

Introduction à la technologie éducative

Christian DEPOVER

Avertissement

Ce syllabus supporte le cours oral par la présentation d'un certain nombre de modèles d'apprentissage.

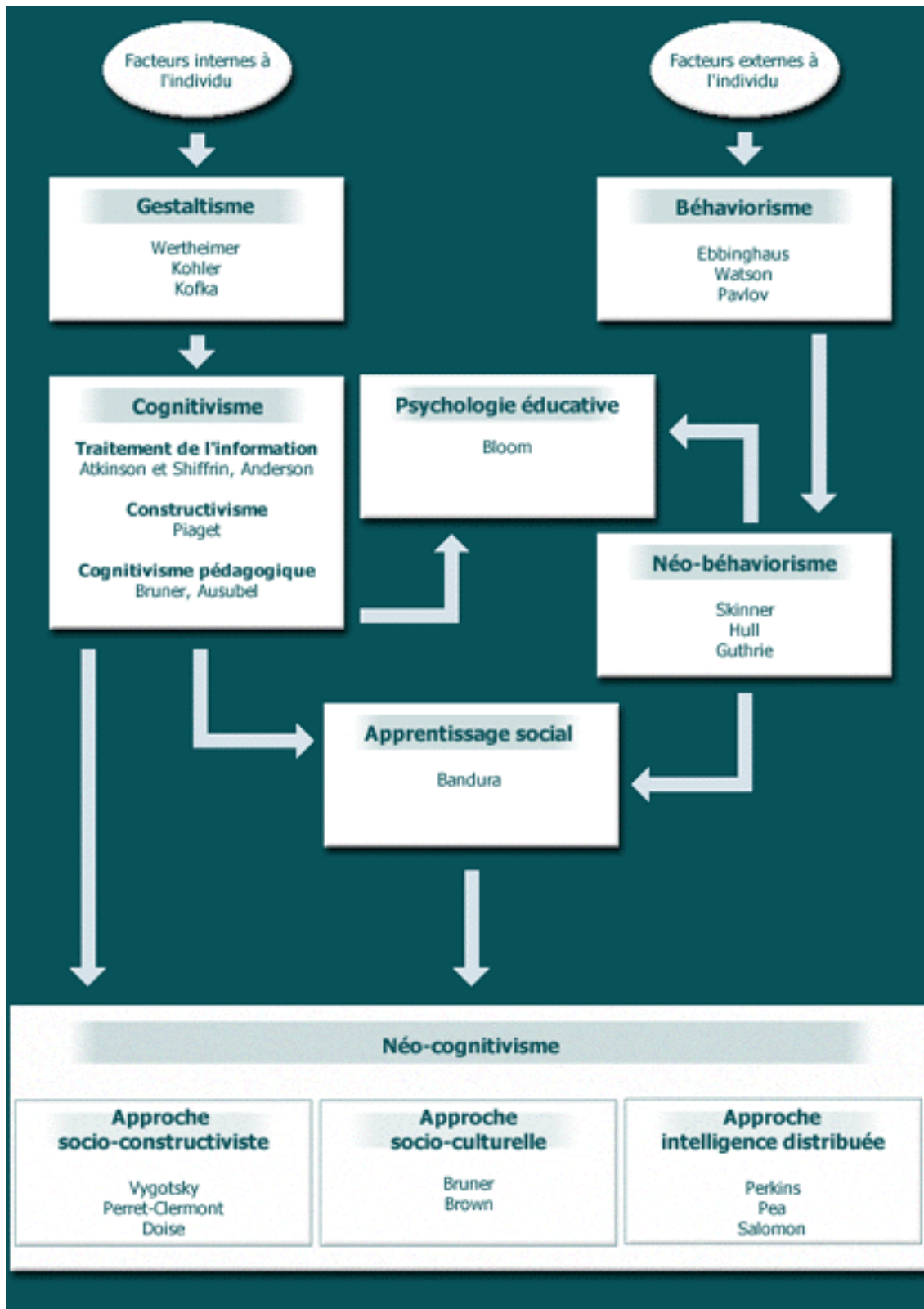
Complété par les notions vues au cours, il vous aide à maîtriser les prérequis nécessaires pour réaliser les travaux pratiques.

Il n'est en aucun cas suffisant pour préparer l'examen qui sera basé à la fois sur le cours oral et sur ce syllabus.

Sommaire

Partie I :	Le behaviorisme
Partie II :	Le néo-behaviorisme
Partie III :	Le modèle gestaltiste
Partie IV :	Le cognitivisme
Partie IV.1 :	Modèle centré sur le traitement de l'information
Partie IV.2 :	Le constructivisme
Partie IV.3 :	Le cognitivisme pédagogique
Partie IV.4 :	Quelques concepts clés issus du modèle cognitiviste
Partie V :	Le néo-cognitivisme
Partie VI :	La pédagogie de maîtrise
Partie VII :	L'apprentissage social

Articulation entre les différents modèles présentés





Partie I: Le behaviorisme

Objectifs

- Identifier les principes qui régissent l'apprentissage par essai et erreur
- Décrire les conditions d'installation d'un comportement par conditionnement répondant
- Identifier les situations auxquelles les principes du conditionnement opérant s'appliquent

Concepts clés

- Association
- Apprentissage par essai et erreur
- Conditionnement répondant

1. Ebbinghaus et l'étude de la mémorisation

Lorsque la psychologie s'est définitivement détachée de la philosophie sous l'impulsion de chercheurs comme Ebbinghaus (1850-1909), c'est au nom de la revendication d'asseoir la psychologie sur une approche scientifique des phénomènes que le schisme a eu lieu.

Par la suite différents auteurs tels que Watson puis Skinner ont approfondi l'exigence énoncée par Ebbinghaus en insistant sur le fait que l'étude des processus psychologiques ne pouvait se faire qu'à travers l'observation objective des comportements manifestés par l'individu. C'est de la systématisation de cette exigence qu'est née, sous l'impulsion de Watson, la dénomination béhaviorisme.

Très rapidement Ebbinghaus s'est attaché à systématiser ses observations qui portaient sur la mémorisation de syllabes sans signification sous forme de lois dont la plus connue décrit le phénomène d'oubli: l'oubli du matériel mémorisé est important en début de période puis décroît ensuite plus lentement conformément à la courbe présentée dans la figure 1.

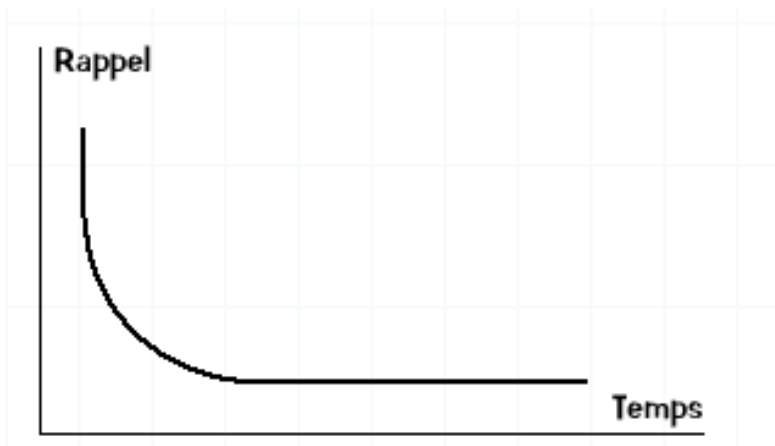


Figure 1: La courbe d'oubli d'après Ebbinghaus

Pour interpréter ses résultats Ebbinghaus fait appel à la notion d'**association** pour expliquer que le réapprentissage est beaucoup plus facile lorsque les syllabes sont placées dans le même ordre que lors de l'apprentissage initial: "Au cours du premier apprentissage, il s'est créé une association directe entre les termes immédiatement contigus dans la série. La force de cette association directe est relativement élevée puisqu'elle se traduit par une économie (une réduction du temps consacré au réapprentissage par rapport au temps consacré à l'apprentissage initial) importante au niveau du réapprentissage des mêmes syllabes, placées dans le même ordre, le jour suivant."

La notion d'association qui est utilisée par Ebbinghaus pour interpréter ses résultats est loin d'être nouvelle puisqu'elle a déjà servi, dans le cadre d'approches purement spéculatives, aux philosophes du XVIIIe siècle comme Locke ou Hume pour tenter d'expliquer le fonctionnement de l'esprit humain. D'autre part, le concept d'association, sous des formes diverses, continuera à marquer le développement de la psychologie de l'apprentissage puisque toutes les conceptions béhavioristes et néo-béhavioristes y feront appel.

Les travaux de Thorndike (1874-1949) ont très fortement marqué la première moitié du 20e siècle par le caractère essentiellement expérimental de sa démarche. Ses travaux représentent sans doute la première tentative systématique pour dégager les lois fondamentales de l'apprentissage dans le cadre d'une psychologie scientifique.

2. Thorndike et l'apprentissage par essai et erreur

Le dispositif utilisé par Thorndike est simple: on enferme un chat affamé dans une cage comportant une porte munie d'un loquet. Un peu de nourriture est placée à l'extérieur. Si l'animal manœuvre efficacement le loquet, la porte s'ouvre et il peut atteindre la nourriture. Placé dans cette situation l'animal manifeste des comportements divers dits exploratoires puis, par hasard, il manœuvre le loquet ce qui lui donne accès à la nourriture. Lorsqu'on recommence l'expérience, on s'aperçoit que le temps mis par l'animal pour sortir de la cage décroît progressivement ; au bout d'un certain nombre d'essais, l'animal parvient à ouvrir le loquet dès qu'il est placé dans la cage. L'apprentissage est alors considéré comme réalisé.

Le comportement de l'animal peut être représenté sous la forme de courbe d'apprentissage en mesurant à chaque essai le temps qui s'écoule entre le moment où le chat est placé dans la cage et celui où il parvient à manœuvrer le loquet pour sortir (Figure 2).

