Zeitschrift: Bildungsforschung und Bildungspraxis : schweizerische Zeitschrift für Erziehungswissenschaft = Éducation et recherche : revue suisse des sciences de l'éducation = Educazione e ricerca : rivista svizzera di scienze dell'educazione

Herausgeber: Schweizerische Gesellschaft für Bildungsforschung

Band: 5 (1983)

Heft: 1

Artikel: Informatique et éducation : Préalables pour une politique éducative

Autor: Giordan, André

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-786474

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Informatique et éducation:

Préalables pour une politique éducative.

André Giordan

Nous nous trouvons, avec le développement de l'informatique, devant une réussite technique et économique évidente; pouvons-nous dès lors, prédire un succès culturel à ces nouvelles technologies? En particulier l'introduction de l'ordinateur à l'école et hors de l'école peut-elle transformer l'éducation?
Au travers de l'éducation scientifique, cet article, suite aux confrontations qui se sont déroulées lors des IVes journées sur l'éducation scientifique et à un certain nombre d'études entreprises dans le cadre du Laboratoire de Didactique et d'Epistémologie des Sciences de Genève, cherche à faire un état des possibilités ouvertes et des limites envisageables. Il propose un certain nombre de réflexions préalables ou d'études à entreprendre afin de déterminer des politiques d'innovations en la matière, notamment au niveau des processus d'apprentissage à maîtriser et des stratégies à envisager.

1. Informatique et éducation:

Depuis plusieurs millénaires l'espèce humaine utilise d'innombrables moyens de communication pour transmettre les connaissances accumulées par ses sociétés: déjà les idéogrammes et les pictogrammes codaient de manière symbolique les us et coutumes du groupe ou les événements de son histoire. Plus tard, avec les chapiteaux sculptés des églises romanes, elle fabriquait pour un peuple encore illettré, un grand livre du savoir, à la fois explication du monde et idéologie. Depuis l'invention du livre, peu de nouveaux moyens de communication étaient apparus. Aujourd'hui les technologies électroniques en ont fait naître qui sont susceptibles de trouver un usage rapide en éducation: magnétoscope, vidéodisque, hologramme, écrans de visualisation plats et portables, télévision numérique, par câble, satellites de diffusion directe, fibres optiques, réseaux informatiques et ordinateurs . . .
Cependant, constante dans les sociétés contemporaines, l'éducation est toujours en retard sur l'actualité. Elle continue à se perpétuer en vase clos, dans un monde en rapide évolution, comme du temps où elle avait pour fonction de transmettre le savoir établi dans un univers qui variait peu. Il s'avère aujourd'hui nécessaire de modifier cet état de choses: l'éducation se doit d'intégrer le changement, voire de le devancer puisqu'elle est en principe chargée de s'occuper des générations futures.
Conçu initialement pour effectuer des opérations mathématiques, l'ordinateur apparaît aujourd'hui comme un outil général de traitement de l'information, capable de simuler n'importe quel modèle, pour autant qu'il puisse être décrit. De plus, jusqu'à une époque récente, l'informatique était coûteuse, ésotérique, peu performante et de ce fait réservée à un nombre restreint d'individus, dans le cadre d'entreprises le plus souvent. Des progrès récents et continus, une évolution de leurs composants et leur miniaturisation ont modifié cet état de choses. Les conséquences prévues ou prévisibles sont à la mesure de cette mutation: des parties de logiciels de base sont déjà inscrites dans la matière, augmentant les capacités de traitements. Des langages de plus en plus «transparents» et accessibles, proches des langues véhiculaires se développent; banques de données aux grandes capacités de stockage; accès aisés; conditions de transport facilitées par les nouveaux moyens téléphoniques; ordinateurs de petite taille. Ajouter à celà, les progrès réalisés dans la production en série et à bas prix de circuits intégrés complexes (1) ainsi qu'un certain nombre de nécessités économiques en matière de politique industrielle. L'ordinateur devient ainsi un objet de consommation à la portée aussi bien du système éducatif formel que du grand public. (2)

De plus, par rapport au matériel encore assez rudimentaire d'aujourd'hui, l'ordinateur personnel des années 1980 bénéficiera de nombreuses améliorations techniques. Avec une grande capacité de mémorisation de plusieurs millions de caractères, il sera non seulement affranchi du disque et de la cassette, mais pourra aussi fonctionner avec des logiciels complexes et gérer un écran plat de grande dimension et de haute définition. Il aura la taille approximative d'un atlas et se mettra sous le bras ou se transportera dans un cartable. Il pourra se connecter à toutes sortes de vidéodisques et, par une ligne téléphonique ordinaire, aura accès à une multitude d'autres ordinateurs, privés, publics et commerciaux. Il offrira à son usager la possibilité de tirer profit des grands systèmes d'information qui se mettent en place actuellement. Le chef d'entreprise pourra transporter avec lui un modèle de son entreprise, le médecin simulera l'effet d'une médication, le compositeur entendra la partition complexe qu'il compose, le citoyen questionnera des bases de données culturelles, civiques ou commerciales, l'enfant, l'adolescent auront accès à des connaissances et à des modes de raisonnement que le livre ne peut leur apporter. L'individu stockera et manipulera des informations personnelles, gérera son foyer et s'adonnera à des activités éducatives ou ludiques.
Réussite technique et économique indéniable; et qu'un pas pour lui prédire la réussite sur le plan culturel. Le développement de l'informatique peut-il alors transformer l'éducation? Avons nous affaire à une nouvelle mode? Que peut-on prévoir en la matière? De telles questions ne sont pas que techniques, elles ont dimension sociale. Dès lors, l'informatique ne peut dépendre des seuls choix des spécialistes du domaine; d'autres acteurs sociaux: éducateurs, didacticiens doivent s'y confronter.
Nous essaierons, dans ce texte, de présenter d'abord les arguments les plus souvent avancés pour justifier l'informatisation dans l'éducation, puis un certain nombre d'analyses de matériaux et de logiciels faites dans notre laboratoire. Nous proposerons enfin des directions de recherches.

