

VOUS AVEZ DIT INFORMATIQUE ET DIDACTIQUE ?

Jacques Toussaint

Un numéro dont le thème central porte sur l'informatique, dans une revue de didactique des sciences ? C'est un choix que le comité de rédaction d'Aster a accepté de faire à un moment où l'informatique, en s'imposant comme un fait social et culturel, devient également un fait d'enseignement, renouvelant de façon parfois importante les méthodes et points de vue de toutes les disciplines scolaires. L'informatique interroge donc la didactique, et il convenait de proposer les réponses de quelques didacticiens, des sciences en particulier, sur les relations qui s'établissent peu à peu entre informatique et didactique.

1. INFORMATIQUE ET ENSEIGNEMENT

1.1. Le cadre institutionnel

Depuis septembre 1985 l'informatique fait officiellement partie des outils à la disposition des maîtres et professeurs de l'enseignement français. Dans le corps des programmes et instructions pour l'école élémentaire (arrêté du 23 avril 1985) on retrouve le terme cité à plusieurs reprises, en français, en mathématiques, en sciences et techniques, mais pour le législateur le choix est clair : il ne s'agit pas d'un enseignement d'informatique, uniquement un nouvel instrument de ressource pour le maître, même si, par crainte peut-être de réticences, il a tenu à préciser qu'un horaire de cinquante heures devait, sur les deux dernières années de l'école élémentaire, être réservé à son étude du point de vue scientifique et technique ⁽¹⁾. Mais les domaines de cette utilisation ne sont toutefois pas limités et peuvent aller de la lecture et l'écriture ⁽²⁾, à la résolution de problèmes mathématiques ⁽³⁾.

un nouvel outil
pour les
disciplines
scolaires à l'école

- (1) "L'importance de l'informatique justifie qu'au cours moyen cinquante heures au moins lui soient consacrées". *Programmes et Instructions - Ecole Élémentaire*. Paris. Centre National de Documentation Pédagogique. 1985. p. 51.
- (2) "...la lecture se fait aussi sur un écran de télévision ou de micro-ordinateur...les divers moyens de produire (des signes) : imprimerie traditionnelle, dactylographie, informatique". Idem, p. 24 et 26.
- (3) "L'utilisation de l'informatique, à propos de la résolution d'un problème numérique ou géométrique, en particulier au cours moyen, permet d'initier l'élève à la recherche d'algorithmes et de développer ses capacités logistiques". Idem, p. 41.

Ces instructions, dont le caractère obligatoire est rappelé dans le texte de l'arrêté, ont été détaillées dans un ensemble de fiches complémentaires mettant encore plus l'accent sur l'aspect novateur de certains de ces choix : la culture du "futur citoyen de l'an 2000" ne peut ignorer l'informatique : "*Caractériser l'introduction de l'informatique à l'école comme celle d'une culture, c'est indiquer qu'il ne s'agit pas seulement d'apporter aux élèves une somme de connaissances et de compétences juxtaposées ; il s'agit de participer à la formation de leur personnalité, et de leur donner la vision d'ensemble d'une réalité complexe et globale*"⁽⁴⁾.

La réalité du terrain, mais aussi certainement les changements de responsables politiques ont modéré cette ambition de "*favoriser chez les enfants, par cet enseignement, le développement d'une culture technologique moderne*"⁽⁵⁾, et deux ans après, les objectifs officiels étaient restreints aux trois énoncés :

1. la familiarisation avec l'informatique pour tous les élèves;
2. la mise en œuvre des programmes et instructions officiels en mathématiques et en sciences et technologie au cours moyen;
3. l'utilisation de l'informatique comme instrument d'enseignement au service de toutes les disciplines.⁽⁶⁾

Au niveau des collèges, c'est surtout dans le cadre de la technologie que les programmes officiels proposent l'étude de l'informatique, en tant qu'élément transversal aux trois pôles qui sont choisis pour définir cette discipline, électronique, mécanique et gestion. Dans les programmes de physique, on trouve dans une page des commentaires de la classe de cinquième quelques références au fonctionnement d'un ordinateur et à son utilisation. Mais la physique en cinquième n'a plus une longue vie devant elle...

mais très discret
dans le
secondaire

Sans regarder du côté de l'enseignement professionnel ou de quelques classes à option explicite (seconde, première "informatique"), on ne retrouve inscrit d'enseignement d'informatique que dans les classes post-baccalauréat, sous forme de l'apprentissage d'un langage, ou comme outil de laboratoire. Bien sûr, peut-on objecter, l'informatique peut être un outil pour toutes les disciplines du collège ou du lycée. Mais est-il objet d'apprentissage pour les élèves... ou simple objet démonstratif à disposition de l'enseignant ?

