des ordinateurs. Les développements dans les autres disciplines ne vont pas encore de soi. Certains obstacles sont facilement identifiables, comme une pénurie d'équipements ou une absence d'enseignants formés. De manière générale, l'absence de référence à des utilisations de l'ordinateur dans les curricula nécessite la présence d'un contexte favorable pour qu'émergent des utilisations pédagogiques "stables", au sens où elles sont le fait non pas d'un individu isolé mais d'équipes unies autour d'un projet pédagogique soutenu par l'administration.

Il semble que cela nécessite une impulsion initiale puis des conditions favorables persistant dans la durée : par exemple un projet de développement soutenu par les collectivités territoriales, permettant l'attribution d'équipements complémentaires ; la présence de personnes relais, implantées dans l'équipe et pouvant veiller à apporter les ressources nécessaires pour le fonctionnement des équipements et les formations complémentaires ; l'engagement de l'administration...

Le chef d'établissement est, dans ce contexte, une personne clé située au point de rencontre de différents réseaux et dont la marge de manœuvre est très importante pour intéresser différents décideurs et faciliter le travail des enseignants. Un problème très important concernant ces derniers est le type de reconnaissance sociale qui est accordé à leurs travaux. Celle-ci est généralement uniquement symbolique et s'exprime par une autonomie supplémentaire dans le travail ou une reconnaissance locale. Souvent, elle se traduit par l'exercice d'une fonction ne correspondant pas strictement aux compétences du grade de la personne. Un tel type de situation est par nature transitoire ; il nous semble qu'il est d'autant mieux toléré qu'existent des équipes soudées autour d'un projet bénéficiant d'une reconnaissance par les autorités.

IV. PERSPECTIVES

En vingt ans d'activités liées à la recherche, j'ai exploré un des champs de pratiques peut-être les plus turbulents de l'innovation pédagogique, mais aussi sociale. Ma formation à relativement large spectre et quelques hasards heureux m'ont permis de jouer dans ce champ un rôle d'acteur et d'observateur privilégiés. Après la synthèse de mon activité passée il convient maintenant, dans la perspective de direction de recherches futures, de présenter mon point de vue sur les évolutions de ce champ, sur les enjeux qui lui sont associés.

1. Enjeux et problèmes du développement des TIC

Les TIC, on l'a vu, ne peuvent pas être considérées comme intégrées dans le système éducatif français. Recouvrant une réalité encore mouvante où les systèmes logiciels occupent une place croissante, elles procèdent encore souvent d'une innovation dont le "front" s'est déplacé, depuis le micro-ordinateur, d'abord exception puis objet quasi-banal, vers des technologies de l'information aux potentialités encore inexplorées, à la recherche de leur public et d'un marché. Par ailleurs, la mise à l'épreuve du modèle de l'informatique pédagogique a révélé des potentialités mais aussi des limites, des contraintes et, finalement, des bénéfices pour les élèves difficilement mesurables.

La pression politique, qui retraduit et oriente une demande sociale toujours hésitante, s'exerce maintenant vers des thèmes "porteurs" comme les multimédias, qui sont effectivement en train de se diffuser dans la société, principalement dans le domaine des loisirs, ou vers celui des outils technologiques de gestion de la distance comme les réseaux de communication à haut débit (qui font l'objet de la métaphore efficace des "autoroutes de l'information"¹).

¹ La métaphore n'est toutefois généralement pas filée jusqu'à prendre en compte les questions, pourtant critiques, des bretelles d'accès et des barrières de péages.

Sans doute y-a-t-il, comme hier, des effets de mode, mais on perçoit également des enjeux liés à la diffusion d'outils de traitement automatique éventuellement à distance de grandes masses de données. Enjeux industriels (notamment dans le domaine des télécommunications), sociaux (en particulier dans le domaine de l'emploi et de l'aménagement du territoire), culturels. Ce dernier point, d'ailleurs peut-être le moins perçu, est des plus importants : le cas de l'audiovisuel a montré que les programmes (au sens large) portent la marque du contexte où ils ont été élaborés et exercent une influence plus ou moins forte sur le domaine culturel. Tout système d'information reflète et véhicule un point de vue sur le monde.

Le courrier électronique est par exemple un moyen efficace de transmettre rapidement de l'information à distance à de nombreux correspondants. Mais les systèmes couramment disponibles, sur des réseaux comme INTERNET, ont été conçus pour communiquer en anglais et ne permettent pas d'écrire en employant de manière simple les caractères accentués¹. Concernant le développement des grandes bases de données, un enjeu important est non seulement celui de la constitution des bases, mais aussi celui des *points d'accès* possibles à l'information que les concepteurs ont ménagés aux utilisateurs. La façon dont le thésaurus a été constitué exerce des effets à longue portée.

De manière générale, il est assez bien établi que la gestion d'objets immatériels nécessite une formation, non seulement aux outils, mais aussi à des notions et des concepts communs entre les différents outils et invariants entre les différentes versions d'un même produit (cf. par exemple les contributions à [Baron et Baudé, 1992](#)).

Le système éducatif doit donc résoudre des problèmes nombreux et difficiles en tenant compte de données qui lui sont extérieures. Comment peut-il par exemple intégrer des dispositifs incomplètement socialisés ? Comment rester en phase avec une évolution technologique qui n'en finit pas de promettre des bouleversements, et qui tient souvent une partie de ses promesses ? Comment donner à tous les jeunes accès à ce qui, encore maintenant, est perçu comme "l'avenir", même si ses épiphanies actuelles ne provoquent pas toujours l'enthousiasme (c'est parfois le contraire) ? Comment anticiper les évolutions à venir ? Comment faire en sorte

¹ Cela est possible, mais il est nécessaire de passer par un artifice comme le fait d'«attacher» au "mail" des fichiers de textes comportant des accents.

qu'aux potentialités des outils correspondent des réalités tangibles, homogènes entre les différentes écoles ?

Un des problèmes majeurs (et très ancien) est alors celui des sorties de la phase expérimentale. Le processus de diffusion est lent et facilement contrarié par les contraintes ordinaires de l'organisation scolaire. Comment capitaliser les acquis d'une phase d'innovation quand que de nouveaux dispositifs, dotés de fonctionnalités différentes, plus attractives, sont apparus et ont démodé les précédents ?

Cette question pose notamment celle de l'existence d'un *marché*. Lors de chaque phase de développement, où l'enjeu était la socialisation d'un ensemble d'instruments et de démarches, sont apparus des problèmes d'organisation d'un marché de biens éducatifs multi-médias, public et subventionné ou bien libre et fonctionnant selon les principes de la concurrence. Le problème était d'industrialiser les procédés artisanaux jusqu'alors mis en œuvre. Redoutable problème. Des marchés viables se sont constitués dans le domaine de l'audiovisuel (essentiellement récréatif et culturel), ainsi que dans le champ des logiciels (essentiellement professionnels et ludiques), mais pas encore dans celui des multimédias éducatifs.

