

UTILISATION RAISONNÉE DES INSTRUMENTS MICRO-INFORMATIQUES DANS LES DISCIPLINES DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

Jean-François Lévy

Cet article présente des réflexions sur les problèmes posés par l'introduction et la mise en œuvre des instruments micro-informatiques dans des situations d'aide aux acquisitions disciplinaires de l'enseignement secondaire. S'appuyant sur des observations de situations scolaires et de formation d'enseignants, on tente de mettre en évidence des éléments pouvant expliciter les difficultés rencontrées dans l'utilisation de ces nouvelles technologies dans le cadre pédagogique.

La généralisation de l'usage des technologies de l'information dans toutes les activités (professionnelles et personnelles) des individus implique l'institution éducative en tant que vecteur de formation, comme elle l'est pour les enseignements fondamentaux et les technologies déjà amplement vulgarisées. Aussi, parler de l'introduction de l'informatique dans l'éducation à propos de l'enseignement de la technologie nous semble se justifier de plusieurs points de vue. Tout d'abord, il s'agit d'introduire un dispositif éminemment "technologique" dans la sphère scolaire. Ensuite, ce dispositif n'est pas complètement transparent dans la relation d'apprentissage... sa place n'est ainsi pas évidente à définir.

L'implication des technologies informatiques est encore plus problématique, nous semble-t-il, lorsque la fonction de l'ordinateur est imbriquée dans une notion d'aide aux acquisitions disciplinaires.

l'ordinateur peut aider aux acquisitions, mais est-ce si facile qu'on le dit ?

Nous avons exploré récemment ce domaine [Lévy, 1995] et souhaiterions en communiquer ici certains aspects. Il nous semble en effet que les usages de l'ordinateur dans les disciplines, par une présence actuelle très fréquente, porteuse de beaucoup d'espoirs - et peut-être d'illusions ? - posent des questions voisines de celles rencontrées dans le domaine de l'apprentissage d'une technologie, même (et *a fortiori*) si cette technologie possède le statut d'instrument par rapport à une discipline - et pas seulement le statut d'objet disciplinaire en soi.

Il semblerait cependant que les conséquences (tant) attendues des nouvelles technologies ne soient pas tout à fait à la mesure des possibilités réelles de leur intégration. Les efforts entrepris dans ce sens depuis plus de vingt ans maintenant n'ont pas éliminé toutes les difficultés, voire certains échecs cuisants. Nous n'aurons pas la prétention d'analyser ici les causes très diverses de ces difficultés ;

nous nous contenterons de décrire certaines de celles qui nous ont été données à observer lors de nos récents travaux de recherche.

Rappelons qu'avec l'ordinateur on peut :

- aider des apprenants pour des acquisitions générales de raisonnements (d'ordre logique) ; on utilise pour cela des logiciels spécifiques d'aide au développement de la pensée logique ("Ordinateur Outil Cognitif", [Marchand, 1993]), que l'on peut utiliser dans des situations très diverses, dont notamment la formation des adultes dits "de bas niveaux de qualification" [Malglaiive, 1990] ;
- faire acquérir aux apprenants la maîtrise de l'outil informatique, soit pour des utilisations très générales, par exemple avec des outils de la bureautique, soit pour des applications particulières dans le cadre d'enseignements techniques et professionnels spécialisés (industriel, tertiaire, etc.). Il s'agit alors de mettre en œuvre des logiciels en rapport direct avec les contenus enseignés. Nous plaçons également ici le cas de la technologie-discipline (en collège) qui utilise des logiciels généraux (traitement de texte, tableurs, logiciels de dessin...) pour développer des acquisitions de connaissances techniques directement liées à l'ordinateur, et des savoir-faire d'initiation ;
- améliorer "l'efficacité" de l'enseignement d'une discipline, c'est là que se place l'ordinateur en tant qu'instrument d'aide aux acquisitions. Pour ces usages, les moyens technologiques et les méthodes commencent à émerger rationnellement, soit au travers d'utilisations de logiciels généraux (traitement de texte, tableur, hypertexte) soit par la conception et la diffusion de logiciels finalisés, les "didacticiels", que l'on trouve maintenant dans de nombreuses disciplines.

trois usages
possibles pour
l'éducation...

Les domaines de la physique et de la biologie sont particulièrement riches : l'ordinateur peut y être utilisé comme instrument de mesure, de représentation graphique et de simulation pour étudier des phénomènes physico-chimiques de toutes sortes ; des logiciels d'EXpérimentation Assistée par Ordinateur (EXAO) offrent une souplesse qui permet de mettre les apprenants dans des situations de constructions expérimentales (au sens disciplinaire). L'utilisation de plus en plus fréquente de bases de données biologiques (génétique) a fait émerger un nouvel usage et partant, un nouveau besoin.

... dont la
plus connue
aujourd'hui :
l'EXAO

Malgré la diffusion actuelle de l'informatique dans le grand public et le mythe de sa facilité d'usage, soigneusement entretenu par les constructeurs pour des raisons évidentes, nous avons pu observer sur les terrains un certain nombre de difficultés dans la mise en pratique effective de ces instruments. Outre les questions - non négligeables - de politique d'équipement, de coût des matériels, de conditions d'installation et de maintenance dans les établissements ; outre les difficultés à se situer dans une évolution technolo-

des difficultés
sur les terrains

gique "galopante" (de nouveaux "concepts" commerciaux, de nouveaux sigles incompréhensibles...), le problème central semble bien être celui de l'appropriation par les usagers et leurs formateurs de notions et de concepts spécifiques, même si la nature de ces concepts et les modalités des formations nécessaires font encore l'objet de débats et restent à préciser selon les secteurs et les publics concernés.

L'objet principal de notre propos sera donc de tenter une clarification de ces questions.

1. L'HYPOTHÈSE DE RUPTURE TECHNOLOGIQUE

Notre analyse des difficultés repose sur une première hypothèse qui tient aux spécificités de l'instrument informatique et des conséquences de celles-ci dans les interactions apprenant-instrument-formateur.

1.1. Rupture et continuité

Les relations entre les hommes et leurs productions technologiques font l'objet d'études depuis longtemps déjà.

La notion de système technique [Gille, 1978] prend en compte, outre les aspects purement technologiques, les dimensions sociales et économiques, ce qui resitue la démarche technique dans un ensemble cohérent d'activités humaines.

Les objets techniques évoluent selon des lignées [Deforge, 1985], familles d'objets répondant à un même besoin et à une même finalité, dans lesquelles on peut déceler une organisation des solutions techniques de plus en plus rationnelle et sophistiquée [Simondon, 1969] (1). Cette analyse des lignées, reprise par d'autres auteurs [Perrin, 1991] permet d'avancer l'hypothèse, contraire au sens commun, que les techniques progressent sans réelles ruptures ou révolutions ; dans l'enchaînement des découvertes technologiques, il y aurait une grande continuité quand on examine les objets, leur production et leur utilisation avec un regard intégrant non seulement la technique, mais également les dimensions économiques et sociales : continuité de besoins, de réponse à des nécessités socialement exprimées, etc.

