



REVUE FRANÇAISE
DE
PÉDAGOGIE

Psychologie de l'éducation :
Nouvelles approches américaines

L'individu-plus

Une vision distribuée de la pensée et de l'apprentissage

David N. Perkins

La psychologie s'interroge sur le « processus de pensée et d'apprentissage » sous l'angle de l'individu-solo. Celui qui pense et apprend n'est pas un groupe mais un individu et les supports physiques (livres, ordinateurs...) ne sont qu'accessoirement analysés. Une perspective théorique plus juste consiste à considérer « l'individu-plus », c'est-à-dire la personne et son environnement physique et social. Dans la cognition effective, le savoir et les représentations-clés, l'espace de travail cognitif ne se trouvent pas uniquement dans l'esprit mais, pour une bonne part, dans l'environnement physique. Ils peuvent aussi être répartis entre plusieurs individus dont aucun ne dispose de toutes les ressources. Même les fonctions d'exécution sont souvent extérieures à la personne : des « objets physiques » tels que les instructions écrites d'autres individus tels qu'un « mentor » fournissent les directives. Une vision dépassant la personne individuelle permet de mieux comprendre et de cerner l'enseignement et l'apprentissage et de construire des théories de l'apprentissage et du développement humain plus pertinentes.

Sous-jacentes à la multitude de recherches en psychologie ne se trouvent que quelques grandes questions éternelles, autour desquelles gravitent les questions plus spécifiques. L'une de ces questions fondamentales — ou peut-être deux questions en une seule — consiste à se demander « Quel est le processus de pensée et d'apprentissage ? ». Il existe plusieurs manières d'aborder la question : la tradition béhavioriste, avec sa théorie du conditionnement fondée sur le concept classique de réflexe ; les premières théories cognitives désormais classiques, qui ont une approche

en termes de problèmes et de schémas (« *schemata* ») ; et le point de vue plus récent qui parle de traitement distribué en parallèle et développe une conception holographique de la manière dont l'esprit capte et élabore l'information.

Quelle que soit la théorie choisie, il existe une asymétrie flagrante, et en quelque sorte singulière, entre la position adoptée vis-à-vis de l'individu et celle vis-à-vis de l'environnement physique dans lequel se déroulent la pensée et l'apprentissage. Prenons l'exemple d'un (e) étudiant (e) sui-

vant un cours d'histoire médiévale et qui a mis au point des notes soigneuses et bien organisées sur 1066 et les événements de l'époque. La plupart des théories de l'apprentissage soutiennent que seul ce qui se trouve dans la tête de l'étudiant (e) fait réellement partie de sa connaissance. Ce qui est inscrit dans son cahier de notes seulement mais pas dans sa tête ne fait pas partie de ce que l'étudiant (e) a appris.

Non pas, bien sûr, que le cahier de notes soit considéré sans importance. L'effort fourni par l'étudiant (e) pour tenir ses notes de façon rigoureuse et bien organisée se sera certainement traduit par un meilleur codage mental d'une bonne partie des idées exprimées également dans les notes, ainsi que par une meilleure compréhension et une meilleure mémorisation de celles-ci en raison du « processus d'élaboration » (« *elaborative processing* ») (cf. Baddeley, 1982 ; Craik & Lockhart, 1972 ; Pressley, Wood & Woloshyn, 1990). Il n'en reste pas moins que le cahier de notes en lui-même n'est en règle générale pas considéré comme étant le creuset de ce que l'étudiant(e) aura appris, même si le cahier de notes représente un investissement cognitif considérable dans une banque de mémoire bien organisée, banque qui se révélera fructueuse, lorsque l'étudiant(e) écrira, à l'aide de cette source d'idées bien organisée, une dissertation de fin de semestre par exemple.

Mais on peut bien entendu considérer les choses différemment. Nous pourrions prendre comme unité d'analyse non pas l'étudiant sans les ressources de son environnement — l'**individu en solo** (« *person-solo* ») — mais l'individu plus son environnement, soit, en bref, l'**individu-plus** (« *person-plus* »), ce qui dans notre cas se trouve être l'étudiant(e) avec son cahier de notes. Nous pourrions soutenir que le système constitué de l'individu-plus a appris quelque chose, et qu'une partie de ce que le système a appris se situe dans le cahier de notes au lieu de l'esprit de l'étudiant(e). De plus, ce système, au cours de l'apprentissage de la matière, a profondément réfléchi sur 1066 et les événements de l'époque, le cahier de notes servant à la fois de bloc-sténo de la pensée et de dépositaire de conclusions.

Que devons-nous penser d'une telle formulation de la question ? L'attitude la plus raisonnable serait de reconnaître qu'il est certes possible de considérer l'individu plus son environnement comme un système complexe qui pense et qui

apprend. La question se poserait alors de savoir s'il est particulièrement utile de le faire. En ressortirait-il des vérités lumineuses qui nous échapperaient autrement ?

LA COGNITION DISTRIBUÉE

Le point de vue général que nous adoptons ici part du concept de « l'intelligence distribuée » (« *distributed intelligence* ») élaboré par Roy Pea (1993). Pea nous engage fermement à reconsidérer la cognition humaine comme étant répartie de plusieurs manières au-delà des limites de l'organisme lui-même : dans l'interaction avec d'autres personnes, en comptant sur des médias symboliques, et en utilisant l'environnement et ses outils.

Notre position reprend également à son compte la distinction établie par Salomon, Perkins, et Globerson (1990) entre les effets obtenus **grâce** aux technologies de traitement de l'information et ceux **résultant** de ces mêmes technologies, les effets obtenus **grâce** aux technologies étant des amplifications des capacités cognitives de l'utilisateur au cours de l'utilisation de ces technologies, et les effets **résultant** des technologies étant des effets cognitifs inattendus qui surviennent en l'absence desdites technologies. Notre propos est de discuter des effets obtenus **grâce** aux technologies — non seulement aux hautes technologies mais également grâce à ce que nous appellerons dans l'ensemble la distribution **physique** de la cognition en général sur des éléments comme les ordinateurs, bien sûr, mais aussi sur l'utilisation du crayon et du papier, ou sur la tactique toute simple de laisser un dossier devant la porte pour se rappeler de l'emporter au travail. Nous nous tournerons également brièvement vers la distribution **sociale** de la cognition.

Notre position peut se résumer de la façon suivante :

- (1) L'environnement — à savoir les ressources sociales et physiques situées dans l'environnement immédiat en dehors de l'individu — fait partie de la cognition, non pas seulement comme source ou récepteur d'information, mais également comme un véhicule de la pensée.
- (2) La trace laissée par la pensée — ce qui est appris — se retrouve non seulement dans l'esprit même de l'individu qui apprend, mais

également dans l'organisation de l'environnement, et constitue tout autant un apprentissage de bon aloi.

Dans la notion d'individu-plus, nous pourrions, en effet, aller jusqu'à émettre avec beaucoup d'audace l'**hypothèse d'un accès équivalent** (« *equivalent access hypothesis* »). Cette hypothèse postule, que pour l'individu-plus la pensée et l'apprentissage dépendent uniquement de ce que l'on pourrait appeler les « caractéristiques d'accès » (« *access characteristics* ») de la connaissance en cause — quel genre de connaissance est représenté, de quelle manière elle est représentée, quelles sont ses facilités d'accès, et autres considérations du même type — et non pas de l'endroit où se situe la connaissance, que ce soit l'individu ou l'environnement. Reprenons notre exemple : si l'étudiant(e) peut retrouver relativement facilement, grâce à sa bonne organisation, les idées sur 1066 contenues dans son cahier de notes, quelle importance cela peut-il avoir que ces idées se situent à l'intérieur ou à l'extérieur de son crâne ?

