

L'Informatique à l'école Waldorf

Laszlo Böszorményi
Traduction P.Paccoud

LE SENS DU COURS D'INFORMATIQUE À L'ÉCOLE

Tout d'abord, il nous faut nous poser la question de savoir si un cours d'informatique est souhaitable à l'école. On rencontre visiblement une pression à l'adaptation, à laquelle cependant on ne doit pas céder sans conditions. Les arguments du genre "L'informatique appartient aujourd'hui déjà à la formation générale" ou bien "jouer avec les ordinateurs fait plaisir aux enfants", ne sont absolument pas suffisants. Il nous faut nous interroger sur les objectifs purement pédagogiques qui pourraient être visés au moyen d'un cours d'informatique. Lorsque nous sommes au clair avec cela, nous pouvons alors décider si ces objectifs sont dignes d'intérêt, si ils sont suffisamment importants pour que l'on sacrifie pour eux un autre élément du plan scolaire, et finalement, au cas où les réponses seraient affirmatives aux questions précédentes, décider de l'âge auquel il sera pertinent d'introduire l'informatique l'école.

On entend souvent la question : "*N'est-il pas dangereux de mettre les enfants en contact avec l'ordinateur ?*" - question que l'on pourrait poser de façon générale aussi à propos des autres matières. La chimie, par exemple, est notoirement dangereuse pour la santé; c'est pourquoi il va de soi qu'elle ne doit être enseignée que par des professeurs compétents. C'est ce à quoi nous devrions essayer de veiller aussi avec l'informatique. Certes, les ordinateurs n'explorent qu'assez rarement ;-); mais leur introduction inadéquate est certainement préjudiciable avant tout au plan de l'âme, et éventuellement aussi au plan du corps (ce qui de nouveau est bien sûr aussi le cas pour toutes les matières, du chant jusqu'à la gymnastique). Or malgré cela, le cours d'informatique est très souvent introduit sans que l'on ait les professeurs formés pour cela - probablement du fait que les préjugés psychiques sont considérés comme mineurs (?).

INFORMATIQUE ET UTILISATION DES ORDINATEURS

Il convient d'affirmer clairement qu'informatique et utilisation des ordinateurs sont deux choses bien différentes. L'informatique est une science en soi, issue de toute une série de disciplines telles que la mathématique, la théorie de l'information, la cybernétique, la technologie numérique, etc. Son champ d'investigation va bien au-

-delà de la technique des ordinateurs, bien que ceux-ci se placent sans conteste au centre. Un informaticien se préoccupe d'une part, de questions théoriques (mathématiques, par ex.) qui se posent indépendamment de l'ordinateur. Et d'autre part - quand il s'attelle à un domaine d'application (par exemple la production informatisée de textes imprimés, comme c'est le cas de celui-ci) - c'est de l'application elle-même qu'il s'occupe.

Joseph Weizenbaum a maintes fois exprimé qu'au vrai qu'il n'est pas indispensable d'étudier la théorie et la technologie des moteurs électromagnétiques pour utiliser un rasoir ou un aspirateur électrique, il n'est pas non plus indispensable d'étudier l'informatique pour utiliser un logiciel de traitement de texte. (À l'intérieur des rasoirs et des aspirateurs d'aujourd'hui, on a au moins une puce électronique. Si quelqu'un voulait de façon conséquente se tenir à distance de tout ordinateur, il devrait renoncer à tout appareil électrique moderne). Nous sommes donc effectivement confrontés à deux questions : la question de l'enseignement de l'informatique, et celle de l'introduction à l'utilisation des ordinateurs. Le bon sens veut que la première implique nécessairement la seconde (quand on enseigne l'informatique dans une école, on présente aussi l'utilisation des ordinateurs), mais l'inverse n'est pas forcément vérifié. La question se pose donc de savoir s'il est sensé d'introduire une technique à l'école sans donner accès la compréhension de son essence. Aujourd'hui, les enfants sont plus ou moins entourés d'objets auxquels ils ne comprennent pratiquement rien (il en est souvent à peu près de même pour les adultes). Cette situation contribue certainement beaucoup une déshumanisation généralisée de notre monde. "*Une machine ne devient utilisable qu'à partir du moment où elle est devenue indépendante des connaissances qui ont conduit son invention*" remarquait ironiquement Dürrenmatt dans sa pièce "Les physiciens". "*Ainsi, n'importe quel âne est aujourd'hui capable de faire s'allumer une lampe à incandescence - ou de faire exploser une bombe atomique*". Cela nous montre bien que nous ne devrions pas séparer les deux questions : soit il faut ne pas s'occuper du tout d'ordinateurs à l'école, soit il nous faut expliquer aussi l'essence de son fonctionnement. Un enfant qui sait réaliser des opérations simples à l'aide d'un ordinateur, n'y comprend pourtant le plus souvent rien du tout. Et s'il bénéficie de ce fait de l'admiration de sa grand mère, on

ne peut rien dire là-contre - mais s'il surpasse ainsi les capacités du professeur compétent, cela devient une catastrophe.