Néanmoins, pour les maîtres et professeurs d'une part, pour les formateurs d'autre part, par delà les louvoisements des décideurs, la question reste de déterminer les contenus et méthodes d'enseignement, car les matériels, même souvent critiqués, existent dans les écoles et collèges depuis le plan Informatique

(4) *Fiche Informatique*. Compléments aux programmes et instructions du 15 mai 1985. Paris. Ministère de l'Éducation Nationale. 1985.

(5) Idem (4).

(6) Circulaire de la Direction des Ecoles. *Bulletin Officiel de l'Éducation Nationale* n° 37, 22 octobre 1987. Paris. 1987.

Pour Tous, et les désirs des enfants sont grands devant ces objets que l'on aimerait bien utiliser...

1.2. Les premiers essais

La décision d'introduire l'informatique dans l'enseignement, lorsqu'elle a été prise, s'est appuyée sur les résultats d'un certain nombre d'innovations et de recherches à caractère didactique ou pédagogique, menées alors depuis plusieurs années tant à l'Institut National de Recherche Pédagogique (INRP), dans des laboratoires universitaires, souvent liés aux Instituts de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques (IREM) que dans quelques écoles normales, qui ont expérimenté la faisabilité de l'introduction de l'ordinateur dans l'enseignement.

une première
expérience
centrée sur les
méthodes
algorithmiques

- La première expérience "structurée" est probablement l'expérience dite des "58 lycées", placée sous l'égide de l'INRP, qui s'est poursuivie par celle des "10000 micro-ordinateurs", et qui, dès 1970, cherchait à "introduire l'informatique en tant que démarche de pensée nouvelle par le biais de disciplines existantes et donc de promouvoir une certaine rénovation pédagogique"⁽⁷⁾. Cette expérience a surtout eu pour objectif l'analyse et la mise au point de logiciels, soit d'enseignement assisté par ordinateur, soit de simulation. La plupart des réflexions menées "sont centrées sur les méthodes algorithmiques qui sont à la base des diverses applications de l'informatique..."⁽⁸⁾. Le micro-ordinateur est, dans cette expérience, un nouvel outil de laboratoire, aux capacités très importantes certes, mais sur lequel on ne s'interroge pas.

- Un second courant de recherche, impulsé par des didacticiens des mathématiques, chercheurs au sein des IREM ou enseignants de collèges et d'écoles normales a exploité les possibilités du langage Logo pour l'appropriation de l'espace par les apprenants et la découverte des premiers éléments de géométrie. Dès 1973, plusieurs équipes ont développé le langage mis au point par Seymour Papert dans une perspective constructiviste des apprentissages : "La présence de l'ordinateur, en particulier la médiation obligée qu'il réalise entre l'enfant et la réalisation est ici essentielle. Il permet de déléguer un grand nombre de pouvoirs classiques du maître en matière de décision sur l'exactitude des réponses de l'élève à la diligence de ce dernier"⁽⁹⁾.

L'orientation ici est celle de l'apprentissage et l'utilisation d'un langage particulier pour permettre le développement de capa-

(7) Monique SCHWOB. "Les sciences physiques dans l'expérience des 58 lycées". *Actes des Quatrièmes Journées Internationales sur l'Education Scientifique*. Paris. André Giordan et Jean-Louis Martinand éditeurs. 1982.

(8) Monique SCHWOB. Idem (7).

(9) André ROUCHIER. *Théorème du trajet total de la tortue et trace des polygones réguliers*. Orléans. Collection Recherche n°3. IREM. 1985.

une autre
prenant appui sur
les apprentissages
des élèves

une troisième
visant le
développement
d'une culture

cités et de connaissances dans le domaine de la géométrie : "*La question qui se pose en effet est de savoir si dans ces tranches d'âge, il est possible que les enfants acquièrent la capacité d'écrire des programmes simples, non pas en vue de la seule maîtrise de l'informatique, mais pour élaborer par eux-mêmes un projet, le tester et en tirer ainsi une expérience modélisante*"⁽¹⁰⁾. De l'apprenant utilisateur de la machine, on est passé au programmeur, même si le langage de programmation est conçu pour permettre "*de décrire des actions et des états simples de manière compréhensible et non ambiguë pour des enfants*"⁽¹¹⁾.

