

# *Apport des sciences cognitives<sup>1</sup> à la technologie éducative<sup>2</sup>*

par Robert Brien

[Robert.Brien@ten.ulaval.ca](mailto:Robert.Brien@ten.ulaval.ca)

Professeur au Département de technologie de l'enseignement  
Faculté des sciences de l'éducation, Université Laval

---

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>2. COMPÉTENCES HUMAINES .....</b>	<b>2</b>
2.1 Types de compétences .....	2
2.2. La formulation des objectifs pédagogiques .....	3
<b>3. LA STRUCTURATION DU CONTENU .....</b>	<b>3</b>
3.1. Le concept de schéma .....	3
3.2. Tables des matières pédagogiques .....	4
<b>4. LE CHOIX DE TECHNIQUES D'ENSEIGNEMENT .....</b>	<b>5</b>
4.1 Support à la motivation .....	5
4.2 Support au montage.....	6
4.3. Support au rodage .....	6
4.4. Le choix de techniques d'enseignement .....	6
<b>5. CONCLUSION.....</b>	<b>6</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>7</b>

## **1. INTRODUCTION**

Le but de la science cognitive est de comprendre les comportements intelligents. Pour Herbert Simon, prix Nobel d'économie en 1978 pour ses travaux relatifs à la résolution de problèmes et un des pionniers de la science<sup>3</sup> cognitive, celle-ci regroupe des domaines tels la psychologie cognitive, l'intelligence artificielle, la philosophie, la linguistique (Simon, 1981 a). Après avoir présenté le concept de compétence dans une perspective cognitive, je montre comment des principes de sciences cognitives peuvent être appliqués dans la formulation des objectifs pédagogiques, la structuration du contenu d'activités de formation et le choix de techniques d'enseignement appropriées.

---

<sup>1</sup> XIV<sup>e</sup>; *lat.* *cognitum*, de *cognoscere* « connaître » Capable de connaître ou qui concerne la connaissance. *Faculté, fonction cognitive. Un test cognitif. Cognition. Sciences cognitives* : ensemble des sciences qui concernent la connaissance et ses processus (psychologie, linguistique, neurobiologie, logique, informatique).

<sup>2</sup> Ce texte a été présenté au Colloque du CIPTÉ en 1989. Voir aussi Brien (1990)

<sup>3</sup> On utilise les expressions "la science cognitive" ou "les sciences cognitives" selon que l'on juge que l'intégration des disciplines mentionnées précédemment est réalisée ou pas.

## 2. COMPÉTENCES HUMAINES

Lors de la formulation des objectifs de son cours, le formateur décrit les performances rendues possibles par la maîtrise des compétences qu'il veut faire acquérir. Lorsqu'il structure le contenu de son cours, il établit un ordre de présentation qui facilitera l'acquisition des savoirs et des savoir-faire qui rendront possible l'acquisition de compétences données. En effectuant le choix de méthodes et de médias d'enseignement appropriés, il recherche des moyens qui sont susceptibles de faire acquérir les compétences en question. Finalement, lorsque le formateur évalue ceux qui ont interagi avec son système de formation, il vérifie si les compétences envisagées sont acquises. Ce concept de compétence est un concept-clé de la préparation et de l'animation d'activités de formation. Les sciences cognitives offrent, à mon avis, un cadre privilégié pour l'analyse de ce concept.

On peut définir une compétence comme : "la capacité qu'a un individu d'accomplir une tâche donnée".<sup>4</sup> Si l'on veut être plus explicite, il faut toutefois préciser ce que l'on entend par "capacité" et par "accomplir une tâche donnée". Accomplir une tâche, dans le contexte des sciences cognitives, c'est changer, au moyen d'opérations appropriées, une situation existante en une situation désirée. Pour effectuer un tel changement il faut, en outre, que celui qui accomplit la tâche puisse :

- a) se représenter les situations existante et désirée,
- b) concevoir un plan pour effectuer le changement,
- c) exécuter ce plan.