Mais il est encore trop tôt pour trouver dans la littérature des éléments de réflexion sur des notions de continuité ou

(1) G. Simondon met en évidence l'évolution des objets techniques vers une plus grande intégration lorsque des fonctions partielles, réalisées au départ par des éléments séparés, finissent par être assurées par un nombre de pièces de plus en plus réduit. L'objet passe alors d'abstrait à concret. On pourrait proposer une caractérisation similaire à propos du passage de DOS à WINDOWS : les possibilités de communications inter-applications, par exemple, rendraient les systèmes d'exploitation plus "concrets".

l'ordinateur :
une technologie
"en rupture"...

de rupture qui relierait les micro-ordinateurs à un passé technologique antérieur, dans ou hors de l'informatique [Breton, 1990]. L'impossibilité de prévoir à long terme les développements de la micro-informatique d'un point de vue technique (matériels et logiciels) et surtout l'absence d'une analyse prospective des utilisations et des utilisateurs de ces dispositifs rend l'analyse plus complexe : entre les pratiques domestiques inclassables et les usages professionnels très finalisés, une palette d'interactions "utilisateur-système" échappe encore à toute formalisation (2).

Notre réflexion vient un peu à contresens de cette hypothèse de continuité : nous considérons en effet que l'introduction de l'instrument informatique induirait chez les utilisateurs une notion de rupture technologique, due principalement au changement de finalités, de structures et de fonctionnement de cet objet nouveau : le passage du matériel à l'immatériel (l'information) et l'abstraction consécutive marqueraient alors massivement les processus d'appropriation de l'outil.

1.2. Éléments de caractérisation de la rupture

... aux
caractéristiques
bien spécifiques

Les processus techniques sont profondément modifiés dans leurs finalités et dans leurs structures par leur informatisation : un logiciel de traitement de texte, de CAO ou de DAO (3) ouvre des possibilités inimaginables (au sens propre) pour un utilisateur débutant mis en sa présence, ce qui peut l'empêcher d'élaborer des stratégies d'action en rapport avec les possibilités de l'outil (4).

Les principes et les structures de fonctionnement spécifiques des ordinateurs (réalisation séquentielle d'instructions, architecture de mémorisation, structures de données arborescentes, etc.) constituent un élément fondamental de rupture : on ne trouvait pas jusqu'à présent un tel nombre de dispositifs originaux réunis dans un ensemble cohérent (il existait certains éléments séparés, de mise en œuvre plus aisée).

-
- (2) Les auteurs cités appuient leurs arguments sur la continuité de lignées en référence à des besoins et des fonctions précises ; or l'ordinateur est de plus en plus un dispositif "à tout faire". Cette caractéristique bien spécifique le rend encore plus inclassable dans ce genre de typologie.
 - (3) Conception Assistée par Ordinateur et Dessin Assisté par Ordinateur (en mécanique, électronique, etc.).
 - (4) Nous avons observé ce phénomène lors de l'introduction du traitement de texte "à la place" de la machine à écrire dans les enseignements professionnels tertiaires [Lévy, 1993] : les apprenants utilisaient le logiciel dans des modes de fonctionnement très proches de ceux qu'ils connaissaient sur machine à écrire, parce qu'ils n'étaient pas capables d'imaginer spontanément que l'on puisse faire autrement...

Lorsqu'on passe du domaine des dispositifs mécaniques (par exemple) à celui des systèmes de traitement de l'information, les échelles de temps et d'espace varient considérablement (de l'ordre de 10^{-6} seconde et mm) ; ce changement, dû à la technologie électronique, a pour conséquence de diminuer, médiatiser, voire supprimer les possibilités d'observation directe de l'utilisateur, qui ne peut plus en inférer des liens de causalité entre actions et effets.

2. CONSÉQUENCES DE LA RUPTURE TECHNOLOGIQUE

L'hypothèse de cette rupture entraîne une conséquence fondamentale pour les utilisations éducatives des nouvelles technologies : l'appropriation de l'instrument d'aide aux acquisitions (disciplinaires) nécessite elle-même des acquisitions spécifiques originales, non triviales, qui posent alors deux ordres de problèmes :

l'appropriation
de l'instrument
est
problématique

- la question de l'acquisition de connaissances et de savoir-faire importants parallèlement et dans le but des acquisitions disciplinaires : l'instrument censé aider amène un surcroît de travail. Le bilan est-il positif ? Nous ne discuterons pas ici de cette question, mais elle reste ouverte ;
- les problèmes spécifiques à ces acquisitions : en première analyse, nous pouvons les caractériser par la perte de références connues et un manque d'adéquation des outils cognitifs habituels (traditionnellement utilisés avec d'autres instruments).

Comment s'adapter à cette évolution sur les plans pédagogique et didactique ?

2.1. Définir les acquisitions nécessaires à l'usage de l'instrument

Apprendre à utiliser un système micro-informatique, c'est construire des représentations mentales du dispositif technique, acquérir des savoir-faire, être capable d'effectuer des transferts et des généralisations nécessités par la diversité des situations d'utilisation pour réaliser des tâches de manière pertinente (puis optimale) en interaction permanente avec cet instrument (5).

Le premier problème est donc de définir quelles sont les connaissances nécessaires à cette maîtrise des systèmes informatisés.

quelles
connaissances
pour sa maîtrise ?

Nous ne pouvons pas nous référer à un corpus de connaissances établies, reconnues par la communauté scientifique et utilisées comme référence, comme cela se passe dans des

(5) Ces tâches sont à considérer comme des outils dans le contexte de l'aide aux acquisitions disciplinaires.

disciplines classiques (mathématiques, etc.), parce que les connaissances "théoriques" de l'informatique appartiennent à ce que l'on nomme la "science informatique" et n'ont qu'un lointain rapport avec la pratique concrète de l'ordinateur.

Cependant, certaines notions apparaissent nécessaires à cette pratique : l'existence d'éléments de mémorisation capables de conserver l'information, l'organisation des données en fichiers, documents, etc. qui conditionne les moyens d'y accéder sont des véritables connaissances dont on ne peut se passer.

et quels
savoir-faire ?

Nous voyons apparaître une première distinction, qu'il nous faut expliciter, entre différents types de connaissances, et notamment entre "connaissances (théoriques)" et "savoir-faire", si nous parlons de pratiques. Cette dernière catégorie est l'une des caractéristiques des activités technologiques en général, qui s'actualise au niveau des technologies de l'informatique par des difficultés inhérentes à leurs spécificités, notamment l'abstraction.

• *Les représentations préexistantes*

La connaissance des représentations préexistantes des apprenants peut permettre de savoir sur quels points doivent porter les efforts initiaux des enseignants pour construire des éléments immédiatement compréhensibles par les élèves et utilisables dès les premiers exercices.

des mythes
contemporains

Le sujet dispose toujours de connaissances sur un domaine avant d'apprendre ; elles sont souvent erronées ou incomplètes et s'érigent en "obstacles épistémologiques" [Bachelard, 1947]. Dans les connaissances informatiques des utilisateurs (et souvent des formateurs), il circule à plusieurs niveaux beaucoup d'idées "spontanées", dont bon nombre fonctionnent comme de véritables "mythes modernes" (6). Nos recherches et les résultats des observations dans le public scolaire sont très voisines de celles que mentionnait J. Toussaint à propos de l'abord de l'informatique par les automatismes [Toussaint, 1990] : nous pouvons mettre en évidence d'une part l'aspect magique des dispositifs, totalement inexplicables (au sens propre, ce qui pourrait bien être un frein aux acquisitions, dans la mesure où le dispositif "domine" l'apprenant et que celui-ci l'accepte ainsi), et d'autre part l'anthropomorphisme (et tout ce qui touche aux "robots") dont nous reparlerons plus loin.

Ces représentations préexistantes sont en pleine évolution depuis la diffusion des micro-ordinateurs dans le grand public ; on en perçoit cependant des constantes, surtout chez les enfants (chez les adultes observés, elles sont plus rationalisées, mais il peut cependant en découler des images assez imprécises).

(6) À relier aux représentations sociales [Moscovici, 1961].