• Une troisième direction de recherche s'est axée sur le développement d'une culture technique au collège, mais aussi dès l'école élémentaire, dans le cadre de l'enseignement de la technologie. En 1984, la Direction des Ecoles proposait dans seize écoles normales une action d'expérimentation sur l'introduction de l'informatique technologique (automates programmables et robots) à l'école élémentaire : "*Les enfants doivent acquérir les rudiments d'une culture informatique dont la robotique constitue une composante... Il est souhaitable qu'ils puissent réaliser et commander eux-mêmes, dans le cadre d'activités scolaires, de petits automates ou de petits robots*"⁽¹²⁾. C'est une recherche d'ingénierie didactique qui doit mettre au point un matériel spécifique (interfaces et maquettes programmables) ainsi que les situations proposées aux enfants (des feux tricolores de carrefour aux mobiles bidimensionnels). L'aspect programmation est réduit à l'utilisation organisée de procédures (en Logo) ou de sous-programmes écrits (en Basic), l'attention de l'enfant est surtout requise sur l'architecture logique des actions à exécuter (l'organigramme) ainsi que toute la partie technique en amont : construction de la maquette, fonction des éléments utilisés, réalités sociales de l'objet... L'ordinateur, et donc l'informatique qu'il utilise, est à présent outil d'étude, permettant de réaliser rapidement des tâches fastidieuses ou encombrantes, supplantant l'être humain, mais ce dernier en conserve la maîtrise : il n'a plus de caractère magique.

Dans le même ordre d'idées, la technologie au collège, en rénovant profondément ses concepts et méthodes, propose l'informatique comme l'un des axes fondamentaux de son enseignement : "*L'informatique constitue un champ transversal étudié lors des activités proposées aux élèves en technologie*"⁽¹³⁾. Intégrée dans un tel enseignement, l'étude de l'infor-

(10) Jacques PERRIAULT. "Pratiques actives de l'informatique par l'enfant", *Recherches Pédagogiques* n° 111, Paris. INRP. 1981. p. 5.

(11) Isidore N'GOSSO, Frédérique ROBERT. Idem (10), p. 7.

(12) *Robotique*, rapport intermédiaire. Lyon. Direction des Ecoles, Ministère de l'Education Nationale. 1986. CRDP de Lyon.

(13) "Compléments aux Programmes et Instructions". *Collège, Technologie*. Paris. Direction des Collèges, Ministère de l'Education Nationale, CNDP. 1986.

matique cherche à dégager les concepts et méthodes de techniques largement mises en œuvre dans la vie industrielle et sociale, de la bureautique à la productique. Là aussi, un travail d'ingénierie didactique est à mener, afin de promouvoir matériels et situations correspondantes... mais aussi un travail de prise en compte des réalités professionnelles pour les transposer aux situations d'enseignement.

2. INFORMATIQUE ET DIDACTIQUE

L'informatique est donc entrée dans l'enseignement, parfois à grand renfort d'opérations médiatiques qui laissent un sentiment d'insatisfaction chez quelques uns : " *L'informatique scolaire nage en plein brouillard...*" titrait récemment un quotidien du soir ⁽¹⁴⁾. Mais par derrière des opinions au caractère accrocheur tout un travail de recherche a lieu afin de dégager un ensemble de possibles, recherches de faisabilité, recherches sur des contenus, sur des moyens, recherches innovantes.

2.1. Les domaines de recherche explorés

Sans avoir l'intention d'être exhaustif, nous voudrions regarder l'étendue de ces domaines, pour en faire ressortir la diversité, au niveau des objets d'étude (l'informatique sous tous ses aspects...) et au niveau des applications dans les classes (l'informatique pédagogique et / ou didactique).

- L'informatique est applicable dans de nombreuses disciplines d'enseignement, c'est alors un instrument facilitant pour l'enseignant (et les élèves) par rapport à l'apprentissage. C'est la mise au point ou l'adaptation de logiciels pour leur utilisation en classe : traitements de textes pour favoriser lecture et écriture, tableurs pour faciliter l'exploitation de données brutes ou expérimentales, programmes scientifiques de simulations de situations en direction de la modélisation (scientifique, économique, géographique, humaine, etc), un article d'un précédent numéro d'Aster a donné un tel exemple ⁽¹⁵⁾, jusqu'à la mise en œuvre de logiciels "adaptés" dans les enseignements pré-professionnels (gestion ou technique).