Maîtriser une compétence c'est donc avoir la capacité de changer une situation existante en une situation désirée au moyen d'opérations appropriées ou, si l'on préfère, avoir la capacité de se représenter, lors de l'accomplissement d'une tâche donnée, des situations existante, intermédiaires et désirée, et pouvoir élaborer et exécuter le plan qui fera passer de l'une à l'autre. Mais à quoi réfère cette capacité qui permet à l'individu d'accomplir une tâche donnée ? Cette capacité consiste en des ensembles de savoirs et de savoir-faire, généraux et particuliers, utilisés pour la représentation des situations existante, intermédiaires et désirée et pour l'élaboration et l'exécution de plans. Nous dirons donc qu'une compétence c'est **un ensemble de savoirs et de savoir-faire, généraux et particuliers, utilisés lors de la planification et de l'exécution d'une tâche donnée**. Lorsque ces savoirs et ces savoir-faire sont activés, ils engendrent une performance<sup>5</sup>.

### 2.1 Types de compétences

Pour des fins de commodité on peut classer les compétences en deux grandes catégories : les compétences du type reproduction et les compétences du type production, et s'intéresser ensuite à des sous-catégories de ces catégories principales.

En effet, si l'on considère l'accomplissement d'une tâche donnée comme supposant l'utilisation de savoirs et de savoir-faire, il nous faut convenir de l'existence de modalités de planification différentes lorsque le solutionneur connaît la séquence des savoirs et des savoir-faire à utiliser et lorsqu'il doit lui-même rechercher une telle séquence. Nous dirons que, dans le premier cas, le solutionneur possède une compétence du type reproduction. Il utilise alors, dans l'accomplissement d'une tâche donnée, un agencement connu de savoirs et de savoir-faire. Dans l'autre cas, le solutionneur possède une compétence du type

---

<sup>4</sup> Je fais allusion ici à des tâches complexes : celles dont l'accomplissement exige l'exécution d'un grand nombre d'opérations, à des tâches du type de celles que l'on rencontre généralement dans l'exercice d'un métier, d'un art ou d'une profession. Il peut s'agir, par exemple, de la tâche du plombier qui effectue une soudure à l'étain, de celle du comptable qui rédige un rapport d'impôt ou encore de celle de l'artiste qui peint un tableau.

<sup>5</sup> La définition d'une compétence proposée ici entraîne une distinction importante suivant que les savoirs et les savoir-faire qui constituent la compétence sont activés ou non. Dans le premier cas, les savoirs et les savoir-faire sont à l'état de repos en mémoire à long terme. Dans l'autre cas, les savoirs et les savoir-faire sont activés; ils ont été repérés, des valeurs sont attribués aux variables qui les composent et les opérations que les savoir-faire renferment sont exécutés. (Voir Landa, 1974, au sujet de la distinction entre "algorithmic description" et "algorithmic process".)

production : il doit découvrir l'ordre dans lequel des savoirs et des savoir-faire doivent être utilisés pour accomplir la tâche. La recherche d'un ordre d'exécution suppose alors la maîtrise de savoirs et de savoir-faire d'un autre type, des heuristiques, que l'on peut considérer comme des règles de production d'un ordre supérieur dont le rôle principal est, entre autres, d'élaborer des plans pour la solution de problèmes.

Que les compétences soient du type reproduction ou du type production, les opérations qui les constituent peuvent être abstraites (ex: les opérations nécessaires pour résoudre une équation linéaire ou pour concevoir le plan d'un exposé), verbales (les opérations nécessaires pour transformer en phrases les idées que l'on veut communiquer), motrices (les opérations dont l'exécution suppose l'emploi de la musculature) ou consister en des agencements particuliers de ces trois types d'opérations. Examinons maintenant comment notre définition de ce qu'est une compétence peut influencer la façon dont on définit des objectifs pédagogiques, la structuration du contenu d'un cours et le choix de techniques d'enseignement.