• **Représentations, conceptions, connaissances et traitements**

Représentations, conceptions, connaissances et traitements ont fait l'objet de définitions variées par plusieurs auteurs [Giordan et De Vecchi, 1987], [Hoc, 1987], [Richard, 1990]. Nous pouvons facilement appliquer certaines de ces distinctions à nos domaines. Le fait d'attribuer le terme "connaissance" à des entités permanentes et indépendantes de la tâche et "représentation" à des éléments temporaires, contextualisés et finalisés peut renforcer une catégorisation mettant en relief les problèmes rencontrés pour utiliser différentes possibilités de l'ordinateur (par exemple les différentes applications de bureautique : traitement de texte, tableur, bases de données) dans des contextes voisins mais non identiques, pour lesquels des connaissances générales communes sont indispensables.

un débat
théorique sur
les connaissances
et les savoir-faire...

La distinction entre connaissances déclaratives et connaissances procédurales introduit la problématique savoirs/savoir-faire : les connaissances déclaratives sont des savoirs, des faits ; elles ont un caractère statique, par exemple des propriétés des objets ; les connaissances procédurales seraient de l'ordre des savoir-faire ; dynamiques, elles sont liées par exemple à des traitements ; elles s'acquièrent essentiellement par l'action.

Cependant la partition déclaratif/procédural [Hoc, 1987] ne fait pas l'unanimité, notamment chez Vergnaud [1985a et b] : on ne peut pas séparer en fait ce qui relève des connaissances de ce qui concerne l'action, puisque les unes s'acquièrent par l'autre, mais on peut distinguer entre connaissances conceptuelles et connaissances en actes ; pour ces dernières, le sujet est capable d'apprendre et d'effectuer des actions et opérations pertinentes (7) sans les expliciter et sans avoir réalisé les conceptualisations qui les supportent (les connaissances abstraites).

...et sur
les acquisitions
des unes par
les autres

Cette notion est cruciale dans nos domaines, car elle renvoie au questionnement suivant : peut-on conceptualiser à partir d'acquis de type "connaissances-en-actes" ? Selon Malglaive [1990], il est possible de faire parvenir des apprenants à des conceptualisations par un travail partant d'acquisitions de savoir-faire ("les savoirs en usage"). C'est la justification des recherches sur la formation des adultes dits de "bas niveaux de qualification" qui semble apporter quelques résultats dans des domaines bien délimités. Ces idées sont aussi au fondement des objectifs des "classes technologiques" (Quatrième et Troisième de collèges pour les élèves en difficultés).

(7) Cette catégorie est à rapprocher des "modes opératoires" enseignés largement dans les formations professionnelles à l'époque des débuts du traitement de texte (voir note sur la machine à écrire).

Mais cette réponse positive s'appuie sur des activités se déroulant dans un univers technologique "classique", à base de dispositifs physiques observables ; les hypothèses que nous formulons sur la rupture nous font douter de cette possibilité en informatique, en raison des caractéristiques très spécifiques du domaine, notamment les difficultés d'observation directe et la forte dominante de l'abstraction (8).

Il est donc nécessaire de prendre en compte les conséquences de cette hypothèse : si l'acquisition de connaissances en actes ne conduit pas obligatoirement à des conceptualisations pertinentes, il faut enseigner conjointement des concepts et des savoir-faire. Comment peut-on les choisir, les organiser et les transmettre ?

2.2. Les outils cognitifs

Une fois caractérisés globalement les connaissances et savoir-faire, se pose le problème des outils cognitifs permettant leur appropriation.

les outils
d'appropriation
ne sont pas
originaux :

Nos observations sur les apprenants (élèves et enseignants stagiaires) nous ont permis de situer les difficultés dans le type de raisonnement le plus utilisé et le plus efficace dans la plupart des domaines de connaissances : le raisonnement par analogie. Nous accorderons également une mention particulière à l'anthropomorphisme, très présent dans les interactions avec "l'objet magique" ordinateur.

• *Le raisonnement par analogie*

Le raisonnement par analogie occupe ici une place à la fois importante et contradictoire : en effet, s'agissant de processus informatisés dont l'apprenant connaît les "versions antérieures" (les dispositifs non informatisés), la tentation est grande d'établir des comparaisons - avant et après informatisation. Or, comme nous l'avons déjà mentionné, les processus en question sont le plus souvent complètement transformés par cette opération.

l'analogie,
apparemment
d'usage facile...

Le raisonnement par analogie est fondé sur la possibilité pour le sujet d'établir des relations constructives entre un univers de référence (la source) et celui sur lequel il projette (le but) ; la rupture technologique pourrait empêcher l'efficacité de ces relations, de par la distance trop grande qu'elle instaure entre les deux univers, distance tenant à la nature complètement originale de l'univers but.

Cauzinille-Marmèche, Mathieu et Weil-Barais [1983] émettent une hypothèse selon laquelle le transfert serait facilité quand les sujets ont élaboré des solutions à un certain niveau d'abstraction. Or ce qui pourrait faire défaut aux uti-

(8) Cf. Lévy [1993] : la pratique des "modes opératoires" dans l'enseignement du traitement de texte dans les formations tertiaires ne conduisait pas aux conceptualisations ; les apprenants en restaient à des savoir-faire "indépassables".

lisateurs non experts dans nos situations, c'est justement le processus d'abstraction, ou plus précisément les capacités pour réaliser des abstractions face au problème posé, dans une situation donnée.

... est
une opération
(très) abstraite,

En effet, l'informatique exige de réaliser des opérations abstraites sur des objets abstraits. L'utilisateur doit donc se livrer à une double démarche d'abstraction : abstraire les objets, c'est-à-dire passer des objets concrets (feuille de papier, dossier) à leurs représentations (images fait écran, fichiers), et abstraire les opérations, à savoir passer à des opérations médiatisées par des éléments de langages formels (si simples soient-ils).

L'exemple des environnements graphiques de type WINDOWS ou MACINTOSH, conçus pour "passer" facilement alors que beaucoup de débutants n'y arrivent pas, est caractéristique de ces difficultés : la manipulation des fenêtres fait mettre en œuvre implicitement un raisonnement par analogie qui assimile ces objets à des feuilles de papier superposées. Cette analogie était évidemment intentionnelle de la part des concepteurs du logiciel, mais pour l'utilisateur débutant, la notion d'activation de fenêtre n'a pas vraiment son équivalent dans le domaine source (mettre la feuille sélectionnée sur le dessus ?). De même, la hiérarchie dossier/document, principe si simple et si utilisé dans le domaine "papier" fonctionne mal dans une structure informatisée "analogue" [Lévy, 1993].

Le problème posé est donc celui d'une conceptualisation des principes de fonctionnement nécessaires aux utilisations les plus courantes. Car d'une manière générale, les environnements graphiques actuels sont promus par des arguments mettant en avant leurs facilités de mise en œuvre sans nécessité de compréhension profonde, ce qui, à notre sens, est tout à fait faux : toutes les observations ont confirmé que les apprenants atteignaient très vite - dans leurs capacités d'utilisation des systèmes - des limites qui devenaient infranchissables par des acquisitions de l'ordre du seul savoir-faire.