2. Transmettre la culture de notre temps.

L'argument majeur, avancé par les tenants de l'informatique éducative, est que l'école doit transmettre la culture de notre temps. L'enseignement doit présenter le même niveau de technicité que le monde extérieur à l'école et préparer ainsi les élèves aux activités (emplois, loisirs . . .) faisant appel aux technologies nouvelles. Un second argument consiste à dire que puisqu'il paraît démontré que les ordinateurs constituent des moyens puissants de traitement et de recherche de l'information, il convient d'y initier les élèves afin qu'ils puissent développer leur maîtrise du monde. L'ordinateur à l'école est un moyen d'accroître les connaissances des élèves, comme aussi un moyen de résoudre des problèmes de niveaux de complexité équivalents à ceux qu'on rencontre dans les activités extrascolaires. A ce propos, l'idée est avancée que les élèves disposant de moyens d'action plus puissants deviendraient plus autonomes, plus créatifs. Confrontés à l'apprentissage de la programmation informatique, les élèves seraient amenés à maîtriser des algorithmes et des heuristiques nouveaux, ce qui devrait les conduire à accroître, à faciliter le développement de leurs capacités intellectuelles comme à leur faire acquérir le goût de la recherche personnelle. Pappert reprend cet aspect en ajoutant qu'il voit ainsi dans l'informatique, un moyen de développement de l'intelligence. Sa principale hypothèse est que l'ordinateur permet

de concrétiser le domaine formel, notamment pour les «capacités de systématisation». Il fait réfléchir sur sa propre pensée, activité intellectuelle élaborée, jusque-là réservées aux spécialistes.
Dans cette perspective, l'informatique est conçue comme instrument pour développer l'intelligence des élèves, et notamment des plus démunis d'entre eux, qui n'auraient pas trouvé dans l'environnement scolaire traditionnel des occasions de développer leurs capacités. L'informatique devient ainsi un moyen de démocratisation de l'enseignement.

3. Intérêts et limites de l'informatique:

De telles analyses méritent qu'on les prenne au sérieux, même si elles résistent mal à une approche critique. Une fois analysés la plupart des innovations sérieuses en la matière, on ne se fait plus d'illusions: le robot ne remplacera pas le pédagogue. Globalement, ce que ne réussit pas la pédagogie habituelle ne semble pas pouvoir mieux «passer» par le biais de technologies sophistiquées. Certes, par certains mécanismes ou techniques, l'informatique devient aide didactique mais elle introduit aussi des difficultés et, parfois, une certaine lassitude. En outre, une initiation scientifique ou technique par exemple, ne peut se limiter à la communication ou même à la manipulation d'informations. Aucune machine, si bien programmée soit-elle, ne saurait prendre en charge la lente maturation, les cheminements divergents et individualisés, le contact avec le laboratoire que nécessite l'appropriation de chaque parcelle de savoir scientifique, et encore moins une méthodologie scientifique.
De plus, dans l'état actuel de nos connaissances, la conception et la production de programmes est, même pour les spécialistes de l'informatique, une tâche beaucoup plus ardue que la conception et la production des ordinateurs eux-mêmes, car ces spécialistes ne sont pas conscients, le plus souvent, de dimensions dont nous reparlerons. Les langages et les méthodes de programmation existants sont pour le moins insuffisants du fait d'une réflexion limitée à propos des processus d'apprentissage.

Cependant s'ils ne sont un «remède de miracle» ces nouveaux moyens détiennent des qualités qui valent qu'on s'y attarde. L'ordinateur peut être un outil intéressant sur un certain nombre de plans. D'abord, l'aspect pour lequel il a été créé: le calcul rapide ou à plusieurs paramètres libérant l'élève de calculs fastidieux ou d'utilisation répétitive de tables lui permettant les applications numériques des formules. Il permet également, sans aucune comparaison possible, la réalisation d'algorithmes et la mise en évidence de variables pertinentes sur lesquelles il est intéressant surtout d'inciter les élèves à raisonner (3). Un grand nombre de recherches (spatiales, médicales et même alimentaires) n'auraient pu se faire sans informatique. De même, certains exercices ne pouvaient être proposés aux élèves, à cause du temps nécessaire aux calculs. L'analyse statistique des données, par exemple, ne se limite plus à des calculs superficiels (en biométrie, épidémiologie) pour faire place à des mises en évidence de corrélations (constructions d'une population gausienne, écart type, modélisation d'une population de Boltzmann). De plus, certaines possibilités de programmation de langage (boucles, tests) permettent de traiter des problèmes qui n'admettent pas de solutions mathématiques simples. Il existe en effet des algorithmes qui permettent de résoudre des systèmes d'équitations non algébriques, des équations différencielles ou des intégrales impossibles à résoudre (diffraction de Fresnel, période d'un pendule pesant, problèmes à trois coups) (4).
L'ordinateur permet aussi des apprentissages de techniques, des applications numériques