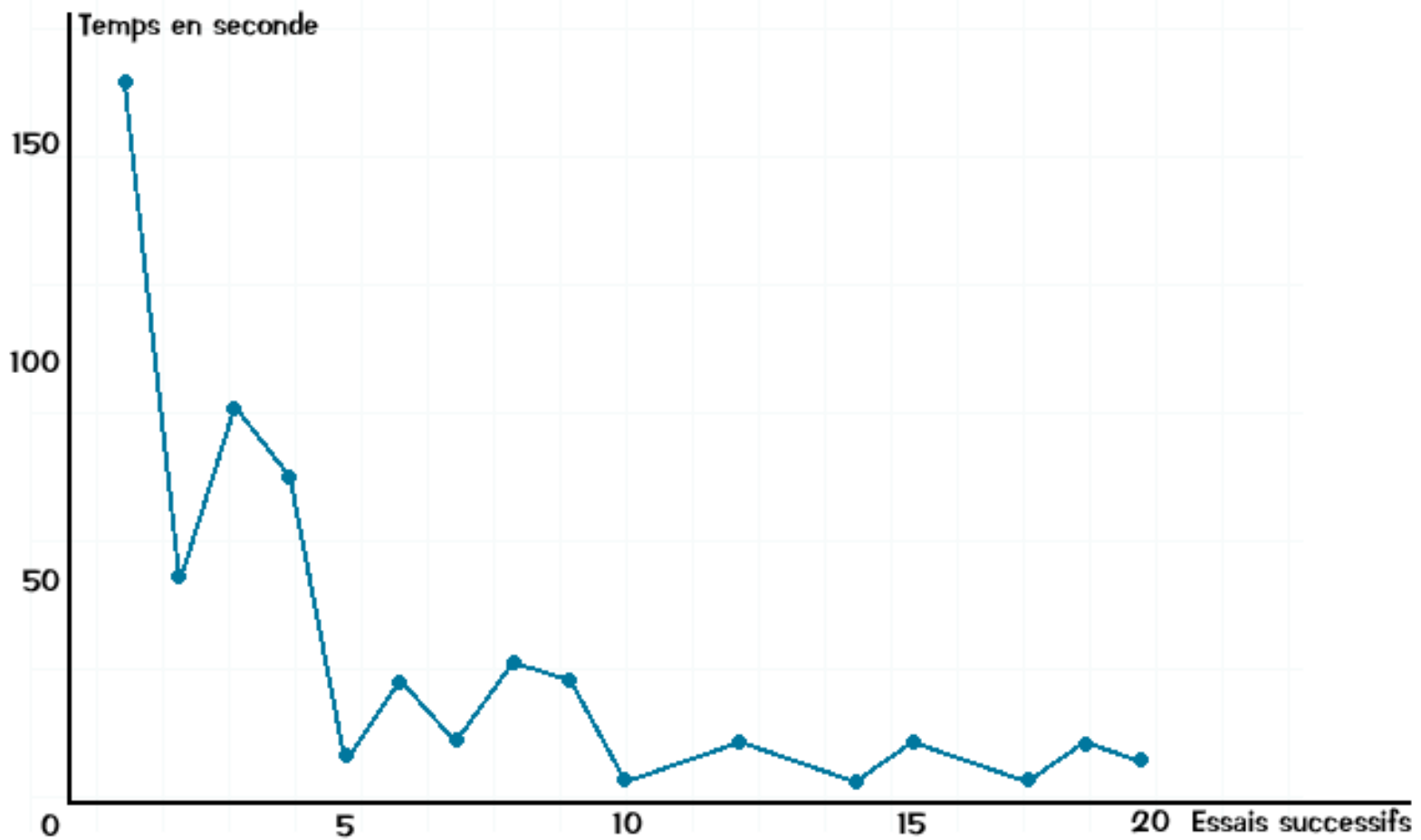


Figure 2: Courbe d'apprentissage d'après Thorndike

C'est à partir de nombreuses observations comme celles que nous venons de décrire que Thorndike va formuler ses lois de l'apprentissage dont les deux principales sont: la loi de l'exercice et la loi de l'effet.

Loi de l'exercice

Les connexions entre la situation et la réponse sont renforcées par l'exercice et affaiblies lorsque l'exercice est arrêté. Le renforcement des connexions entre une situation (la cage dans laquelle se trouve l'animal) et la réponse (la manipulation adéquate du loquet) conduit à une augmentation de la fréquence d'apparition de la réponse correcte.

Loi de l'effet

Une connexion est renforcée ou affaiblie par l'effet de ses conséquences. Si la connexion situation-réponse est suivie d'un état de satisfaction du sujet (récompense) elle est renforcée ; si elle est suivie d'un état non satisfaisant (punition) elle est affaiblie.

Thorndike met également en évidence la nécessaire complémentarité de ces deux lois: **L'exercice ne favorise l'apprentissage que dans les situations permettant l'intervention de la loi de l'effet.** Ainsi, dans une situation d'apprentissage où l'on demande au sujet de tracer, les yeux fermés, une ligne d'une longueur déterminée, la seule répétition des essais ne conduit à aucune amélioration des performances. Pour qu'il y ait apprentissage, il faut, à chaque essai, fournir des indications précises sur le résultat de son comportement: trop long, trop court... On voit ici apparaître la notion de feed-back qui constituera une composante essentielle de l'approche de Skinner, auteur que nous envisagerons plus avant.

Thorndike insiste beaucoup, comme le fera Skinner par la suite, sur le fait que, pour qu'un apprentissage puisse se

réaliser, il est essentiel que l'animal soit actif. Au départ, il procède par une série d'essais infructueux puis par la suite sa conduite s'affine pour éliminer progressivement les comportements les moins efficaces et aboutir de plus en plus rapidement à une solution. Thorndike désigne cette forme d'apprentissage par l'expression "**apprentissage par essai et erreur**".

Les travaux de Thorndike tout comme ceux des chercheurs que nous envisagerons par la suite dans le cadre de l'approche behavioriste repose sur l'hypothèse de Darwin, fort en vogue à l'époque, de la continuité des espèces entre l'animal et l'homme. Sur cette base, il apparaît normal à ces chercheurs d'accepter l'idée que les phénomènes expliquant le comportement animal peuvent aussi servir à comprendre le comportement humain.

S'appuyant sur cette hypothèse de continuité, Thorndike propose en 1922 dans un ouvrage intitulé "The Psychology of Arithmetic" un certain nombre d'exemples d'application de sa méthode à l'apprentissage chez l'homme. Pour cet auteur, l'enseignement d'une compétence repose sur une décomposition de celle-ci en ses composantes élémentaires. Ainsi, l'addition écrite de deux nombres de deux chiffres implique la maîtrise d'un certain nombre de sous-compétences telles que: aligner correctement les chiffres en colonnes, additionner deux nombres d'un seul chiffre, réaliser le report à la dizaine... Pour maîtriser l'addition écrite de deux nombres de deux chiffres, il est essentiel de maîtriser chacune de ces sous-compétences mais aussi de pouvoir les mettre en œuvre simultanément.

Cette approche conduit l'auteur à proposer des fiches de progression centrées sur le "drill and practice" de chacune de ces compétences. Cette focalisation sur l'exercice "aveugle" de la compétence a par la suite fait l'objet de nombreuses critiques basées sur l'argument selon lequel le "drill" répétitif ne conduit pas à une compréhension profonde des notions alors que le but premier de l'arithmétique c'est de raisonner sur des quantités plutôt que de réaliser des opérations sans compréhension profonde de celles-ci.

3. Pavlov et le conditionnement répondant

Les travaux de Pavlov (1849-1936) s'inscrivent parfaitement dans la perspective évolutionniste basée sur l'expérimentation animale que nous venons de rappeler. Physiologiste de formation, Pavlov fonde son approche à la fois sur le modèle associationniste et sur l'étude des réflexes. De ce rapprochement découle son expérience la plus classique basée sur le constat que la présentation de nourriture à un chien entraîne un réflexe de salivation: il fait retentir une cloche en même temps qu'il présente de la nourriture à un chien, répète un certain nombre de fois cette association entre le bruit de la cloche et la présentation de la nourriture et constate ensuite que l'animal salive à la seule audition de la cloche.

Plus formellement on peut décrire cette expérience de la manière suivante:

- La présentation d'un stimulus neutre (la cloche) n'entraîne aucune réponse salivaire chez le chien (figure 3.1).

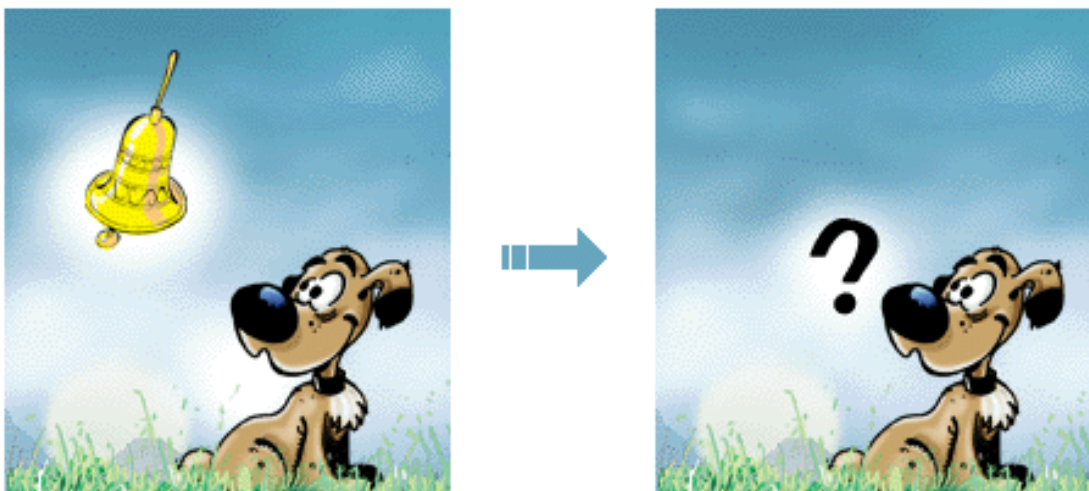


Figure 3.1: Présentation d'un stimulus neutre

- La présentation d'un stimulus inconditionnel (la nourriture) entraîne une réponse salivaire dite inconditionnelle chez le chien (figure 3.2).