On ne peut pas bien sûr pousser l'idée trop loin. Nous ne prétendons certainement pas qu'un ensemble de notes, même répertoriées dans le meilleur des cahiers de notes, ou qu'une base de données électronique d'accès rapide, a la même valeur fonctionnelle qu'un arsenal de faits bien enregistrés dans la mémoire à long terme. En fait, tous deux s'échangent des éléments et se complètent. Il s'agit plutôt ici d'une revendication de principe : l'important est de considérer la fonction, ce qui concerne les caractéristiques d'accès à l'information — et non pas le siège — le fait de savoir de quel côté du crâne se trouve l'information.

LA COGNITION COMME FLUX D'INFORMATIONS

Tentons de préciser cette notion d'individu-plus au moyen d'une idée très abstraite : un système de traitement de la connaissance (« *knowledge processing system* »). Ce système pourrait aussi bien être une personne remplissant sa déclaration de revenus, qu'un ordinateur dans une compagnie d'assurance calculant les risques, ou que la duplication d'ADN. Dans un tel système, l'une des opérations typiques de traitement de l'information consiste à aller rechercher les éléments de connaissance dans les divers endroits du système

et à les traiter, apportant par là souvent une connaissance nouvelle au système. Ainsi, un système d'individu-plus comprenant une personne, un crayon, un formulaire de déclaration de revenus et les instructions pour le remplir, apprendrait à un certain moment la somme du montant total dû au gouvernement.

Afin d'analyser à grands traits un tel cas, nous allons nous tourner vers quatre dimensions ou catégories que nous désignerons par les termes **connaissance** (« *knowledge* »), **recherche d'informations** (« *retrieval* »), **représentation** (« *representation* »), et **construction** (« *construction* »). La **connaissance** concerne les types de connaissance à disposition. La **représentation** concerne la manière dont la connaissance est représentée — notamment si elle l'est de manière à pouvoir être aisément recherchée, transférée au sein du système et encodée à nouveau. La **recherche d'informations** concerne le fait de savoir si le système peut trouver lesdites représentations de la connaissance et avec quelle efficacité. La **construction** concerne la capacité du système à assembler les éléments de connaissance recherchés en des structures de connaissance nouvelles.

Ces quatre catégories forment ensemble ce que nous appellerons les **caractéristiques d'accès** (« *access characteristics* ») du système : à quelle connaissance il a accès, par le biais de représentations permettant quel accès à l'information, au moyen de quelles voies de recherche accédant à l'information, et avec quel accès à des constructions ultérieures sur la base de ladite connaissance. En raison de l'accent mis sur l'accès, nous appelons l'ensemble « le cadre de l'accès » (« *access framework* ») (Perkins & Simmons, 1988 ; Perkins, Crismond, Simmons, & Unger, sous presse).

Ces quatre catégories ont été choisies notamment parce qu'elles représentent un découpage plutôt intuitif des aspects d'une opération de traitement de l'information que l'on peut appliquer à tout système, que ce dernier comprenne un être humain ou non, et quels que soient les types de connaissance, de représentation, de mécanismes de recherche et de construction utilisés. Le cadre général de l'accès constitue un cadre global permettant ce que l'on pourrait appeler une analyse du « flux d'informations » (« *information flow* »). Bien que tout ceci semble relever plutôt du domaine de l'informatique, nous ne désirons ni

mettre en avant cet aspect ni le nier. La duplication d'ADN ou la réponse du système immunitaire à des anticorps sont elles aussi des processus que l'on peut analyser en ces termes.

Ces quatre catégories ont toutefois également été choisies de la sorte, parce qu'elles se sont révélées être utiles dans le choix pour classifier un certain nombre de résultats de recherche en psychologie contemporaine concernant les conditions d'un bon apprentissage chez l'homme. Voici un exemple pour expliquer comment cette classification peut se faire.

La connaissance. Comprendre une discipline implique de façon caractéristique non seulement une connaissance au « niveau du contenu » (« *content level* ») — les faits et les procédures — mais aussi ce que l'on peut appeler une connaissance d'un « niveau supérieur » (« *higher order* ») concernant les stratégies de résolution de problèmes, les styles de justification et d'explication, et les caractéristiques d'enquête de ladite discipline (Perkins & Simmons, 1988 ; Posner, Strike, Hewson, & Gertzog, 1982 ; Strike & Posner, 1985). Dans nombre de situations d'apprentissage, ni l'individu qui apprend *ni* l'environnement ne contient grand-chose de cette connaissance de niveau supérieur, raison pour laquelle le sens et les causes de certains faits et processus particuliers apparaissent souvent obscurs.

La représentation. Tout ensemble de travail important suppose l'existence de modèles mentaux visuels permettant de saisir les concepts nouveaux et complexes. Les personnes douées peuvent certes construire de tels modèles ou des éléments de fonction similaire par elles-mêmes, mais les personnes moins douées profiteront de l'environnement pourvoyant ces modèles (cf. Gentner & Stevens, 1983 ; Perkins & Unger, 1989 ; Mayer, 1989).

La recherche d'informations. Les études démontrent que les modèles typiques de l'apprentissage mènent à une « connaissance inerte » (« *inert knowledge* »), qui, bien qu'elle soit mobilisable dans les jeux à réponses simples, ne l'est pas réellement dans les conditions d'utilisation plus courantes. En d'autres termes, cette connaissance figure dans le système, mais comporte des caractéristiques de recherche inappropriées. L'apprentissage fondé sur la résolution de problèmes, entre autres tactiques, peut aider à rendre la connaissance accessible dans les

contextes appropriés (Bransford, Franks, Vye, & Sherwood, 1986 ; Perfetto, Bransford, & Franks, 1983 ; Sherwood, Kinzer, Bransford, & Franks, 1987).

La construction. Nombre d'études sur le développement semblent suggérer que les limitations de la mémoire à court terme créent un embouteillage dans le traitement des informations, ce qui rend certains concepts inaccessibles à l'individu qui apprend. Toutefois, un environnement bien conçu peut fournir une mémoire à court terme de secours et aider ainsi celui-ci à saisir certains de ces concepts (Case, 1985 ; Fischer, 1980 ; Halford, 1982)

Vous remarquerez que le cadre d'accès et les considérations d'ordre général qui viennent d'être mentionnées offrent une meilleure possibilité d'analyse d'un système pensée-apprentissage que les théories psychologiques mécanistes. Il ne nous est pas nécessaire de savoir comment l'esprit effectue ce qu'il fait pour déterminer les caractéristiques d'accès d'un individu-plus. Il nous suffit de connaître les caractéristiques de fonctionnement de la « boîte noire » du système et de se demander si le modèle postulé de flux d'informations peut s'appliquer.

Ainsi, par exemple, il ne nous est pas nécessaire d'avoir une théorie détaillée de la représentation de la connaissance pour affirmer, que, dans nombre de situations d'apprentissage, la connaissance de niveau supérieur relative à la matière étudiée n'est **représentée nulle part** dans le système. Nous n'avons pas besoin de théorie détaillée sur la mémoire de travail pour affirmer que les tâches et les concepts complexes constituent probablement une surcharge pour l'individu-solo.

L'idée de cadre d'accès n'est pas là pour rendre compte des mécanismes sous-jacents, mais plutôt pour permettre une analyse du « flux d'informations ». Nous affirmons qu'à ce niveau-là d'analyse émergent des aspects fort intéressants sur la force et les faiblesses des contextes de pensée et d'apprentissage.

LA DISTRIBUTION DE LA PENSÉE ET DE L'APPRENTISSAGE EN GÉNÉRAL

La distribution de la pensée et de l'apprentissage chez l'individu-plus apparaît peut-être avec le plus d'évidence dans les situations de recher-

che authentique et de grande envergure — un étudiant ou un professeur préparant une dissertation, un agent publicitaire mettant au point une campagne de publicité, un directeur artistique montant une pièce de théâtre, un ingénieur dessinant un pont. De tels processus créatifs ont certes fait l'objet d'études (par ex. Gruber, 1974 ; Perkins, 1981 ; Tweeney, 1985, sous presse), mais on ne peut pas dire qu'ils soient le pain quotidien des psychologues. Prenons l'exemple de l'ingénieur pour les besoins de notre enquête. Les catégories du cadre général d'accès nous serviront à examiner les procédés de distribution de la pensée et de l'apprentissage chez l'ingénieur en question.