de lois scientifiques (influence du Ph, de la température sur une réaction chimique, l'utilisation des lois de Mendel), la réalisation d'exercices d'auto-contrôle (identification d'un climat, introduction aux équations). L'informatique documentaire, les banques de données deviennent également des instruments «facilitants» devant l'accumulation des connaissances (5). Sur ce point, des exemples sont nombreux et prometteurs (évolution de la population dans un écosystème, réaction d'un animal en fonction des conditions environnantes, animation et équilibre d'objet, gestion d'un système énergétique). En utilisant une mini-source de données incorporées et des périphériques graphiques, on peut obtenir des résultats plus rapidement et sous une forme facilement comparable aux données expérimentales. La liaison possible avec des banques de données extérieures peut faciliter le travail bibliographique des élèves et favoriser la maîtrise de l'information; objectif non atteint par les pédagogies habituelles.

L'ordinateur peut également introduire dans l'enseignement des possibilités nouvelles; l'introduction de la simulation, par exemple, permet la modélisation de lois biologiques (étude de la photosynthèse) ou physiques (simulation du déplacement des étoiles ou des satellites). En particulier les divers paramètres peuvent être modifiés au choix de l'élève, des hypothèses formulées, et des expériences réalisées en vue de lui permettre de corroborer des prédictions, de prendre conscience de l'importance respective ou synergique des facteurs intervenants et par là de mieux appréhender le modèle, d'en dégager son champ d'application et ses limites.

L'ordinateur peut alors aider à traiter des problèmes complexes proches du réel: la recherche de panne (moteur, télévision), la réalisation d'un ouvrage industriel (pont, téléphérique), la trajectoire d'un mobile (lancement de fusée, tir de football, de balle de tennis ou de golf, ou encore l'étude des écosystèmes ou des systèmes physiques (immeuble, usine énergétique).

Ces divers aspects sont déjà utilisés dans la recherche scientifique complétant ainsi le travail expérimental. Les quelques applications réalisées montrent qu'il est possible de l'envisager plus largement sur le plan éducatif.

De même, la conception assistée par ordinateur, la simulation d'actions en grandeur réelle (dangereuses ou coûteuses) déjà particulièrement adoptées pour la formation des personnels spécialisés: architectes, ingénieurs, pilotes, peuvent être envisagées pour familiariser les élèves à l'apprentissage de mécanismes aléatoires ou pour les confronter à des problèmes réels. Car jamais, sur un système concret, les élèves n'ont la possibilité de «sentir» l'ensemble des démarches nécessaires: observation et collecte des données, mise en forme et déplacement des problèmes, confrontation des résultats théoriques à l'expérience, rôles des approximations et des décalages etc. . . (6)

A cela s'ajoute pour clore notre liste encore incomplète (7) les possibilités multiples de visualisation (liaison avec l'audiovisuel, notamment par les vidéodisques) et de représentation (infographie) permises qui facilitent sur le plan cognitif les apprentissages (déplacement et «voyage» au travers des molécules complexes (8), géométrie dans l'espace etc. . .)

On peut ainsi voir que, poussées à l'extrême, ces mutations peuvent métamorphoser la relation éducative. En effet, ces cheminements d'apprentissage individualisé, composés de dialogues, d'itérations successives, peuvent changer la relation au savoir car on y retrouve une relation de type préceptoral, enrichie par les capacités diverses de la machine. Ils peuvent permettre de porter un autre regard sur le monde, en offrant diverses simulations interactives par lesquelles les élèves pourront plus facilement s'approprier, à leur rythme et par des passages individuels, les idées portées par les savoirs existants. Ces cheminements fourniront également à une personne seule, la possibilité de produire des métaphores

d'une simplicité et d'une puissance suffisantes pour assurer l'acquisition et le contrôle d'une information de plus en plus diversifiée, allant des nombres aux textes, des images et des sons à des systèmes complexes, car réels.
De même, sur le plan de l'éducation formelle, que signifient alors les notions de cursus, de programmes scolaires pré-établis, ou encore les césures entre disciplines, dès lors que l'on aborde des problèmes interdisciplinaires, que le rythme et la nature des activités varient d'un élève à l'autre que le travail peut se réaliser indifféremment en classe et à la maison? Le rôle de l'enseignant lui-même est remodelé; il ne se limite plus à être un simple diffuseur d'informations, l'ordinateur et ses périphériques peuvent se charger de la partie fastidieuse de l'acte pédagogique en déchargeant les maîtres de l'aspect mécanique de transmission et de contrôle des connaissances. Ces nouvelles techniques peuvent le décharger de la présentation fastidieuse de connaissances (le plus souvent des définitions ou des apports techniques) pour lui permettre de se consacrer à des tâches plus délicates: celles qui consistent à motiver, à construire les concepts fondamentaux ou à réinvestir le savoir, à réfléchir sur son statut . . . ou encore à donner des repères aux élèves. Si cette partie-là est assurée (et bien assurée) par des machines, il est évident qu'il restera à dispenser tout le reste . . ., de la formation intellectuelle et culturelle. Alors, le temps ainsi récupéré par l'enseignant serait réinvesti en dépistage et en correction de handicaps socio-culturels, et surtout en activités de création que l'ordinateur ne pourra jamais vraiment traiter, même par simulation.

