

D. LECLERCQ
Directeur du Centre de Technologie de l'Education
de l'Université de Liège

L'ordinateur et les défis de l'apprentissage (I)



A. L'APPRENTISSAGE, CLE DE L'AVENIR.

1. Profession : apprenant.

Jamais la prospérité, voire la survie économique des nations occidentales, de leurs entreprises et même des individus n'a autant dépendu de leur capacité d'apprendre ... pour comprendre, s'adapter, innover.

Il faut désormais apprendre souvent, efficacement et vite.

Les années de scolarité doivent absolument faire de chacun un « professionnel de l'apprentissage ». Les systèmes d'enseignement occidentaux n'ont atteint cet objectif que pour une partie réduite de la population, ceux-là même qui, ayant réussi, clament « le système était excellent : nous en sommes la preuve ». C'est oublier tous les autres, dont les capacités ont été moins pleinement développées.

Or, pour relever les défis de l'avenir, chaque société devra pouvoir compter sur une formidable capacité d'apprendre chez TOUS ses membres.

2. Les atouts de la profession d'apprenant.

Pour relever le défi de l'apprentissage permanent, chaque personne doit être dotée de quatre atouts au moins.

Le premier atout : disposer de **notions**, de concepts, de connaissances (ne serait-ce que les sources de référence où l'on peut retrouver les faits), bref des SAVOIRS.

Le second atout : maîtriser certaines **techniques** (lecture, écriture, langues étrangères), certains modes d'emploi (d'un dictionnaire, d'une machine à calculer, et maintenant d'un ordinateur), bref des **habiletés orientées vers l'apprentissage** ; en somme, des POUVOIRS ou SAVOIR-FAIRE D'APPRENANTS.

Le troisième atout : avoir assimilé (c'est-à-dire émettre spontanément) certaines **démarches** comme l'exploration, la vérification, la planification, etc..., bref des **méthodes de travail ou habiletés d'ordre supérieur** ou encore SAVOIR APPRENDRE.

Le quatrième atout : adopter un style, un mode de relation avec le monde extérieur, avoir le goût de l'initiative, de l'autonomie, de la rigueur, de la persévérance ... et une **image de soi-même positive** sur ces qualités, bref, VOULOIR ETRE et

SAVOIR ETRE APPRENANT ... et SE VOIR comme APPRENANT.

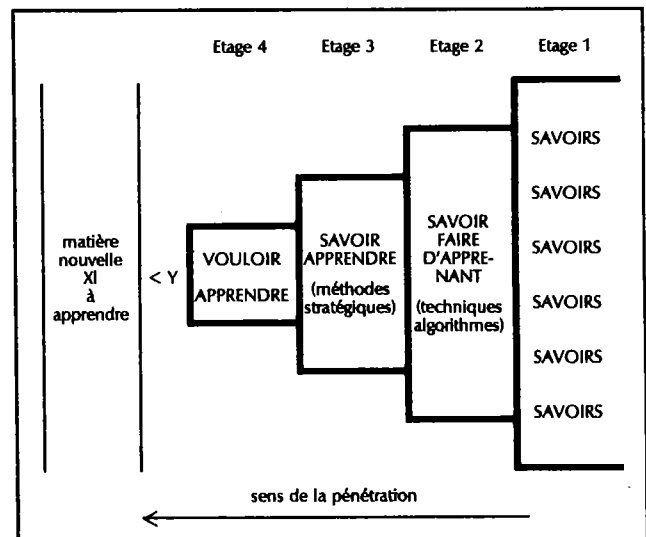
Le mot « bagage » est trop souvent considéré comme « une provision, une réserve », dans laquelle on va puiser ... C'est pourquoi nous préférons parler d'un OUTIL, d'un instrument dont l'apprenant se servira par la suite. Cet outil (à 4 paliers) est propre à chaque individu : il doit être reconstruit chez chacun. Il devrait lui permettre de « pénétrer » toute matière nouvelle aussi résistante soit-elle.

Les mots OUTILS, ETAGES (ou PALIERS) et MATIERE, ont été choisis par analogie avec une mèche pénétrant un matériau.

Ce « BAGAGE » personnel, qui comporte des connaissances (point a), et surtout des moyens d'en conquérir d'autres (points b, c et d), S'ACQUIERT, tout spécialement à l'école qui doit tailler ces quatre ETAGES DE COMPETENCES en chacun d'entre nous.