Comme le relève Alain Chaptal ([Chaptal, 1993](#)), un des grands problèmes du multimédia est celui de la normalisation des dispositifs techniques. Le monde de l'audiovisuel, habitué à des échelles de temps relativement longues, raisonne en termes de normalisation de chaînes de production de documents, tandis que celui de l'informatique prend pour seule valeur commune la loi d'un marché à l'évolution incertaine où «le concept moteur reste celui de l'initiative particulière d'un industriel qui, à travers sa solution personnelle, son système "propriétaire" cherche à s'emparer du marché ou d'un segment de celui-ci» (p. 208). De plus, il est probable que la création d'un marché suppose également la création de standards dans les procédures de description de situations pédagogiques et dans les instruments d'implémentation multimédia de celles-ci ([Baron et al, 1990](#) ; [Quéré, Baron, Le Meur, 1990](#)).

Bien des questions restent à résoudre, dont la solution peut éclairer des décisions politiques mais dont la formulation même dépend de la façon dont le pouvoir politique réagit à des évolutions perçues en termes d'enjeux et les retranscrit en priorités de recherches faisant l'objet de programmes d'action et d'attributions de crédits. Dans ce processus, beaucoup dépend d'initiatives prises par des acteurs

situés à des positions stratégiques à des moments critiques, donnant des orientations et fédérant autour de leurs idées des communautés¹.

Mais, bien sûr, les initiatives individuelles ne prennent sens qu'une fois validées au sein de systèmes régis par des logiques institutionnelles, qui conduisent, une fois reconnues des priorités, à opérationnaliser des décisions de principe. Il existe alors une *chaîne* de conditions nécessaires à la création au développement puis à l'intégration de nouveaux dispositifs techniques dans l'éducation.

2. Recherche et développement

2.1. En amont, un rôle important

En amont, se place la recherche. En fait, d'ailleurs, il faut bien reconnaître que la séparation entre recherche, recherche-action, expérimentation et innovation n'a pas toujours été très nette, l'accent ayant souvent porté sur la création ou l'amélioration d'*environnements*, dont les effets étaient éventuellement évalués et qui faisaient ensuite l'objet de diffusion en dehors de leur site de création (c'est typiquement le cas des logiciels éducatifs).

Mais, assez tôt, plusieurs communautés, faisant intervenir des universitaires et des enseignants du premier ou du second degré, se sont constituées autour de ce que nous nommons maintenant les technologies de l'information et de la communication, en se consacrant à l'étude de telle technologie ou de tel média particulier (audiovisuel, télématique, informatique...) ou à tel type d'approche, comme "technologie de l'éducation et de la formation", micro-enseignement, "informatique comme objet de formation et de culture"...

Dans le cas de l'informatique, un trait intéressant est la dimension d'emblée internationale : c'est en effet à l'initiative d'organisations internationales que des colloques sur l'ordinateur dans l'éducation ont été organisés dès la fin des années soixante en Europe (colloque OTAN de Nice en 1968 ([OTAN, 1968](#)), colloque

¹ Par exemple, les premières orientations de l'expérience des 58 lycées doivent beaucoup, en termes de doctrines, à des personnes comme Jacques Hebenstreit et Wladimir Mercoureff, les développements dans les lycées portent la marque de la pensée de personnes comme Claude Pair et d'individus collectifs comme l'association EPI.

OCDE de Sèvres en 1970 (OCDE, 1971), conférence IFIP d'Amsterdam de 1970 (IFIP, 1970)...), se succédant ensuite avec une périodicité fixe sur différents thèmes.

Les recherches ont joué un grand rôle dans l'invention de dispositifs dont certains se sont ensuite progressivement socialisés (ou, plus exactement scolarisés), en des périodes qui sont rarement inférieures à une dizaine d'années, en suivant des cycles recherche-innovation-banalisation initiés par une volonté politique (Baron, 1990). Bien sûr, on peut très facilement donner de nombreux exemples d'actions suivies d'innovations ayant produit de bons résultats et fait l'objet d'un engouement momentané, mais difficiles à généraliser.

Il en va ainsi de LOGO comme de l'EAO, au sens classique de dispositif guidant l'élève dans la visite d'un ensemble de situations d'apprentissage. S'agissant ici d'instrumenter les activités pédagogiques (et non pas de renouveler une instrumentation antérieurement établie de la discipline, comme dans le cas de l'expérimentation assistée par ordinateur), les obstacles à la généralisation ont été nombreux. Ces innovations, qui, comme dit Monique Linard, reposaient sur le présupposé "qu'il est possible de fonder une auto-génèse cognitive sur la seule relation technique" (Linard, 1990, p. 117) sont alors entrées "dans une spirale descendante de perte d'efficacité" (p. 109).

Certaines actions, cependant, ont suivi un autre chemin. Par exemple, les enseignements technologiques et professionnels ont su apparemment intégrer en peu de temps les technologies, au prix, sans doute, de difficultés d'adaptations pour les enseignants les plus âgés. Dans ce secteur, particulièrement, des travaux ont été menés sur l'aide aux élèves en échec scolaire (Pair, 1987). Des travaux menés sur le contrôle continu en Lycées Professionnels par le groupe GEREX (Chirivella et Valentin, 1990), qui ont conduit à des outils de diagnostic fondés notamment sur une procédure d'évaluation formative, et à des outils de remédiation fonctionnant par objectifs opérationnels.

Cette approche, conçue pour développer le cheminement autonome de l'élève dans des apprentissages balisés par un référentiel, utilise le média informatique pour faciliter la passation des situations, fournir un environnement d'apprentissage individualisé. Il semble bien que, dans ce cas, la généralisation se produit plutôt là où une forme de "programmation didactique" est acceptée par la communauté éducative. Elle peut aussi survenir en formation générale, dans des disciplines ayant une tradition d'usage d'instruments, comme en sciences physiques et en biologie.

Des recherches sur l'expérimentation assistée par ordinateur dans l'enseignement de la physique ont aussi été menées dès la fin des années soixante-dix, à l'INRP et au CNAM. Elles ont ensuite été relayées par des actions d'innovations soutenues par le programme national d'innovations de la direction des lycées puis de la direction des lycées et collèges, ont produit un certain nombre de dispositifs (en particulier interfaces, capteurs et logiciels de traitement) qui ont été commercialisés à partir des années quatre vingt cinq par différents constructeurs de matériel scientifique et par des éditeurs de logiciels. Des dispositifs ont été acquis dans le cadre des licences mixtes.