## 2.2. La formulation des objectifs pédagogiques

Pour Mager (1962), un objectif pédagogique doit contenir un mot d'action qui décrit la performance attendue de l'étudiant, une description des conditions de réalisation de cette performance et un critère de performance. Nous croyons que ces composantes doivent demeurer dans la formulation d'un objectif, mais que celui-ci devrait être formulé en se concentrant davantage sur le contenu d'une compétence donnée<sup>6</sup>. Ainsi, un objectif devrait contenir la description de la situation actuelle ou initiale, c'est-à-dire la description de la situation qui existe au moment de l'activation de la compétence. L'objectif devrait mentionner si la tâche à accomplir requiert de celui qui l'accomplit une compétence du type reproduction ou du type production, et si la compétence sous-entend l'exécution d'opérations abstraites, motrices ou verbales ou de plusieurs de ces types d'opérations. Finalement, l'objectif devrait décrire la situation désirée ou le produit de l'accomplissement de la tâche.

## 3. LA STRUCTURATION DU CONTENU

### 3.1. Le concept de schéma

Un des concepts-clés utilisé en sciences cognitives, et qui trouve de nombreuses applications dans la structuration du contenu d'activités de formation, est celui de "schéma". Un exemple facilitera la compréhension de ce concept.

Il vous est sans doute déjà arrivé, un jour ou l'autre, de stationner votre voiture sur le terrain d'un grand centre commercial et d'être dans l'impossibilité de la retrouver après avoir fait vos emplettes. Cet oubli peut s'expliquer par le fait que vous ayez omis, lors du stationnement, de formuler des propositions relatives aux particularités de l'endroit où vous avez stationné (ex.: "ma voiture est en face de l'enseigne néon", "ma voiture est en dessous du deuxième lampadaire", etc.). Autrement dit, vous avez omis, lors du stationnement, d'activer vos procédures d'encodage<sup>7</sup> et, comme il n'y a pas eu d'encodage, il ne peut y avoir de repérage d'information au moment désiré. Mais à quoi peut ressembler ce processus d'encodage d'information pertinente et, plus spécifiquement, quelles sont les structures mnémoniques qui sont susceptibles d'être utilisées lors de cet encodage ?

<sup>6</sup> La façon de définir les objectifs pédagogiques que l'on propose ici se compare à celle que suggère Briggs, Gustafson et Tillman (1991). La différence réside dans le fait que nous nous situons carrément dans une perspective cognitive.

<sup>7</sup> Selon Tulving l'encodage "c'est le processus qui transforme un événement ou un fait en une trace mnésique" (Fortin et Rousseau, 1989)

Pour simplifier, on peut postuler qu'un être humain a en mémoire un vaste répertoire de propositions générales du type "**x est-en-face-de** y", "**x est-en-dessous-de** y" etc. Lorsque nous encodons, nous activons ces propositions générales et affectons certaines valeurs aux variables qu'elles contiennent de sorte à fabriquer des propositions particulières du type : "ma voiture **est-en-face-de** l'enseigne néon", "ma voiture **est-en-dessous-du** deuxième lampadaire". Ces propositions ou structures de connaissances génériques, qui nous permettent de fabriquer des propositions particulières, on les appelle des schémas<sup>8</sup>.

Mais les schémas ne servent pas qu'au montage de concepts ou de propositions, ils sont utilisés pour l'encodage d'autres types de connaissances tels les épisodes, les règles de production, les procédures et les heuristiques.

Pour bien saisir ce concept de schéma, il faut distinguer entre information venant de l'environnement, schémas et connaissances. Lorsqu'un individu interagit avec son environnement, il reçoit de l'information en vrac de cet environnement. Il assimile alors cette information à ses propres schémas et, de ce processus d'assimilation, naissent les connaissances de l'individu relatives à cet environnement. Lorsque l'individu possède les schémas nécessaires pour assimiler directement l'information qui lui est présentée, comme dans nos conversations de tous les jours, on dit qu'il apprend par "accrétion". Lorsque, pour saisir l'information qui lui est présentée, l'individu doit modifier ou combiner des schémas qu'il possède déjà, on dit qu'il apprend par "restructuration". Dans ce cas, l'apprenant doit, avant d'assimiler les nouvelles informations, bâtir de nouveaux schémas. C'est surtout ce dernier type d'apprentissage qui caractérise l'école. Dans le processus d'acquisition de connaissances, l'information venant de l'environnement sert d'intrant, les schémas de l'individu sont utilisés pour encoder cette information, et il en résulte, en extrant, des connaissances. Dès lors, on comprend que deux observateurs baignant dans le même environnement puissent former des connaissances différentes s'ils utilisent des schémas différents.