La connaissance. Du point de vue de la connaissance, l'ingénieur en lui-même apporte à la tâche, bien entendu, toute une richesse technique contenue dans sa mémoire à long terme. Mais tout aussi importants sont les livres contenant les tables indiquant la résistance des matériaux, les formules de la contrainte exercée sur les poutres, les réglementations régissant la construction dans le pays où doit être construit le pont en question, les descriptions et les photos de l'emplacement prévu pour le pont, etc.

Les représentations

En dehors des représentations mentales, l'ingénieur se sert de textes, de tables et formules mathématiques, et de dessins pour envisager les diverses possibilités à la fois structurelles et esthétiques du pont. Il est plus que probable que l'ingénieur d'aujourd'hui utiliserait aussi la conception assistée par ordinateur, avec sa capacité puissante de rendre et de faire tourner à l'écran une image tridimensionnelle du projet.

La recherche d'informations

En ce qui concerne les mécanismes de recherche, l'ingénieur utilise les tables des matières et les index des livres, les procédures habituelles de vérification dans les tables numériques, les ressources de recherche offertes par le système de conception assistée par ordinateur, et peut-être aussi des mots-clés pour sonder les bases de données bibliographiques en vue d'obtenir les toutes dernières informations sur quelque point récent de construction.

La construction

L'ingénieur travaille dans un environnement comportant un support étendu de mémoires à

court et long termes grâce aux dessins et notes sur papier ainsi qu'au système de conception assistée par ordinateur. En dehors de la mémoire, ce cadre offre un support computationnel pour nombre d'opérations cognitives importantes : les calculatrices de poche permettent d'effectuer des calculs simples, tandis que la puissance du système de conception assistée par ordinateur permet à l'ingénieur de visionner avec une grande précision et sous différents angles la conception en cours, un exploit que seule la répétition fastidieuse de dessins au crayon sur du papier ou la construction d'un modèle en trois dimensions permettrait de réaliser, approche classique mais qui a certes rendu de grands services.

Ces points relatifs à la connaissance, la représentation, la recherche d'informations et la construction ne concernent en outre que l'environnement physique et non pas social de l'ingénieur. Il est probable que l'ingénieur travaille en équipe. Il faut donc inclure les processus de collaboration dans l'étude. L'équipe fait également partie de l'ingénieur en tant qu'individu-plus. Peut-être conviendrait-il mieux en effet de dire dans ce cas « personnes-plus » (« *people-plus* ») — l'unité cognitive en fonction étant l'équipe, plus les systèmes de support physique de blocs-notes, tables techniques, conception assistée par ordinateur, etc.

LES POSITIONS TACITES DE LA PSYCHOLOGIE ET DE L'ENSEIGNEMENT

Il est facile de démontrer ces points lorsqu'il s'agit d'un travail d'enquête complexe. D'autres activités qui exigent une pensée moins intensive dans le sens habituel du terme impliquent également de façon caractéristique un support environnemental massif : ainsi l'agitation d'un cuisinier dans sa cuisine, qui met en jeu non seulement un livre de cuisine, mais implique aussi l'existence d'une batterie d'instruments rangés à des endroits précis, soit sortis sur la table prêts à l'emploi, soit encore déposés dans l'évier pour être lavés plus tard, constitue une sorte d'échafaudage cognitif qui permet au cuisinier de ne pas se perdre au cours du processus.

Les attitudes typiques de la psychologie et de l'enseignement considèrent par contre l'individu d'une façon plus proche de l'individu-solo. Le sujet de laboratoire habituel dispose rarement

d'autre chose que d'un crayon et de papier pour étayer son savoir. Il n'y aurait aucune objection à cela si l'étude de la cognition revenait à étudier le pur esprit en dehors de tout contexte physique. Nous pensons toutefois que dans les situations d'individu-plus se présentent des caractéristiques qui changent considérablement les capacités de traitement de l'information du système et qui justifient une étude en profondeur en vue de les comprendre.

Les écoles font continuellement campagne pour changer l'individu-plus en un individu-solo. Un « individu plus crayon, papier, annuaire, encyclopédie » et ainsi de suite est acceptable dans le cadre de l'étude, mais le but ultime est de devenir un « individu plus crayon et papier » seulement. Le crayon et le papier ne sont en outre pas considérés comme étant des aides de la pensée, mais comme un récipient dans lequel l'individu-solo peut déverser les preuves concrètes de son exploit.

L'individu-solo est certes digne d'intérêt, mais mettre l'accent exclusivement sur cette qualité me semble erroné pour deux raisons au moins : (1) d'une part, si la mission de l'école est de préparer les étudiants à être performants dans le monde réel, persister à vouloir les rendre des individus-presque-solo n'est pas « réaliste » (« *lifelike* »), (2) d'autre part, l'école devrait aider les étudiants qui ont, pour la plupart, encore bien à apprendre sur l'art de la distribution de la cognition.

L'une des raisons du problème pourrait en partie se résumer à ceci : la croyance en ce que j'ai appelé ailleurs « l'effet clavier » (« *finger tip effect* ») * est très étendue, à savoir qu'il suffit de mettre à disposition un système de support pour que les gens profitent plus ou moins automatiquement des avantages offerts (Perkins, 1985). Si « l'effet clavier » était une réalité, le système éducatif n'aurait pas de souci à se faire sur la capacité des étudiants à tirer le meilleur parti des supports environnants, que ce soit un support aussi simple qu'un crayon et du papier ou un support aussi complexe qu'un traitement de texte, un programme « *outliner* » ou un environnement « *hyper-text* ».

Les preuves ne manquent pas toutefois pour dénoncer l'imposture de l'effet clavier. Ainsi par exemple, les études concernant l'impact des traitements de texte sur l'écriture des étudiants ont démontré que ces derniers n'utilisaient pratiquement pas les capacités de transformation structurale des textes offertes par les traitements de texte. Au lieu de cela, les étudiants se servent de cet outil puissant principalement pour faire de petites corrections stylistiques, grammaticales ou d'orthographe et soigner la présentation (Daiute, 1985, 1988). Les écrivains plus expérimentés en revanche utilisent les ressources de révision structurale et le font plus aisément depuis qu'ils se servent des traitements de texte.

Mais il n'est pas nécessaire de recourir à la haute technologie pour prouver que les gens n'exploitent pas à fond toutes les possibilités offertes par les structures de support physique mises à disposition. Les études sur les stratégies de lecture ont démontré que les lecteurs peuvent tirer un grand bénéfice, préalablement à la lecture de l'article proprement dit, de la lecture des résumés, des tables des matières, des titres des chapitres et des légendes, pour prendre conscience des structures du texte qu'ils vont lire (cf. Higbee, 1977). Néanmoins, sans formation en stratégies de lecture, les étudiants font la chose la plus évidente : lire du début à la fin de façon linéaire.

La prise de note conventionnelle linéaire d'un cours est un autre exemple d'une technique qui s'est avérée moins efficace que les techniques de prise de notes présentant une meilleure structure de la connaissance, telles que la schématisation de concepts (« *concept mapping* ») (Novak & Gowin, 1984), ou l'utilisation d'une série de signes graphiques permettant d'organiser et de visualiser les divers aspects des idées, tels que les relations de narration, de comparaison-opposition, ou les arguments pour et contre (Jones, Pierce, & Hunter, 1988-89 ; McTighe & Lyman, 1988).