L'inspection générale donnant son appui à la démarche, des actions de développement associant des inspecteurs pédagogiques régionaux ont été entreprises, autour de sites pilotes subventionnés par le niveau central. Par la suite, les régions se sont intéressées à l'équipement des laboratoires de sciences des lycées avec des configurations spécialisées dans l'expérimentation assistée par ordinateur. De récents programmes scolaires la prennent en compte dans les curricula, consacrant ainsi en un sens la réussite des actions de recherche. Celles-ci se poursuivent, portant notamment sur les savoirs nouveaux qui doivent être mis en œuvre par les élèves pour tirer parti des nouvelles possibilités des logiciels actuels, ou les possibilités des environnements permettant de *mesurer* sur des images (Beaufils et al, 1992).

Il y a donc eu une série de facteurs favorables et l'intervention de diverses institutions : recherches préalables conduisant notamment à l'expérimentation de prototypes innovants testés en classe ; soutien institutionnel fort pendant la phase expérimentale ; intervention d'industriels produisant des dispositifs nouveaux lors de l'émergence d'un marché que les pouvoirs publics ont soutenu lors de la mise en place de la politique de licences mixtes ; engagement de l'inspection générale et de l'inspection pédagogique régionale...

D'autres exemples de cycles d'intégration progressive et encore incomplète d'instruments pourraient être donnés, comme celui de l'utilisation d'images spatiales (en sciences physiques ou en géographie) ou celui de l'approche imagicielle en mathématiques, ou, dans le premier degré, celui du traitement de textes, permettant notamment de créer des journaux d'école.

Avec le développement de l'intérêt pour les (multi)médias et des technologies pour apprendre, on a vu que les spécialistes des images et de l'audiovisuel étaient amenés à s'intéresser aux environnements interactifs et aux images numériques,

tandis que les spécialistes d'E.A.O. s'intéressaient désormais de près au traitement d'images, désormais possible sur des équipements relativement peu coûteux. Par ailleurs, des problématiques d'enseignement à distance utilisant les nouvelles technologies retrouvent une nouvelle faveur. L'informatique n'occupe plus en tant que telle pour l'utilisateur qu'une place de second plan et il convient donc de prendre en considération l'ensemble des Technologies de l'Information et de la Communication.

2.2. Quelles directions de recherche ?

Quels que soient les avatars ultérieurs des développements des technologies, il revient à la recherche de maintenir une veille autour des nouveaux instruments et dispositifs qui apparaissent, d'en étudier les modes d'usages éducatifs, d'anticiper des voies possibles d'évolution. Plusieurs tendances peuvent être repérées, correspondant le plus souvent à des champs de référence distincts et en interaction, ce qui conduit les problématiques, les objets et les dispositifs de recherche à s'appuyer sur des référentiels multiples.

Un des phénomènes importants de ces dernières années a sans doute été celui du développement des *sciences cognitives*, au carrefour de champs disciplinaires s'intéressant au sujet apprenant et aux modélisations des apprentissages. Sans doute, l'identité épistémologique de ce domaine est elle encore en construction et objet de débat entre communautés diverses qui trouvent dans ce champ une justification et un support institutionnel non négligeables¹.

Sous l'influence de cette montée de l'intérêt pour le sujet apprenant, on est progressivement passé, entre les années soixante et les années soixante-dix, d'une problématique de moyens ou d'objets d'enseignement à une problématique d'instruments cognitifs, exemplifiée par Seymour Papert avec LOGO. De fait, si LOGO sous sa forme initiale n'est plus une innovation, un courant de recherche s'intéressant aux *méthodes actives utilisant la technologie* continue à l'utiliser en relation avec différents dispositifs techniques permettant de créer et de piloter des robots pédagogiques (Baron, 1994).

¹ Il est intéressant de remarquer que l'intelligence artificielle, domaine fondamental et latéral de l'informatique pendant longtemps, soit souvent désormais rattachée aux sciences cognitives, par ceux qui s'intéressent avant tout au sujet apprenant.

S'agissant des savoirs enseignés et de leur transmission, la didactique des disciplines porte un intérêt plus important à l'informatique et aux logiciels pour enseigner, notamment là où les contenus et les méthodes sont potentiellement mises en question par l'informatique et les technologies de l'information. J'ai cité plus haut le cas des secteurs technologiques et de l'expérimentation assistée par ordinateur, où des logiciels permettent d'étudier de manière différente des phénomènes déjà étudiés ou d'en étudier de nouveaux, grâce au recours à des méthodes et des concepts qui ne figurent pas dans les programmes actuels, comme celui de dérivation numérique (Beaufils, 1991).

En mathématiques, avec le développement et la diffusion de systèmes de calcul formel ou de construction géométrique, de nouvelles possibilités apparaissent. Bernard Cornu relève par exemple (Cornu, 1992) que "c'est bien une nouvelle vision des mathématiques qui se développe : des mathématiques plus expérimentales, des mathématiques plus numériques, des mathématiques plus algorithmiques". Au carrefour des mathématiques et de domaines liés aux sciences de l'homme et aux sciences de la vie, dans le champ des statistiques, la disponibilité de logiciels permettant de traiter des bases de données réalistes (par exemple en épidémiologie) offre de nouvelles possibilités d'approche de traitement de phénomènes complexes (Baron, Lenne et Salamé, 1992). Bien entendu, comme chaque fois que des changements sont en jeu, le problème de l'opérationnalisation de cette vision est loin d'être résolu.

Par ailleurs, si l'accent porte sur le cognitif (ou le méta-cognitif), depuis quelques années, des études d'inspiration sociologique et psychosociologiques s'intéressent, particulièrement dans les pays anglo-saxons, aux différentes situations d'usage des médias et des technologies, désormais socialement visibles et dont il est avéré qu'ils ne s'intègrent pas spontanément dans des pratiques éducatives. Les recherches portent alors sur les différents modes d'usage, les obstacles, les problèmes d'équité, les représentations sociales des usagers...

Les champs ouverts à la recherche sont donc multiples et on assiste à une recomposition progressive des communautés de chercheurs autour de problématiques non centrées sur un système particulier. Un des handicaps en l'occurrence est cependant la dispersion relative des recherches, leur aspect pluridisciplinaire, leurs rattachements multiples à des secteurs plus institutionnalisés (au premier rang desquels figure sans doute l'informatique). Inversement, ce handicap est aussi, en revanche, un facteur de dynamisme et peut être une source d'efficacité et d'originalité).

Comme l'énonce le nouveau schéma directeur l'INRP¹, les recherches dans le domaine des technologies devraient se développer sur plusieurs plans :

1. la conception et la validation d'environnements qui s'appuient sur des modèles d'apprentissage ;
2. les modes de représentation et de raisonnement liés aux images dans différents domaines de connaissances ;
3. les conditions d'usages des technologies dans des contextes éducatifs déterminés et les représentations que s'en font les usagers.