### *3.2. Tables des matières pédagogiques*

Si l'on considère une compétence comme un ensemble de savoirs et de savoir-faire qui sont utilisés pour accomplir une tâche donnée, il faut s'interroger, lors de la structuration du contenu d'activités de formation, quant au matériel mental que l'apprenant devra posséder pour maîtriser une compétence donnée. D'une part, il faut que celui qui accomplit la tâche rendue possible par une compétence dispose des savoirs et des savoir-faire nécessaires pour se représenter la situation actuelle, la situation désirée ainsi que des situations intermédiaires. Ces savoirs ou connaissances déclaratives sont les schémas déclaratifs, les concepts, les propositions, les épisodes et les blocs de connaissances dont on tentera de faciliter l'acquisition durant l'apprentissage ou qui figurent déjà dans le répertoire de l'apprenant. D'autre part, il faut que celui qui accomplit la tâche dispose de savoir-faire qui lui permettront de transformer une situation existante en une situation désirée. Ces savoir-faire sont des schémas déclaratifs, des règles de production, des procédures et des heuristiques. Une fois ces savoirs et ces savoir-faire identifiés on peut se demander dans quel ordre on peut les présenter pour en favoriser l'acquisition.

Une façon simple d'identifier les savoirs et les savoir-faire que devra posséder celui qui pourra accomplir une tâche donnée et, par la suite, de déterminer un ordre qui facilitera l'acquisition de compétences consiste à: a) décrire la démarche de l'expert lorsqu'il accomplit une telle tâche et b) identifier, dans la description, la situation actuelle, la situation désirée et les transformations qui permettent de changer la situation actuelle en la situation désirée. Par la suite, c) identifier les savoirs et les savoir-faire qui sont susceptibles d'être utilisés pour représenter ces entités et, finalement, d) bâtir la table des matières des savoirs et des savoir-faire à enseigner.

---

<sup>8</sup> Les scientifiques de la cognition réservent généralement le terme schéma à des unités cognitives plus considérables, comme on s'en rendra compte dans les lignes suivantes. Pour des fins de cohérence, nous considérons, à la manière de Rumelhart et de Ortony (1977), un schéma comme toute unité cognitive comportant des opérations et/ou des relations et des variables. (Voir aussi, à propos de l'utilisation des schémas dans l'enseignement, Howard (1987) et West, Farmer et Wolff (1991).

## 4. LE CHOIX DE TECHNIQUES D'ENSEIGNEMENT

Lorsqu'un individu ne dispose pas de la compétence qui lui permettrait d'accomplir une tâche donnée, il s'engage généralement dans des activités d'apprentissage. Il modifie alors sa structure cognitive<sup>9</sup> pour s'en donner une plus appropriée. Lorsqu'il a acquis les connaissances appropriées et qu'il peut exploiter ces connaissances dans l'accomplissement d'une tâche donnée, on dit qu'il a acquis une compétence.

Dans son volume, "The architecture of cognition", Anderson (1983) poursuit la réflexion de Fitts et Posner relative à l'acquisition de compétences motrices. Pour Anderson, les phases proposées par Fitts et Posner pour l'apprentissage de compétences motrices se comparent à celles pour l'apprentissage d'une compétence caractérisée par l'exécution d'opérations abstraites.

Dans une première phase (phase cognitive), des connaissances sont emmagasinées sous forme déclarative (sous forme de faits) par l'individu. S'il s'agit d'acquérir la compétence nécessaire à la conduite d'une automobile à embrayage manuel, par exemple, l'individu encode, au moyen des schémas dont il dispose, des propositions relatives à la position des différentes vitesses et aux principaux gestes à poser pour procéder aux changements de vitesse.