En bref, deux points principaux méritent d'être reconnus. En premier lieu, dans les contextes d'enquête riches en éléments, comme dans la plupart des activités quotidiennes d'ailleurs, les systèmes de support physique de la cognition foisonnent. Ces systèmes de support s'adressent aux quatre facettes du cadre d'accès, apportant (a) la connaissance nécessaire ; (b) les représentations accessibles ; (c) les voies de recherche efficaces ; et (d) les théâtres de construction (blocs-notes,

* n.d.t. La traduction littérale de « *finger tip effect* » serait « l'effet bout du doigt », mais il semble que l'auteur désire mettre l'accent sur le jeu des mains sur le clavier d'un ordinateur plutôt que sur le côté tactile du doigt qui tape.

bancs d'essai, etc.) les plus appropriés pour soutenir la fabrication des choses et la structuration des idées.

En second lieu, l'utilisation optimale de ces systèmes de support physique est un art qui n'est, malheureusement, pas très répandu. Or les méthodes conventionnelles d'enseignement, comptant sur « l'effet clavier », ne permettent pas aux étudiants de se familiariser avec cet art.

LA DISTRIBUTION DE LA FONCTION D'EXÉCUTION

Il ne nous est pas nécessaire de dénouer les paradoxes du libre arbitre pour reconnaître que tout organisme cognitif — même les machines — comporte une fonction d'exécution (« *executive function* »). Il existe, en effet, des procédures de routine qui assurent des tâches de choix fréquemment non routinières, qui se mettent en œuvre à certains points de prise de décision pour passer en revue les conséquences des options et choisir une ligne d'action. Tandis que la section précédente examinait la distribution de la pensée et de l'apprentissage en général, il serait intéressant de centrer son attention pour un instant sur ce cas spécial qu'est la fonction d'exécution et sa distribution dans les diverses versions d'individu-plus.

Dans le lien établi entre la fonction d'exécution et le cadre général d'accès, faire un choix dans des circonstances complexes représente très clairement un acte hautement constructif. En conséquence, la fonction d'exécution repose inévitablement sur la connaissance et les ressources de représentation, de recherche et de construction. Toutefois, la fonction d'exécution est parfois remplie plus directement par la mémoire des choix effectués auparavant dans les situations similaires, ce qui relève davantage de la recherche à faire dans les représentations internes ou externes de la connaissance qui a été emmagasinée lors des situations où se posait un choix.

La fonction d'exécution d'un individu-plus au cours de la pensée et de l'apprentissage peut se distribuer de plusieurs façons. Nous pensons bien sûr le plus souvent qu'un individu « décide tout seul ». Mais beaucoup d'autres scénarios sont envisageables. Ainsi, il arrive souvent au cours de l'enseignement que ce soit l'enseignant qui décide

ce qu'il convient de faire. Celui qui apprend, bien sûr, décide de suivre ou non le conseil de l'enseignant. Un texte, un livre d'exercices ou un programme d'enseignement assisté par ordinateur comporte de façon prédéterminée une série implicite de décisions d'exécution : Lisez ce chapitre, puis faites cet exercice. Résolvez ce problème ; selon les progrès que vous faites, l'ordinateur vous posera un autre problème.

Dans ces cas, il serait facile de dénoncer la perte d'autonomie de la personne qui apprend, une question pour le moins importante. Mais nous ne voulons en aucun cas suggérer ici que le fait que le système de support de l'apprentissage (enseignant, livre, ordinateur, etc.) prenne en main la fonction d'exécution soit une mauvaise chose en règle générale. Tout dépend de la sagesse du système de support et de la possibilité offerte à celui qui apprend d'élaborer en fin de compte les fonctions d'exécution qui sont nécessaires pour tirer un certain profit de l'expérience d'apprentissage.

En effet, concéder la fonction d'exécution à l'environnement est souvent l'un des actes les plus puissants que nous pouvons entreprendre. Si les instructions pour l'assemblage des composants d'un nouveau système stéréo sont bien explicites, mieux vaut les suivre. Pour contrebalancer l'inconstance du jugement humain dans les cas où les intérêts s'opposent, nous élaborons des lois et des contrats écrits destinés à figer certains modes de décision. Bien entendu, un individu-solo ou un groupe social (par ex. un jury ou des juges) dispose généralement d'une certaine latitude ou possibilité d'outrepasser ces règles écrites, mais cela ne devrait pas masquer l'existence d'une tactique fondamentale consistant à céder une fonction d'exécution considérable à l'environnement physique.

D'autres situations moins tranchées et tout aussi intéressantes se présentent également. Les systèmes de menu généralement utilisés dans les interfaces d'ordinateur laissent un certain choix à l'utilisateur, mais se chargent de l'organisation des options affichées au menu en les disposant dans un ordre qui anticipe les priorités probables de l'utilisateur. L'environnement prend donc en charge ici une partie de la fonction normale d'exécution : la construction d'une représentation de l'espace à options. Tournons-nous un instant vers la distribution sociale de l'intelligence. Les psychiatres ou les psychologues évitent généralement d'assumer la fonction d'exécution à la place de

leur client, pour renforcer l'autonomie de ce dernier. Mais ils construisent un échafaudage autour du patient et le poussent un peu dans la construction de l'espace à options. Pour ce qui est de l'enseignement, les études de Mark Lepper sur les assistants d'enseignement expérimentés révèlent l'existence d'un schéma complexe d'interactions, dans lequel l'assistant donne l'impression à l'étudiant d'être puissant tout en exerçant un contrôle subtil mais énorme sur son cheminement, grâce à des questions et des défis de toutes sortes. (Lepper, sous presse).

Malgré les nombreuses distributions possibles de la fonction d'exécution entre l'individu et son environnement, il arrive, dans certaines circonstances, qu'il y ait un vide dans la fonction d'exécution : ceux qui apprennent ne savent pas automatiquement comment manier les distributions d'exécution. Par exemple, pouvoir suivre des instructions à la lettre (une cession de la fonction d'exécution en faveur de la source des instructions) est une capacité très utile ; mais nombre d'étudiants ne semblent pas capables pour ce faire de rassembler les capacités d'auto-contrôle, de vérification et d'attention, et ne parviennent pas en conséquence à suivre les instructions requérant une grande précision. Pour prendre un exemple de nature sociale : certaines personnes, quel que soit leur âge, semblent avoir des difficultés à prendre des décisions lorsqu'elles se trouvent en groupe. Trier les priorités dans un groupe entraîne en effet toute une série de complications et un enchevêtrement de discussions que l'on ne rencontre pas dans les cas où la prise de décision incombe à une seule personne.

C'est pourquoi l'enseignement devrait familiariser davantage les étudiants avec l'art de distribuer la fonction d'exécution. Au lieu de cela, l'enseignement présente ses propres carences d'exécution. Nombre de procédures d'enseignement transmettent aux étudiants — notamment aux étudiants plus faibles — une fonction d'exécution inadéquate. L'étudiant ne sait pas exactement ce qu'il doit faire, et n'est pas en mesure non plus de le concevoir, l'environnement n'offrant aucune aide suffisante. Tel est souvent le cas dans les situations d'apprentissage ouvertes, telles que l'utilisation de Logo, lorsque les enseignants n'ont pas été formés en vue d'encadrer ce genre d'activités (Papert, 1980 ; Pea & Kurland, 1984a, b ; Salomon & Perkins, 1987). Cela n'implique pas que de tels environnements devraient comporter

une fonction d'exécution plus solidement ancrée, et dire aux étudiants ce qu'il faut faire, mais plutôt que ces environnements devraient offrir un support suffisant d'une sorte ou d'une autre spécifiquement pour la fonction d'exécution, de sorte que les étudiants puissent découvrir les activités dignes d'intérêt.