- L'informatique peut-elle être objet d'enseignement, devenant ainsi une nouvelle discipline avec ses questions, ses problèmes et donc ses contenus ? Alors une didactique de l'informatique doit exister, mettant en œuvre les concepts des autres didactiques et créant ses propres objets de savoir, comme par exemple

des directions de
recherche variées

(14) *Le Monde*, rubrique Technologie. Paris. 19 Septembre 1990.

(15) Alain DUREY, "Vers des activités didactiques de mise au point de modèles de physique avec des micro-ordinateurs", *Expérimenter, modéliser, Aster n° 8*. Paris. INRP, Département de didactique. 1989.

la récursivité : ce point de vue est développé dans deux articles de ce numéro, provenant d'équipes de mathématiciens.

- L'informatique peut-elle être un objet d'apprentissage, intéresser les élèves aux modes de fonctionnement et aux capacités des machines ? Il faut alors faire ressortir les concepts scientifiques et techniques qui sont mis en jeu dans cet apprentissage. Objet technique, son introduction dans l'enseignement doit prendre en compte les résultats des recherches en didactique des sciences et des techniques sur la structure des contenus à mettre en avant et les relations éducatives qui s'instaurent : c'est l'objet de deux articles de formateurs en physique et technologie.

- L'informatique peut-elle être un outil de mise en œuvre d'apprentissages, outil qui, par son caractère novateur et sa puissance de traitement, aura un statut particulier dans la "panoplie" de l'enseignant ? C'est un domaine riche de recherches multiples, dont nous retiendrons essentiellement la position privilégiée qui est accordée dans toutes à l'élève-apprenant. C'est le cas de travaux sur l'appropriation de l'espace par de jeunes enfants mettant en relation activités physiques et utilisation de mobiles informatisés ("tortue-plancher" pilotée en LOGO), de l'apprentissage de la musique par l'intermédiaire du langage LOGO également ⁽¹⁶⁾, de la mise en place de situations de lecture rendant l'enfant autonome (ELMO), de la mise en œuvre de langages-auteurs qui dégagent l'enseignant des contraintes de la programmation pour le focaliser sur l'activité éducative : un article présente une telle exploitation en situation de formation.

- L'ordinateur peut-il renouveler le sens de l'expérience dans les domaines scientifiques, en donnant une nouvelle signification aux notions de variables, de hasard, de fait scientifique ? C'est alors un changement de point de vue épistémologique qui est visé dans de telles situations, en exploitant la rapidité de traitement de la machine d'une part, sa très grande capacité à engranger des données d'autre part : la résistance d'un conducteur n'est plus le rapport de la tension à ses bornes par l'intensité du courant qui le traverse, mais le coefficient de corrélation du nuage de points (U,I), un acide chimique est directement caractérisé par la courbe de neutralisation qu'il fournit avec la soude, et l'on pourrait prendre d'autres exemples ⁽¹⁷⁾. Un article, décrivant l'exploitation d'images satellitaires, montre le changement nécessaire de point de vue des élèves sur la notion d'image scientifique dans le domaine de l'écologie.

Le questionnement didactique porte essentiellement sur la décontextualisation de savoirs fondamentaux et leur

(16) Paul CAUBISENS, *Musilog, Logo pour faire de la musique*, publication interne. Paris. INRP. 1987.

(17) Collectif. *L'ordinateur, outil de laboratoire en sciences physiques*. Paris. INRP et UDP. 1985, 1987, 1988.

recontextualisation pour en faire des contenus d'enseignement. Nous ne proposons donc pas, dans ce numéro d'Aster, d'article sur la mise au point de logiciels pour l'enseignement ou sur l'utilisation précise dans une discipline de tel ou tel outil informatique. Par ailleurs, pour les autres domaines de recherche, il a fallu faire des choix et tenir compte des possibles : certains manques peuvent apparaître, ce qui était prévisible, et toute contribution ultérieure sera la bienvenue.