4. Quelles politiques d'implantation?

Dès lors, quels effets peut-on envisager à terme, d'une utilisation massive de l'ordinateur, en particulier par des élèves qui le trouveront de plus en plus, dès leur plus jeune âge, intégré à certains de leurs jouets? Au niveau conceptuel, on attendrait une acceptation plus positive des nouvelles idées, une plus grande motivation pour continuer à apprendre tout au long de l'existence, une plus grande capacité à mener toute tâche à son aboutissement . . ., une meilleure initiative dans l'utilisation créative des loisirs. Au niveau des qualifications professionnelles, l'ordinateur donnerait une plus grande habileté pour interroger, organiser et manipuler de grandes quantitiés de données, pour participer à une communication ordonnée, pour interagir avec des équipements électroniques . . ., pour analyser et décomposer les problèmes, enfin pour construire des modèles explicatifs et les visualiser. Plus généralement, l'appropriation de l'ordinateur personnel par le grand public, aurait sans doute pour effet de dessaisir les institutions traditionnelles de leur monopole de formation ou d'information. En ce qui concerne l'enseignement, on assisterait à un retour vers des modes de formations plus personnalisés, où l'enseigné chercherait à déterminer lui-même l'objet, les lieux et les cheminements de son apprentissage. L'ordinateur, en ce sens, est susceptible de provoquer une évolution dans la façon dont la société perçoit l'activité d'éducation.
Est-ce à dire que le fait d'utiliser un ordinateur personnel aujourd'hui, ouvre au particulier déjà la possibilité de s'en servir pour une activité éducative, créatrice et plaisante? Certes, il est permis de rêver car un certain nombre de réalisations connues sont à ce niveau-là. Elles montrent que tous les points avancés ci-dessus sont envisageables à court terme. Certains ont même déja atteint un stade de généralisation (10). Malheureusement, tout n'est pas à ce niveau; nous avons eu l'occasion pour préparer des «Journées» (11) de tester un certain nombre de matériaux et surtout des didacticiels. Dans la plupart des cas, on a af-

faire à de la belle quincaillerie (12) pour faire passer les mêmes sornettes, c'est à dire des connaissances anecdotiques, sous des versions à peine voilées de la bonne pédagogie dogmatique, réactualisée par le mythe de la machine (13). Ainsi, s'il est possible de percevoir en quoi l'informatisation dans l'éducation scientifique peut faciliter les acquisitions des élèves et développer leurs capacités, il est encore difficile de définir une politique éducative en la matière, car nous maîtrisons encore mal toute une série de fonctions. En particulier, quelles sont les difficultés des apprentissages qu'elle détermine, quelles sont les aides pédagogiques efficaces? De même que l'on n'a pas réfléchi encore suffisamment sur des stratégies d'innovations des systèmes éducatifs, notamment en matière de formation des enseignants.

5. Recherches didactiques à entreprendre:

Sur le plan des processus d'apprentissage, pour lesquels des recherches s'avèrent urgentes, notre propos sera ici, étant donné l'état encore balbutiant de ce domaine, de signaler qu'il y a quelquefois des difficultés inattendues qui surgissent quand on introduit dans l'enseignement de nouvelles situations et qu'il convient de réfléchir au moyen de les surmonter si on ne veut pas accroître encore les échecs scolaires. Prenons un exemple: affirmer que la possibilité d'utiliser des banques de données constitue une aide pédagogique efficace et intéressante ne doit pas faire oublier les difficultés (14). En effet, utiliser une banque de données pour documenter un problème suppose que les élèves sont capables de rechercher l'information pertinente pour résoudre le problème en question. Pour cela l'élève doit, au préalable, se construire progressivement ou mentalement une représentation de la procédure de résolution, ce qui le guidera dans la recherche d'information. Un certain nombre de travaux sur des problèmes bien délimités ont montré d'une part, que la construction «a priori» d'une procédure de résolution est relativement difficile pour des élèves même avancés, que d'autre part, il est beaucoup plus aisé de résoudre un problème à partir d'énoncés contenant les informations nécessaires et suffisantes à la résolution qu'à partir d'énoncés ne contenant pas de telles informations et qui obligent le sujet à rechercher lui-même l'information. On constate ainsi que la nécessité d'une mise en oeuvre d'activités intellectuelles multiples, concurrentes et même contradictoires de recherche et de traitement de l'information, par exemple, peut, dans certains cas, conduire à une incapacité pour certains élèves de mener la tâche à bien ou simplement à une dégradation de leurs performances. Ceci ne justifie pas, bien entendu une «limitation» de l'enseignement aux problèmes classiques qui sont l'objet de nombreuses critiques de la part des didacticiens; cela met en évidence l'importance de ce type de recherche didactique sur les procédures d'apprentissage et les représentations des élèves.
Ainsi, à partir de l'ensemble des données présentes, l'élève peut en effet souvent trouver une solution par essais et erreurs, par tâtonnements successifs sans qu'il fasse d'abord une analyse du problème, mais cela implique que les enseignants et l'éditeur de didactiels aient une certaine connaissance des mécanismes intellectuels de l'élève pour lui créer des structures ou des cheminements facilitants (15).
De même dans les activités de la programmation conçue le plus souvent comme activité d'expression d'une procédure exécutable dans un dispositif donné, il convient de remarquer que l'expression de celle-ci s'opère dans un langage en étroite relation avec le dispositif d'exécution. On ne passe donc pas directement de l'expression d'une procédure en langage naturel à l'expression d'une procédure en langage informatique, d'où des consé-