3. Un outil à plusieurs « paliers ».

L'outil de pénétration d'une nouvelle matière peut se représenter comme suit :

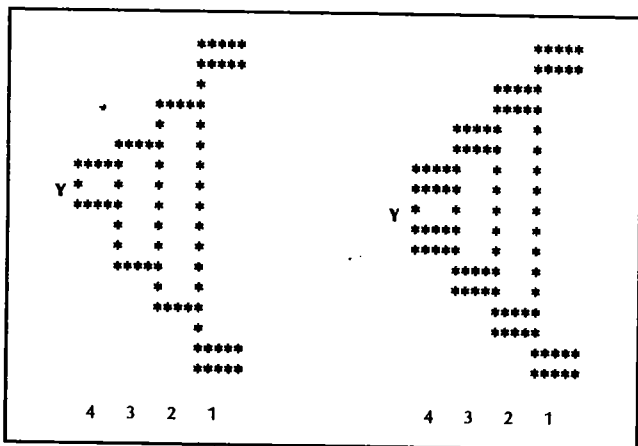


Y = rencontre entre un BESOIN et une MATIERE (motivation d'apprendre CETTE matière)

X1 = premier contenu abordé dans la matière X (l'organisation des ELEMENTS de matière, c-à-d les relations entre X1, X2, X3, etc. peut être très importante pour la qualité de l'apprentissage).

Ne se concentrer que sur la rencontre entre X (la matière) et Y (la motivation à apprendre cette matière), ne justifie pas d'ignorer tous les autres étages nécessaires à l'apprentissage. Le couple XY est un peu comparable à la capsule spatiale dont la trajectoire n'est possible que grâce à une série d'« éléments porteurs ».

Un enjeu de taille est que, après avoir pénétré la matière, l'« outil » en ressorte amélioré, renforcé, à TOUS LES ETAGES (schéma 2), et pas seulement à l'étage 1, celui des connaissances ou SAVOIRS (schéma 1).



B. Contribution de l'ordinateur à l'acquisition de CONCEPTS ET de CONNAISSANCES (Les SAVOIRS ou l'étage 1)

1. Arrimer les concepts au réseau mental personnel.

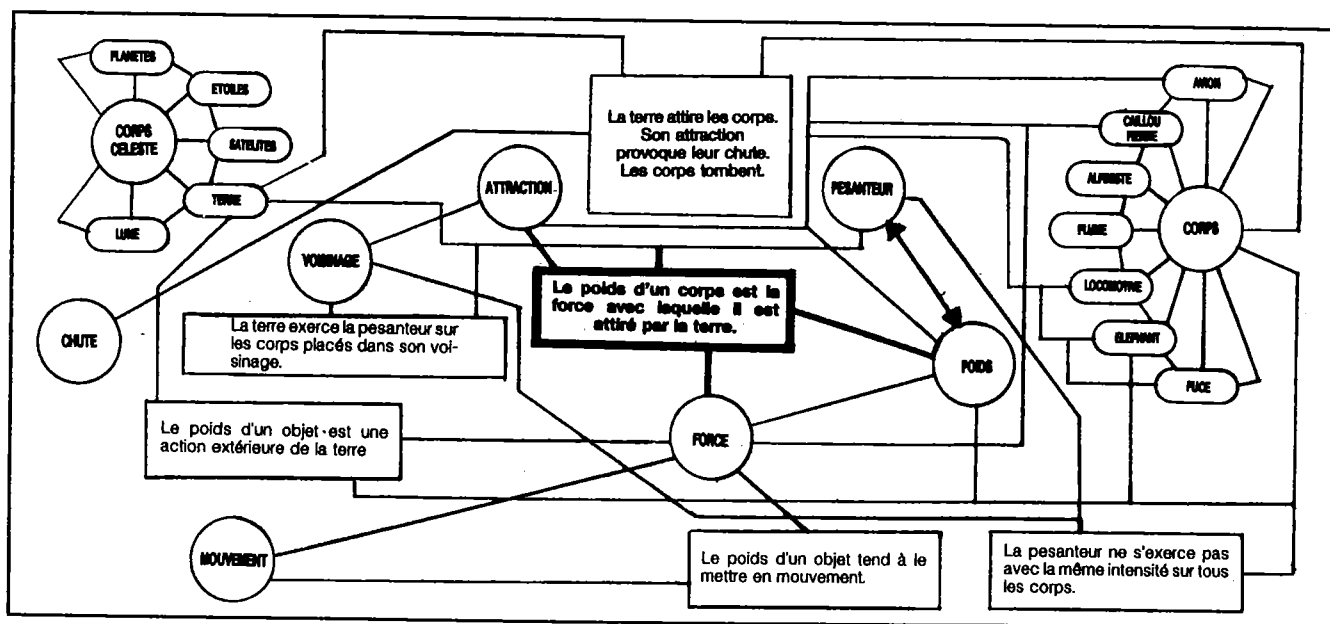
Aujourd'hui, les apprenants de nos pays doivent assimiler un grand nombre de concepts difficiles, fruits des réflexions et des tâtonnements épistémologiques de générations de savants. Que l'on songe aux notions d'inertie (confondue avec l'immobilité), d'accélération (confondue avec la vitesse), de masse (confondue avec le poids), etc. Ce ne sont là que quelques exemples bien connus pris dans un même domaine, la physique.