Pendant la deuxième phase (phase associative), les connaissances acquises se précisent. L'individu apprend à utiliser dans l'ordre approprié les faits relatifs aux changements de vitesse. Ce n'est plus l'aspect déclaratif des connaissances qui prévaut à cette phase selon Anderson, mais leur aspect procédural. Les opérations des règles de production sont activées. Ce qui n'empêche toutefois pas que l'individu puisse conserver en mémoire les connaissances déclaratives qui ont servi à former les connaissances procédurales.

Dans une troisième phase (phase autonome), la compétence est raffinée ou rodée progressivement. Les procédures s'exécutent alors avec plus de souplesse, sans que l'individu ait à être conscient de leur exécution. Cette dernière phase, on s'en sera douté, pourra durer plusieurs années. C'est à ce niveau de compétence que l'on peut différencier le novice de l'expert. Il est alors intéressant de noter que, pendant cette phase, l'individu perd généralement sa compétence à verbaliser les faits emmagasinés dans la première phase.

Pour des raisons de commodité, nous considérons que, lors de l'acquisition d'une compétence, il y a motivation, montage et rodage. Lors de la motivation l'individu comprend l'avantage qu'il y a à fournir l'effort nécessaire à l'acquisition de la compétence. Pendant le montage il construit la nouvelle compétence : il acquiert les aspects déclaratif et procédural de la compétence. Pendant le rodage, il raffine la compétence nouvellement acquise jusqu'à atteindre le degré d'expertise souhaité.

### 4.1 Support à la motivation

Dans un premier temps, un écart est perçu par l'individu entre la réalité et ses attentes ou, si l'on préfère, entre sa structure cognitive actuelle et la structure cognitive désirée. Puisque l'individu réalise qu'il ne peut accomplir une tâche qui entraînerait éventuellement la satisfaction de ses besoins, sa motivation à apprendre s'accroît. Il est alors prêt à fournir l'effort nécessaire pour changer sa structure cognitive actuelle en une structure cognitive plus appropriée.

Pour faire acquérir une compétence, il faut donc que le concepteur et l'animateur d'activités de formation proposent d'abord un contenu qui réponde aux besoins de l'individu et que l'enseignement consiste en événements qui incitent la formation d'expectatives. La présentation des objectifs d'un cours et la description des avantages qu'entraînera l'acquisition de la compétence envisagée sont quelques-unes des actions qui inciteront à la formation des expectatives.

<sup>9</sup> L'expression "structure cognitive" est utilisée par Ausubel (1968) pour caractériser l'ensemble interrelié de concepts, de propositions, etc. qu'un individu possède.

## 4.2 Support au montage

Puisqu'une compétence est constituée de savoirs et de savoir-faire qui sont activés lors de l'accomplissement d'une tâche donnée, le support à fournir pendant le montage de celle-ci consiste à amener l'apprenant à se représenter les situations initiales, intermédiaires et désirées au moyen des savoirs et des savoir-faire appropriés, et à l'inciter à combiner ces savoirs et ces savoir-faire. On présente alors des définitions, des énoncés en activant des schémas susceptibles d'aider l'apprenant à se représenter les diverses situations nécessaires à l'accomplissement de la tâche de même que les règles de production appropriées. D'autre part, pendant le montage, on incite l'apprenant à encoder l'aspect procédural de la compétence au moyen d'exercices suivis de la rétroaction appropriée.

## 4.3. Support au rodage

Le montage de la compétence ne résulte, de fait, qu'en une esquisse de la compétence. Pour être de quelque utilité, celle-ci devra être raffinée. Ce sera par des exercices fréquents suivis de la rétroaction appropriée ou d'autres méthodes propres à l'activation de la compétence, que le concepteur et l'animateur d'activités de formation donneront l'occasion à l'apprenant de pratiquer la compétence.