quences du point de vue de l'activité de l'élève qu'il convient de mieux maîtriser. D'abord dans l'expression de la procédure, l'élève doit prendre en compte les actions élémentaires permises par le dispositif et trouver une procédure équivalente à une autre connue dans ce système d'actions. Ceci suppose bien entendu que l'élève soit capable de se représenter les contraintes du dispositif et les moyens qu'il permet. Une seconde difficulté est relative au fait qu'en programmation la procédure à construire doit pouvoir se dérouler du début à la fin sans intervention de l'opérateur. Cette contrainte fait que l'élève est obligé de planifier d'emblée la suite des actions nécessaires à l'exécution; ceci implique que l'élève soit capable d'effectuer des anticipations sur l'évolution des actions prévues et de prendre en compte l'ensemble des possibles, autant de points d'apprentissage particulier.
Une troisième diffculté tient à la nature des problèmes à résoudre. Les problèmes dont on cherche à programmer la résolution sont globaux, c'est-à-dire relatifs à une classe de situation. Ils sont très différents de ceux que le sujet à l'habitude de traiter, lesquels sont des problèmes particuliers, définis par des données spécifiques. L'élaboration d'une procédure générale de résolution demande d'effectuer là aussi une analyse du problème; son déroulement nécessite des identifications, des commandes conditionnelles, des tests, des boucles: toutes choses non maîtrisées par la plupart des élèves, et pourtant peu prises en considération par les procédures d'apprentissage actuels de l'informatique.
Enfin, on peut également évoquer les difficultés intervenant au niveau de la mise en oeuvre des mécanismes de contrôle; dans les situations de programmation informatique classique, les opérations de contrôle de la procédure élaborée sont rendues d'autant plus difficiles que la compréhension des messages d'erreur à l'éxécution nécessite que le fonctionnement de l'ordinateur soit bien connu. Autrement dit, l'opérateur doit avoir une grille de lecture de ce qui se passe; celà constitue déjà un apprentissage. Bien entendu, les opérations de contrôle sont d'autant plus compliquées que le dispositif n'est pas «transparent». Généralement il n'y a pas de possibilité de contrôle pas à pas, mais d'un contrôle s'opérant sur le mode de la représentation mentale, ceci suppose que l'élève est parvenu à élaborer un modèle de l'ordinateur.
On se trouve devant un cumul de difficultés, dû aux multiples activités à mettre en oeuvre. Seuls certains de ces blocages commencent à être perçus par les informaticiens mais nécessitent encore des recherches spécifiques qui, seules, peuvent conduire à une réflexion sur les moyens à mettre en oeuvre afin d'aider les élèves à maîtriser les outils informatiques proposés à l'école ou hors de l'école. Certes l'ordinateur par son fonctionnement interactif (boucles, tests, rétroaction) a les possibilités de prendre en compte les obstacles éventuels d'un apprentissage, à la condition qu'ils soient répertoriés, qu'on ait imaginé des logiciels pour les prendre en compte et conçu des actions pédagogiques pour y remédier (16).

6. Recherches institutionnelles à mettre en place

Un autre champ a trait aux définitions des stratégies d'innovation (éducative ou culturelle) en la matière et à ce propos l'expérience du ratage éducatif de l'audiovisuel, faute d'une réflexion éducative préalable est à méditer. A la relecture des textes d'un certain nombre de travaux, de colloques qui ont eu lieu lors du démarrage de l'audiovisuel nous constatons que tout ce qui se dit aujourd'hui sur l'informatique se disait à l'époque: «phénomènes majeurs de l'histoire des civilisations» «transformations des modes d'acquisition des connaissances», «bouleversement des modes de relations entre les hommes». A qui le développement de l'audiovisuel a-t-il profité? Il est peut-être encore trop tôt pour répondre,