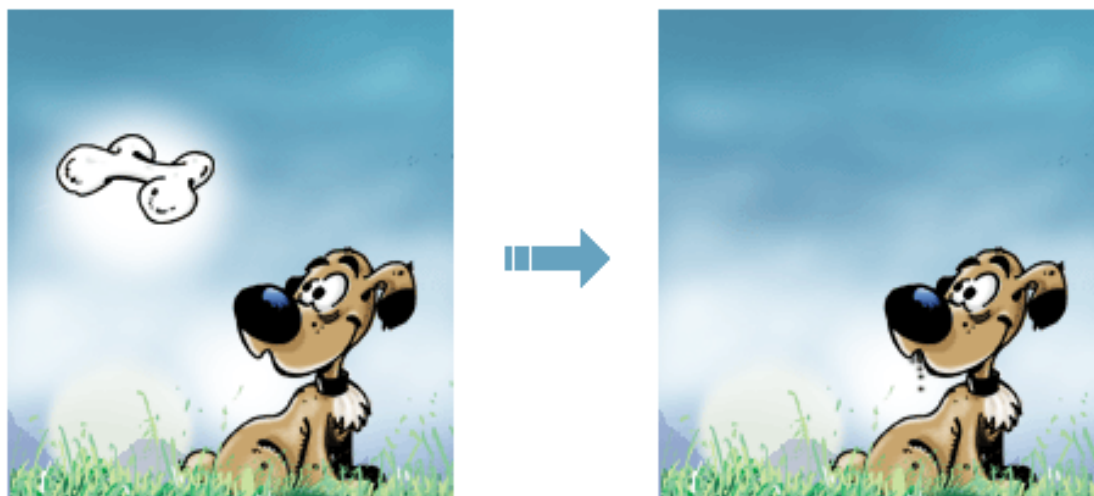


Figure 3.2: Présentation d'un stimulus inconditionnel

- La présentation simultanée des deux stimuli (nourriture + bruit de la cloche) entraîne une réponse dite inconditionnelle chez le chien (figure 3.3).

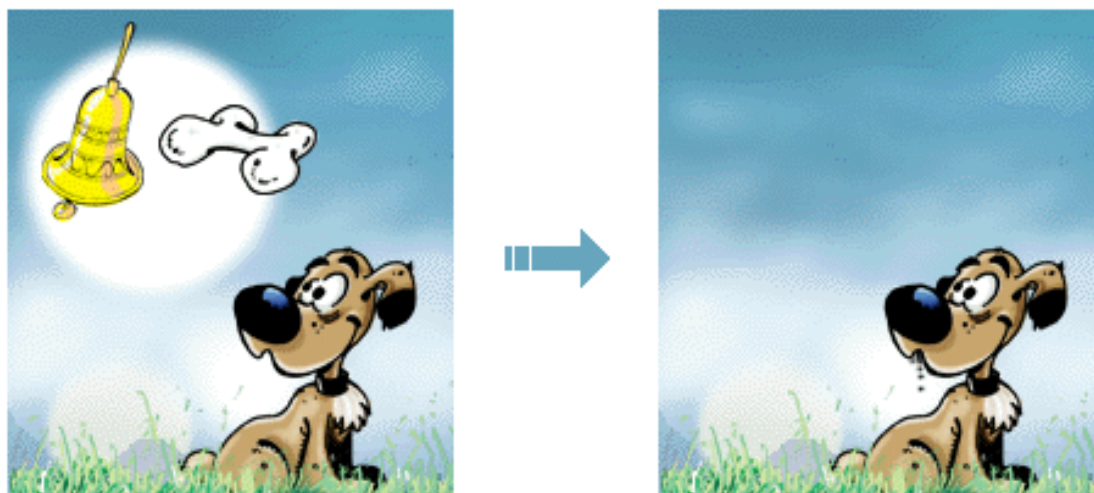


Figure 3.3: Présentation simultanée d'un stimulus neutre et inconditionnel

- Après avoir répété un certain nombre de fois la présentation simultanée des deux stimuli, on constate que la présentation du stimulus neutre seule entraîne une réponse salivaire. On dit alors que la réaction conditionnelle est établie: le stimulus initialement neutre est devenu un stimulus conditionnel capable de provoquer une réaction salivaire qualifiée de réponse conditionnelle (figure 3.4).

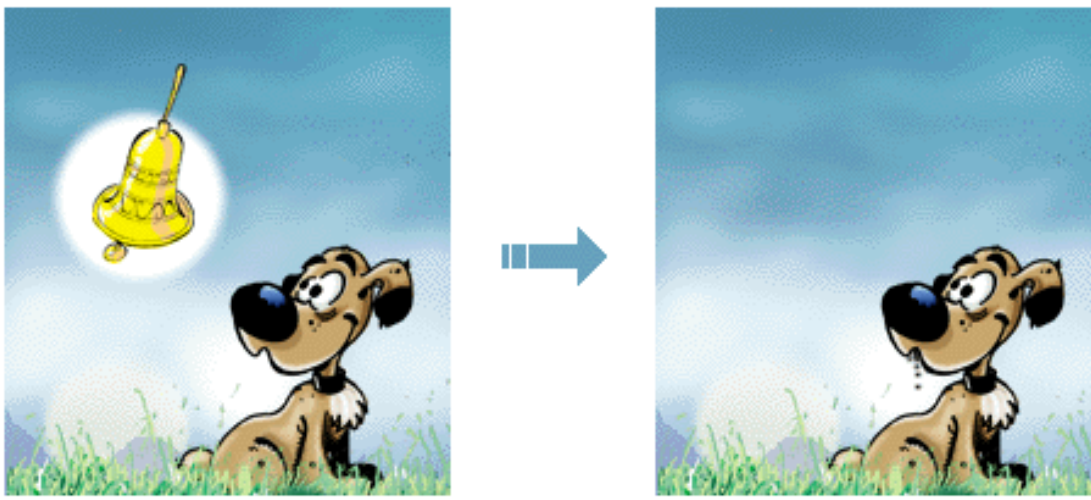


Figure 3.4: Présentation d'un stimulus conditionnel

Cette expérience classique a par la suite fait l'objet de nombreuses variantes qui ont notamment permis de montrer:

- que la présentation pendant une longue période du stimulus conditionnel seul entraîne la disparition de la réponse (phénomène d'extinction);
- qu'il est possible d'établir des conditionnements en chaîne en associant, à un premier stimulus conditionnel, un second, puis un troisième, etc.

La procédure que nous venons de décrire qui permet à l'animal d'acquérir de nouvelles conduites est connue sous le nom de conditionnement classique ou encore de **conditionnement répondant**.

Les mécanismes en œuvre dans le conditionnement répondant ont été mis en évidence chez l'être humain. Il a notamment été montré qu'il était possible d'amener un jeune enfant à crier (réponse) en présence d'un animal (stimulus neutre) en associant la présentation de cet animal à l'émission d'un bruit violent comme celui produit par un marteau qui heurte une barre métallique (stimulus inconditionnel).

La réaction palpébrale peut servir de base à la construction d'un nouveau comportement par conditionnement: un jet d'air, stimulus inconditionnel, dirigé sur la cornée provoque une réaction inconditionnelle de clignement de la paupière ; lorsque le stimulus inconditionnel est précédé à plusieurs reprises d'une lumière (stimulus neutre), cette lumière provoque à elle seule la réaction palpébrale.

Les principes du conditionnement répondant ont aussi été utilisés pour définir les techniques dites de déconditionnement (désensibilisation) qui sont mises en œuvre pour traiter différentes formes de problèmes psychologiques relevant des phobies (peur des araignées ou des espaces publics par exemple). Un autre domaine d'application du conditionnement répondant concerne la formation des émotions. En prenant appui sur la composante physiologique que l'on trouve généralement à la base des émotions (une caresse, un sourire entraîne une émotion positive alors qu'une gifle ou une grimace entraîne une émotion négative), on peut agir sur celles-ci.

Toutefois, certains auteurs nous mettent en garde contre une généralisation abusive à l'être humain des principes du conditionnement répondant. En effet, la plupart des activités humaines présentent rarement le caractère inévitable et cet assujettissement direct à une stimulation spécifique qui caractérisent les réactions conditionnelles chez l'animal. Les résistances du sujet, ses attitudes, ses choix, ses décisions, son libre arbitre rendent souvent difficile l'établissement de conditionnements simples. Il ne faut pas en déduire que les principes du conditionnement ne s'appliquent pas à l'homme mais bien qu'il est nécessaire de compliquer le schéma initial de Pavlov afin d'y inclure d'autres facteurs qui tiennent compte des capacités humaines. C'est dans cette voie que c'est engagé un auteur comme Staats en introduisant certaines variables liées au langage ou aux aspects sociaux du comportement humain.



Partie II : Le néo-béhaviorisme

Objectifs

- Identifier les variables qui agissent sur l'efficacité d'un apprentissage par conditionnement opérant.
- Définir les principes de l'enseignement programmé linéaire et ramifié.
- Analyser des situations de classe par référence au modèle du conditionnement opérant.

Concepts clés

- Conditionnement opérant
- Agent de renforcement
- Machine à enseigner
- Cours programmé linéaire
- Cours programmé ramifié

1. Les principes du conditionnement opérant

La naissance du béhaviorisme moderne ou néo-béhaviorisme remonte à la publication de l'article de B.F. Skinner intitulé " The science of learning and the art of teaching " (1954) dans lequel l'auteur plaide pour une approche scientifique des processus d'apprentissage. Dans ce travail, l'auteur envisage l'application à l'apprentissage humain d'une méthodologie appelée conditionnement opérant mise au point au cours de nombreuses expériences réalisées sur l'animal.