• *L'anthropomorphisme*

et l'anthropomorphisme est abusif (dans la plupart des cas)

L'anthropomorphisme, identification du système informatique à une personne humaine, dans toutes ses capacités de raisonnement et d'action, a des conséquences importantes : il n'est pas rare d'entendre des apprenants et même des formateurs dire "l'ordinateur fait ceci ou cela...", formulation loin d'être gratuite ! Nous avons par exemple observé, lors de l'apprentissage d'un logiciel de comptabilité, des confusions de ce type entre le rôle de l'ordinateur - en principe chargé uniquement de tester l'égalité des écritures comptables - et le rôle de l'utilisateur, qui est de saisir les écritures justes. Dans l'esprit de l'élève, dès que l'ordinateur avait accepté l'écriture en raison de son égalité comptable, celle-ci était forcément exacte - au niveau des valeurs ; l'or-

dinateur semblait ainsi dispenser l'élève du moindre contrôle de vraisemblance, ce dernier attribuant au premier une capacité de réflexion "humaine".

Si certaines formes d'anthropomorphisme peuvent avoir des effets positifs, faisant par exemple prendre conscience du déroulement séquentiel d'actions enchaînées ou d'expressions conditionnelles (SI, ALORS, SINON), l'abus de leur utilisation représente un danger pour la compréhension des frontières du dispositif et, partant, des rôles attribués à chacune des parties dans l'interaction "utilisateur-système".

3. OBSERVATIONS ET RÉSULTATS SUR LES APPRENANTS

Les observations et expérimentations réalisées dans le cadre de l'étude [Lévy, 1995] nous ont permis de valider partiellement les hypothèses relatives à la rupture et à ses conséquences en matière d'acquisitions et d'outils de raisonnement. Nous rapportons des exemples sur la construction par les apprenants de la notion de mémoire, puis une hypothèse plus générale sur l'élaboration globale du système. Enfin une observation de stage d'enseignants met en relief l'importance de l'évolution technologique sur le comportement des apprenants.

3.1. Un exemple : la notion de mémoire et ses localisations physiques

L'écran semble être un des composants les plus importants du dispositif, en tant que tel et dans ses relations avec la notion de mémoire. Son aspect mythique dans les représentations sociales est très présent : "l'objet ordinateur" est avant tout un écran (pour jouer, etc.). L'écran est généralement introduit par le formateur dans une description physique du système comme élément de visualisation, ce qui ramène sa fonction de mémorisation au même niveau que celle conférée à la feuille écrite : on a relevé en lycée professionnel qu'il n'était pas perçu par les élèves comme une lucarne de la mémoire vive, qu'il fonctionnait effectivement pour eux comme une simple feuille de papier sur laquelle on peut écrire ; n'existe que ce qui est visible à l'écran, et *a contrario*, si le document n'est plus visible, "il n'existe plus" (raisonnement courant chez les débutants).

Cette perception de l'écran a été confirmée par une analyse des activités des élèves de collège au moyen de la classification des "registres de fonctionnement intellectuel" de P. Vermersch [1979] : un fonctionnement de l'apprenant de type "registre sensori-moteur" signifierait une carence d'intégration d'une représentation de la fonction mémoire ailleurs

l'écran n'est pas
la mémoire...

qu'à l'écran, celui-ci étant alors considéré comme la seule instance de mémorisation du dispositif.

et une "fenêtre"
informatique
n'est pas une
baie vitrée !

Il apparaît ainsi que l'écran pourrait être présenté à l'apprenant comme un élément conceptuel plus complexe que son seul aspect immédiat, principalement à cause de ses liens avec le concept de mémoire. C'est donc cette dernière notion qui structure l'ensemble ; l'aspect "fenêtre", visualisation partielle par un élément que l'on peut en quelque sorte "promener" sur l'ensemble des données mémorisées n'est pas immédiatement compréhensible, contrairement peut-être à ce que l'on pense assez spontanément - lorsqu'on maîtrise le processus globalement ; l'acception du mot "fenêtre" dans le sens de WINDOWS n'est pas assez opérationnelle chez les débutants pour des raisons voisines, surtout lorsqu'elle est présentée au moyen de l'analogie "feuilles de papier" qui n'est pas très explicative ici.

Ce problème rappelle la construction psychologique de la "permanence de l'objet", qui se transformerait ainsi en informatique : premièrement, nécessité d'une mémoire pour conserver l'information et deuxièmement, permanence de l'information mémorisée hors visualisation à l'écran. Cette double prise de conscience n'est apparemment pas immédiate.

on retrouve l'idée
du "moindre coût
cognitif"

Des expérimentations sur les fonctions ENREGISTRER SOUS et COUPER-COPIER/COLLER (édition en traitement de texte) ont montré que les élèves faisaient preuve d'un comportement "conservateur", cherchant à éluder les problèmes qu'il ne connaissaient pas, préférant tâtonner sans méthode. Une hypothèse a été testée selon laquelle cette dimension de localisation ne suffirait pas à faire engendrer chez l'apprenant une conceptualisation globale satisfaisante parce qu'il n'en a pas absolument besoin pour fonctionner. On pourrait alors différencier les notions de mémoire vive et mémoire de masse en les définissant non pas comme des lieux mais comme des états différents du système, et la relation entre ces deux états non pas en termes de déplacement mais en termes de création. Les résultats de l'expérimentation n'ont pas permis de conclure de manière formelle (9), mais cette expérience mériterait d'être reprise plus systématiquement. On peut cependant conclure en avançant l'hypothèse qu'une démarche d'évitement de type "moindre coût cognitif" serait utilisée ici, sans succès, bien sûr.

(9) En partie à cause des conditions de travail (l'enseignant était son propre observateur) et du faible nombre de sujets.

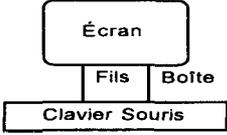
3.2. Une hypothèse de construction globale du système

Un enseignant de terrain (10) a réalisé pendant deux ans une vaste enquête auprès d'élèves de collège et de stagiaires MAFPEN en informatique. Les questionnaires très précis et détaillés étaient construits de manière à faire apparaître le plus explicitement possible des étapes dans la progression des représentations du fonctionnement du système chez les apprenants. Le dépouillement et l'analyse des données de cette enquête a permis d'élaborer une hypothèse sur la construction globale du système informatique par l'apprenant, exposée ci-dessous.

L'image initiale est souvent celle-ci, elle correspond à ce qu'il voit :

PERCEPTION "SPONTANÉE"

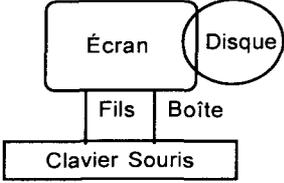
A Objet non localisé dans le temps ou le lieu, peu différent dans l'esprit de l'utilisateur d'un objet quelconque, au mieux d'un robot programmable.



Puis, par étapes, notamment par l'emploi de la fonction ENREGISTRER SOUS..., l'utilisateur prend conscience d'une mémoire à long terme et de l'existence du fichier de données.

PERCEPTION DU LIEU, GLOBALISATION

B La perception du temps reste encore floue, mais l'utilisateur a le sentiment que les données relatives à sa tâche sont localisées et récupérables quelque part. Il sait aussi qu'il peut récupérer sa production à partir d'un mot simple (le nom du fichier), et la globalisation d'un ensemble d'opérations complexes et de données en un mot simple est l'une des caractéristiques du système informatique ; on trouve là une similitude avec les comportements humains d'apprentissage.

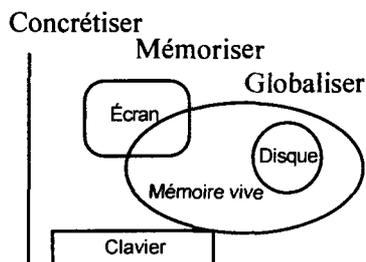


(10) D. Rosso, académie de Toulouse.

Ensuite, par l'emploi de certaines fonctions, notamment COUPER/COLLER, il perçoit l'existence d'une mémoire globale fédératrice de la totalité du système informatique.