2.1. Les questions qui restent posées

On ne peut arrêter cette mise en relation de l'informatique et de la didactique sur ces quelques questions qui semblent toutes recevoir des réponses, ou du moins des amorces de réponses. Si ces questions portaient surtout sur les aspects de la concrétisation vers l'enseignement de l'informatique, un autre domaine, touchant à l'éthique, reste pour le moment dans les sphères du supputatif...

- L'introduction de l'informatique dans le système éducatif prend-elle en compte les finalités de développement d'une culture scientifique et technique ? En quoi l'informatique, par elle-même, contribue-t-elle à ce développement ? Peut-on aller jusqu'à avancer que l'informatique développe sa propre culture ? Un article propose ce point de vue en s'appuyant sur la diversité des moyens nouveaux mis à disposition des citoyens dans la société actuelle, diversité qui ne peut pas ne pas entraîner des ruptures dans les comportements de chacun, et donc la création d'une nouvelle culture. Mais dans le cadre de l'enseignement, ne risque-t-on pas de transférer la dérive démiurgique que relève P. Meirieu ⁽¹⁸⁾ du formateur vers la machine, et ceci d'autant plus facilement que la machine n'aura pas d'états d'âme !

- Est-ce que l'enseignement est prêt à accepter les mutations nécessitées par l'introduction de l'informatique ? Le reproche le plus fréquent qui a été adressé à cette introduction est le même que celui fait (et vérifié) lors de la tentative d'introduction des moyens audio-visuels : une "débauche de matériel" ne peut rénover spontanément des pratiques bien établies. On peut remarquer néanmoins que l'enseignement de l'informatique, bien plus que l'audio-visuel, a créé une dynamique de recherche sur les contenus et les moyens. Même si les solutions n'existent pas encore sous forme directement transférable, les enjeux éducatifs imposent que l'on réponde et que les choix soient faits par les décideurs.

- Est-ce que l'informatique peut créer un nouveau rapport au savoir et à sa communication ? Si l'analyse didactique des contenus met en avant de nouvelles notions, de nouvelles conditions d'apprentissage, et si l'acte d'enseignement est

des questions
auxquelles il
faudra répondre

(18) Philippe MEIRIEU. *L'école, mode d'emploi*. Paris. Editions ESF. 1985.

surtout une transmission de savoirs, est-ce que l'utilisation de moyens comme les banques de connaissances et leur accès facile (vidéotex et minitel) ne transforment pas le rôle de l'enseignant qui n'est plus le seul détenteur de ce savoir ? Cette question sur le statut du savoir est plus profonde que celle qui avait été posée par la mise à disposition instantanée d'informations par les moyens audio-visuels.

- Arriverons-nous un jour à "mettre l'esprit dans la machine", à réaliser et exploiter dans l'enseignement des machines artificiellement intelligentes ? C'est également un changement de statut du savoir qui est visé par cette interrogation : d'un savoir essentiellement déclaratif, qu'il s'agit pour les élèves de mémoriser pour l'appliquer, l'intelligence artificielle devrait permettre le passage à un savoir procédural, aidant les élèves à comprendre ce qu'ils font ⁽¹⁹⁾. Peu de travaux en didactique portent actuellement sur ce thème, pourtant prometteur.

- Enfin, comme le remarquait J.-L. Martinand, si l'on vise à des changements dans le système éducatif, il faut les envisager avec beaucoup d'ambition : " il ne servirait à rien de traiter séparément instruments, démarches, objectifs et formation des maîtres "⁽²⁰⁾. Quels changements cherche-t-on à introduire, avec quels moyens, pour quels contenus... et donc avec quelle formation des maîtres ?

Jacques TOUSSAINT
 École Normale du Loiret, Orléans
 Équipe de didactiques des sciences expérimentales, INRP
 Service Universitaire de Formation des
 Maîtres et Formateurs,
 Université d'Orléans

-
- (19) Michel CAILLOT. "L'ordinateur comme aide à la résolution de problème" in *L'informatisation dans l'éducation scientifique*. Actes des quatrièmes Journées Internationales sur l'Éducation Scientifique. Paris. A. Giordan et J.-L. Martinand éditeurs. 1982.
- (20) Jean -Louis MARTINAND. Introduction aux quatrièmes journées, in *L'informatisation dans l'éducation scientifique*. Actes des quatrièmes Journées Internationales sur l'Éducation Scientifique. Paris. A. Giordan et J.-L. Martinand éditeurs. 1982.