Pour réaliser ces expériences, l'auteur utilise un dispositif appelé cage de Skinner (figure 1) dans lequel un rat reçoit de la nourriture lorsqu'il appuie sur un levier. Le protocole de base de l'expérience est simple : un rat affamé est placé dans la cage ; le rat explore activement son environnement et actionne, par hasard, le levier qui provoque la présentation de la nourriture. On constate par la suite que le rat appuie de plus en plus fréquemment sur le levier. Après un certain temps, on supprime la présentation de la nourriture et on constate que le rat continue d'appuyer sur le levier.

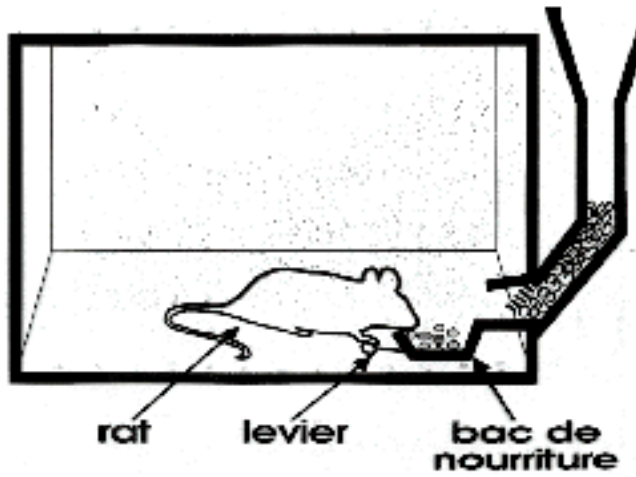


Figure 1: Cage de Skinner

L'objet de cette procédure consiste à construire de nouvelles conduites (figure 2.1) à travers l'établissement d'un lien entre un stimulus (le levier) et une réponse (la pression sur le levier) grâce à l'intervention d'un agent de renforcement (la nourriture). La conduite est acquise lorsque le lien stimulus-réponse devient autonome c'est-à-dire qu'il se manifeste indépendamment de la présentation de la nourriture (figure 2.2).

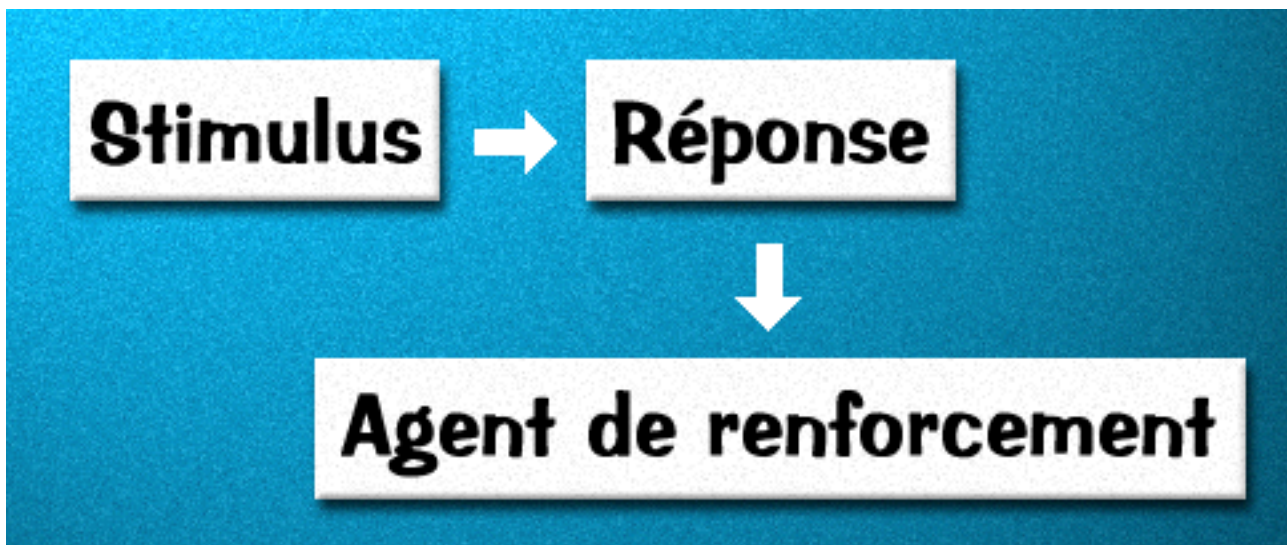


Figure 2.1: Etablissement du lien S-R

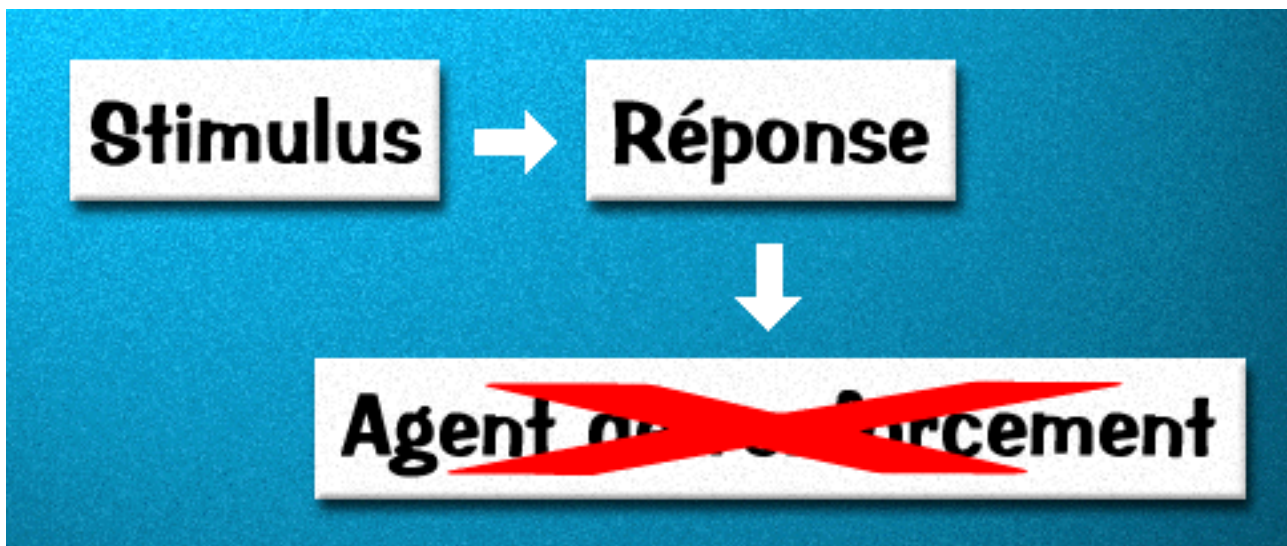


Figure 2.2: Lien S-R autonome

Sur la base du protocole que nous venons de décrire, Skinner s'est donné pour ambition de mettre en évidence les lois qui gouvernent l'apprentissage en se référant uniquement à l'observation du comportement et des conditions qui, dans l'environnement du sujet, ont engendré ce comportement.

L'application de la procédure décrite dans la figure 2 à un grand nombre de situations, a conduit Skinner à définir les principes de base qui régissent l'acquisition d'une nouvelle conduite:

- Le délai entre l'action et la présentation de l'agent de renforcement doit être aussi bref que possible (principe de contiguïté temporelle)
- La nature de l'agent de renforcement doit être adaptée aux besoins du sujet (de la nourriture chez un rat affamé)
- La présentation de l'agent de renforcement doit être vue comme une conséquence de l'action

Le conditionnement opérant se distingue du conditionnement répondant (Pavlov) par le fait que l'animal est actif : il doit lui-même, par son activité, obtenir la nourriture qui va permettre la construction du lien entre un stimulus et une réponse. Par contre, dans le conditionnement répondant l'animal répond par une activité de salivation à la nourriture qui lui est présentée.

2. Les variables qui agissent sur l'installation et le maintien d'une conduite

A partir de ces principes de base, Skinner mettra au point différentes procédures de conditionnement permettant d'augmenter la résistance à l'extinction c'est-à-dire de maintenir la conduite plus longtemps après suppression de l'agent de renforcement.

Ainsi, par exemple, une procédure dans laquelle l'agent de renforcement est présenté dans des délais variant de quelques secondes à 6 minutes peut s'avérer très efficace chez l'animal (**programme à intervalle variable**). Chez l'homme, on a pu constater que pour des apprentissages cognitifs on pouvait prolonger le délai de plusieurs heures voire de plusieurs jours sans que l'apprentissage ne soit perturbé.

Dans le même ordre d'idées, Skinner observe que le fait de ne renforcer que certains des comportements corrects ne perturbe pas la construction de la conduite (on ne donne la nourriture qu'une fois sur deux ou

sur trois...). L'application de programmes à **renforcement intermittent** chez l'homme a connu un grand succès notamment pour développer certaines conduites chez des sujets handicapés mentaux.. Sur cette base se sont développés des systèmes connus sous le terme " économie de jeton " (token economy) qui consistent à fournir au sujet des renforcements dits secondaires sous la forme de jetons qui lui permettront par la suite d'obtenir des friandises, de visionner une cassette vidéo, de se faire raconter une histoire... (renforcement primaire)

Ces procédures basées sur le choix du moment de présentation de l'agent de renforcement sont souvent mises en œuvre en contexte pédagogique. C'est le cas notamment dans les laboratoires de langue où le professeur écoute tour à tour ses étudiants sans que ceux-ci ne connaissent le moment où ils sont écoutés. Dans cette situation, seule une partie des réponses correctes de l'élève sont renforcées (lorsque le professeur les écoute).

Skinner propose également de manipuler directement les agents de renforcement afin de mettre en évidence les éléments qui, à ce niveau, permettent de renforcer la robustesse du lien S-R. Tout d'abord, il distingue entre **renforcement positif** et **renforcement négatif**. Un renforcement positif est tel que sa présentation augmente la fréquence d'apparition du comportement. C'est notamment le cas de la présentation de nourriture à un sujet affamé. Le renforcement négatif a pour effet d'augmenter la fréquence d'apparition du comportement lorsqu'il est supprimé. Skinner a, à cet effet, imaginé un dispositif tel que le rat placé dans la cage reçoit une décharge électrique s'il n'a pas fourni la réponse (pression sur le levier) après un certain temps.