mais on peut déjà dire que la plupart des élèves en fin de scolarité sont, aujourd'hui, toujours des analphabètes de l'image.
Quant aux enseignants, pour ceux qui voulaient voir s'étendre l'utilisation de l'audiovisuel dans le but d'accroître l'efficacité de leur action de transmission des connaissances ou dans l'espoir de changer, grâce à une technologie nouvelle, les relations entre enseignants et enseignés, ce fut vite la déception ou le repli sur soi. Les moins pessimistes se sont dit qu'un jour viendrait enfin ou le rôle «salvateur» des moyens audiovisuels serait reconnu et utilisé, mais pour la plupart d'entre eux, ce fut très vite le retour à l'indifférence, en se disant qu'une fois de plus on avait placé trop d'espoirs dans une technique peu adaptée, déjà dépassée, et que, de toutes façons ce ne serait pas une technologie qui changerait l'école. Il est vrai que pour une minorité très restreinte l'audiovisuel reste bien vivant et se trouve régulièrement pratiqué ce qui hélas ne change que très peu le tableau schématique que nous venons d'esquisser
En fait la raison fondamentale est plutôt que l'on n'a pas su que faire d'outils demeurés mal connus. Quelles productions utiliser? A quel moment de l'action éducative? Quelle stratégie d'ensemble employer (intégration dans toutes les disciplines, travail indépendant, individuel ou collectif); sans parler des processus d'apprentissage de ces outils complètement éludés? L'audiovisuel a souffert tout à la fois des craintes qu'il a suscitées et des espoirs qu'il a fait naître. Deux situations aggravent cet état de fait. Bien que caricaturales, elles reflètent assez fidèlement, hélas, les principales incohérences de l'introduction de l'audiovisuel. D'un côté, des établissements (peu nombreux, il est vrai) dotés d'un équipement, mais dans lesquels aucun enseignant n'a été sensibilisé à l'emploi des techniques et des méthodes; de l'autre quelques jeunes stagiaires en quête de matériel, car nommés en début de carrière dans des établissements peu équipés. Pendant ce temps, pour la grande masse des écoles, des collèges, des lycées, il n'était pas question de vivre l'un de ces dilemnes puisqu'il n'y avait ni enseignant formés, ni bons de commande et d'entretien d'appareils (17).
L'audiovisuel coûte cher, les appareils sont fragiles et encombrants, de maniement souvent difficile, la compatibilité entre les différents systèmes et l'entretien ne sont pas toujours assurés. Au total, un grand gâchis dont l'audiovisuel a bien du mal à sortir, gâchis d'autant plus regrettable qu'il aurait peut-être suffi d'articulier la politique d'équipements et de stages sur les expériences déjà anciennes de ceux qui d'étaient lancés dans d'innovations. Ce qui frappe le plus dans ces critiques tous azimuts, c'est qu'elles ne sont nullement spécifiques à l'audiovisuel, on les retrouve à chaque introduction nouvelle dans le système éducatif et bien sûr on peut en dire autant de l'informatique et plus précisément de la micro-informatique.
Un certain nombre de paramètres peuvent jourer, déjà, le rôle d'indicateurs: le milieu de l'éducation formelle n'est pas plus prêt à accueillir ces dernières innovations, les problèmes de fiabilité, d'entretien, de coût et de compatibilité surgissent avec plus d'acuité. Il n'est pas inutile de nous interroger au préalable sur les stratégies à mettre en oeuvre, sur les facteurs de la transformation et les coûts sociaux à prendre en compte, car introduire l'informatique pour des raisons stictement économiques, concevoir l'ordinateur comme un témoignage de modernité greffé sur une structure scolaire achaïque serait la pire des erreurs et ne manquerait pas de déboucher sur de semblables problèmes.
L'informatique peut individualiser une partie de l'enseignement et répondre avec souplesse aux sollicitations de chaque élève, mais à quoi cela sert-il si la classe en tant qu'unité pédagogique, administrative et géographique est maintenue telle quelle. De même il peut certes s'adapter à chacun selon son niveau, ses compétences, et pourquoi pas

son goût, en se jouant de l'hétérogénéité des groupes, mais alors étant donné son coût économique prohibitif qui empêche pour l'instant de doter chaque élève de son terminal, il serait mal utilisé s'il fallait regulièrement s'y présenter à heure fixe et impérative.
A l'heure des choix, il est du devoir des éducateurs et des didacticiens de réclamer une réflexion en ce domaine. On se doit de conserver une pluralité d'approches et de bien se convaincre que l'introduction de l'informatique (comme, en son temps, de l'audiovisuel) doit être accompagnée de transformations importantes dans l'organisation générale du système éducatif, de même qu'il faut envisager unte autre formation des enseignants ou des concepteurs de didacticiels; autant de recherches ou de réflexions préalables qui ne peuvent être menées à bien par les seuls informaticiens.
L'introduction de l'informatique ne résoudra pas tous les problèmes éducatifs (18), ils sont autres . . . Elle peut cependant permettre de progresser en reposant certains d'entre eux, encore faut-il que l'intégration, bien avancée dans les domaines de la gestion, de l'industrie et de la science s'instaure en éducation. Un tel dialogue s'impose afin de pouvoir maîtriser la technologie et profiter au maximum des possibilités que l'informatique peut offrir (19).
Toutefois, avant de proposer un quelconque plan de formation, il est nécessaire de mettre en avant deux aspects, déjà corroborés par d'autres situations d'innovation. On ne peut imposer une innovation importante que si on la justifie par une information, la plus complète possible, sur le surcroît d'efficacité qu'elle apporte à ses futurs utilisateurs. Ensuite, toute tentative d'intégration de technologies didactiques nouvelles ne peut se faire sans une solide formation de base, étayée par des travaux préalables de recherche pédagogique et sur la mise à disposition d'une documentation adaptée et suffisamment variée pour tous les enseignants.
C'est pourquoi bien qu'il y ait urgence à introduire l'informatique, en tant qu'outil d'éducation car elle se développera pour d'autres considérations, il n'est pas pour autant, conseillé de se précipiter. Des travaux existent, des expériences sont en cours, il serait sans doute bon d'en dresser l'inventaire, d'en évaluer l'intérêt et de confronter tous les points de vues, et voire . . . d'en entreprendre d'autres si cela s'avérait nécessaire.