Harel (1988) décrit, par exemple, une expérience dans laquelle des jeunes utilisaient Logo pour développer un logiciel d'instruction simple concernant les fractions. Une attention toute particulière avait été donnée à la création d'une structure de support autour des étudiants permettant d'entretenir un progrès quasi systématique tout au long d'un projet à long terme, ce qui n'est pas toujours le cas avec l'utilisation de Logo dans l'enseignement. À côté de l'autonomie considérable dont disposaient les étudiants, les notes qu'ils tenaient, les discussions et d'autres mécanismes permirent de garantir une bonne gestion des tâches. Les étudiants progressèrent dans les projets et tirèrent un profit considérable de ce logiciel à la fois sur le plan de la programmation et sur le plan de la compréhension des fractions.

LES VARIATIONS DE LA FONCTION D'EXÉCUTION AU COURS DE L'APPRENTISSAGE

Ceci nous amène à considérer le fait que la distribution de la fonction d'exécution au cours de l'apprentissage peut varier de diverses manières. Dans le schéma le plus courant, celui qui apprend cède la fonction d'exécution à son environnement et la récupère progressivement selon la maîtrise de la connaissance et des capacités envisagées. Le piège est, dans la plupart des pratiques éducatives, que l'étudiant ne récupère jamais qu'une partie de son autonomie. L'environnement éducatif garde de façon caractéristique un contrôle d'exécution important à travers le processus d'apprentissage formel. Celui qui apprend quitte ensuite cet environnement éducatif pour fonctionner tout seul, responsable tout à coup d'une fonction d'exécution à laquelle il n'est pas du tout préparé.

L'exemple classique est la sélection de problèmes. L'enseignement conventionnel sélectionne pratiquement tous les problèmes à résoudre pour l'étudiant, choisissant ceux qui méritent d'être traités et, souvent, dans quel

ordre. Puis les tâches ne sont plus assignées. Et nous constatons avec étonnement que les étudiants ne reconnaissent pas les occasions d'utiliser dans la vie courante ce qu'ils ont appris. Un tel phénomène s'appelle communément un « manque de transfert ». Mais ce diagnostic est quelque peu erroné, parce qu'il ne rend pas compte du fait que l'étudiant n'a jamais eu l'occasion d'apprendre le processus que nous leur souhaitons voir transférer, à savoir la sélection de problèmes. L'étonnant n'est pas que les étudiants ne sont pas capables d'appliquer ce qu'ils savent à la « vie courante » (« *real life* »), mais plutôt que de temps en temps ils découvrent certaines applications, ce qui est une preuve, on ne peut plus parlante, du caractère remarquable que prend le transfert lorsque fait dans des conditions peu propices à cela (Salomon & Perkins, 1989 ; Perkins & Salomon, 1988).

Il en ressort que le programme de l'enseignement devrait apporter à l'étudiant la fonction d'exécution nécessaire, ce qui n'est pas toujours le cas. Mais en même temps, nous n'avons pas l'intention ici de prôner l'idéologie de l'autonomie totale de l'étudiant. Selon la nature des objectifs d'apprentissage, l'étudiant ne nécessitera peut-être jamais même de contrôle exécutif. Prenons par exemple certains des environnements d'enseignement assisté par ordinateur destinés à rendre routinières certaines techniques, telles que la dactylographie, la reconnaissance de mots ou l'orthographe : ceux-ci exercent une fonction d'exécution pour guider celui qui apprend au cours de l'apprentissage. Mais une fonction d'exécution accrue peut ne pas être importante pour l'automatisation de la technique elle-même.

Ainsi, les études semblent suggérer que pour quelques étudiants lents dans l'apprentissage de l'arithmétique, l'automatisation des capacités arithmétiques de base est un handicap sérieux que l'on peut éliminer par des exercices et des routines dans des conditions de limite de temps (Hasselbring, Goin, & Bransford, 1988). Pour contraignant que cela paraisse, ce n'est pas la fonction d'exécution de l'étudiant qui doit être renforcée dans ce cas. Un enseignement qui ne s'occupe pas de la fonction d'exécution de l'étudiant mais renforce simplement l'automatisme de l'étudiant pour s'arrêter ensuite fera amplement l'affaire.

Enfin, il est important de reconnaître que dans certaines situations d'apprentissage l'étudiant est amené à céder davantage de sa fonction d'exécu-

tion au lieu d'en acquérir. Un cadre apprend à céder une partie de sa fonction d'exécution à des subordonnés compétents. Un(e) visiteur(euse) de musée, après avoir eu plusieurs expériences avec des visites auto-guidées par opposition aux visites avec enregistreur offertes par les musées, peut apprendre à céder de sa fonction d'exécution à l'enregistreur, qui lui permet, à son avis, d'avoir une visite plus intéressante que celle qu'il (elle) aurait pu se construire lui(elle)-même, du moins dans la mesure où il(elle) n'a que peu d'expérience sur les sujets présentés. Un couple marié, pour se débarrasser de certains problèmes, peut établir des règles écrites, telles que « Nous ne parlerons argent que les samedis matins et pendant une heure au maximum ». En règle générale, au cours de l'apprentissage, la fonction d'exécution peut se trouver alternativement soit davantage entre les mains de l'étudiant soit encore moins en sa possession, comme il se doit selon les circonstances.

En résumé, la distribution physique et sociale de la fonction d'exécution est une longue histoire. Nous cédon de notre fonction d'exécution à l'environnement physique, sans parler de l'environnement social, bien plus fréquemment et pour des raisons bien plus valables qu'il peut nous apparaître de prime abord. L'individu-plus acquiert de façon substantielle plus de pouvoir en cédant de sa fonction d'exécution.

Mais en même temps, n'oublions pas que l'important réside dans les nuances. Souvent un individu-plus ne réussit pas dans une certaine activité, parce que ni l'individu, ni l'environnement, ni les deux combinés n'offrent une bonne fonction d'exécution pour ladite activité. L'enseignement s'arroge souvent un contrôle exécutif, lorsqu'il aurait mieux valu étayer la fonction d'exécution de l'étudiant, en l'aidant à prendre des décisions sans toutefois les prendre à sa place. Et il n'est pas rare que l'environnement ne facilite pas la transition de la fonction d'exécution, lorsque celle-ci doit revenir en fin de compte à l'étudiant.

LA DISTRIBUTION DE LA CONNAISSANCE DE NIVEAU SUPÉRIEUR

Comme je l'ai dit plus haut, la catégorie « connaissance » du cadre général d'accès fait une distinction entre une connaissance au niveau du contenu (« *content level* ») — les faits et pro-

cédures d'une certaine matière — et une connaissance d'un « niveau supérieur » (« *higher order* »), comprenant les stratégies de résolution de problèmes appropriées à ladite matière et les schémas des caractéristiques de justification, d'explication et de recherche propres à ladite discipline (cf. Perkins & Simmons, 1988 ; Perkins, Crismond, Simmons, & Unger, sous presse).

Ailleurs, nous avons discuté de l'importance que revêt la connaissance de ce niveau supérieur dans l'apprentissage d'un certain domaine disciplinaire (Perkins & Simmons, 1988). Nombre de fausses conceptions dans les mathématiques et les sciences peuvent s'expliquer en partie par l'absence de la connaissance de niveau supérieur, qui fournit un contexte de support aux concepts appropriés, tout en dévoilant la faiblesse des conceptions inappropriées.

Cette connaissance de niveau supérieur non seulement informe la construction de la compréhension des contenus de savoir mais contribue également à la mise en œuvre de la fonction d'exécution dont nous avons parlé plus haut. Les stratégies de résolution de problèmes et les modèles de justification, d'explication et de recherche offrent à l'agent, dans un domaine donné, les principales orientations de comportement possibles entre lesquelles il peut choisir. Sans cette structure de niveau supérieur, l'agent est limité dans ses choix de recherche concernant les contenus de savoir et la mise en œuvre de procédures routinières, telles que les algorithmes de l'arithmétique. Ce sont les aspects de niveau supérieur du domaine disciplinaire envisagé qui donnent un sens aux activités associées à ce domaine.