L'effet du renforcement positif s'observe couramment en situation de classe : l'élève qui fournit une bonne réponse est félicité par le maître ce qui augmente la fréquence d'apparition de cette réponse. Le renforcement négatif, qu'il ne faut pas confondre avec la présentation d'un feed-back négatif (ta réponse est erronée) qui n'a, selon Skinner, pas d'effet sur l'apprentissage, est plus rarement mis en œuvre. On peut néanmoins en trouver quelques exemples dans la vie quotidienne comme c'est le cas par exemple dans les dispositifs sonores qui rappellent à l'automobiliste qu'il doit attacher sa ceinture avant de démarrer. Ainsi, l'agent de renforcement négatif disparaît lorsque l'automobiliste adopte la conduite adéquate (attacher sa ceinture).

Les renforcements positifs et négatifs constituent des éléments qui ont pour but de renforcer l'apparition des comportements désirés. Par contre, **la punition**, qui ne doit pas être confondue avec le renforcement négatif, a pour fonction de réduire la fréquence d'apparition des comportements non désirés. La punition est souvent utilisée en contexte scolaire où elle peut prendre des formes telles que : critiquer, tourner en ridicule, déprécier, donner de mauvaises notes ou des travaux supplémentaires à réaliser à domicile. Toutefois, ce type d'interventions ne seront considérés comme une punition du point de vue béhavioriste que si elles conduisent à faire cesser le comportement non désiré.

La possibilité d'utiliser soit des renforcements soit des punitions a fait l'objet de nombreux débats chez les pédagogues. Pour répondre à ces interrogations de nombreuses expériences ont été réalisées qui montrent, qu'à court terme, les deux formes de renforcement sont également efficaces mais que rapidement l'efficacité du renforcement négatif diminue alors que celui du renforcement positif perdure. Dans un premier temps les élèves acceptent d'être réguliers dans leur travail pour éviter les punitions mais par la suite l'effet des punitions s'estompe et le comportement devient de plus en plus difficile à contrôler.

Certaines études ont également mis en évidence que certains programmes de conditionnement pouvaient, tout en étant efficaces, générer chez le sujet humain une forte anxiété. C'est le cas notamment des

renforcements négatifs ainsi que des programmes à intervalle variable qui maintiennent le sujet dans un état de tension important.

Il est également possible d'agir sur le comportement en supprimant une source de renforcement qui est naturellement présente dans la situation : on peut corriger le comportement d'un élève qui a pris l'habitude de déranger la classe en amenant les autres élèves à ne plus prêter attention à ses remarques. On supprime ainsi l'apparition de l'agent de renforcement constitué ici par l'attention accordée par les condisciples. Ce phénomène est connu sous le nom d'**extinction**. Toutefois en pratique l'extinction du comportement par suppression du renforcement est souvent longue à obtenir car il est fréquent qu'un comportement réapparaisse spontanément (recouvrement spontané) sans avoir été renforcé.

Type de stimulus	Mode de présentation	Effet sur le comportement	Dénomination
Positif	Ajout	Renforce	Renforcement positif
Négatif	Retrait	Renforce	Renforcement positif
Négatif	Ajout	Affaibli	Punition
Positif	Retrait	Affaibli	Extinction

Tableau 1: Caractéristiques du renforcement, de la punition et de l'extinction

La généralisation et la discrimination constituent deux principes essentiels qui régissent l'installation d'une conduite par conditionnement.

La généralisation apparaît lorsqu'un sujet fait une réponse particulière à un stimulus particulier et fait ensuite la même réponse à un autre stimulus. Les pigeons de Skinner qui ont été conditionnés à picorer un spot rouge picorent également des spots différents en couleur, en forme et en taille. En principe, plus le stimulus est éloigné du stimulus original, plus la réponse sera faible. La généralisation peut conduire à des effets positifs ou négatifs selon le contexte où elle se produit. Par exemple, l'élève qui a appris à utiliser son dictionnaire au cours de français, et qui l'utilise spontanément au cours d'histoire réalise une généralisation positive. Par contre, l'élève, qui déclare qu'une araignée est un insecte parce qu'il généralise les caractéristiques de l'insecte en incluant des petites bestioles qui comportent huit pattes alors qu'un insecte n'en comporte que six, réalise une généralisation abusive qui s'avérera néfaste à son apprentissage.

Lorsque des généralisations abusives apparaissent, celles-ci peuvent être corrigées par discrimination de manière à amener l'élève à découvrir ce qui distingue les deux situations de manière à leur faire des réponses différentes.

Pour Skinner tout comme pour Thorndike, l'apprentissage se réalise à partir de l'activité du sujet, les conduites les plus adéquates sont ensuite sélectionnées en fonction des résultats obtenus. Par contre, ces auteurs se différencient lorsqu'il s'agit d'établir les éléments qui permettent de construire une nouvelle conduite. Pour Skinner, seule la réponse correcte joue un rôle d'agent de renforcement et contribue à l'acquisition d'une nouvelle conduite alors que, pour Thorndike, l'erreur participe pleinement à l'apprentissage en diminuant la probabilité d'apparition du comportement qui l'a engendré.

Skinner recommande d'organiser l'enseignement en vue de minimiser l'apparition des erreurs dans le cadre d'une méthode qu'il appelle **l'apprentissage sans erreur**. Pour lui, tout comportement, qu'il soit psychomoteur ou cognitif, peut être acquis de manière efficace en évitant à l'élève de commettre des erreurs.

3. Les machines à enseigner et l'enseignement programmé linéaire

Skinner entrevoit très rapidement l'application à l'homme des principes d'apprentissage mis en évidence chez l'animal. Pour lui, ce qui est commun à l'homme et à l'animal "c'est un univers dans lequel prévalent certaines contingences de renforcement". Cette extrapolation parfois un peu simpliste voire hasardeuse lui a d'ailleurs été souvent reprochée.

Skinner envisage d'abord l'application du conditionnement à l'apprentissage humain dans le cadre de la conception de machines à enseigner. Il s'agit de dispositifs, plus ou moins sophistiqués, qui permettent de mettre en œuvre les principes qu'il a expérimentés avec succès chez l'animal.

Ainsi, un dispositif connu sous le nom de "machine arithmétique" (figure 3) permet à Skinner de présenter des exercices d'arithmétique tout en contrôlant strictement l'intervention des contingences de renforcement. L'élève se voit présenter une situation d'apprentissage comportant un exercice qui exige de l'apprenant une réponse construite en manipulant une série de curseurs mis à sa disposition. Une fois la réponse construite, l'élève valide celle-ci en tournant une manivelle qui permettra le passage à la situation suivante et entraînera l'émission d'une sonnerie lorsque la réponse proposée est correcte. Par contre, en cas de réponse erronée, la manivelle reste bloquée et l'élève est invité à recomposer sa réponse pour pouvoir progresser.

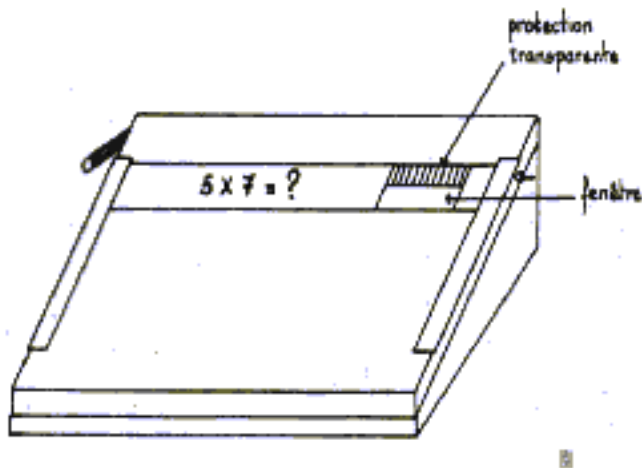


Figure 3: Machine arithmétique de Skinner

Pour Skinner, ce dispositif permet de mettre en œuvre les principes du conditionnement opérant:

- L'élève est actif puisqu'on exige de lui une réponse construite
- La présentation du renforcement (la sonnerie qui informe l'élève que sa réponse est correcte) est contingente de l'exactitude de la réponse fournie par l'élève
- La progression dans l'apprentissage est conçue de sorte que l'élève commette un minimum d'erreurs de manière à maximiser la fréquence d'apparition de l'agent de renforcement.

Par la suite, Skinner envisage la mise au point d'une machine plus simple dans laquelle l'évaluation de la qualité de la réponse est prise en charge par l'élève lui-même (figure 4). Ce dispositif ne comporte pas de clavier, l'élève écrit sa réponse sur un rouleau de papier à travers la fenêtre aménagée à cet effet. Une fois la réponse inscrite, la pression sur le levier entraîne le rouleau de papier et fait glisser la réponse en dessous d'un cache transparent. Parallèlement, dans la fenêtre ayant servi à présenter la situation

d'apprentissage, la réponse exacte apparaît de sorte que l'élève puisse évaluer sa réponse en la comparant à la réponse correcte qui lui est proposée.

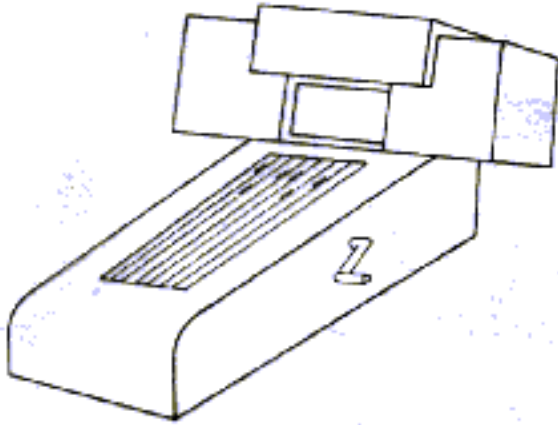


Figure 4: Machine de Skinner

Bien que le contrôle sur l'apparition des contingences de renforcement soit moins strict que dans la situation précédente (l'élève décide lui-même de l'exactitude de sa réponse), Skinner considère que cette machine permet de mettre en œuvre les principes du conditionnement.