Informatik mit Erziehung:
Fragen und Vorstudien zu einer Erziehungspolitik

Die Entwicklung der Informatik ist ein sicherer technischer und wirtschaftlicher Erfolg. Können wir heute schon einen kulturellen Fortschritt vorhersagen, der auf diesen neuen Technologien aufbaut? Insbesondere kann die Einführung des Computers in und ausserhalb der Schule die Erziehung verändern.
Anhand des naturwissenschaftlichen Unterrichts versucht dieser Artikel die bestehenden Möglichkeiten und voraussichtlichen Grenzen zu verdeutlichen. Er geht hervor aus Diskussionen an der IV. Tagung über Naturwissenschaftlichen Unterricht und aus einer Anzahl von Studien, die ihm Rahmen des Labors für Didaktik und Epistemologie der Naturwissenschaften (Gent) unternommen wurden. Dieser Artikel schlägt gewisse Fragestellungen und einführende Studien vor, um die Grundlinien einer Innovationspolitik auf diesem Gebiet, insbesondere bezogen auf Lernprozesse, festzulegen.

Computers and Education: Preliminaries to an educational policy

The development of computer science is without doubt an economic and technological success. Would it be also a cultural success? In particular, would the introduction of computer into school as well as its usage outside school bring about a radical change in education? Within the context of scientific education this article tries to assess the possibilities being opened and their foreseeable limits. It follows the debates during the IV conference on scientific education and some studies carried out within the framework of the laboratory of didactics and epistemology of sciences (Geneva). It puts forward certain preliminary thoughts or some studies to be done in order to determine innovating policies in this area. Especially regarding the leading process and strategies.

NOTES

(1) Ils permettent dans une boîte de quelques dm3, avec un disque magnétique et un poste ordinaire de télévision, de réaliser un ordinateur de la puissance de ceux que seules de grandes entreprises pouvaient acquérir dans les années soixante.

(2) L'ordinateur personnel existe déjà à plusieurs dizaines de milliers d'exemplaires chez des particuliers et ne coûte pas plus cher qu'une chaîne de haute fidélité. En Suisse, on le trouve actuellement sur les étagères des magasins entre les jeux électroniques et les chaînes acoustiques.

(3) Il ne faut pas oublier que l'emploi d'un outil mathématique puissant peut faciliter le raisonnement et la mise en évidence d'un fait nouveau. Galilée, par exemple, a besoin, pour démontrer le mouvement rectiligne uniforme, de 20 pages de calculs qui peuvent être effectués en trois milli-secondes avec un ordinateur aujourd'hui.

(4) M. Laurent, A. Durey. Actes des JES 4. Chamonix. Comité organisation, Paris 1982.

(5) On constate une inflation du savoir avec une augmentation d'un facteur 100 tous les 20 ans. Peut importe ce chiffre qui prête à discussion. L'important est de noter qu'on ne pourra alourdir les programmes de la même manière.

(6) Cet aspect est éludé dans l'enseignement, mais ce qui est plus grave, il réside dans la conception des programmes de physique actuels. Ceux-ci ne sont pas établis en fonction d'une progression de plus en plus complexe des concepts physiques, mais en fonction des instruments mathématiques que possèdent les élèves. Les programmes de physique sont conditionnés par ceux des mathématiques d'où parfois des aberrations, ou leur absence, quelquefois malheureuse, dans le premier cycle. Une autre conception de la physique pourrait être envisagée . . . L'emploi de l'informatique pourrait faciliter son implantation.

(7) La programmation peut être aussi un excellent exercice éducatif. Elle oblige à structurer, hiérarchiser et ordonner la pensée selon une certaine logique, à condition qu'elle ne soit pas conçue comme un simple conditionnement, que l'élève ait conscience de la structure bien particulière du système de références.

(8) Weber. Infographie en chimie. Actes JES 4. Chamonix. Comité d'organisation. Paris 1982.

(9) Nos élèves souffrent aujourd'hui non plus d'une sous-information mais d'une sur-information, ou plutôt d'une non-information faite de notions anecdotiques, parcellaires ou déplacées qui ont des conséquences néfastes, tant sur le plan cognitif qu'idéologique.

(10) A Genève, les travaux remarquables du Centre de calcul du Collège Calvin.

(11) Journées internationales sur l'éducation scientifique. Chamonix 1982.