LA PRÉSENCE DE LA CONNAISSANCE DE NIVEAU SUPÉRIEUR

En ayant présents à l'esprit tous ces points, il importe désormais de se demander comment la connaissance de niveau supérieur se répartit dans les situations de pensée-apprentissage. Peut-être faudrait-il commencer par un point qui s'apparente à un autre point sous-estimé dans la fonction d'exécution, à savoir que dans nombre de situations d'individu-plus, il n'existe pas de représentation appréciable de la connaissance de niveau supérieur, ni au niveau de l'individu ni au niveau de l'environnement. Ainsi, par exemple, de nom-

breux manuels de science n'abordent même pas, sauf de façon très superficielle, les procédés et les objectifs de la science (Evans, Honda, & Carey, 1988). Les manuels d'histoire ne disent rien en général à propos de la base épistémologique de l'histoire : comment les historiens formulent des hypothèses sur le passé et les vérifient à l'aune des faits historiques. Les manuels utilisent rarement des « termes d'états mentaux » tels que **penser, savoir, inférer, supposer, conclure, postuler**, etc. (Olson & Astington, sous presse ; Olson & Babu, 1992). On ne peut raisonnablement attendre des étudiants qu'ils élaborent d'eux-mêmes de telles idées à partir de rien.

Relever ces défauts dans les matériaux conventionnels d'enseignement n'est pas nouveau. Toutefois, il ne s'agit pas ici simplement de décrier les manuels scolaires. De nombreux environnements d'apprentissage novateurs, qui améliorent notablement certaines caractéristiques d'accès d'une situation d'apprentissage, n'abordent pas pour autant le problème de la connaissance de niveau supérieur.

Pour rendre cet aspect plus concret, prenons l'exemple du logiciel « *Geometric Supposer* » (Schwartz & Yerushalmy, 1987), un programme d'ordinateur ingénieux destiné à réhabiliter la recherche et la découverte de la géométrie euclidienne dans l'enseignement. Le programme « *Geometric Supposer* » le fait de trois manières distinctes. En premier lieu, la construction géométrique est grandement facilitée : un utilisateur peut, sur simple demande, faire dessiner un triangle, varier la hauteur, construire des parallèles, etc. En second lieu, la mesure de telles constructions pour vérifier les hypothèses est très simple : par exemple, l'étudiant peut demander la mesure de deux côtés d'un triangle pour savoir s'ils sont égaux. En troisième lieu, une hypothèse faite pour un procédé donné peut être revérifiée très simplement dans le cadre de versions différentes : ainsi, après avoir construit un triangle au hasard, abaissé une hauteur, etc., l'étudiant peut demander au système de répéter l'ensemble de la construction avec pour point de départ un autre triangle choisi au hasard ou spécifié par l'étudiant. L'étudiant peut alors voir si la relation géométrique supposée se réalise à nouveau lors d'une même construction mais avec un triangle différent.

Le programme « *Geometric Supposer* » est l'une des innovations technologiques les plus connues dans l'enseignement des mathématiques. Il doit sa

renommée, à juste titre d'ailleurs, à la réhabilitation d'une certaine créativité dans le programme d'étude traditionnel de la géométrie. Du point de vue du cadre général d'accès, il améliore très nettement et de plusieurs façons les caractéristiques d'accès. Ce programme offre en fait un théâtre de construction au sens propre du terme. Les opérations effectuées dans ce théâtre sont réalisées beaucoup plus rapidement et précisément qu'un étudiant ne pourrait le faire avec une règle à angle droit et un compas. En ce qui concerne les recherches, le système permet sans délai de faire des recherches sur la construction précédente et de la réexécuter. Pour ce qui est de la représentation, le système affiche bien entendu les constructions, mais rend également évident le répertoire des opérations constructives qui peuvent s'appliquer, grâce à un affichage judicieux à l'écran.

L'étudiant dispose donc de toutes les ressources pour procéder plus avant, à un plus haut niveau, dans le domaine de la géométrie. Mais souvenez-vous de « l'effet clavier », cette supposition trompeuse, selon laquelle les gens profitent directement des avantages offerts. Avec ce programme, nombre d'étudiants ne voient pas immédiatement les avantages à disposition, et beaucoup d'enseignants ne savent pas ce qu'il faut faire exactement pour diriger les étudiants vers ces avantages. Voyez-vous, le programme « Geometric Supposer » ne contient pas en lui-même, de quelque façon que ce soit, la connaissance des aspects de niveau supérieur du domaine (Chazen, 1989).

Nous ne voulons pas suggérer ici que ce programme devrait être amélioré par l'inclusion dans le logiciel d'une plus grande connaissance de niveau supérieur. Ce programme est, bien au contraire, l'un de mes exemples favoris de conception de logiciel réussi. Nous désirons souligner plutôt que l'enseignement environnant, lui, devrait parfois inclure une attention plus articulée sur les aspects de niveau supérieur de la géométrie.

En règle générale, les possibilités cognitives ne sont pas en elles-mêmes des échafaudages cognitifs. En effet, les ressources technologiques novatrices et bien pensées qui offrent un accès plus aisé aux niveaux supérieurs de pensée et d'apprentissage dans un domaine donné ne constituent pas nécessairement en elles-mêmes un échafaudage cognitif.

LE SIÈGE DE LA CONNAISSANCE DE NIVEAU SUPÉRIEUR

Le fait de reconnaître la nécessité de l'existence d'une connaissance de niveau supérieur pour l'individu-plus entraîne la question de savoir où devrait se trouver le siège de cette connaissance. Nous insistons en règle générale dans ce texte sur le fait que le siège n'est pas d'une grande importance en soi — que celui-ci se trouve dans l'environnement ou dans l'individu. Ce qui compte, ce sont les caractéristiques d'accès : par exemple, à quel point la représentation de la connaissance nécessaire est lisible et avec quelle facilité elle peut être recherchée. Il s'agit là de **l'hypothèse d'accès équivalent** (« *equivalent access hypothesis* ») que nous avons postulée comme point de départ.

Mais cette hypothèse n'implique pas nécessairement que la connaissance de niveau supérieur puisse aussi bien se situer dans l'environnement. Tout dépend de la possibilité de parvenir à une équivalence approximative de fonction — ce qui n'est pas aisé avec la connaissance de niveau supérieur. Dans l'ensemble, la connaissance de niveau supérieur devrait se trouver dans l'individu (ou répartie parmi les esprits des différentes personnes impliquées) plutôt que stockée physiquement dans une mémoire d'ordinateur.

Pour quelles raisons ? Premièrement, parce que la connaissance de niveau supérieur est utilisée plus ou moins continuellement par la fonction d'exécution dans les activités de recherche complexes. Il ne s'agit pas d'une formule que l'on consulte une fois par mois et que l'on peut aussi bien enterrer dans un ouvrage. Deuxièmement, la connaissance de niveau supérieur est relativement stable, ne relève pas du griffonnage éphémère, et pour cette raison il serait plus utile qu'elle soit située dans une mémoire à long terme. Troisièmement, la connaissance de niveau supérieur est relativement compacte comparée à la masse de faits et de procédures pour un domaine donné. Les dimensions de cette connaissance ne représentent donc en elles-mêmes aucun problème ; le problème réside plutôt dans le fait qu'il faut qu'elle fonctionne activement en tant que guide de la fonction d'exécution.

Enfin quatrièmement, un individu travaillant de façon sérieuse dans une certaine discipline fonctionne dans plusieurs environnements : au bureau,

dont les murs sont recouverts de manuels de référence ; à des réunions, un carnet de note à la main ; même en tondant le gazon, lorsqu'il se demande comment poursuivre avec un projet donné. La connaissance de niveau supérieur, dont on a besoin pratiquement à tout moment, ne peut se trouver reléguée simplement sur un support physique particulier.

En conséquence, contrairement à l'esprit général de la cognition distribuée, il serait fortement recommandé de favoriser tout particulièrement l'intériorisation de la connaissance de niveau supérieur d'un domaine donné.