Comparée à une présentation du matériel d'apprentissage sur papier, la machine de Skinner a un rôle assez limité : elle permet d'éviter la tricherie en interdisant à l'élève de recopier simplement la réponse correcte qui lui est proposée puisque, lorsque cette dernière apparaît, la réponse inscrite par l'élève ne peut plus être modifiée (elle est protégée par un cache transparent).

Après avoir constaté que, pour autant qu'ils soient bien informés, les élèves sont peu enclins à tricher, Skinner abandonne progressivement le recours aux machines en faveur d'un support plus souple : les livrets programmés.

Des études ont montré que, à l'exception de quelques apprentissages dans lesquels les aspects psychomoteurs sont importants (l'orthographe d'usage par exemple), la réponse simplement pensée était tout aussi efficace que la réponse construite (écrite). Par contre Skinner a toujours refusé le recours aux questions à choix multiple en s'appuyant sur le fait que le choix d'une réponse parmi plusieurs propositions ne relevait pas du principe d'activité.

Les cours proposés par Skinner sont qualifiés de linéaires en ce sens qu'ils obligent l'apprenant à les parcourir du début jusqu'à la fin sans prendre en compte le fait que certains élèves sont susceptibles de progresser plus rapidement. Cette contrainte associée à l'exigence que l'apprentissage soit réalisé en minimisant la fréquence d'apparition des erreurs (pour qu'un cours soit efficace, Skinner estime que l'élève doit commettre moins de 10% d'erreurs) rend souvent les cours programmés linéaires longs et assez fastidieux à suivre. Pour pallier cet inconvénient, certains chercheurs envisageront diverses procédures afin de permettre de différencier les itinéraires en cours d'apprentissage .

Avant d'envisager d'autres modalités de conception des cours programmés, rappelons un certain nombre de principes issus des travaux de Skinner qui ont eu une influence notable sur les conceptions pédagogiques en vigueur à l'époque:

- Avant tout enseignement, il est essentiel de définir soigneusement les objectifs à atteindre puis de les définir dans des termes suffisamment précis de manière à ce qu'on puisse vérifier qu'ils ont réellement été atteints (objectifs opérationnels).
- Informer l'élève de ce qu'on attend de lui en lui présentant les objectifs qu'il devra maîtriser à l'issue de l'apprentissage.
- La conception d'un cours programmé mais aussi de toute action de formation repose sur une analyse préalable des contenus à enseigner.
- L'apprentissage doit être décomposé en petites étapes de manière à minimiser le risque d'apparition de réponses erronées et à maximiser la fréquence de présentation des renforcements positifs.
- L'école d'une manière générale utilise trop peu les renforcements positifs. Il conviendrait de modifier l'organisation scolaire en faisant notamment appel à des outils issus des développements de la technologie pour permettre un usage beaucoup plus important des renforcements positifs.

4. L'enseignement programmé ramifié

Bien qu'ils ne se réclament pas explicitement du béhaviorisme, les travaux qui ont conduit à définir les principes de l'enseignement programmé ramifié se situent dans le prolongement naturel des cours produits à la suite des travaux de Skinner.

Crowder commence par concevoir, pour répondre aux problèmes qui se posent à lui dans le cadre de sa fonction de formateur à l'US Air Force, une machine connue sous le nom de "Autotutor" (figure 5). Dans un second temps, il envisagera également de recourir à des livrets programmés tout comme l'avait fait Skinner.

En partant d'un point de vue strictement pragmatique, Crowder en arrivera à définir les spécificités d'une machine à enseigner capable:

- de présenter des informations
- de solliciter l'activité de l'élève par des questions
- d'évaluer la réponse de l'élève
- d'orienter l'élève dans le cours en fonction des réponses fournies.



Figure 5: Machine à enseigner de Crowder

Comparée aux machines de Skinner, le dispositif mis au point par Crowder dispose d'une possibilité supplémentaire : la capacité d'orienter l'élève à l'intérieur du cours en fonction des réponses fournies par l'apprenant. Pour mettre en œuvre cette fonctionnalité, Crowder considère que l'activité de l'élève peut prendre la forme d'une réponse à une question à choix multiples. C'est sur la base de la réponse à une question de ce type que sera prise la décision d'orientation comme nous le schématisons dans la figure 8. Si l'élève répond correctement (b^7), le dispositif l'orientera vers une situation d'apprentissage qui tiendra compte de la justesse de sa réponse (figure 6). En cas de réponse erronée, l'orientation de l'élève se fera vers une situation à l'occasion de laquelle l'erreur commise par l'élève fera l'objet d'un redressement (figure 7).

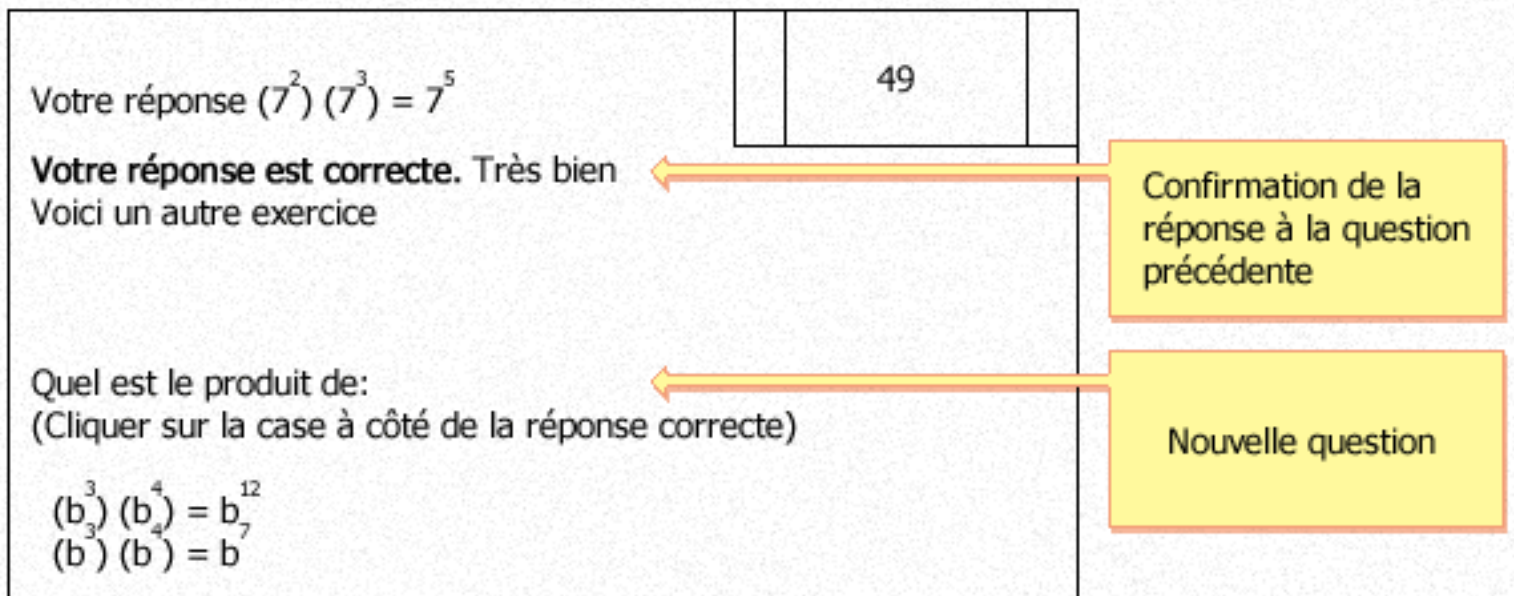


Figure 6: Confirmation de la réponse

<p>Votre réponse $(b^3)(b^4) = b^{12}$</p> <p>Votre réponse est erronée. Le produit de deux facteurs affectés d'exposants est égal à la somme des exposants: $(b^3)(b^4) = b^7$ Voici un autre exercice</p> <p>Quel est le produit de: (Cliquer sur la case à côté de la réponse correcte)</p> <p>$(b_3^5)(b_2^2) = b_3^7$ $(b^7)(b^7) = b$</p>	56
--	----

Redressement d'erreur suite à la réponse à la question précédente

Nouvelle question

Figure 7: Redressement d'erreur

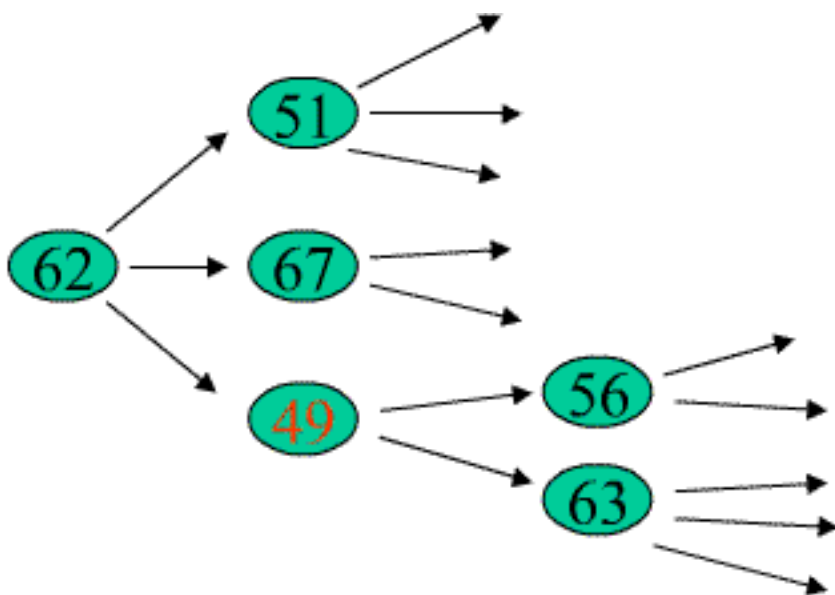


Figure 8: Représentation des cheminements possibles à l'intérieur d'un cours ramifié

Contrairement à Skinner qui fonde son approche sur un travail expérimental considérable, l'apprentissage pour Crowder se résume à un processus de communication dont le contrôle est assuré par l'intermédiaire des réponses fournies par l'élève. Ainsi l'auteur insiste sur le fait que la connaissance des résultats par l'élève n'est qu'accessoire, le but premier de la sollicitation adressée à l'élève est de vérifier si le processus de communication s'est déroulé correctement et de permettre, lorsque celui-ci a échoué, la mise en œuvre des démarches correctrices adaptées.