Ayant contribué à déterminer ces orientations, je m'intéresse bien entendu à toutes ; cependant, plusieurs thèmes me paraissent mieux correspondre à mon profil. Voici quelques pistes, qui me semblent correspondre aux enjeux actuels et où il me paraît possible de diriger des recherches.

De nouveaux dispositifs, matériels mais aussi logiciels apparaissent sans cesse, offrant à l'utilisateur des langages de commande plus ou moins perfectionnés, plus ou moins puissants, mais demandant tous une forme de réflexion sur la structuration des données ainsi qu'une compréhension des traitements mis en œuvre. Il est important d'analyser ces nouveaux instruments, dont l'usage se répand à peu près en même temps dans la société et à l'école, les possibilités qu'ils offrent, les contraintes qu'ils imposent, les compétences qu'ils requièrent pour être mis en œuvre de manière efficace.

En particulier, il me semble nécessaire de poursuivre une réflexion sur l'informatique, champ éclaté dont la disparition pour les usagers communs est souvent annoncée, mais aussi ensemble de concepts dont certains vont sans doute s'intégrer dans la culture générale commune et que tous les jeunes devront s'approprier. Sous quelle forme intervient-elle dans les différents enseignements ? Quelle est sa place et son rôle dans les enseignements supérieur (en particulier dans les formations non scientifiques et les formations d'enseignants) ? Quelles représentations en ont les jeunes, les enseignants, les prescripteurs d'usages de systèmes de traitement de l'information ?

¹ *Schéma directeur*. INRP, septembre 1994, 92 p.

Concernant les technologies de l'information et de la communication sous leur aspect "technologies éducatives", deux grands champs d'application de ces techniques apparaissent, posant chacun des problèmes spécifiques : les formations universitaires et d'adultes et les enseignements scolaires.

Dans le domaine des enseignements supérieurs, un intérêt a été récemment affiché pour les possibilités nouvelles des technologies de la communication pour mettre en place des systèmes de formation multimédias, produire des ressources d'autoformation, créer un maillage de centres de ressources, assurer un tutorat, télé-distribuer des cours (éventuellement de manière interactive), aménager le territoire... Finalement, il s'agit, pour reprendre une expression d'un récent rapport de Maryse Quéré de mettre en place des enseignements "sur mesure"¹.

Peut-on identifier, en fonction des niveaux et des disciplines, des caractéristiques des enseignements universitaires facilitant des transitions vers des formes d'enseignement à distance ? Quels sont les modes d'appropriation des différents médias et supports ? Les obstacles principaux ?

Pour les enseignements scolaires, il revient aux didactiques d'analyser les apprentissages disciplinaires favorisés ou rendus possibles. Mais plusieurs autres types de questions se posent : comment ces systèmes peuvent-ils être intégrés dans des modes d'activités pédagogiques et dans des activités d'apprentissage de l'élève pour renouveler des façons d'apprendre ? comment participent-ils à l'évolution des contenus d'enseignement dans différents champs disciplinaires ? Quels sont les obstacles rencontrés ?

De manière plus générale, la question de savoir comment vont se poursuivre les modes d'intégration dans des actions éducatives en fonction de contraintes liées, par exemple, à l'établissement, aux curricula... reste d'une grande actualité.

Beaucoup de facteurs interviennent : les possibilités du contexte, la formation préalable des enseignants, les partenariats établis entre les établissements scolaires et leur milieu en fonction d'interlocutions établies entre différents niveaux hiérarchiques de l'Éducation nationale et les instances territoriales. L'accent porte

¹ *Vers un enseignement supérieur sur mesure*. Rapport au ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche, 1994, 43 p.

alors sur l'analyse de structures et d'institutions, mais aussi sur des stratégies et des représentations d'acteurs.

Il est important également de porter attention aux phénomènes de partage de pouvoir entre lignes hiérarchiques de l'institution scolaire et systèmes de décisions liés à l'exercice de la démocratie locale, aux régulations qui peuvent s'établir et qui détermineront, pour une part la façon dont le système éducatif pourra faire face au développement des technologies, en reconnaître les mirages et les promesses de bon aloi et assurer, finalement l'éducation de tous aux phénomènes culturellement si nouveaux du traitement automatique de l'information.

V. RÉFÉRENCES

- AECSE (1993). *Les sciences de l'éducation / enjeux et finalités d'une discipline*, Paris, Association des enseignants chercheurs en sciences de l'éducation - INRP, 77 p.
- ARSAC, Jacques (1970). *La science informatique*, Paris, Nathan, 233 p.
- ARSAC, Jacques (1987). *Les machines à penser, des ordinateurs et des hommes*. Paris, Seuil, 127 p.
- ARSAC, Jacques (1991). *Préceptes pour programmer*. Paris, Dunod, 217 p.
- BARBUT, Marc (1991). "Note sur les moyennes de variables aléatoires", in FELDMAN, J. ; LAGNEAU, G. ; MATALON, B., eds. *Moyenne, milieu, centre. Histoires et usages*, éditions de l'école des hautes études en sciences sociales, Paris, pp. 31-43
- BARBUT, Marc (1993). "Comments on a pseudo-mathematical model in social psychology", *European Journal of Social Psychology*, Vol 23, pp. 203-210.
- BARBUT, Marc (1994). "La formalisation dans les sciences sociales". *Histoire et mesure*, n° 1-2, pp. xx .
- BARON, Georges-Louis (1982). "Smalltalk, l'univers des objets et le discours des méthodes". *Informatique et sciences humaines*, N° 53-54, juin-septembre 1982, pp. 147-159.
- BARON, Georges-Louis (1983). "Informatique, enseignement des mathématiques, aide, illustration". *Actes des 4èmes journées internationales de Chamonix sur l'éducation scientifique et technique*, pp. 309-316.
- BARON, Georges-Louis (1985). "L'enseignement optionnel de l'informatique en second cycle long". Contribution à l'ouvrage collectif *L'expérience d'option informatique en second cycle long, 81/84*, CRDP de Poitiers / Direction des Lycées, pp. 15-30.
- BARON, Georges-Louis (1988). "La naissance de l'informatique comme discipline de formation générale". *AFCET/Interfaces* n° 69, juillet 1988, pp. 3- 14
- BARON, Georges-Louis (mai 1988a). "La prise en compte de l'informatique par le système scolaire, genèse du champ informatique pédagogique, 1970-1980" in Chatelin (ed.) *Actes du premier colloque sur l'histoire de l'informatique en France*, Grenoble, 3, 4, 5 mai 1994, vol 2, pp. 45-59.
- BARON, Georges-Louis (1989). *L'informatique, discipline scolaire ?* PUF, pédagogie d'aujourd'hui, Paris, 1989, 230 p.
- BARON, Georges-Louis (1989a). *L'informatique en éducation, quelles évolutions ?* Bulletin du Bureau International d'Education, 63ème année, N°250, janvier-mars 1989, 96 p.