## 4.4. Le choix de techniques d'enseignement

Plusieurs techniques d'enseignement peuvent être utilisées pour faciliter l'acquisition de compétences données. Certaines de ces techniques favorisent plus particulièrement l'acquisition de compétences du type reproduction<sup>10</sup> alors que d'autres semblent plus adaptées à l'enseignement de compétences du type production<sup>11</sup>. Certaines techniques favorisent l'encodage de l'aspect déclaratif de la compétence<sup>12</sup>, d'autres sont adaptées à l'encodage de la partie procédurale et au rodage d'une compétence<sup>13</sup>. Ces techniques, lorsqu'elles sont utilisées adéquatement, permettent d'activer les processus mentaux appropriés. (Voir Brien (1990) pour plus de détails sur le choix de techniques d'enseignement appropriées).

## 5. CONCLUSION

J'ai tenté de montrer, dans ce bref exposé, comment des données relativement simples des sciences cognitives étaient susceptibles d'être appliquées dans la conception d'activités de formation. Les suggestions faites ne prétendent pas à la rigueur de théories mathématiques, comme la plupart des modèles dont elles sont tirées d'ailleurs, mais si les quelques suggestions qui sont proposées réussissent à susciter de l'intérêt pour la nouvelle science cognitive son but aura été atteint.

---

<sup>10</sup> Les exposés et les démonstrations figurent parmi les techniques qui sont le plus souvent utilisées pour faciliter l'acquisition de compétences du type reproduction.

<sup>11</sup> Les études de cas, les discussions, les simulations, la méthode des projets et le tutorat sont souvent utilisés pour favoriser l'acquisition de compétences du type production.

<sup>12</sup> Les exposés, les démonstrations, les textes didactiques peuvent être utilisés pour supporter l'encodage de connaissances.

<sup>13</sup> Les textes programmés, les jeux éducatifs, les discussions, la méthode des cas, les simulations, la méthode des protocoles, les jeux de rôles peuvent être utilisés pour faciliter l'encodage de la composante procédurale d'une compétence et son rodage.

## BIBLIOGRAPHIE

- Anderson, J. R. (1983). *The Architecture of Cognition*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: a Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Brien, R. (1989). *Design pédagogique: introduction à l'approche de Gagné et de Briggs: (2<sup>ième</sup> éd.)* Québec, P.Q. Canada: Les Editions Saint-Yves Inc.
- Brien, R. (1990). *Science cognitive et formation*. Sillery, Québec: Presses de l'Université du Québec.
- Briggs, L., Gustafson, K. L. et Tillman, M. H. (1991). *Instructional Design: Principles and Applications*. New Jersey: Educational Technology Publications.
- Fitts, P. M. et Posner, M. I. (1967). *Human Performance*. Belmont, Calif.: Brooks Cole.
- Fortin, C. et Rousseau, R. (1989). *Psychologie cognitive: une approche de traitement de l'information*. Québec: Presses de l'Université du Québec.
- Howard, R. W. (1987). *Concepts and Schemata: An Introduction*. Artillery House, Artillery Row, London: Cassell Educational.
- Intellectica, (1984). *Bulletin de liaison de l'Association pour la Recherche Cognitive, France*, no 10.
- Landa, L. N. (1974). *Algorithmization in Learning and Instruction*. Englewood Cliffs, New Jersey: Educational Technology Publications.
- Mager, R.F. (1977). *Comment définir des objectifs pédagogiques. (2<sup>e</sup> éd.)* (J. Decote trad.). Paris: Bordas, (Publ. orig., 1962).
- Norman, D. A. (1981). *Perspectives on Cognitive Science*, Hillsdale, New Jersey: Erlbaum Associates.
- Rumelhart, D.E. et Ortony, A. (1977). *The representation of knowledge in memory, Schooling and the Acquisition of Knowledge*, Hillsdale, New Jersey: Erlbaum Associates.
- Simon, H.A. (1981) *Cognitive Science: The newest science of the artificial*. In *Perspectives on Cognitive Science*, Hillsdale, New Jersey: Erlbaum Associates.
- West, C. K., Farmer, J. A. & Wolff, P. M. (1991). *Instructional Design: Implications from Cognitive Science*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.