Pour que des concepts complexes soient réellement compris, ils doivent être intégrés aux concepts et expériences personnelles préalables, au moyen d'un très grand nombre de liaisons mentales (AUSUBEL, 1968 ; NORMAN, 1980). Installer de telles liaisons peut être comparé à un "tricotage cognitif" où il importe d'arrimer chaque nouvelle maille aux précédentes... à condition qu'elles soient elles-mêmes bien arrimées au réseau conceptuel de chaque individu. Ce « travail » doit être refait par chacun. Personne ne peut apprendre à la place d'autrui. C'est le principe même de CONSTRUCTIVISME de la connaissance si bien décrit par PIAGET. L'expérience préalable de chacun est la TRAME sur laquelle il faudra « tricoter », et parfois même « détricoter » par exemple en cas de mauvaise utilisation de termes ou en cas de conception erronée.

A titre d'exemple, voici les liens minimaux qui doivent être installés à propos de la seule notion de POIDS en physique. Cette notion, de prime abord, pourrait paraître si simple, si évidente qu'on pourrait ne pas juger nécessaire d'en dire plus que la définition, ici au centre du réseau. En fait, pour arriver à la définition, il faut « tisser » tous les liens préalables, faute de quoi les acquisitions sont peu fiables, comme on va le voir dans l'exemple ci-après.

Or, il n'est pas rare que des élèves « traversent » (ou « voient », comme des touristes) des matières sans RIEN en comprendre et sans RIEN en retenir d'utile.

Tout le texte qui suit vise à montrer l'apport possible de l'ordinateur au façonnage de chacune des quatre facettes décrites ci-dessus.



2. Enseignement collectif et différences individuelles.

Tricoter CONVENABLEMENT le réseau mental à propos d'un concept difficile est un objectif que l'enseignement collectif ne peut atteindre uniformément chez **chaque individu**. La démonstration en a été faite de la façon la plus éclatante, il y a longtemps déjà par L. D'HAINAUT (1971) qui a comparé le rendement d'un cours programmé (« Poids et masse ») et de dizaines de professeurs du secondaire dans l'enseignement de concepts particulièrement difficiles. Le tableau ci-après montre l'ampleur des différences (du simple au double lors des post-tests).

La cause principale de ces différences de rendement est la variabilité inter-individuelle : chacun des apprenants a des pré-requis, (son vécu propre, un réseau mental) différents de ceux de son voisin et l'enseignement collectif est incapable d'en tenir compte.

Aucun professeur ne peut faire évoquer à chacun des élèves ses expériences personnelles au rythme de ses souvenirs, ni faire progresser la classe au rythme du plus lent. Dès lors, ceux à-qui-il-faut-quelques-secondes-de-plus-que-les-autres sautent un raisonnement par ci, ratent une démonstration par là, confondent deux exemples ailleurs, etc... ce qui, au bout du compte, **déforce tout l'ouvrage**.

Poids et Masse	Région francophone			Région néerlandophone		
	Post-test	Gain relatif	Temps moyen	Post-test	Gain relatif	Temps moyen
Cours magistral	42 %	21 %	2 h 51	43 %	40 %	3 h 20
Cours programmé rythme individuel rythme commun paires	83 %	80 %	2 h 22	81 %	77 %	2 h 20
	82 %	76 %	3 h 53	80 %	78 %	3 h
	77 %	72 %	2 h 40	67 %	65 %	2 h 22
Cours programmé en classe puis à domicile à domicile entièrement	78 %	73 %	2 h	64 %	60 %	3 h
	86 %	84 %	2 h	58 %	55 %	2 h 31
Devoir programmé Préparation programmée	86 %	82 %	4 h	88 %	87 %	4 h
	—	—	—	79 %	77 %	3 h 30

3. L'E.A.O. et le temps de la construction mentale.

L'enseignement assisté par ordinateur (EAO) offre la possibilité à **chaque** élève de passer par **TOUTES** les étapes de **TOUS** les raisonnements, de consacrer à chaque exercice LE TEMPS qui lui est **NECESSAIRE**, de poser des questions supplémentaires, d'apporter **SA** réponse à **toutes** les questions posées, de suivre **sa** voie (inductive pour certains, déductive pour d'autres), d'adapter la quantité de travail à sa capacité d'attention et de concentration du moment. Quoi d'étonnant, dès lors, que la variabilité inter-individus, s'exprime désormais non plus par des différences de rendement pour un temps d'étude uniforme (figure 2), mais par des durées différentes pour atteindre le maximum (figure 3).