- BARON, Georges-Louis (1989b). "Informatique et enseignement : quelle formation pour les enseignants de second degré ?", in : Grandbastien, Monique : *les technologies nouvelles dans l'enseignement général et technique, rapport au secrétaire d'Etat chargé de l'enseignement technique*, La Documentation Française, pp. 209-219.
- BARON, Georges-Louis (1989c) "Première analyse des résultats de l'épreuve facultative au baccalauréat en 1988". *Informatiques*, n° 5, pp. 33-37
- BARON, Georges-Louis (1990). "L'informatique en éducation, le cas de la France", *Revue Française de Pédagogie*, n° 92, juillet-août-septembre 1990, pp. 57-78.
- BARON, Georges-Louis (1990a). "L'informatique en éducation, vingt ans après", L'emprise de l'informatique, *Culture Technique* n° 21, sept 90, pp. 193-200.
- BARON, Georges-Louis (1990b). "Où en était l'option informatique à la rentrée de 1989/90 ?" *Informatiques* n° 9, CRDP de Poitiers, pp. 20-23
- BARON, Georges-Louis (1990c). "«Multi-media», vous avez dit «multimédia» ?". *Actes du colloque Applica*, Lille, septembre 1990, 9 p.).
- BARON, Georges-Louis (1991). "Quelques réflexions sur l'usage des tuteurs intelligents". *Actes des deuxièmes journées EIAO de Cachan*. Editions de l'Ecole Normale Supérieure de Cachan, pp. 247-251.
- BARON, Georges-Louis (1991a). *Informatique, appropriations culturelles, appropriations cognitives : le cas des enseignants*. Rapport intermédiaire INRP n° 91-041, 33 p.
- BARON, Georges-Louis (1993). "Informatique et enseignement", in BARON, Georges-Louis, PAOLETTI, Félix ; RAYNAUD, Régine. *Informatique, communication, société*. L'Harmattan - INRP, Paris, pp. 159 - 174.
- BARON, Georges-Louis (1994). "Robotique pédagogique, d'un colloque l'autre : vers l'émergence d'une communauté ?" in DENIS (B.) et BARON (G-L). *Regards sur la robotique pédagogique, actes du quatrième colloque international sur la robotique pédagogique*. INRP-STE de l'université de Liège, Paris, 267 p.
- BARON, Georges-Louis et AUTHIER, Annie (1991). "Les résultats de l'épreuve facultative d'informatique en 1990". *Informatiques*, n° 11, pp. 28-30.
- BARON, Georges-Louis et BAUDÉ, Jacques, eds. (1992). *L'intégration de l'informatique dans l'enseignement et la formation des enseignants*. INRP, Paris, 285 p.
- BARON, Georges-Louis ; BAUDÉ, Jacques et DE LA PASSARDIÈRE, Brigitte, eds. (1993). *Hypermédiats et apprentissages /2*. Paris, INRP-CUEEP-EPI, 249 p.
- BARON, Georges-Louis et BRUILLARD, Eric (1993). "Quelle place pour les nouvelles technologies dans la formation initiale des enseignants ?". *Recherche et Formation*, n° 14, octobre 1993, pp. 101- 116.
- BARON, Georges-Louis et BRUILLARD, Eric (1993a). *La prise en compte de l'informatique dans la formation des enseignants. Etude de cas dans un IUFM*. Rapport technique INRP 93-4 092, 81 p.
- BARON, Georges-Louis et BRUILLARD, Eric (1994). "Information technology, Informatics and preservice teacher training". *Journal of computer assisted learning*, n° 10, pp. 2-13.

- BARON, Georges-Louis ; de Brogniez, Philippe ; Créhange, Catherine ; Liénard, Alain ; Quéré, Maryse (1990). *Case study and preliminary evaluation*. Centre Lorrain d'enseignement assisté par ordinateur, 21 p.
- BARON, Georges-Louis et FROT, Jean-Louis. (1981). " Effets miroirs en Enseignement Assisté par Ordinateur", *Communications françaises proposées pour la troisième conférence mondiale sur l'informatique et l'éducation*, WCCE81, Lausanne, p. 39-50.
- BARON, Georges-Louis ; FROT, Jean-Louis et MESSEANT, Bernard (1984). "Un système pour guider l'élève dans le parcours d'un graphe représentant des connaissances en mathématiques". *Actes du congrès EAO 84*, LYON 1984. Agence de l'informatique.
- BARON, Georges-Louis et HARRARI, Michelle (1994), avec la collaboration de Philippe Gabriel, Alain Langouët, Nathalie Nibeau. *Le point de vue des élèves de collège à l'égard de l'informatique. Rapport final de synthèse des études menées en 1993 pour la Direction des lycées et collèges*. Rapport INRP 94/TECNE-0201, 129 p.
- BARON, Georges-Louis et JACQUEMARD, Jean-Claude (1991). "Synthèse du dépouillement du questionnaire en direction des chefs de MAFPEN", Dossier documentaire n° 18 de la Mission laïque, juin 1991, pp. 23-27.
- BARON, Georges-Louis et de LA PASSARDIÈRE, Brigitte (1992). "Médias, multi et hypermédias pour l'apprentissage : points de repère sur l'émergence d'une communauté scientifique". *Actes des premières journées scientifiques "hypermédias et apprentissages"*, Paris, INRP-MASI, pp. 7-15.
- BARON, Georges-Louis et MOUNIER-KUHN, Pierre-Eric (1990). "Computer science at the CNRS and in french universities. A gradual institutional recognition", *Annals of the history of computing*, vol 12, n° 1, Springer- Verlag, New York, juin 1990, pp. 79 - 87.
- BARON, Georges-Louis ; PAOLETTI, Félix ; RAYNAUD, Régine, dir. (1993). *Informatique, communication, société*. L'Harmattan - INRP, Paris, 210 p.
- BARON, Georges-Louis et WAITER, Nadine (1987). "Dépouillement du questionnaire de juin 1986 sur les abandons de l'option informatique lors des passages de classe". *Options informatiques*, n° 11 (janvier 1987), pp.30-36.
- BEAUFILS, Daniel (1991). "L'informatique en sciences physiques au lycée : quelques conséquences sur les apprentissages" in Baron, dir. *Informatique et apprentissages*, Paris, INRP, 1991, 174 p.
- BENZÉCRI, Jean-Pierre et coll. (1976). *L'analyse des données*. Paris, Bordas, (2 tomes).
- BONNET Alain ; KAYSER, Daniel et CORDIER, Marie-Odile (1981). "EIAO : un programme enseignant les dérivées en mathématiques". *Contribution françaises proposées pour la troisième conférence mondiale sur l'informatique et l'éducation (WCCE 81)*. Gif sur Yvette, comité français pour WCCE 81 - Ecole supérieure d'électricité pp. 63-78.
- BOUDON, Raymond (1973). *L'inégalité des chances ; la mobilité sociale dans les sociétés industrielles*. Paris, Armand Colin collection U, 237 p.
- BOUDON, Raymond (1992). *L'idéologie ou l'origine des idées reçues*. Paris, Seuil, Essais, 1992, 325 p.