FLEXIBILITÉ ET STRUCTURES DE PENSÉE PRÉÉTABLIES

L'ordinateur a deux caractéristiques particulières importantes (non indépendantes): une exceptionnelle flexibilité et une capacité à mémoriser des structures de pensée préétablies.

Nos machines et nos appareils réalisent la plupart du temps une fonction bien définie. Une horloge (non informatisée), par exemple, donne l'heure et ne fait rien de plus. Avec un marteau, on peut enfoncer un clou, peut-être encore séparer deux objets collés - la fonction est bien définie. Avec l'ordinateur, il en va autrement. Un ordinateur peut servir de machine écrire, gérer une machine laver, décrypter un code secret ou piloter une fusée. La fonction de l'ordinateur est libre, ou plus exactement, sa fonction consiste justement à réaliser n'importe quelle fonctionnalité - naturellement à l'intérieur de certaines limites. On exprime cela techniquement en disant : L'ordinateur est programmable. D'où lui vient cette étourdissante flexibilité ? Elle a son origine dans la capacité de l'ordinateur à mémoriser des formes de pensée préétablies et à les remplir, au cours du déroulement du programme, par des contenus divers. Et il peut aussi même prendre ces formes elles-mêmes comme contenu et ainsi modifier continuellement les fonctionnalités injectées dans ces formes - de nouveau bien sûr dans le cadre d'un modèle de comportement prédéterminé mais de variabilité considérable.

Konrad Zuse, qui a construit tout ce qu'on peut imaginer dans le sens de ce qui est dit ci-dessus à partir des premiers ordinateurs modernes (dans les années quarante), a affirmé ceci en 1992 lors d'une conférence à Zurich : *"l'idée de programmes capables d'agir sur eux-mêmes, me mettait au début plutôt mal à l'aise. Car jusque là, les dispositifs Z1-Z4 que j'avais inventés pouvaient assez bien être maîtrisés... Mais dès l'instant où je ferais agir sur le programme lui-même les données calculées - il suffit pour cela d'un petit fil qui revient du bloc de calcul en direction du bloc de programme - le contrôle m'échappera. Ce petit fil, j'avais beaucoup de respect pour lui, parce que je pressentais que sitôt qu'il était installé, Méphisto se tenait derrière moi... Et avec cela, on peut effectivement réaliser les choses les plus folles."*

Il y a bien sûr d'autres domaines dans lesquels on peut aussi dissocier les formes de pensée des contenus de pensée. La mathématique en four-

nit volontiers de nombreux exemples. Pensons par exemple la logique mathématique qui a, en informatique, une importance si fondamentale. Elle établit des relations entre les éléments (par exemple la signification du "et" et du "ou"), et bâtit à partir de cela une construction de pensée précise et complexe. Ce qui est nouveau, c'est que la forme de pensée prédéterminée est, au sens littéral du mot, mécanisée. On compare souvent la pensée humaine et les programmes d'ordinateur; cette comparaison ne s'applique que dans la mesure où le penser est exercé de façon mécanique, comme c'est très souvent le cas. L'homme a cependant toujours la possibilité de donner à son penser une direction fondamentalement nouvelle.

L'invention de l'ordinateur, mais aussi sa compréhension, présupposent une structure de conscience qui rende la pensée capable de réfléchir sur ses propres formes. Cette constatation peut sans doute nous aider face à la question des objectifs pédagogiques ainsi que de l'âge approprié à l'enseignement de l'informatique.