PERCEPTION DÉCALÉE PAR RAPPORT AU PRÉSENT

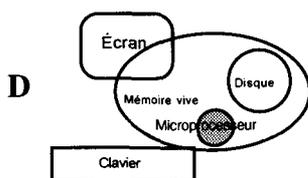
C Les fonctions d'édition viennent consolider la notion précédente. L'utilisateur prend conscience de la construction du réel par assemblage d'unités simples conduisant à des objets complexes (action X), cet assemblage est suivi de l'action m transformant par relation d'équivalence l'objet complexe en un objet simple Y ($Y=mX$). Cela permet aussi de prendre conscience d'une propriété fondamentale du système informatique, créer des objets X en cours de travail mais aussi, à l'inverse, avoir à sa disposition des objets "passés" Y1, Y2, etc.



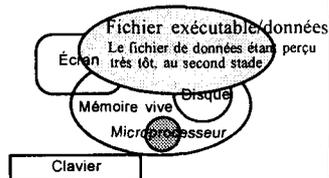
Un tel "découpage" d'une création dans le temps, est, à ma connaissance, seulement possible avec une machine informatique et elle influence considérablement l'organisation de la production. À ce stade, mémoire vive et mémoire de masse ne sont pas forcément dissociées, la seconde n'étant qu'un état "gelé" de la première. Seule importe l'existence de la mémorisation, le lieu passe au second plan (on peut enregistrer sans connaître le lieu, les moyens de plus en plus performants du gestionnaire de fichiers permettant de mieux accepter ce handicap).

Enfin se succèdent les stades ultérieurs où il prend conscience de l'aspect virtuel. Il différencie enfin ce qu'il produit, les données du logiciel qui l'a aidé à les produire. Le concept global est alors construit.

PRISE DE CONSCIENCE DU VIRTUEL



L'utilisateur a l'intuition que la machine lui donne la possibilité de revenir à des situations antérieures, mais aussi qu'il peut simuler des situations à venir.



Les mémoires sont seulement des paliers figés ou dynamiques de l'action en cours de réalisation. Cet aspect touche tout ce qui est interactif et notamment ce qui se développe dans le multimédia pris au sens large, interactif et virtuel. La notion de mémoire de masse, prépondérante et sur laquelle on insiste encore aujourd'hui, cède le pas à celle de mémoire vive au sens large, où les opérations en mémoire globale sont prépondérantes (DDE et OLE). Les données elles-mêmes, grâce aux normalisations de format, ont tendance à ne plus poser des problèmes de conversion, comme si texte, son, image fixe ou animée ne formaient qu'un seul ensemble de nature composite.

Cette construction peut être considérée comme cohérente avec les théories psychologiques généralement admises. Elle s'appuie également sur l'idée que l'apprentissage nécessite du temps pour intégrer des notions complexes comme la mémoire. Cela plaide en faveur de l'étalement d'un appren-

tissage dans la durée, conforme par ailleurs aux conditions générales d'enseignement (sauf dans des situations particulières de formations intensives d'adultes, qui font appel à d'autres techniques, mais qui ne permettent cependant pas de supprimer une phase d'intégration indispensable).

Cette hypothèse n'est pas en contradiction avec celle de la démarche d'évitement de construction du concept de mémoire évoquée plus haut : l'expérimentation relative à la démarche d'évitement a été effectuée dans un temps relativement bref et d'une manière ponctuelle (11) ; en cela, elle ne prenait pas en compte la maturation nécessaire au phénomène de conceptualisation mentionné. C'est donc une sorte de preuve par la négative : sur un travail limité dans le temps, il n'y aurait pas conceptualisation mais plutôt évitement pour réussir (critère majeur) ; mais dans la durée, on ne peut pas conclure. Toujours relativement au temps, nous avons noté que le début de la conceptualisation de la mémoire n'apparaissait qu'à la troisième étape (C), par la prise de conscience des événements passés (et la possibilité d'en retrouver les traces) ; si l'on s'en tient aux deux premières étapes, le sujet fonctionne donc sans ce concept, et les hypothèses ne sont pas contradictoires. L'idée que le sujet peut réaliser des actions "sans concept" est proche de la première étape de la "connaissance en actes", c'est-à-dire d'actions pertinentes avant que la conceptualisation soit véritablement réalisée.

Selon nous, ce "cheminement vers l'abstraction" reflète de manière pertinente la succession des problèmes qui se posent à l'apprenant pendant la conceptualisation du dispositif. Cette construction pourrait être un guide efficace pour élaborer des contenus de formation, notamment concernant l'échelonnement des apports conceptuels pouvant étayer des travaux fondés sur les acquisitions de type savoir-faire. Cela permettrait justement de ne pas vouloir "forcer" le temps, en parlant tout de suite d'architecture complexe de mémoire, par exemple, à un moment où ces informations ont peu de chance d'être assimilées par l'apprenant.

3.3. Comportements contradictoires et évolutions technologiques

Toujours dans le cadre de l'étude [Lévy, 1995], un enseignant de philosophie (12) a eu l'occasion d'observer le comportement de stagiaires MAFPEN lors d'une session d'initiation à l'utilisation d'un logiciel hypertexte (CONNEXIONS™). Les caractéristiques du logiciel ont paru de nature à constituer un support d'investigation tout à fait pertinent pour certains aspects de l'étude : le fait qu'un hypertexte recouvre un ensemble d'informations d'au moins trois types différents (du texte, un système d'indexation et

le temps est
un facteur
important

une
expérimentation
sur hypertexte...

(11) Pour des raisons techniques d'expérimentation en classe.

(12) C. Euriat, académie de Nancy-Metz.

un jeu de liens) le rendait propre à susciter des questions sur les représentations que pouvaient se faire les utilisateurs de la localisation et des flux des informations, sur les écarts entre la logique de fonctionnement du produit et celle des utilisateurs, et d'une façon générale sur le rapport de l'utilisateur à un logiciel qui traite de l'information en la dissociant manifestement de son support visuel.

...confirme
les ambiguïtés
des lieux
de mémoire

Il ressort des observations un certain nombre de points. Tout d'abord une représentation assez confuse de la localisation et des flux de données est de nouveau mise en avant, notamment le rôle de l'écran comme lieu et organe de traitement et de mémorisation des données. Les stagiaires ont éprouvé également des difficultés avec les termes "lire" et "écrire" en mémoire. Nous retrouvons là des confirmations de problèmes déjà relevés (pour les lieux) et de questions d'analogie ("lire" et "écrire" en mémoire ne s'assimilent pas immédiatement à leurs homologues de l'univers du sens commun).

L'entraînement à l'utilisation d'interfaces toujours semblables conduirait peut-être à un apprentissage de type comportementaliste, avec ce qu'il peut avoir d'efficace dans la reproduction de l'identique et d'inefficace (et même de gênant) dans la compréhension du sens de l'action et dans l'appréhension d'une situation nouvelle. Cette contradiction serait due à la tendance actuelle des logiciels à présenter des interfaces de plus en plus uniformes (au moins chez les mêmes constructeurs). Nous pensons cependant que les avantages de cette situation dépassent largement ses inconvénients : que l'on se souvienne des difficultés rencontrées par les utilisateurs il y a quelques années lorsque chaque machine présentait ses particularités et que, justement, il était quasiment impossible de trouver des éléments fédérateurs sans connaissances approfondies de chaque système.

les adultes
rationalisent
leur démarche...