- BOURDIEU, Pierre (1980). *Le sens pratique*. Paris, Editions de minuit, le sens commun, 475 p.
- BOURDIEU, Pierre et PASSERON, Jean-Claude (1970). *La reproduction, éléments pour une théorie du système d'éducation*, Paris, Editions de minuit, Paris, 284 p.
- BRUILLARD, Eric et de LA PASSARDIÈRE, Brigitte (1994). "Hypermédias et éducation : des repères". *Sciences et Techniques éducatives*, n° 1, pp. 17-38.
- BUSH, Vanevar (1945). "A we may think". *Atlantic Monthly*, vol 76, n° 1, pp. 101-108.
- CHAPTAL, Alain (1993). "Les habits neufs du multimédia". *Médiaspouvoirs*, n° 31-32, 4 ème trimestre 1993, pp. 203-212.
- CHASTENET DE GÉRY, Jérôme & HOCQUENGHEM, Serge (1981). "Collective use of a micro-computer with graphics to illustrate the mathematics lesson". *Actes de la 3ème conférence mondiale IFIP sur l'informatique et l'éducation, Lausanne*, North Holland publishing company, pp. 157 162.
- CHATEL et alii. (1993). *Enseigner les sciences économiques et sociales. Le projet et son histoire. Introduction à une réflexion didactique*. Paris, INRP, 2ème édition, 295 p.
- CHEVALLARD, Yves (1982). "Analyse de transposition didactique la notion de distance", *Recherches en didactique des mathématiques*, vol 3-2, pp. 159-239.
- CHEVALLARD, Yves (1985). *La transposition didactique, du savoir savant au savoir enseigné*. La pensée sauvage éditions, recherches en didactique des mathématiques, Grenoble, 126 p.
- CHIRIVELLA, François et VALENTIN, Danièle (1990). "The Gerex method to combat school failure". *Communication au colloque WCCE 90*. Elsevier science publishers (North Holland) pp. 49-53?.
- CIBOIS, Philippe (1984). *L'analyse des données en sociologie*, PUF, le sociologue, Paris, 218 p.
- CNP (1990). *Propositions du Conseil national des programmes sur l'évolution du lycée*. Premier rapport, novembre 1990. Ministère de l'Education nationale, de la Jeunesse et des Sports, Paris, 1990, 112 p.
- COUTAZ, Joelle (1990). *Interfaces homme-ordinateur ; conception et réalisation*. Paris, Dunod, 455 p.
- CREIS, ouvrage collectif (1984). *Société et informatique*. Paris, Delagrave, 190 p.
- CROZIER, Michel (1963). *Le phénomène bureaucratique ; essai sur les tendances bureaucratiques des systèmes d'organisation modernes et leurs relations avec le système social et culturel*. Paris, Seuil, 404 p.
- CROZIER, Michel et FRIEDBERG (Erhard). *L'acteur et le système*. Paris, Seuil, 500 p.
- CROWDER, Nicholas (1960). "Automatic tutoring by intrinsic programming" in Lumsdaine A. A. & Glaser R., (eds). *Teaching machines and programmed learning, a source book* . Department of audio-visual instruction - National Education Association, 724 p., pp. 286 - 298.

- CUEFF, Gaëlle ; BARON, Georges-Louis ; BON, Annette ; MARTINEAU, Monique, eds (1994). *Audiovisuel et formation des enseignants*. Actes du colloque des 23, 24, 25 novembre 1992. Paris, INRP, 383 p.
- DECAIGNY, T. (1970). *Technologie éducative et audiovisuel*. Bruxelles-Paris, Labor-Nathan, 159 p.
- DE LANDSHEERE, Gabriel (1974). *Introduction à la recherche en éducation*. Paris, Armand Colin Bourrellier, 3^{ème} édition, \$ p.
- DE LA PASSARDIÈRE, Brigitte et BARON, Georges-Louis, eds. (1992). *Hypermédiats et apprentissages*. Actes des premières journées scientifiques 24 et 25 septembre 1991, INRP-MASI, Paris, 274 p.
- DENIS, Brigitte et BARON, Georges-Louis, dirs. (1994). *Regards sur la robotique pédagogique*. Actes du quatrième colloque international sur la robotique pédagogique, Liège, 5-8 juillet 1994. Paris, INRP-Liège, Université de Liège, 267 p.
- DIEUZEIDE, Henri (1965). *Les techniques audio-visuelles dans l'enseignement*. Paris, Presses universitaires de France, 159 p.
- DIEUZEIDE, Henri (1986). "Réinventer la technologie de l'éducation", *International review of education*, XXXII, pp. 285 - 293.
- DIRECTION DES LYCÉES (1986). *L'option informatique, réalités et pratiques*. Ministère de l'Education Nationale (France) - Direction des Lycées, CRDP de Poitiers, Poitiers, 95 p.
- DUBUS, A. (1989). *Evaluation régionale de l'informatique pédagogique et culturelle, document de synthèse*. Conseil régional Nord-Pas de Calais - Académie de Lille - Université de Lille III, 61 p.
- DUCHÂTEAU, Charles (1990). "Y-a-t-il encore un programmeur dans la salle de cours ?". *Informatiques* n° 9, pp. 3-9.
- DURHEIM, Emile (1922). *Education et sociologie*, Quadrige/ Presses Universitaires de France, Paris, 5^{ème} édition, 130 p.
- FREEMAN, Christopher (1974). "Malthus sur ordinateur". *La Recherche*, n° 43 (mars 1974), pp. 251-256.
- FREINET, Célestin (1966). *Bandes enseignantes & programmation*. Bibliothèque de l'école moderne, Cannes, 1966, 175 p.
- GLIKMAN, Viviane et BARON, Georges-Louis (1991). "Médias, multi-médias, technologies et formation à distance. Quelques éléments pour l'histoire d'un concept et une analyse de sa réalité au début des années quatre-vingt-dix". *Perspectives Documentaires en Education*, n° 24 (décembre 1991), pp. 63-93.
- HASSENFORDER, Jean, dir. (1992). *Chercheurs en éducation*, INRP-L'Harmattan, Paris, 384 p.
- HEBENSTREIT, Jacques (1984). "Informatique et enseignement". *La vie des sciences*, comptes rendus de l'Académie des Sciences, série générale, tome 1, n° 5, octobre-décembre 1984, Gauthiers-Villards, Paris, 381-398.
- IFIP (1970). World Conference on Computer Education, Papers of the 1st IFIP World Conference on Computer Education, 24-28 aug. 70, Sheepmaker, B. et Zinn, K.L. (eds), Wolters Noordhoff Groningen & Science Associates, New York, 1 vol., v. paging.