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES ET ÂGES APPROPRIÉS

La structure de conscience décrite ci-dessus suppose que le penser peut s'observer lui-même, et pas seulement quant à son contenu, mais aussi quant à ses propres formes. Cela ne veut cependant pas dire que le penser fait l'expérience de son propre mouvement actuel présent, mais qu'au moins il peut examiner dans le passé, son propre mouvement antérieur. Ainsi donc, cette conscience a au moins deux niveaux : l'un, présent et l'autre, passé. Ce qui devient conscient appartient déjà au passé - mais cela a pourtant besoin d'être saisi auparavant (d'abord inconsciemment) dans le présent. Cette vision plurielle du penser, et la faculté qui en découle d'observer son propre passé, est l'une des propriétés les plus importantes et en même temps fréquemment mal comprise, de l'état de conscience moderne (appelé par Rudolf Steiner "âme de conscience"). Dans cet état de conscience, nos propres idées ne deviennent conscientes que quand elles sont formulées et coulées dans une forme, c'est à dire quand elles parcourent le chemin depuis l'intuition jusqu'à l'information. Si le penser confond l'intuition et l'information, il se confond lui-même avec sa propre production. C'est alors que l'homme est menacé de perdre toujours plus sa liberté et pas seulement dans le domaine du penser. Mais s'il remarque que les images du passé mort ne peuvent être issues que d'un présent bien vivant, et s'il se retourne afin de rechercher ce présent, cette

démarche de connaissance peut devenir un chemin vers la liberté. Ce retournement s'accomplit par l'exercice de la pensée pure, lorsque l'activité consciente se détourne de tout contenu apporté tout fait ; on pourrait aussi désigner cela comme un chemin menant de l'attention intentionnelle l'attention réceptive. C'est seulement par là que quelque chose de réellement nouveau peut paraître à la conscience.

La capacité du penser à réfléchir sur lui-même est un phénomène moderne ; elle ne se généralise que depuis environ la Renaissance. Auparavant, seules quelques personnalités choisies pouvaient contempler leur propre conscience. L'informatique est donc, du point de vue de l'histoire de la culture, un phénomène moderne qui porte en lui avec une force particulière le danger de créer la confusion entre information et penser. L'informatique peut donc, si elle est introduite à l'âge adéquat et par un enseignement bien adapté, devenir une source de connaissances qui mène bien au-delà du sujet lui-même. Mais si elle est introduite prématurément et de façon inappropriée, elle peut renforcer la fixation sur les représentations abstraites liées au passé et affaiblir ainsi l'âme, jusqu'à la rendre malade. En tous cas, un bon enseignement de l'informatique pourrait vraiment apporter sa contribution à la formation de l'"âme de conscience".

Nous trouvons là une aide pour répondre à la question de quand l'informatique doit être introduite. Assurément pas avant que la faculté de réfléchir le penser sur lui-même, n'ait été développée. La distanciation que cela suppose ne se développe qu'à la puberté. C'est à la puberté que la séparation entre conscience du passé et conscience du présent, de même qu'entre "moi" et "le monde", commence à être vraiment franche. C'est seulement à ce moment que l'on découvre la solitude, avec toutes ses souffrances et ses richesses. Là seulement, les forces du penser se libèrent de l'empreinte de beaucoup de conventions, et surtout, de celle de la langue maternelle. C'est maintenant seulement que les conditions nécessaires à un penser indépendant du langage sont réellement remplies (ce processus dure naturellement plusieurs années). Le penser émancipé du langage fait s'ouvrir un grand nombre de possibilités nouvelles; l'une de celles-ci est la pensée scientifique abstraite, qui est indispensable, par exemple pour une étude de l'informatique. Une autre de ces possibilités, est celle de la méditation moderne. **De ceci résulte que l'informatique ne doit pas être introduite à l'école avant la puberté, pas plus que la manipulation des ordinateurs.** On pourrait objecter à cela que justement, l'intro-

duction précoce des ordinateurs pourrait stimuler le développement de la pensée abstraite. C'est probablement exact, pourtant, c'est non seulement inutile, mais c'est même carrément nuisible. En effet, le forçage précoce d'une faculté se fait toujours aux dépens d'autres facultés qui précisément devraient être cultivées à cet âge. Une pratique pédagogique prématurée dans ce sens peut entraîner en fin de compte de graves dommages. Concrètement, ce sont avant tout les forces d'imagination des enfants qui peuvent souffrir de préjudices. Les forces d'imagination de l'enfance sont le fondement d'une éventuelle future créativité. Il faut qu'elles soient cultivées avec un soin extrême. La créativité est et reste l'un des trésors les plus précieux de l'être humain. Une pratique pédagogique qui agirait à l'encontre de cette faculté doit être écartée immédiatement. L'expérience montre qu'autour des 8^e et 9^e classes (donc à partir de 15 ans), chez beaucoup d'enfants, et en particulier chez les garçons, s'éveille un intérêt spontané pour l'ordinateur. Ce n'est certes pas le seul critère à considérer pour déterminer le moment juste de cette introduction, mais c'en est un à prendre en compte parmi d'autres.