Par ailleurs, il a été constaté chez les stagiaires une sorte de rationalisation fonctionnelle : pour se sortir d'embarras, ils tentent de rapporter le problème qui se pose à des conceptions d'une validité plus générale que celle de la représentation présente dans ce qu'elle a de particulier. Cette démarche est plutôt conforme à une certaine "maturité cognitive" relative à la généralisation des problèmes. Il est évident qu'elle fait la différence avec des apprenants d'un autre niveau (enfants ou adultes peu formés sur un plan général) et qu'elle n'est donc pas applicable à l'ensemble de notre étude.

Enfin, on note une certaine conscience de l'existence d'une logique informatique du produit. Ces conceptions recouvrent le domaine de la localisation des données, de leur déplacement, de leur format, de la distinction entre programme et données. Mais les stagiaires qui ont participé à ces entretiens ne sont pas débutants en informatique ; s'ils ne sont pas non plus experts, ils devraient cependant disposer de concepts dans ce domaine ; or on s'aperçoit qu'ils disposent plutôt de conceptions assez imprécises, auxquelles

ils se réfèrent au besoin. Les explications fournies ou les comportements choisis prennent en compte, d'une manière souvent très intimement liée, d'une part la logique de l'utilisateur qui apparaît comme dominante et relativement claire, et d'autre part la logique de fonctionnement du dispositif, qui se présente comme une contrainte restrictive et plutôt mystérieuse.

...mais
fonctionnent
de manière
contradictoire

Finalement, les représentations des stagiaires comporteraient un noyau très empiriste contenant une contradiction forte : l'opposition entre la conformation aux habitudes et la prise en compte des données de l'expérience récente qui les pousse à s'écarter, au moins temporairement, de ces habitudes. Mais cette contradiction révèle aussi l'existence de marges importantes ouvertes à une prise de conscience de la rationalité d'un produit au-delà des paradoxes que peuvent induire les imperfections techniques et surtout les conflits probables entre les logiques de fonctionnement et les logiques d'utilisation.

4. QUESTIONS DE DIDACTIQUE

Dans la mesure où nous venons de montrer que l'informatique est un instrument nécessitant un processus d'appropriation spécifique, il devient indispensable de penser à la "didactique de l'ordinateur" (13).

De la même manière que l'on a évoqué la transformation des processus par leur informatisation, on peut poser l'hypothèse d'une certaine transformation de l'acte "d'enseigner et d'apprendre" par l'introduction de l'ordinateur dans la relation formateur-formé.

4.1. Les références des savoirs

l'informatique
manque
de cadres
de référence

Les didacticiens des disciplines réfléchissent depuis longtemps déjà (14) aux possibilités d'usage des ordinateurs dans leurs domaines ; ceux des disciplines à "références savantes" (mathématiques et une partie des sciences physiques) se réfèrent souvent avec profit à l'épistémologie pour élaborer des concepts fondamentaux à partir de leurs contenus. Mais les usages de l'ordinateur sont partiellement privés de ces cadres de référence, car l'histoire de l'informatique manque de recul pour prendre en compte les

(13) Didactique "de l'ordinateur" plutôt que "de l'informatique", car ce dernier terme renvoie soit à une pratique davantage tournée vers des activités "d'informaticien", à savoir de formation spécialisée en programmation, etc. soit à des activités non spécialisées, également tournées vers la programmation, mais qui étaient caractéristiques des usages scolaires de l'informatique dans les années 80.

(14) Notamment dans le cadre de leurs associations disciplinaires (mathématiques, sciences physiques, biologie, etc.).

avatars récents des micro-ordinateurs, et le domaine proprement dit de la "science informatique" concerne des théories qui, comme nous l'avons déjà signalé, n'ont pas souvent de relations directes avec nos pratiques.

En conséquence, nous ne pouvons pas utiliser le concept de "*transposition didactique*", élaboré par Chevallard [1985] en mathématiques.

Le concept de "*pratique socio-techniques de référence*" semble mieux adapté à notre domaine : J.-L. Martinand [1986] définit des situations de référence dans des domaines variés d'activités, axés sur des pratiques à caractère technique et scientifique, dans des secteurs sociaux bien spécifiés. Ce concept permet de mieux établir les liens possibles entre enseignements et formations technologiques et professionnels dispensés dans les établissements et lieux spécialisés et des activités extérieures à ces institutions, car il prend en compte tous les aspects des pratiques socialisées (pas seulement les rapports individuels au savoir), facteurs importants dans l'usage de l'informatique.

Toutefois, l'utilisation de l'ordinateur soulève des problèmes qui ne facilitent pas les relations à des références externes :

- les lieux de pratique sont multiples : contrairement à l'exercice d'un "métier classique" industriel ou tertiaire, socialement situé, l'utilisation du micro-ordinateur se diffuse dans toute la société ;
- les buts ne sont pas identiquement définis : il n'y a pratiquement aucun point commun entre le "bricolage domestique" sur traitement de texte (ce sont les connaissances - très empiriques - de l'utilisateur qui définissent les buts accessibles) et l'utilisation d'une station de Publication Assistée par Ordinateur (PAO) chez un éditeur, tâche hautement spécialisée ;
- enfin, s'agissant spécifiquement des activités d'aide aux disciplines, il est difficile de faire entrer ces activités dans une classification professionnelle, même si on peut repérer des invariants forts dans les usages scolaires ou de formation d'adultes qui stabiliseront à terme des pratiques, la diversité des contenus a une influence certaine sur les modes d'utilisation.

Toutes ces situations sont actuellement en évolution rapide et en partie imprévisible. Si nous pouvons miser sur une diffusion de plus en plus importante de la micro-informatique dans l'ensemble de la société, nous ne savons pas comment le public s'adaptera concrètement, ni ce qu'il en fera...

4.2. La transmission des savoirs

Les représentations et conceptions préexistantes, déjà évoquées, posent d'importants problèmes didactiques ; elles sont directement liées à la notion d'"*obstacle épistémologique*", notion spécifiée par G. Bachelard [1947] au milieu

du siècle : les conceptions erronées qu'avaient les étudiants de certaines lois physiques préexistant à leur enseignement s'opposaient, parfois de manière durable, à leur assimilation.

travailler sur
les obstacles

Beaucoup plus récemment, J.-L. Martinand [1986] propose la notion d'“*objectif-obstacle*”, notion didactique dans laquelle la mise en évidence de l'obstacle et la recherche des moyens de le surmonter doivent être considérées comme des démarches formatrices particulièrement efficaces. Ce concept amène à redéfinir la notion de tâche : au plan didactique, une tâche se caractérise par les obstacles qu'elle implique d'affronter et qui constituent les objectifs pour lesquels cette tâche est proposée aux apprenants [Devalay, 1995].

Cette approche est reliée ici à une expérimentation réalisée en classe de technologie-collège (15), à partir de l'adaptation du “*modèle pédagogique visant l'abstraction*” de B.-M Barth [1987 et 1993] appliquée à l'acquisition des concepts de mémoire et d'information en relation avec l'écran.

on peut aussi
s'inspirer
de travaux
d'autres
disciplines...

B.-M. Barth élabore des éléments théoriques et une stratégie érigée en “*modèle pédagogique d'apprentissage*” autour des notions de concept, de conceptualisation et d'attribut. Ses ouvrages posent les bases d'une théorie illustrée par des exemples pris pour beaucoup dans les sciences de la nature. Le “*modèle pédagogique*” proposé consiste à créer une situation de classe basée sur une discussion collective entre l'enseignant et tous les participants, par laquelle émergent des attributs dont on discute la pertinence pour définir le concept objet de la leçon. Après avoir grossièrement séparé les attributs pertinents (“*exemples oui*”) des autres (“*exemples non*”), on affine la classification en montrant leurs caractères plus ou moins essentiels. Une synthèse finale (institutionnalisation) permet de mémoriser à long terme un contenu stabilisé.