- INRP (1972). *Emploi de calculateurs programmables dans le second degré, bilan d'une expérimentation menée par les IREM et l'INRDP*, Recherches Pédagogiques, n° 54, Institut National de Recherches et de Documentation Pédagogiques, Paris 1972, 150 p.
- INRP (1981). *Dix ans d'informatique dans l'enseignement secondaire, 1970-1980*. Recherches Pédagogiques n° 113. INRP, Paris, 197 p.
- INRP (1983). *Imagiciels, enseignement des mathématiques illustré par ordinateur*, Rencontres pédagogiques n° 1, INRP, Paris, 127 p.
- LANDA, Lew-N (1967). *Diagnostic et enseignement programmé. Centre de documentation sur l'enseignement programmé*. Institut national pédagogique, CDEP/67/807, décembre 1967, 17 p.
- LANGOUËT, Gabriel (1982). *Technologie de l'éducation et démocratisation*. PUF, Paris, 185 p.
- LANGOUËT, Gabriel (1985). *Suffit-il d'innover ?* PUF, Paris, 280 p.
- LANGOUËT, Gabriel et PORLIER, Jean-Claude (1989). *Pratiques statistiques en sciences humaines et sociales*. Paris, ESF, 227 p.
- LEFRANC, Robert (1985). *De l'audio-visuel aux systèmes multi média d'enseignement ; le cas des systèmes français d'enseignement supérieur à distance*. Thèse de doctorat d'Etat, Université René Descartes, Paris, 3 tomes.
- LÉGER, Alain (1993). *Pour une sociologie non fataliste*. Note de synthèse présentée pour l'habilitation à diriger des recherches. Université Paris V, UFR de sciences de l'éducation, 167 p.
- LE MEUR, André (1991). *L'électrification du signe et l'accès à l'information. Pour un continuum d'outils : banques de données, hypertexte, langage d'auteur*. Thèse de Doctorat de l'Université de Nancy II.
- LINARD, Monique (1990). *Des machines et des hommes ; apprendre avec les nouvelles technologies*. Editions Universitaires, Savoir et formation, Paris, 240 p.
- MARTINAND, Jean-Louis (1986). *Connaître et transformer la matière. Des objectifs pour l'initiation aux sciences et aux techniques*. Peter Lang, Berne-Francfort/Main-New York, 315 p.
- MEN (1984). *Informatique et Enseignement. Actes du Colloque national, 21-22 novembre 1983*. Paris, Ministère de l'Education Nationale, Centre National de Diffusion Pédagogique / La Documentation Française, Paris 260 p.
- MONNERAT, Claude ; LEFRANC, Robert ; PERRIAULT, Jacques (1979). *L'enfant et l'image, 1879/1979*. Paris, Centre national de documentation pédagogique, mémoires et documents scolaires, 137 p.
- MULLER, Pierre, dir. (1984). *Des textes avec... ou sans ordinateur*. INRP, Rencontres pédagogiques Paris, 1984, Paris, 128 p.
- NICAUD, Jean-François et VIVET, Martial (1988). "Les tuteurs intelligents", *TSI*, vol. 7, n° 1, pp. 21-46.
- NIVAT, Maurice (1983). *Savoir et savoir faire en informatique*, Paris, La Documentation Française, 74 p.

- NIVAT, Maurice (1985). "Sur l'enseignement de l'informatique lié à des applications". *Options informatiques n° 2* (1985), pp. 2,3. in *Options informatiques*, numéros de l'année 84/85, CRDP de Poitiers, 1986.
- NOYELLE, Yves. "La saga du L.S.E (et de ses cousins LSD/LSG/LST)" (1988). *Actes du premier colloque d'histoire de l'informatique*. Grenoble, Philippe Chatelin, éditeur.
- OTAN (1968). *La recherche en enseignement programmé / tendances actuelles, Actes d'un colloque OTAN, Nice, mai 1968*. DUNOD, Sciences du comportement, Paris, 360 p.
- PAIR, Claude (1987). "Informatique et lutte contre l'échec scolaire". *Psychologie française*, n° 32-4 (déc 1987), pp. 293-299.
- PAIR, Claude (1988). "Je ne sais (toujours) pas enseigner la programmation". *Informatiques*, n° 2, pp. 5-14.
- PAIR, Claude ; CHARTIER, D; FLIELLER, A. ; GALLOY, M. ; GEBLER, J-M.; PILLOT, M. ; QUÉRÉ, Maryse (1988). "Can computer help combat school failure ?". *Actes de la conférence ECCE 88, Lausanne*, North Holland, pp. 107 - 112.
- PAPADOUDI, Hélène (1990). *Les moyens d'information et de communication dans le système éducatif français : analyse des rapports officiels de 1963- 1985*. Thèse de doctorat en sciences de l'éducation soutenue sous la direction de Jean Guglielmi, Université de Caen, UFR des sciences de l'homme, 568 p.
- PAPERT, Seymour (1970). "Teaching children thinking". *Papers of the 1st IFIP conference on computer education*. Sheepmaker. B. & Zinn, K.L. (eds.), Wolters/Noordhof, Groningen & Science Associates, New York, pp. I/73-I/78.
- PAPERT, Seymour (1981). *Jaillissements de l'esprit ; ordinateurs et apprentissages*. Flammarion, atelier du Père Castor, Paris, 298 p.
- PEA, R.D. et KURLAND, D.M. (1984). "On the cognitive effects of learning computer programming". *New ideas in psychology*, vol II, 3, New York, Pergamon Press, p. 137-168.
- PERETTI (de), André (1982). *La formation des personnels de l'éducation nationale*. La documentation française, Paris, 339 p.
- PERRENOUD, Philippe (1995). *La fabrication de l'excellence scolaire*. Genève, Droz, 326 p.
- PERRIAULT, Jacques (1971). *Eléments pour un dialogue avec l'informaticien*, Mouton, Paris, La Haye, 237p.
- PERRIAULT, Jacques (1989). *La logique de l'usage ; essai sur les machines à communiquer* . Flammarion, Paris, 255 p.
- PETITOT, Jean (1993). "Phénoménologie naturalisée et morphodynamique : la fonction cognitive du synthétique a priori". *Intellectica*, n° 17, pp. 79-125.
- PITRAT, Jacques (1993). *Penser autrement l'informatique*. Paris, Hermès, 206 p.
- PELGRUM, Willem J. et PLOMP, Tjeerd (1991). *The use of computers in education worldwide. Results from the IEA 'computers in education' survey in 19 Education systems*. Oxford, New York Séoul, Tokyo, IEA-Pergamon press, 179 p.