ESQUISSE D'UNE DIDACTIQUE

Dans ce chapitre, nous voulons nous adresser en premier lieu aux professeurs qui enseignent ou qui voudraient enseigner l'informatique. C'est pourquoi nous nous permettrons l'usage de quelques expressions du jargon, sans les expliciter. Le lecteur moins intéressé peut ainsi sauter aux conclusions finales. Dans les notes, nous proposons toute une série d'ouvrages dans lesquels les concepts spécifiques sont exposés en détail.

Ce qui suit propose un projet d'esquisse de plan scolaire possible, en espérant qu'il pourra aider à l'élaboration d'un plan scolaire concret sans empiéter sur la liberté de bâtir la chose de façon individuelle. Nous partons d'un des principes de la pédagogie Waldorf qui peut être formulé de la façon suivante: Les enfants sont d'abord confrontés à un phénomène - dans la perception -, puis l'élaborent ensuite par la pensée. Cette méthode peut, moyennant quelques transpositions, être appliquée à l'informatique.

Nous partons de l'idée que nous disposons de deux années pour l'enseignement de l'informatique. Pour les deux phases évoquées précédemment, nous proposons chaque fois un an, que ce soit sous forme d'enseignement par périodes soit sous une forme continue. Nous reviendrons d'ailleurs sur cette question; mais on veille en tous

cas à ce que la première phase soit plutôt reliée aux travaux d'atelier, alors que la deuxième est plutôt en lien avec des cours théoriques (mathématiques).

La phase de perceptions

Dans la première phase, nous présentons des applications de l'ordinateur. Nous expliquons juste ce qu'il faut pour chaque application particulière. Ces applications sont par exemple les suivantes:

- **Traitement de textes** (Libre Office writer). On peut par exemple mettre en machine un formulaire de l'école. On peut aussi proposer des travaux libres, comme par exemple la composition d'une invitation ou d'un diplôme honorifique amusant. À cette occasion, on peut aussi introduire un programme de dessin (qui est le plus souvent intégré au logiciel de traitement de texte).

- **Tableur** (par ex. Calc). Là encore, on peut prendre des exemples dans la vie de l'école, par ex. le budget d'une excursion, d'un Bazar de Noël ou d'une représentation théâtrale.

- **Base de données** (ex. Dbase de Libre Office). Les logiciels de base de données les plus récents sont devenus si simples à utiliser que l'on peut tout fait déjà les introduire. Il pourrait être intéressant de proposer un travail qui vient prolonger le précédent, (par ex. la gestion complète d'une représentation théâtrale), afin de pouvoir montrer la différence entre une feuille de calcul et une base de donnée.

- **Communication**. Nous pouvons présenter les services de communication les plus importants, comme l'e-mail (courrier électronique), et le world-wide-web (un système de gestion d'informations qui relie des informations multimédia - textes, graphiques, images, sons - mises en réseau, au moyen de liens internes au niveau mondial). On peut peut-être aussi suivre quelque temps un ou deux "News-group" (tableaux d'affichage électroniques pour centres d'intérêt ciblés) - et on peut avec tout cela apprendre beaucoup dans le sens positif comme dans le sens négatif. On peut enfin composer une "home page" (une page écran soigneusement élaborée avec les informations de base les plus importantes et des liens pour les informations plus détaillées) pour l'école ou pour un groupe de travail quelconque.

On pourrait poursuivre l'énumération à volonté. La liste proposée ici offre cependant de la matière pour une année entière.

La phase réflexion

Le mieux est de lancer cette phase, par la question fondamentale suivante: "Comment se fait-il que l'ordinateur soit utile pour des tâches aussi différentes ?" A partir de cette question, on peut envisager les thèmes suivants:

- **L'architecture de Von Neumann**. En s'appuyant sur l'architecture de Von Neumann, on peut apporter des connaissances de base. On peut aussi en saisir l'occasion d'expliquer l'architecture hardware et software des ordinateurs les plus simples d'aujourd'hui (les PC). On peut ce faisant, décrypter beaucoup de concepts mystérieux et demi-connus (comme megabyte, RAM, CD-ROM, software, système d'exploitation, langage de programmation, compilateur, etc.). Il peut être instructif et intéressant d'étudier quelques prospectus d'ordinateurs, ou d'éventuellement jouer à la bourse de vente d'ordinateurs.

- **La représentation des données**. L'explication de la présentation des données dans le système binaire offre à nouveau d'innombrables possibilités d'introduire toute une série de connaissances fondamentales. Il est intéressant de rendre attentif au caractère "dégénéré" du système binaire. Au même titre que les autres systèmes de numération, le système binaire comporte certes les trois opérations de base, addition, multiplication et exponentiation, mais les deux dernières se trouvent cependant dans une forme dégénérée: la multiplication est réalisée par itération d'additions, et l'exponentiation seulement par le biais de la duplication, qui est d'ailleurs très simple réaliser. C'est justement cette simplification des opérations de base qui rend si efficace la mise en œuvre du système binaire. On pourra montrer le mode de représentation de quelques types simples de données (entiers, réels, caractères). La définition générale des concepts de types de données est vraisemblablement un peu prématurée, mais on devrait quand même indiquer qu'un type de donnée n'est pas défini seulement par sa représentation; que les opérations correspondantes en font aussi partie.