Ce domaine d'exemple et la manière dont elle l'utilise nous a fait émettre *a priori* quelques réserves quant à son usage possible en informatique, car l'aspect descriptif (la préoccupation taxinomique est dominante chez les naturalistes) ne permettait pas, à notre avis, de bien prendre en compte les interactions apprenant-dispositif, fondamentales dans les activités avec instruments. Cependant, les résultats ont été jugés qualitativement positifs dans la mesure où les élèves du groupe expérimental ont mieux réagi par la suite devant un problème de gestion de fichiers.

Cette expérience est intéressante pour la dynamique qu'elle apporte dans le fonctionnement du groupe-classe à propos de notions nouvelles qu'il s'agit d'élaborer, souvent à partir d'idées fausses préexistantes chez les apprenants, chose courante en informatique, comme nous l'avons observé. Un autre intérêt de cette séquence est d'avoir montré que l'on

(15) D. Marty, académie de Toulouse.

pouvait adapter ce modèle, initialement conçu pour une taxinomie descriptive, aux situations visant à faire acquérir des savoir-faire, des opérations pratiques sur le dispositif.

4.3. L'utilisation des théories informatiques : une approche technique centrée sur l'objet

Une autre équipe de l'étude [Lévy, 1995] formée de mathématiciens (16) s'est intéressée à une approche des logiciels généraux (et principalement du traitement de texte, objet de nombreux stages) par la théorie des "Langages Orientés Objet", support de langages de programmation de haut niveau et de la plupart des interfaces actuels. Nous avons là un des rares exemples (mais l'avenir nous en apportera certainement d'autres) de convergence fructueuse entre le niveau théorique de la "science informatique" et les utilisations des dispositifs micro-informatique sur le terrain des apprentissages.

...et prendre
appui sur
la "science
informatique"

Un objet, c'est un ensemble de propriétés (les propriétés ou "attributs" d'un caractère dans un document peuvent être la police, la taille...) et un ensemble de fonctions (méthodes) dont un sous-ensemble important sert à changer la valeur des propriétés.

On peut ainsi analyser l'objet fichier "ensemble fini d'informations enregistrées sur disque" comme une classe d'objets informatiques dont les représentants (instanciations) ont en commun d'avoir les mêmes propriétés, le terme propriétés regroupant les attributs (identificateur, taille...) et les comportements ou méthodes (dupliquer, renommer...). Sans en établir une liste exhaustive, on peut tenter de pointer les attributs et méthodes les plus couramment mis en œuvre lors d'une session de travail sur micro-ordinateur (voir tableau page suivante).

Toute action d'un utilisateur d'un programme informatique peut également se décrire en s'appuyant sur le schéma "fonction/argument/[paramètres]", la suite des paramètres étant en nombre variable éventuellement vide. On peut remarquer que certaines situations utilisent des paramètres implicites (valeurs par défaut). L'effet d'une fonction est de modifier l'état d'un ou plusieurs éléments constituant le "système informatique", c'est-à-dire les mémoires.

Ce schéma peut s'appliquer à la notion de fichier, par exemple pour la fonction de copie.

(16) D. Bergue, P. Bras, P. Jeanne, O. Frémont, C. Sabourin, académie de Rouen.

Un fichier possède	
attributs	un identificateur : il regroupe ce que l'on nomme généralement le "nom" et le "chemin", et correspond à un emplacement physique sur disquette ;
	un contenu : la suite d'octets le composant ;
	une structure ou format : propriété qui fait qu'il peut être reconnu par tel ou tel logiciel ;
	une taille : volume de données mesuré en octets ;
	une date de création ;
	un certain nombre de valeurs logiques indiquant le statut d'un fichier : fichier caché, système...
	un état : ouvert, fermé.
	...
Un fichier peut être	
méthodes	créé ;
	supprimé ;
	dupliqué (avec changement d'identificateur) ;
	renommé (avec changement d'identificateur) ;
	modifié ;
	lu ;
	écrit.
	...

fonction	argument	paramètres
1) formater	la disquette située dans le lecteur A:	au format 720 Ko
2) activer la commande	QUITTER du menu FICHIER	
3) enregistrer	le document de travail	sous le nom FIGURE1.G2D
4) enregistrer	le document de travail	
5) transformer	les caractères sélectionnés	en gras, italique et taille 12

Enfin, une généralisation de cette schématisation est proposée pour une approche du traitement de texte. On considère alors un texte comme un document, une suite de caractères, de paragraphes, de pages, de sections ou de divisions. Chaque type d'éléments possède un ensemble propre d'attributs et de fonctions pour changer leur valeur. Deux éléments sont du même type s'ils ont les mêmes attributs et fonctions.

L'action d'un utilisateur est donc de connaître le type d'objet dont il veut modifier un ou plusieurs attributs, d'opérer une sélection si besoin et de lui appliquer la fonction appropriée, éventuellement accompagnée d'un choix de paramètres (fonction/argument/[paramètres]). Par exemple, pour définir les retraits d'un paragraphe, il faudra :

- sélectionner le paragraphe : suivant le contexte logiciel, il suffira de placer le curseur dans le paragraphe en question, ou d'opérer une sélection plus explicite ;
- désigner la fonction appropriée : le procédé offert par les logiciels est d'aller choisir dans un menu la commande correspondante ;
- régler les paramètres éventuels de la fonction choisie. On peut remarquer que la plupart des fonctions de mise en forme permettent le choix de la valeur de plusieurs attributs simultanément.

Cette approche a été expérimentée (qualitativement) dans quelques formations d'initiation au traitement de texte, dans un cadre MAFPEN ; elle a généralement été bien reçue par les stagiaires.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Malgré les difficultés rencontrées à tous les niveaux par tous les acteurs que nous avons pu observer dans nos recherches, ceux-ci ne remettent pas en cause la pertinence de l'utilisation de l'ordinateur dans leurs travaux, même s'ils ont conscience des efforts à fournir pour en tirer bénéfice ; leur motivation est solidement ancrée dans une évolution du monde technique globalement acceptée. Les enseignants et formateurs voient bien les potentialités que renferment de tels outils pour différentes sortes d'aides ; le problème du surcroît de connaissances à acquérir, évoqué plus haut, trouve ici un début de réponse positive. Les apprenants sont aussi favorables à cette évolution, même s'ils ont des motivations plus diverses.

Mais la richesse des nouveaux outils entraîne donc leur complexité d'utilisation. Les instruments informatiques nécessitent pour leur propre usage des acquisitions spécifiques, quelles qu'en soient les applications. C'est peut-être la première fois que cette situation se produit de manière

la motivation
est présente

la diffusion a des
conséquences...
inattendues !

aussi "lourde" dans le processus général de formation (17). Jusqu'à présent, instrumentalisation était liée à "savoir-faire". Maintenant ce n'est plus suffisant, l'instrument informatique est lié à "abstraction" ; se servir efficacement de ses possibilités nécessite un abord plus fondamental, passant par des conceptualisations.

Un autre point mérite notre attention : la diffusion rapide des ordinateurs dans le grand public provoque une familiarisation de fait des élèves possesseurs d'installations domestiques. "*Ils font la classe...*" nous a-t-on rapporté récemment (18) ! Cette situation se répercute au niveau scolaire d'une manière qui peut être vécue comme inconfortable par des enseignants non rompus à la manipulation des systèmes ; ils peuvent se sentir déstabilisés dans leurs connaissances et, partant, dans leurs relations avec leurs élèves. Sans généraliser cette situation "extrême" il semble important de mentionner la nécessité de la formation des enseignants à l'usage des instruments. Mais ce problème est complexe...