Crowder ne pense pas qu'il faille construire des programmes dans lesquels l'élève ne commettrait aucune erreur. Pour lui, il est important de laisser à l'apprenant la possibilité de commettre des erreurs non seulement pour lui apprendre à les éviter mais aussi afin de permettre une adaptation des stratégies d'apprentissage aux différences individuelles.

Contrairement à ce qui s'est passé pour l'enseignement programmé linéaire, la programmation des cours ramifiés sous forme de livrets n'a connu qu'un succès fort limité. Par contre les techniques de branchements et le souci d'adapter l'enseignement aux stratégies d'apprentissage individuelles connaîtront un développement considérable avec l'arrivée de l'informatique.

5. Les évolutions du béhaviorisme

Le modèle béhavioriste tel que l'a développé Skinner est souvent qualifié de béhaviorisme radical en ce sens qu'il refuse de prendre en compte dans son explication des comportements humains tout élément qui ne pourrait faire l'objet d'une observation directe. D'autres auteurs tels que Hull ou Guthrie ont adopté par rapport au modèle béhavioriste des positions plus nuancées.

Pour Hull, le comportement humain est placé sous le contrôle de stimuli mais certains de ces stimuli peuvent être internes c'est ce qu'il appellera des variables intermédiaires. La variable intermédiaire est un processus ou un état propre du sujet qui intervient entre le stimulus extérieur et le comportement de l'individu et qui permet de mieux comprendre ce comportement. Au modèle S-R du béhaviorisme radical se substitue un modèle S-VI-R qui permet de prendre en compte certaines variables liées à l'individu. Ces variables concernent des caractéristiques telles que : la force de l'habitude, la motivation...

Guthrie récuse certaines idées centrales du béhaviorisme en affirmant que la répétition n'est pas nécessaire à l'apprentissage (l'apprentissage peut se dérouler en un seul essai selon un processus de tout ou rien) ou encore que "le mécanisme de l'apprentissage se trouve à l'intérieur de l'individu". Par cette dernière affirmation, il adopte une position qui va à l'encontre de l'idée chère aux béhavioristes selon laquelle le comportement est placé sous le contrôle exclusif des stimuli extérieurs.

Hull et Guthrie en prenant en compte dans l'explication du comportement certaines caractéristiques liées à l'individu sont très probablement influencés par le modèle gestaltiste mais annoncent aussi l'approche cognitiviste qui fera une place beaucoup plus grande que chez les béhavioristes, aux caractéristiques internes de l'individu dans l'explication des phénomènes d'apprentissage.



Partie III: Le modèle gestaltiste

Objectifs

- Identifier certaines variables qui influencent la perception d'une situation
- Définir en quoi l'apprentissage par restructuration se distingue de l'apprentissage par association

Concepts clés

- Insight
- Gestalt ou bonne forme
- Apprentissage productif
- Apprentissage reproductif

A partir d'expériences faisant intervenir la perception, l'école de la psychologie de la forme a mis en évidence un certain nombre de caractéristiques de l'apprentissage qui remettaient en cause certains principes béhavioristes à un moment où le béhaviorisme constituait l'école de pensée dominante.

En s'opposant à quelques-uns des principes de base du béhaviorisme, le gestaltisme va également poser les premiers jalons du modèle cognitiviste qui se développera à partir de la fin des années '60.

A partir de différentes expériences, l'école gestaltiste, fondée par trois chercheurs allemands (Wertheimer, Koffka et Köhler) au début du XXe siècle s'est attachée à mettre en évidence le caractère relatif de la perception qu'on peut avoir d'un objet.

Avant de poursuivre la présentation de la théorie de la gestalt, nous vous proposons de découvrir, un certain nombre de principes qui guident la perception à partir de trois expériences.

Une autre caractéristique essentielle des stimuli mis en œuvre dans une situation d'apprentissage est liée au fait qu'ils sont perçus globalement comme en témoignent différentes expériences mises au point par les gestaltistes.

Par exemple, lors de la lecture d'un texte, les mots sont perçus globalement:

- Le temps nécessaire pour lire un mot familier est bien inférieur à celui qu'exige la perception séparée de chacun des éléments qui le compose
- Lors de la présentation très rapide d'un mot (quelques centièmes de secondes), on ne s'aperçoit pas de l'altération voire de la suppression d'une lettre. Pour un mot familier, tout se passe comme si la lettre manquante était réellement perçue.

Pour les gestaltistes, ce sont **les formes** qui constituent les éléments fondamentaux et indécomposables

de l'activité humaine. La constitution de ces formes répond à un certain nombre de principes élémentaires mis en évidence par les gestaltistes.

1. Une forme est davantage que la somme de ses parties (une mélodie c'est plus que la somme des notes qui la constitue)
2. Il existe des formes fortes et des formes faibles selon le degré d'intégration des parties qui les constituent. Les formes, régulières, symétriques sont les plus fortes; il existe une tendance pour les formes plus complexes à évoluer vers une structure aussi simple que possible (principe de la bonne forme)
3. D'autres lois définissent les rapports entre différents éléments de la forme: principe de proximité, principe de similitude, principe de closure...



Les éléments ont tendance à se regrouper avec les plus proches. On a tendance à voir les lignes regroupées en trois colonnes.

Figure 1.1: Principe de proximité



Les éléments ont tendance à se regrouper avec les plus semblables. On a tendance à voir les lettres regroupées en colonnes plutôt qu'en lignes.

Figure 1.2: Principe de similitude



Nous avons tendance à organiser nos perceptions selon une bonne forme; pour cela nous comblons les vides dans les stimuli qui nous sont présentés. On a tendance à voir la forme ci-dessus comme un carré plutôt que comme des lignes séparées.

Figure 1.3: Principe de closure

En mettant l'accent sur la perception globale des stimuli, les gestaltistes remettent en cause l'idée que l'apprentissage est basé sur des associations simples. Pour eux, apprendre c'est organiser ou réorganiser différemment certains éléments; c'est découvrir et établir des relations nouvelles entre des éléments qui jusqu'alors étaient vus comme isolés.

Les gestaltistes insistent également sur le rôle actif du sujet dans l'apprentissage. Apprendre pour les gestaltistes c'est avant tout résoudre des problèmes, c'est découvrir une solution appropriée par restructuration des éléments de la situation.

L'apprentissage par insight décrit par les gestaltistes s'oppose à l'apprentissage par association des behavioristes par le fait qu'il ne repose pas sur un processus d'amélioration continu de la conduite mais traduit plutôt le passage, souvent brutal, d'un état à un autre qui donne lieu à une restructuration de la perception de la situation. A ce propos, les gestaltistes distinguent deux formes d'apprentissage qu'ils désignent respectivement par apprentissage reproductif (sans intervention de l'insight) et apprentissage productif (avec intervention de l'insight).

Katona précise cette différenciation en mettant en évidence que **l'apprentissage reproductif** pourrait se développer de façon continue sous l'effet de la répétition alors que **l'apprentissage productif** réclame un processus de restructuration présentant un caractère discontinu. Les behavioristes se sont essentiellement préoccupés de la première forme d'apprentissage, les gestaltistes ont choisi de mettre essentiellement l'accent sur la seconde forme.

Comme nous l'avons annoncé en débutant ce chapitre, la théorie gestaltiste à travers des concepts comme ceux d'insight, de prise de conscience, de structure... même s'ils ont soulevé à l'époque des problèmes en raison de leur manque d'opérationnalité renaîtront, après une période de mûrissement, dans le cadre de conceptions plus modernes de l'apprentissage. En particulier, un chercheur comme Barlett, en faisant appel à la notion de schème pour décrire le processus de mémorisation, annonce clairement les travaux piagétiens.



Partie IV: Le cognitivisme

Objectifs

- Comparer les principes de base sur lesquels reposent les trois modèles issus du cognitivisme
- Identifier les approches pédagogiques qui découlent de chacun de ces trois modèles

Introduction

Sous le terme cognitivisme, on a pris l'habitude de regrouper différents modèles de l'apprentissage qui se sont construits en opposition plus ou moins radicale au béhaviorisme. Des débuts timides à la fin des années '50 sous l'impulsion des travaux de Georges Miller puis de Jérôme Bruner, on a assisté ensuite dans les années '70 à un véritable raz de marée qui a balayé les théories qui faisaient recette jusqu'alors.

La révolution cognitive telle qu'on l'a nommée s'est opposée de front au béhaviorisme radical de Skinner en revendiquant l'accès aux processus cognitifs internes. La première mise en cause sérieuse des conceptions béhavioristes remonte à la publication par Miller en 1956 de son fameux article " Le nombre magique 7, plus ou moins deux " par lequel il met en évidence les limites physiologiques de la mémoire humaine. Selon ce chercheur, cette limite rendrait difficile la mémorisation de plus de 7 éléments isolés ce qui est difficilement compatible avec la conception béhavioriste qui voit la mémoire comme un réceptacle vierge dans lequel viennent s'accumuler les connaissances.

Beaucoup voient en la personne de Jérôme Bruner un autre précurseur du cognitivisme. Dans le cadre de ses travaux sur la catégorisation basés sur le classement de cartes comportant des formes et des couleurs différentes, Bruner se rend compte que les sujets utilisent des stratégies mentales différentes. Certains procèdent à partir d'une carte de référence (focusing), d'autres réalisent un classement basé sur l'ensemble des cartes (scanning). Cette notion de stratégie mentale constitue un changement radical de perspective par rapport au béhaviorisme en s'intéressant aux démarches cognitives mises en œuvre par le sujet.