QU'EST L'INDIVIDU EN TANT QU'AGENT COGNITIF ?

Nous avons commencé notre propos par une asymétrie, à savoir que la plupart des positions face à la pensée et à l'apprentissage mettent davantage l'accent sur l'individu-solo, en négligeant les façons qu'a l'individu d'utiliser son environnement (y compris les autres personnes) pour soutenir, partager et même entreprendre certains aspects entiers du traitement cognitif. Il est possible en revanche d'envisager la pensée et l'apprentissage selon la perspective de l'individu-plus, qui traite « l'individu-plus environnement » comme un seul système, qui considère comme faisant partie de la pensée ce qui est réalisé entièrement ou partiellement par l'environnement, qui considère comme apprentissage les traces laissées dans l'environnement (si du moins il est accessible) aussi bien que dans l'individu, et qui en règle générale va plus loin qu'une conception de la pensée et de l'apprentissage limitée à l'individu-solo.

Et que trouve-t-on d'intéressant une fois ce dépassement accompli ?

Nous avons postulé que les véritables contextes de recherche impliquent typiquement une grande distribution de pensée et d'apprentissage entre l'individu et son environnement. Les penseurs actifs rassemblent autour d'eux un environnement riche avec lequel ils interagissent de manière subtile, de façon à obtenir des résultats en tant qu'individu-plus qui seraient difficiles à obtenir pour l'individu-solo. Malheureusement, les écoles inclinent très fortement vers l'individu-solo. Elles comptent sur « l'effet clavier », présumant que les

gens prennent automatiquement avantage de ce qui est offert dans l'environnement, simplement parce que c'est offert sur un plateau. Par là, elles passent à côté de l'occasion de cultiver toutes sortes de capacités qui ont trait principalement à la distribution astucieuse de la pensée et de l'apprentissage.

En ce qui concerne la fonction d'exécution, il est à remarquer que la pensée et l'apprentissage impliquent souvent une relégation de la fonction d'exécution à l'environnement. La défense obstinée de l'autonomie de l'individu-solo ne semble pas justifiable. Mais en même temps apparaît alors un problème courant en matière de pensée et d'apprentissage lorsque ni l'individu ni l'environnement, ni les deux ensemble, ne sont capables d'assumer efficacement la fonction d'exécution. Nombre de cadres d'enseignement ouverts souffrent de ce problème. Un autre problème surgit également lorsque la fonction d'exécution est cédée à l'environnement de façon provisoire au cours des premières phases de l'apprentissage, et que l'étudiant doit la récupérer par la suite sans y parvenir.

Pour ce qui est de la connaissance de niveau supérieur, il est à noter que celle-ci donne des informations précieuses à la fonction d'exécution. On pourrait soutenir que la masse principale de la connaissance de niveau supérieur devrait se trouver dans l'individu, car elle ne réunit pas la plupart des caractéristiques qui permettent habituellement de répartir la connaissance sur l'environnement. Quant aux problèmes rencontrés dans nombre de situations de pensée et d'apprentissage dans les écoles, on ne trouve cette connaissance indispensable de niveau supérieur ni dans l'individu, ni dans l'environnement. Même les innovations présentant une approche étonnamment perspicace en favorisant d'autres caractéristiques d'accès de l'individu-plus ne traitent pas la présence de la connaissance de niveau supérieur dans le système.

Tout ce qui précède confirme bien que l'on peut dire beaucoup de choses sur les heurs et les malheurs de la pensée et de l'apprentissage, lorsque les notions de distribution de la pensée et de l'apprentissage ainsi que le cadre général d'accès semblent indiquer que le rôle-clé est joué par l'individu-plus plutôt que par l'individu-solo. Ceci met en lumière certains aspects de la connaissance qui ont été négligés et souligne certaines faiblesses de l'enseignement tant classique qu'innovateur.

Comme Pea (sous presse) le remarque, la position mettant l'accent sur la distribution de la connaissance pourrait avoir pour résultat bénéfique supplémentaire un élargissement du concept de développement de l'homme. La position piagétienne, par exemple, a mis en évidence l'assimilation de l'environnement et l'adaptation à celui-ci par l'organisme, comme si l'environnement était une donnée en tant que telle et que l'individu était là pour apprendre à s'en accommoder. Ceci est bien entendu vrai dans une très grande mesure. Mais il est vrai également que les êtres humains choisissent et construisent leurs environnements physique et social, et le font en partie pour entretenir la connaissance. Dans ce sens, on peut parler d'assimilation et d'adaptation mutuelles entre l'individu et son environnement, un processus d'équilibration complexe qui se répète en quelque sorte dans l'individu-plus.

Dans une perspective vygotkienne, on soulignerait le fait que le processus d'assimilation s'effectue, chez l'apprenant, à partir d'un ensemble de modèles cognitifs socialement construits (Vygotsky, 1962 ; Vygotsky, 1978). La notion de la cognition distribuée veut que l'on mette également l'accent sur la modification de l'environnement social par l'individu. De plus, cette notion soulignerait l'importance de l'environnement **physique** au côté de l'environnement social comme facteur principal dans la reconnaissance du système d'individu-plus.

Enfin, au centre de plusieurs points de vue contemporains sur le développement se trouvent les limitations de la mémoire opérante comme obstacle au développement. Divers résultats expérimentaux semblent suggérer que le support physique de l'environnement permet à l'individu-plus d'appréhender des concepts complexes qui restent inabordables pour l'individu-solo. Il serait intéressant d'étudier des ensembles d'individu-plus pour savoir jusqu'à quel point les supports physiques disponibles assument en règle générale une partie de la charge cognitive de la pensée que les jeunes devraient en fait supporter eux-mêmes, et s'ils seraient en mesure d'en assumer encore plus moyennant quelques ajustements.

En résumé, la position d'individu-plus postule que quelques paramètres et trajectoires fonda-

mentaux du développement humain peuvent changer selon ce que l'on considère d'habitude comme de simples variations dans l'environnement et la relation que l'individu entretient avec lui. Il s'agit là en tous les cas d'un point à approfondir. Il est certainement possible en outre d'envisager un processus éducatif qui soit orienté davantage vers l'individu-plus, qui permettrait aux étudiants de capitaliser avec plus de conscience et d'art les ressources cognitives mises à disposition par les ressources physiques et humaines qui les entourent et qui rendrait, même, les étudiants capables de construire leur propre « plus » autour d'eux, leur propre environnement pour une tâche qui évoluerait en fonction de cet environnement.

Une telle tactique éducative serait certainement dans le droit fil de l'évolution humaine, depuis les systèmes de comptabilité d'un caillou par mouton en passant par les systèmes de hiéroglyphes. Il est remarquable de constater avec quelle vigueur nous autres êtres humains fonctionnons, si on nous en laisse la chance, comme agents de recrutement pour l'entreprise de la cognition, engageant non seulement d'autres personnes mais aussi les simples objets physiques nous entourant, les arrangeant et les remodelant de manière à en faire des « partenaires dans la cognition » (« *partners in cognition* ») (Salomon, Perkins & Globerson, 1990).

En retour, il semble utile de prendre conscience qu'au centre de chaque système d'individu-plus se trouve, bien entendu, au moins un individu. En effet, tout individu se situe à l'intersection avec l'ensemble des individus-plus avec lesquels il interagit. Un individu tout seul devient ainsi l'abeille reine dans la ruche des participations innombrables. Qu'est donc l'individu au sens propre ? Un individu-solo ? Notre langue et la majorité de nos pratiques éducatives et de nos recherches psychologiques tendent à répondre par l'affirmative. Mais peut-être vaudrait-il mieux concevoir l'individu au sens propre non comme une intersection mais comme une union, non comme un noyau pur et dur mais comme une somme et un essaim de participations.