L'avenir technologique : les réseaux, le multimédia

Les réseaux locaux, dans la mesure où ils sont installés et gérés par des spécialistes (19), n'entraînent pas de nouvelles difficultés pour les utilisateurs. Au contraire, la mise à disposition de données communes, partageables, telles que des fichiers de travaux d'élèves, accroît les ressources des installations, ce qui ne peut qu'encourager les acteurs à en tirer profit.

l'avenir est plein
d'inconnues

Les grands réseaux sont en pleine phase de démarrage et il semble trop tôt pour se prononcer sur leur efficacité en matière de formation, notamment quant à un compromis de "rentabilité" éducative par rapport à un investissement en matériel et en apprentissage aux accès. Il semble donc indispensable de suivre de près ces développements.

Le domaine du multimédia est porteur d'immenses potentialités. Mais là encore se pose un problème d'adaptation et de formation non négligeable : les utilisations fructueuses nécessitent (peut-être temporairement ?) des conceptualisations relatives aux objets qui se diversifient : texte, image et sons doivent être traités de manière homogène, ce qui ne ressort pas d'une démarche "spontanée".

Il semblerait que l'utilisation de ces deux derniers types d'outils ouvre également vers la problématique d'une formation rationnelle à la recherche documentaire.

(17) Auparavant, l'utilisation d'instruments était réputée beaucoup plus transparente (du moins en principe). Peut-on faire référence à l'audio-visuel ?

(18) Entretien avec un responsable de réseau d'un lycée.

(19) La question institutionnelle de la mise en place de tels personnels reste cependant posée, et semble loin d'être résolue pour le moment...

Une remise en question de la “mise en scène du savoir” par la technologie ?

L'entrée dans l'ère de l'information, l'éloignement des aspects matériels entraînent certainement des modifications importantes dans les contenus à transmettre autant que dans la forme même de leur transmission. La dominante de cette transformation étant l'abstraction, il reste à trouver des moyens efficaces, pour tous, pour optimiser les acquisitions de ce type. En particulier, le principal paradoxe est celui de la relation “théorie-pratique”, de l'appropriation des savoir-faire sur des objets éloignés - sinon dépourvus - de réalité matérielle. Le problème, loin d'être résolu, passe de toute manière par une nécessaire formation de tous les formateurs, car l'acculturation “naturelle” en la matière n'est pas assez efficace.

Une autre question ouverte est celle de la transformation des processus de transmission des connaissances par l'usage des instruments ; s'il est évident que l'on ne peut invoquer une “neutralité” ou une transparence de ces dispositifs, nous ne sommes pas encore en mesure de mesurer leur impact et d'élaborer des didactiques disciplinaires prenant pleinement en compte l'ensemble de leurs potentialités.

Évolution des questions de recherche

L'émergence de nouvelles questions appelle donc de nouvelles formes d'investigations, dont la principale caractéristique nous semble être une pluralité des approches. Construire aujourd'hui une image utile de l'intégration des technologies de l'information dans le système éducatif passe aussi par des analyses sociologiques prenant en compte des facteurs institutionnels (comment se met en place l'informatique dans les établissements), les différents domaines d'application et leurs interactions (la bureautique professorale, l'informatique administrative en relation avec les activités proprement pédagogiques) et l'évolution de la culture informatique du public. Les nouvelles recherches des équipes de l'INRP s'orientent résolument dans ce sens.

Jean-François LÉVY
Département TECNE “Technologies
nouvelles et éducation”, INRP

l'approche
cognitive
ne suffira pas

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BACHELARD, G. [1947]. *La formation de l'esprit scientifique*. Paris, (douzième édition 1983) Vrin.

BARON, G.-L., BRUILLARD, E. [1993]. *La prise en compte de l'informatique dans la formation des enseignants ; étude de cas dans un IUFM*. Rapport technique INRP 93-4 092, novembre 1993, Paris, INRP.

BARON, G.-L., BRUILLARD, E. [1996]. *L'informatique et ses usages en éducation*. Paris, PUF.

BARTH, B.-M. [1987]. *L'apprentissage de l'abstraction*. Paris, Nathan.

BARTH, B.-M. [1993]. *Le savoir en construction*. Paris, Retz.

BRETON, P. [1990]. *Une histoire de l'informatique*. Paris, Seuil.

CAUZINILLE-MARMÈCHE, E., MATHIEU, J. et WEIL-BARAIS, A. [1983]. *Les savants en herbe*. Berne, Peter Lang.

CHEVALLARD, Y. [1985]. *La transposition didactique, du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble, (deuxième édition 1991) La Pensée sauvage.

CUBAN, L. [1986]. *Teachers and machines ; the classroom use of technology since 1920*. New York & London, Teachers College Press, Columbia University.

DEFORGE, Y. [1985]. *Technologie et génétique de l'objet industriel*. Paris, Maloine.
Technologie et génétique de l'objet industriel. Paris, Maloine.

DEVELAY, M. [1995]. *De l'apprentissage à l'enseignement*. Paris, ESF.

GILLE, B. (sous la direction de) [1978]. *Encyclopédie de la Pléiade, Histoire générale des techniques*. Paris, NRF.

GIORDAN, A. et DE VECCHI, G. [1987]. *Les origines du savoir*. Neuchâtel, Delachaux & Niestlé.

HOC, J.-M. [1987]. *Psychologie cognitive de la planification*. Grenoble, Presses Universitaires de Grenoble.

LÉVY, J.-F. [1993]. *Traitement de texte et bureautique, observations et propositions pour la formation professionnelle* (Rencontres pédagogiques n° 32.). Paris, INRP.

LÉVY, J.-F. [1995]. *Pour une utilisation raisonnée de l'ordinateur dans l'enseignement secondaire ; analyses de pratiques et propositions pour un meilleur usage des instruments micro-informatiques*. Paris, INRP-EPI.

MALGLAIVE, G. [1990]. *Enseigner à des adultes*. Paris, PUF.

MARCHAND, D. [1993]. "Modélisation en sciences physiques et robotique pédagogique", in *Regards sur la robotique pédagogique, actes du quatrième colloque international sur la robotique pédagogique*. Liège, Université de Liège-INRP.

MARTINAND, J.-L. [1986]. *Connaître et transformer la matière, des objectifs pour l'initiation aux sciences et techniques*. Berne, Peter Lang.

MOSCOVICI, S. [1961]. *La psychanalyse, son image et son public*. Paris, PUF.

PERRIN, J. (sous la direction de) [1991]. *Pour une science des techniques*. Limonest, L'Interdisciplinaire.

RICHARD, J.-F. [1990]. *Les activités mentales, comprendre, raisonner, trouver des solutions*. Paris, Armand Colin.

SIMONDON, G. [1969]. *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris, Montaigne.

La transposition didactique à l'épreuve [1994] coordonné par G. ARSAC, Y. CHEVALLARD, J.-L. MARTINAND, A. TIBERGHIEŒ. Grenoble, La pensée sauvage.

TOUSSAINT, J. [1990]. "Associer raisonnablement informatique et didactique, par l'étude des automatismes". *Aster*, n° 11, *Informatique, regards didactiques*. Paris, INRP.

VERGNAUD, G. [1985a]. *L'enfant, la mathématique et la réalité*. Berne, Peter Lang.

VERGNAUD, G. [1985b]. "Concepts et schèmes dans une théorie de la représentation", *Revue française de psychologie*, n° spécial : *Apprentissage et didactique* 30-3/4, pp. 245-252.