Les données reprises ici sont celles de l'enseignement programmé, qui a inspiré l'EAO le plus classique et le plus décrié, sur la base de trois objections.

4. Réponses à trois critiques adressées à l'E.A.O. classique.

Tout d'abord, on reproche à l'EAO de mener l'apprenant par la main dans le maquis des concepts. A nos yeux, il s'agit là d'une qualité et non d'un défaut. L'étudiant moyen n'étant ni Pascal, ni Newton, ni Mendeleev, il est utile de guider sa pensée, d'organiser le parcours, les répétitions, les contre-exemples, dans un ordre qui n'est pas quelconque. Des techniques très précises ont été mises au point (voir Leclercq, Donnay et DeBal, 1977) telles que les graphes de Morgan ou les matrices de Davies, pour organiser une matière en vue d'en optimiser

Figure 2

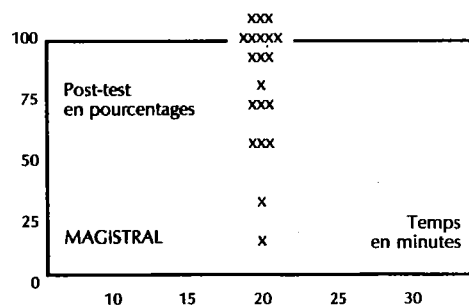
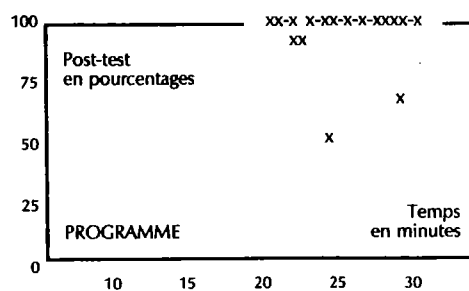


Figure 3



l'apprentissage. Un grand nombre d'auteurs préfèrent « ignorer » ces techniques car elles sont exigeantes. Ces démarches, L. D'Hainaut (1971) les a mises en œuvre ; c'est le second « secret » de la supériorité de son enseignement programmé concernant les notions de Poids et de Masse, et ce de l'aveu même des enseignants auquel il a été comparé. Cela ne signifie pas - loin de là - que tous les didacticiens actuellement sur le marché ont ces qualités.

La deuxième critique fréquemment formulée est que l'EAO traditionnel s'occupe peu de la MOTIVATION de l'apprenant. C'est exact, mais, à notre avis il n'y a pas lieu de le regretter. L'EAO doit être une réponse à un BESOIN qui existe EN AMONT. Quand quelqu'un apprend à se servir d'un traitement de texte, il faut que cela soit parce qu'il a DÉJÀ envie de l'utiliser pour éditer ses documents. Nous n'avons que faire d'un tutorat qui passe plus de temps à nous vanter les mérites de l'expression écrite ou l'efficacité commerciale de rapports bien présentés qu'à nous rendre capables d'utiliser le traitement de texte lui-même. La motivation DOIT être extrinsèque au moyen d'apprendre, et celui-ci doit être agréable, et surtout EFFICACE. Que de didacticiens sont aujourd'hui encombrés (pollués) de personnages, de dessins, de couleurs, d'animations, de bruits divers complètement étrangers au sujet de l'étude... solution superficielle et inadéquate à un problème grave et profond. Envisage-t-on de coller des bandes dessinées sur l'étau de l'ajusteur pour lui faire aimer son métier ? Pour donner goût à la médecine, entrecoupera-t-on les tomodographies par des spots publicitaires ou par des feuilletons TV ? Il y a belle lurette que les spécialistes des médias (voir synthèse dans Schramm 1975 et dans Leclercq 1987) ont démontré que des paramètres tels que la couleur, les animations, le rythme, les effets spéciaux et même l'humour n'avaient pas d'effet automatique sur la qualité et la quantité des apprentissages, mais un effet dépendant de leur pertinence circonstancielle. Un apprenant est d'abord quelqu'un qui VEUT apprendre. Pour en arriver là (donner à tous cette soif d'apprendre), les enseignants humains sont irremplaçables, et pour longtemps encore.