- PROST, Antoine (1983). *Les lycées et leurs études au seuil du XXIème siècle*. Rapport du groupe de travail national sur les seconds cycles présidé par Monsieur Antoine Prost. Ministère de l'Education nationale - CNDP, Paris, 288 p.
- QUÉRÉ, Maryse (1980). *Contribution à l'amélioration des processus d'enseignement, d'apprentissage et d'organisation de l'éducation. L'ordinateur outil et objet de formation. application au projet SATIRE*. Thèse de doctorat d'Etat es sciences mathématiques, Université de Nancy 1- Centre de recherche en informatique de Nancy, 223 p.
- QUÉRÉ, Maryse ; BARON, Georges-Louis ; LE MEUR, André (1990). *Informatique, multimédia et interactivité*. Rapport du Centre de Recherche en Informatique de Nancy, (90 - R - 182), 20 p.
- ROUANET, Henry et LE ROUX, Brigitte (1993). *Analyse des données multidimensionnelles ; statistique en sciences humaines*. Paris, Dunod, 309 p.
- SAETTLER, Paul (1969). *A history of instructional technology*. Mac Graw Hill, New York, Saint Louis, San Fransisco, Toronto, London, Sydney, 399 p.
- SIMON, Jean-Claude (1980). *L'éducation et l'informatisation de la société*. La Documentation Française, Paris, 275 p.
- SUPPES, P. ; JERMAN, M. ; BRIAN, D. (1968). *Computer Assisted Instruction*. Stanford's 1965/66 arithmetic program - Academic Press, New York, London, 385 p.
- TEBEKA, J. (1980). *La formation des spécialistes informaticiens ou la révolution informatique ne peut s'accomplir sans informaticiens*. Rapport au premier Ministre, mars 1980, Paris, La Documentation Française.
- TELEQUAL (1980). *Actes du colloque : Le mariage du siècle : Education et Informatique* (Centre Georges Pompidou, Paris, 25 novembre 1980). Institut International de communications - association TELEQUAL, Ministère de l'Education, Imprimerie Nationale, Paris 106 p.
- OTA- OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT (1988). *Power on! - new tools for teaching and learning*. OTA SET 379 Washington, DC, US Government Printing Office, september 1988.

VI. INDEX DES AUTEURS CITÉS

- AECSE, 1993/ 118
Arsac, 1970/ 75
Arsac, 1991/ 30
Barbut, 1991/ 67
Barbut, 1993/ 121
Barbut, 1994/ 36
Baron, 1981/ 39
Baron, 1982/ 39/ 43/ 47/ 51
Baron, 1985/ 78
Baron, 1988a/ 54/ 74
Baron, 1989/ 24/ 25
Baron, 1989a/ 88
Baron, 1989b/ 98/ 100
Baron, 1989c/ 84
Baron, 1990/ 137
Baron, 1990a/ 88/ 96
Baron, 1990b/ 80
Baron, 1990c/ 105
Baron, 1991/ 50/ 97
Baron, 1991a/ 97/ 98/ 100
Baron, 1993/ 88
Baron, 1994/ 139
Baron et al, 1990/ 135
Baron et al., 1993/ 83
Baron et Authier, 1991/ 84
Baron et Baudé, 1992/ 134
Baron et Bruillard, 1993/ 124
Baron et Bruillard, 1993a/ 124
Baron et de La Passardière, 1992/ 114
Baron et Frot, 1981/ 39/ 43/ 51
Baron, Frot et Messeant, 1984/ 49
Baron et Harrari, 1994/ 128
Baron, Lenne et Salamé, 1992/ 140
Baron et Jacquemard, 1991/ 98/ 100
Baron et Mounier-Kuhn, 1990/ 53
Baron et Waiter, 1986/ 79
Beaufils et al, 1992/ 138
Beaufils, 1991/ 140
Benzécri, 1976/ 36
Bonnet, Cordier, Kayser, 1981/ 49
Boudon, 1973/ 61
Boudon, 1992/ 120
Bourdieu et Passeron, 1970/ 59
Bourdieu, 1980/ 64
Bruillard et de La Passardière, 1994/ 114
Bush, 1945/ 114
Chaptal, 1993/ 135
Chastenet de Géry et Hocqhenghem, 1981/
46
Chatel & al., 1993/ 88
Chevallard, 1982/ 82
Chevallard, 1985/ 58
Chirivella et Valentin, 1990/ 137
Cibois, 1984/ 36
CNP, 1990/ 86
Cornu, 1992/ 140
Coutaz, 1990/ 73
CREIS, 1984/ 64/ 83
Crowder, 1960/ 110
Crozier et Friedberg, 1977/ 120
Crozier, 1963/ 56
Cueff et al, 1994/ 106

- de Landsheere, 1973/ 34
de Peretti, 1982/ 98
Decaigny, 1970/ 107
Dieuzeide, 1965/ 107/ 109
Direction des Lycées, 1986/ 83
Dubus, 1989/ 99
Duchâteau, 1990/ 75
Freeman, 1974/ 121
Freinet, 1966-n/ 109
Glikman et Baron, 1991/ 105/ 109
Hassenforder, 1992/ 5
Hebenstreit, 1984/ 46
IFIP, 1970/ 25/ 137
INRP, 1972/ 23
INRP, 1981/ 38/ 39/ 40
Landa, 1967/ 27
Langouët, 1982/ 59
Langouët, 1985/ 59
Lefranc, 1985/ 108
Léger, 1993/ 67
Léger, 1993-n/ 62
Linard, 1990/ 137
Martinand, 1986/ 58
Meadows, 1972/ 121
MEN, 1984/ 70/ 77
Monnerat et al., 1979/ 106
Mounier-Kuhn, 1993/ 24
Muller, 1984/ 65
Nicaud & Vivet, 1988/ 49
Nivat, 1983/ 70
Nivat, 1985/ 70
Noyelle, 1988/ 28
OCDE, 1971/ 25/ 137
OTA, 1988/ 96
OTAN, 1968/ 136
Pair, 1987/ 137
Pair, 1988/ 83
Papadoudi, 1990-n/ 65
Papert, 1981/ 48
Pea & Kurland, 1984/ 48
Pelgrum et Plomp, 1992/ 117
Perrenoud, 1985/ 85
Perriault, 1971/ 54
Perriault, 1989/ 64/ 105
Petitot, 1993/ 122
Prost, 1983/ 63
Quéré/ 106/ 114
Quéré, Baron, Le Meur, 1990/ 135
Rouanet et le Roux, 1993/ 36
Saettler, 1969/ 105
Simon, 1980/ 74
Suppes & al, 1968/ 110
Tebeka, 1980/ 54
Téléqual, 1980/ 75
Thom, 1980/ 118