David N. Perkins
Harvard University, Cambridge
(Massachusetts, USA)

- BADDELEY, Alan (1982). **Your memory : A user's guide**. New York : Macmillan.
- BRANSFORD, J.D., FRANKS, J.J., VYE, N.J., & SHERWOOD, R.D. (juin 1986). **New approaches to instruction : Because wisdom can't be told**. Présentation lors de la Conference on Similarity and Analogy, Université d'Illinois.
- CASE, R. (1985). **Intellectual development : Birth to adulthood**. New York : Academic Press.
- CHAZEN, D. (1989). **Ways of knowing : High school students' conceptions of mathematical proof**. Thèse de doctorat non publiée, Harvard Graduate School of Education, Cambridge, MA.
- CRAIK, F.I., & LOCKHART, R.S. (1972). Levels of processing : A framework for memory research. **Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior**, 11, 671-684.
- DAIUTE, C. (1985). **Writing and computers**. Reading, MA : Addison-Wesley.
- DAIUTE, C. (mai 1988). Physical and cognitive factors in revision : Insights from studying with computers. **Research In the Teaching of English**, 141-159.
- EVANS, R., HONDA, M., & CAREY, S. (1988). **Do theories grow on trees ?** Manuscrit non publié, Harvard Graduate School of Education, Educational Technology Center, Cambridge, MA.
- FISCHER, K.W. (1980). A theory of cognitive development : The control and construction of hierarchies of skills. **Psychological Review**, 87(6), 477-531.
- GENTNER, D., & STEVENS, A.L. (Eds.). (1983). **Mental models**. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- GRUBER, H. (1974). **Darwin on man : A psychological study of scientific creativity**. New York : E.P. Dutton.
- HALFORD, G. (1982). **The development of thought**. Hillsdale, New Jersey: Erlbaum.
- HAREL, I. (1988). **Software design for learning children's construction of meaning for fractions and Logo programming**. Thèse de doctorat non publiée, Harvard Graduate School of Education, Cambridge, MA.
- HASSELBRING, T., GOIN, L., & BRANSFORD, J. (1988). Developing math automaticity in learning handicapped children: The role of computerized drill and practice. **Focus on Exceptional Children**, 20(6), 1-7.
- HIGBEE, K.L. (1977). **Your memory : How it works and how to improve it**. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-Hall.
- JONES, B.F., PIERCE, J., & HUNTER, B. (1988-89). Teaching students to construct graphic representations. **Educational Leadership**, 46(4), 20-25.
- LEPPER, M., ASPINWALL, L., MUMME, D., & CHABAY, R. (sous presse). **Self-inference processes : The Ontario Symposium (Vol. 6)**. Hillsdale, N.J. : Erlbaum.
- MAYER, R.E. (1989). Models for understanding. **Review of Educational Research**, 59, 43-64.
- MCTIGHE, J., & LYMAN, F.T. (1988). Cueing thinking in the classroom: The promise of theory embedded tools. **Educational Leadership**, 45 (7), 18-24.
- NOVAK, J.D., & GOWIN, D.B. (1984). **Learning how to learn**. New York : Cambridge University Press.
- OLSON, D.R., & ASTINGTON, J.W. (sous presse). Talking about text : How literacy contributes to thought. **Journal of Pragmatics**.
- OLSON, D.R., & BABU, N. (1992). « Critical Thinking as Critical Discourse ». In S.P. Norris (Ed.), **The Generalizability of Critical Thinking : Multiple Perspectives on an Educational Ideal**. New York : Teachers College Press.
- PAPERT, S. (1980). **Mindstorms : Children, computers, and powerful ideas**. New York : Basic Books.
- PEA, R. (1993). Practices of distributed intelligence and designs for education. In G. Saloman (Ed.), **Distributed Cognitions**. New York : Cambridge University Press.
- PEA, R.D., & KURLAND, D.M. (1984a). On the cognitive effects of learning computer programming. **New Ideas in Psychology**, 2 (2), 137-168.
- PEA, R.D., & KURLAND, D.M. (1984b). **Logo programming and the development of planning skills (Report n° 16)**. New York : Bank Street College.
- PERFETTO, G.A., BRANSFORD, J.D., & FRANKS, J.J. (1983). Constraints on access in a problem solving context. **Memory & Cognition**, 11 (1), 24-31.
- PERKINS, D.N. (1981). **The mind's best work**. Cambridge, Massachusetts : Harvard University Press.
- PERKINS, D.N. (1985). The fingertip effect : How information-processing technology changes thinking. **Educational Researcher**, 14 (7), 11-17.
- PERKINS, D.N., & SALOMON, G. (1988). Teaching for transfer. **Educational Leadership**, 46 (1), 22-32.
- PERKINS, D.N., & SIMMONS, R. (1988). Patterns of misunderstanding: An integrative model of misconceptions in science, mathematics, and programming. **Review of Educational Research**, 58 (3), 303-326.
- PERKINS, D.N., & UNGER, C. (juin 1989). **The new look in representations for mathematics and science learning**. Présentation faite à la Social Science Research Council Conference « Computers and Learning », Tortola, British Virgin Islands, 26 juin-2 juillet, 1989.
- PERKINS, D.N., CRISMOND, D., SIMMONS, R., & UNGER, C. (sous presse). Inside understanding. In Perkins, D.N., Schwartz, J., West, M.M., & Wiske, M.S. (Eds.), **Teaching for understanding in the age of technology**, volume en préparation.
- POSNER, G.J., STRIKE, K.A., HEWSON, P.W., & GERTZOG, W.A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. **Science Education**, 66 (2), 211-227.

- PRESSLEY, M., WOOD, E., & WOLOSHYN, V. (1990). Elaborative interrogation and facilitation of fact learning: Why having a knowledge base is one thing and using it quite another. In W. Schneider & F.W. Weinert (Eds.), **Interactions among aptitudes, strategy, & knowledge in cognitive performance**. New York : Spring-Verlag.
- SALOMON, G., & PERKINS, D.N. (1987). Transfer of cognitive skills from programming: When and how ? **Journal of Educational Computing Research**, 3, 149-169.
- SALOMON, G., & PERKINS, D.N. (1989). Rocky roads to transfer : Rethinking mechanisms of a neglected phenomenon. **Educational Psychologist**, 24 (2), 113-142.
- SALOMON, G., & PERKINS, D.N., & GLOBERSON, T. (1990). **Partners in cognition : Extending human intelligence with intelligent technologies**. Soumis pour publication.
- SCHWARTZ, J.L., & YERUSHALMY, M. (1987). The geometric supposer : Using microcomputers to restore invention to the learning of mathematics. In D.N. Perkins, J. Lochhead, & J. Bishop (Eds.), **Thinking : Proceedings of the second international conference** (pp. 525-536). Hillsdale, New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates.
- SHERWOOD, R D., KINZER, C.K., BRANSFORD, J.D., & FRANKS, J.J. (1987). Some benefits of creating macro-contexts for science instruction : Initial findings. **Journal of Research in Science Teaching**, 24, 417-435.
- STRIKE, K., & POSNER, G. (1985). A conceptual change view of learning and understanding. In L. H. T. West and A. L. Pines (Eds.), **Cognitive structure and conceptual change**. New York : Academic Press.
- TWEENEY, R.D. (1985). Faraday's discovery of induction: A cognitive approach. In D. Gooding & F. James (Eds.), **Faraday rediscovered : Essays on the life and work of Michael Faraday, 1791-1867**. New York : Stockton Press.
- TWEENEY, R.D. (sous presse). How Faraday invented the field. In R. Weber & D.N. Perkins (Eds.), **Inventing minds**, volume en préparation.
- VYGOTSKY, L.S. (1962) **Thought and language**. Cambridge, Massachusetts : MIT Press and Wiley.
- VYGOTSKY, L.S. (1978). **Mind in society : The development of higher psychological processes**. Cambridge, Massachusetts : Harvard University Press.