La troisième critique fréquemment adressée à l'EAO est le découpage de la matière en mailles trop petites. Les meilleurs apprenants (ceux qui comprennent vite) s'ennuient, se lassent : ça n'avance pas. Cette objection vient la plupart du temps de spécialistes du domaine, des EXPERTS, qui jugent des cours destinés à des débutants, bref des matières qu'ils connaissent déjà et très bien. Diraient-ils la même chose s'ils avaient soudain à apprendre le chinois ou l'arabe ou le russe, bref une matière qui leur est totalement inconnue ? Enfin, tout didacticiel de qualité (ils sont rares actuellement) permet à chacun de progresser comme il l'entend : pas à pas, par bonds, par retours en arrière, par orientations de menus en menus. L'observation de la façon dont un apprenant utilise spontanément un didacticiel suffisamment « ouvert » est riche d'enseignements sur son « style d'apprentissage ».

5. Des micro-mondes.

Donner la dimension du vécu à la connaissance.

Une autre source importante de difficultés dans l'assimilation de concepts difficiles est le manque de concrétisation pour certains d'entre eux. L'enseignement des formes géométriques fonctionne relativement bien parce qu'on manipule les objets eux-mêmes, en papier, en bois, en métal, avant de les manipuler mentalement... les opérations mentales étant des actions intériorisées (PIAGET, 1960).

Le drame est que bien des étudiants sont amenés à apprendre des concepts difficiles tels que l'intégration, le passage à la limite, la récursivité... sans en avoir vécu des exemples concrets. Certains surmontent ce handicap. Ils sont peu nombreux. Le volume des « déchets » est intolérable.

L'ordinateur peut apporter sa contribution à ce point. Prenons comme exemple la notion de « passage à la limite ». Elle

peut être illustrée par la série des polygones réguliers (du triangle vers le cercle, la limite). Chaque fois que l'on ajoute un côté (carré, puis pentagone, puis hexagone, etc.) on ouvre un peu l'angle intérieur de chaque sommet et on réduit donc un peu la rotation (ou angle complémentaire) en passant d'un côté à l'autre (90° puis 72° puis 60°, etc.). De même, on réduit un peu la longueur du côté, si l'on maintient la diagonale (ou le rayon) à peu près constante.

Cette triple relation est difficile à vivre concrètement car elle suppose un grand nombre d'opérations techniques délicates qui passent par le compas, la latte, les ciseaux... et aussi parce que la moindre imperfection technique détruit toute la démonstration.

On connaît la convivialité d'un langage comme LOGO-tortue qui permet de donner des ordres à un petit mobile laissant sur l'écran la trace de ses déplacements et qui amène très vite le jeune utilisateur à définir (en les RECREANT personnellement) des procédures fondamentales telle, par exemple la suivante qui permet de tracer des POLYGONES REGULIERS :

REPETE N fois (AVANCE de X pas, tourne à DROITE de Y degrés)

Les mots en minuscules sont de nous, les mots en majuscules sont du LOGO pur :

REPETE N (AVANCE X DROITE Y)

On voit que si N vaut 4 et si Y vaut 90, on dessine un carré, avec 5 et 72 un pentagone, 6 et 60 un hexagone, etc. L'enfant a la possibilité, par l'action (en fait par SIMULATION sur un système qu'il a lui-même créé), de redécouvrir qu' $Y = 360/N$.

Ne lui volons pas cette jubilation, cet EUREKA à sa portée ! Une telle « vérité », quand elle lui est révélée est de peu d'intérêt pour lui. Ce n'est qu'un fait parmi tant d'autres. C'est la QUETE qui importe, et l'image de lui-même vainqueur dans cette quête (et nous débordons largement ici sur les objectifs b, c et d du départ).

Tout naturellement, l'apprenant fera faire à la tortue un grand nombre (N) de petits pas (X) et de rotations de plus en plus ouvertes (Y)... et DECOUVRIRA que le cercle est la LIMITE de cette progression !

Pourquoi l'autre définition du cercle (lieu des points équidistants d'un centre) est-elle beaucoup mieux connue ? Sans doute parce que l'ACTION de manipulation du compas est, elle, familière, et a eu le temps de passer de la main à l'oeil et au cerveau.

On peut refaire la démonstration avec la redécouverte des lois de la mécanique, par exemple du deuxième principe de NEWTON sur l'accélération, en permettant à un enfant de piloter un mobile et de modifier son accélération... et non sa vitesse (jeu de la dynatortue LOGO). On voit qu'à côté de jeux d'arcades, drogues sensorimotrices, existent aussi des jeux épistémologiques, c'est-à-dire qui vous amènent à « penser sur votre propre pensée » (S. PAPERT, 1980).

(à suivre)