(12) En anglais: hardware

(13) Une dimension à envisager porte sur l'impact socio-culturel de ces innovations. En effet, on ne peut aller jusqu'à dire que l'informatique joue ajourd'hui, dans nos sociétés, le rôle qu'occupaient hier les technologies mécaniques; l'ordinateur n'a-t-il pas remplacé la fusée et la voiture dans l'imaginaire collectif pour symboliser le progrès . . .? D'où, peut-être les espoirs démentiels de certains, et les craintes virulentes des autres renforcées par cet aspect un peu magique qui provoque un étrange mélange de fascination et de répulsion.
Or, comme toutes les autres technologies, les technologies de l'information ne sont pilotées que par les usagers auxquels on les destine. Elles traitent l'information qu'on veut bien y mettre au travers des paradigmes, des modèles de comportement, des méthodes d'approche de la réalité, des schémas d'organisation du travail et des valeurs reconnues. On voit à quel point le risque est grand que les systèmes de gestion habituels ou tout simplement la culture anglo-saxonne dominante en ce domaine, étouffent les potentialités offertes par la technologie et en quoi ces technologies ne sont pas autonomes mais tributaires des buts qu'on leur assigne. On voit ici aussi que la simple question pédagogique de la transmission du savoir est dépassée pour se préoccuper de problèmes de choix et de finalités.

(14) A. Weil Barrois. Actes JES 4. Chamonix. Comité d'organisation. Paris 1982.

(15) La littérature des recherches est particulièrement «creuse» sur la connaissance des mécanismes utilisés par les élèves en matière de recherche ou de traitement de l'information. Seules ont été produites quelques études très limitées en linguistique ou en psychologie. Ce point pourrait constituer une direction de recherche des sciences de l'éducation, de même que d'autres pourraient porter sur les aspects programmation; type de démarches en jeu, modélisation etc... Au préalable, pour bien mettre en évidence les problèmes, une étude systématique des didactiels existants peut être entreprise, elle permettrait de faire un état des difficultés d'apprentissage et des décalages.

(16) Il faut ajouter à cela que la plupart des langages de programmation d'aujourd'hui ont été développés pour s'adapter aux structures des ordinateurs des années 1950: «Le Basic est à l'ordinateur personnel ce que QWERTI est à la machine à écrire», et Courtieux ajoute notamment que l'utilisation des nouvelles technologies suivant des modes de pensée qui relèvent d'une époque précédente est un phénomène général; cinquante ans après l'apparition de l'automobile, certaines automobiles étaient encore équipées d'un indicateur de direction constitué d'un bras agité de haut en bas par un électro-aimant. C'est le genre de décalage qui apparaît aujourd'hui dans le domaine de l'Enseignement Assisté par Ordinateur (EAO). On constate en effet que l'essentiel des programmes d'EAO disponibles sur micro-ordinateurs n'est constitué que de petits exercices de difficultés croissantes («drill and practice» en anglais). Il ne faut pas voir là un manque d'imagination de la part des concepteurs. Tout simplement ils n'ont pas le choix. Mis à part le cas particulier français où les programmes sont écrits dans le langage LSE, la quasi totalité de ces didacticiels l'ont été en Basic (voir la bibliothèque de programmes de l'association Conduit, ou les résultats du projet NDPCAL en Angleterre). Et Basic ne permet rien de plus que ces petits exercices, parce qu'ils sont simples à décrire, peu interactifs, et parce qu'ils utilisent bien les ressources de l'ordinateur.

(17) On doit toutefois signaler pour être juste, que dans cet «océan attentiste», quelques îlots accueillants (établissements «expérimentaux» ou à statut particulier permettent à quelques personnalités de s'exprimer pendant que des oiseaux migrateurs (de préférence ministres ou hauts fonctionnaires de l'éducation) ne paraissent que le temps d'une visite pour faire admirer quelques vitrines d'innovations pédagogiques à des visiteurs étrangers.

(18) Parmi les questions également à résoudre on peut citer déjà celles-ci:
- l'informatique libère-t-elle l'élève, l'individu, ou au contraire le rend-elle plus dépendant, plus asservi à la machine?
- Est-elle une discipline à enseigner séparément, spécifiquement ou au travers des diverses disciplines? Dans la seconde option, comment favoriser l'interdisciplinarité, déjà recherchée mais peu pratiquée?
- Faut-il attendre le second degré pour introduire son enseignement ou faut-il commencer dès la maternelle? Dans l'eventualité de la seconde option, sous quelle forme peut-on envisager une sensibilisation dès le plus jeune âge?

(19) Naturellement, la conception des programmes d'EAO devrait être confiée à des équipes interdisciplinaires de pédagogues connaissant l'informatique et la pratiquant eux-mêmes régulièrement, et bien sûr d'informaticiens. Ceci pour ne pas renouveler l'erreur trop souvent commise avec les productions audiovisuelles dans lesquelles le «conseiller technique» (c'est-à-dire le spécialiste de la question) se trouvait dans l'ignorance complète des modalités de la communication audiovisuelle. Le rôle des informaticiens est de réaliser les programmes correspondants, avec la meilleure fiabilité et au moindre de coût.