- **Les structures de contrôle**. On peut introduire ce que l'on appelle la programmation structurée, par exemple au moyen de notations évoluées, du type ordinogrammes. Les concepts d'alternatives, de choix, aussi bien que de boucles, ou d'itérations, peuvent être expliqués sans difficulté. L'introduction de la récurrence, serait par contre sans doute un peu prématurée. Nous pou-

vons soulever le problème des programmes mal construits. Il pourrait être très intéressant de faire lire l'article de E.W.Dijkstra (si possible en anglais), écrit en 1968 dans lequel il attire pour la première fois l'attention sur ce problème, et on peut en discuter.

- **La programmation.** Si le temps le permet, il faudrait en tous cas en venir à la programmation concrète. Une question importante est celle du choix du langage de programmation et de son environnement. Le meilleur est de disposer d'une notation propre, développée exprès à des fins pédagogiques comme par exemple en Autriche le fameux "Roboter". Une alternative convenable est d'utiliser une des versions du langage Pascal. Il vaudrait mieux renoncer au Basic et autres langages un peu confus du même genre (ne parlons pas des dinosaures comme le Fortran et le Cobol). Mais il ne faudrait en aucun cas se donner des objectifs trop ambitieux. Lorsqu'on arrive au traitement des tableaux et des boucles, on peut déjà faire écrire une diversité considérable de programmes. Ce serait bien que l'on puisse arriver à des procédures, mais si on n'y arrive pas, ce qui est le cas le plus vraisemblable, c'est bien aussi. Nous pouvons, de façon purement phénoménologique sans plus, expliquer l'utilisation des fonctions simples mises à disposition par l'environnement (par exemple pour des graphiques).

Refermons la liste, on ne peut pas vraiment traiter davantage en une année. Si toutefois on avait encore plus de temps à sa disposition (dans le cadre d'une option renforcée, par ex.), le mieux serait de mener à bien des projets complets en petits groupes. Cela permettrait d'une part d'évoquer et d'expérimenter les bases du "Software engineering", et d'autre part d'acquérir une expérience de travail en groupe.

CONCLUSIONS

Il nous faudrait en tous cas prendre un peu de temps pour répondre à la question soulevée au début de la "phase réflexion", et réfléchir par là à la matière enseignée. Les élèves qui grâce à cela ont pu se faire une image non seulement des capacités mais aussi des limitations de l'ordinateur, sont de remarquables partenaires de discussion pour ce thème. Il est étonnant de voir comment des jeunes gens de 17 ou 18 ans savent porter un jugement sur le rôle, les possibilités et les impossibilités de l'ordinateur. Et si cet épilogue, prenant éventuellement la tournure de discussions informelles, est convenablement géré, les élèves pourront vraiment faire des découvertes non seulement sur l'ordinateur, mais aussi sur l'être humain et sur le monde.

Il n'a sûrement pas échappé au lecteur attentif, que la question posée tout au début, sur le caractère sensé ou non d'un enseignement de l'informatique à l'école, n'a pas reçu de réponse tranchée. Ce n'est pas par hasard; nous ne voulons pas répondre à cette question, parce que c'est finalement un problème de priorités que l'on se donne, et que l'on ne peut discuter qu'au vu de l'ensemble des conditions scolaires locales. On peut difficilement affirmer que l'informatique **doit** être une composante indispensable de l'éducation scolaire. Mais on peut par contre affirmer résolument que son introduction, si elle est mal pensée et prématurée est, dans le meilleur des cas, inutile, et dans le cas le plus vraisemblable, nuisible. Un tel enseignement, s'il est bien fait, peut cependant contribuer, au-delà de la transmission de connaissances pratiques importantes, à faire comprendre ce qu'est l'homme d'aujourd'hui - ou du moins à poser quelques jalons dans ce sens. Et ce n'est déjà pas si mal.

Article publié dans la revue Erziehungskunst de Février 1997.

L'auteur est professeur d'informatique à l'université de Klagenfurt et a introduit un cours d'informatique à l'école Waldorf de Klagenfurt.

Traduction faite par Pierre Paccoud en août 1999 et revue en juillet 2012, sans autorisation préalable de l'éditeur.