A côté de ces deux précurseurs, la véritable révolution viendra du développement de l'informatique et de la fascination qu'a exercée sur les chercheurs la possibilité qui s'entrouvrait à l'époque de simuler les processus cognitifs à l'aide de l'ordinateur. C'est de cette possibilité qu'est né le modèle du traitement de l'information " Human information processing " qui va marquer plusieurs décennies de recherche en psychologie cognitive.

Le deuxième modèle que nous envisagerons dans le cadre du cognitivisme a pour origine les travaux de Jean Piaget sur le développement cognitif de l'enfant. Pour mettre en évidence l'importance qu'occupe la construction active de la connaissance par le sujet dans ce modèle, ce dernier est généralement désigné par l'expression constructivisme.

Contrairement aux deux premiers, le troisième modèle que nous envisagerons ici a pour point de départ une réflexion par rapport aux problèmes concrets que pose la pratique éducative. Ce modèle que nous qualifierons de cognitivisme pédagogique est principalement issu des travaux de Jérôme Bruner et de David Ausubel.

Nous terminerons l'étude du modèle cognitiviste par la présentation de quelques concepts clés auxquels se réfèrent les trois courants cognitivistes que nous venons de distinguer.

Sélectionnez un des trois courants du modèle cognitiviste ou la partie relative aux concepts-clés.



Partie IV.1: Modèle centré sur le traitement de l'information

Objectifs

- Décrire le fonctionnement des trois constituants de la mémoire selon le modèle de Atkinson et Shiffrin.
- Décrire les stratégies et les techniques qui permettent d'améliorer l'efficacité du processus de mémorisation.
- Montrer comment le modèle d'Anderson permet de décrire les processus qui permettent le passage d'une forme de connaissance à une autre
- Proposer des exemples pratiques montrant comment la mise en œuvre en situation de classe du modèle du traitement de l'information permet d'améliorer l'apprentissage

Concepts clés

- Mémoire de travail
- Mémoire à long terme
- Cartes conceptuelles
- Connaissance déclarative, procédurale, épisodique
- Variables mathémagéniques

1. Les principes de base du traitement de l'information

Par similitude avec le fonctionnement de l'ordinateur, la pensée humaine consiste à traiter des informations représentées sous la forme de symboles abstraits qui constituent des représentations de la réalité sur lesquelles on réalise des opérations logiques.

On considère généralement que ce processus se déroule selon trois étapes:

- **Le filtrage de l'information:** au milieu du bruit ambiant, il nous est possible de sélectionner la voix de la personne avec laquelle on entretient une conversation. Ce filtrage va limiter notre perception de l'environnement et nous permettre de préparer la phase d'encodage.
- **L'encodage** qui va conduire à se construire une représentation de la situation. L'idée que la pensée s'exerce sur des représentations est centrale pour l'approche cognitiviste et de nombreux travaux porteront sur les formes et les modalités de représentation mises en œuvre: schémas, réseaux conceptuels, réseaux procéduraux....

- **Le traitement** sur la base d'opérations portant sur les représentations. Pour certains auteurs, comme Johnson-Laird par exemple, toute la pensée pourrait être traduite sous la forme d'une algèbre mentale construite autour d'un nombre limité d'opérations simples: déduction, induction, analogie, comparaison... Pour d'autres, les mécanismes en oeuvre sont beaucoup plus subtils et diversifiés.

Cette approche appliquée à l'apprentissage conduit les cognitivistes à considérer celui-ci comme **le processus qui conduit à l'intégration des informations nouvelles en mémoire.**

En la matière le modèle le plus utilisé est dû à deux chercheurs américains: Atkinson et Shiffrin (1968).

Le modèle de Atkinson et Shiffrin est basé sur l'existence de trois entités à travers lesquelles l'information sera traitée pour être stockée en mémoire. Ces trois entités fonctionnent selon des modalités qui leur sont propres qu'il est important de connaître pour comprendre le processus de mémorisation et les limitations qui y sont attachées (figure 1).

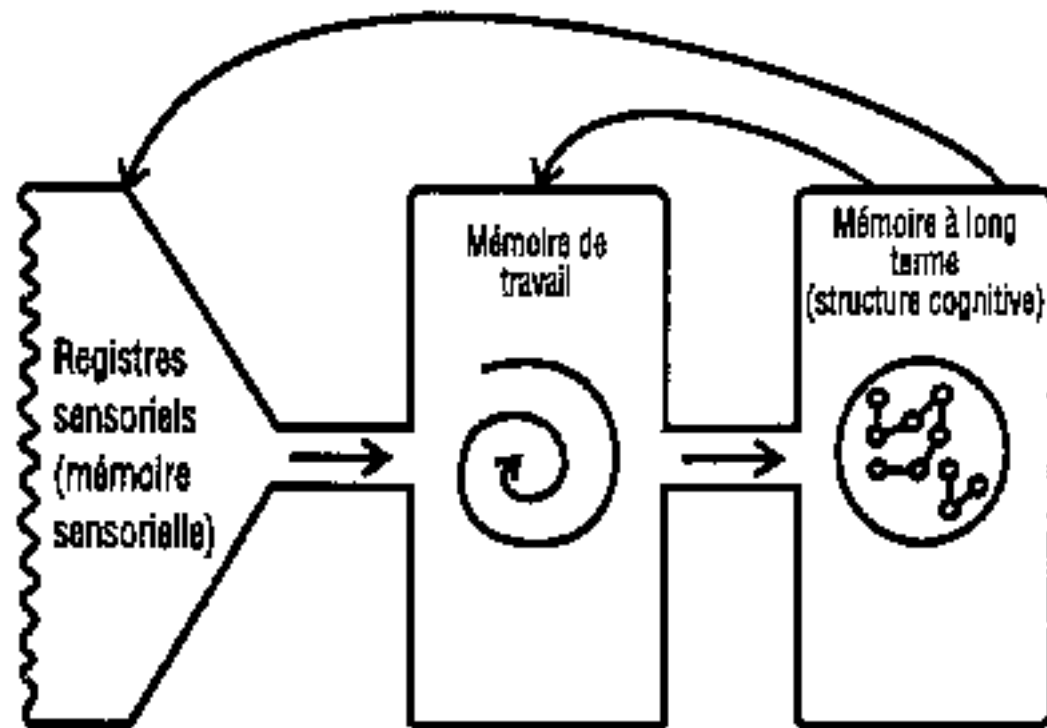


Figure 1: Modèle de la mémoire de Atkinson et Shiffrin

Les stimuli sont d'abord traités par **les registres sensoriels** qui assurent le filtrage de l'information. Cette fonction de filtrage est essentielle puisqu'elle permet de réaliser le tri parmi l'énorme quantité de stimuli qui sollicitent en permanence les organes sensoriels. Ce tri est très sélectif de sorte que nous ne prenons conscience que d'une partie très infime des informations. La durée de vie des informations au sein des registres sensoriels est très limitée (de l'ordre de $\frac{1}{4}$ de seconde). Pour survivre au-delà de cette limite, les informations doivent être encodées pour passer dans une autre entité constitutive de la mémoire.

Différentes preuves expérimentales ont été apportées de l'existence et du fonctionnement des registres sensoriels. Tout d'abord, on peut observer que certaines images perdurent plusieurs secondes après que l'on ait fixé un objet fortement éclairé. C'est le cas lorsqu'on ferme les yeux après avoir fixé le soleil et que plusieurs points lumineux apparaissent puis subsistent pendant quelques secondes. Ce phénomène qui est connu sous le nom d'images consécutives s'explique par la persistance de l'excitation de certaines cellules sensorielles au niveau de la rétine. Cette persistance témoigne de la présence de capacités de

mémorisation au niveau des organes visuels. Une autre expérience qui témoigne de cette capacité consiste à fixer un stimulus coloré puis de tourner ensuite son regard vers un papier gris. On perçoit alors le stimulus dans la couleur complémentaire.

Les stimuli encodés au niveau des registres sensoriels aboutissent ensuite dans **la mémoire de travail**. C'est à ce niveau que les stimuli sont élaborés pour être transférés vers la mémoire à long terme. L'appellation mémoire de travail a été préférée à ce niveau à l'appellation plus ancienne de mémoire à court terme pour insister sur le travail d'élaboration qui a lieu à ce niveau.

La capacité limitée de la mémoire de travail a été mise en évidence à l'occasion de la publication d'une étude très connue de Miller intitulée "Le nombre magique 7 plus ou moins 2". Les résultats de cette étude montrent, qu'en présence d'éléments non structurés (chiffres, syllabes non significatives), on peut évoquer de mémoire 7 éléments. Pour augmenter cette capacité, il s'agira de structurer ces éléments. Par exemple, plutôt que de mémoriser la suite "0 6 5 3 7 3 1 3 2" on regroupera ces éléments par ensemble selon l'organisation d'un numéro de téléphone "065 37 31 32" ce qui limitera notre effort de mémorisation à 4 éléments au lieu de 9. Comme nous venons de l'illustrer la mémorisation au niveau de la mémoire de travail repose sur un processus actif.

L'élaboration et le maintien de l'information à ce niveau sont réalisés à l'intervention de deux mécanismes:

- Le premier est inconscient c'est-à-dire qu'il se déroule indépendamment du contrôle de l'individu. Il est connu sous le nom de boucle articulatoire.
- Le second est conscient et mobilise l'attention du sujet. Il s'agit de la répétition mentale. Après avoir obtenu un numéro de téléphone aux renseignements, on le répète mentalement pour pouvoir le composer une fois que la ligne sera libérée.

En l'absence de prise en charge de l'information par un mécanisme d'élaboration, la durée de vie de l'information en mémoire de travail est de l'ordre d'une vingtaine de secondes. Ensuite, cette zone de stockage temporaire doit être libérée par transfert de l'information vers la troisième entité constitutive de la mémoire.

Les capacités de la mémoire de travail sont très constantes d'un individu à l'autre. Ce qui différencie les sujets, c'est l'efficacité des stratégies de répétition mentale et le travail d'élaboration qui est mis en œuvre au moment de l'encodage de l'information.

La mémoire à long terme est l'aboutissement de toute information qui est amenée à perdurer au delà de quelques dizaines de secondes. Cette zone est en principe de capacité illimitée et la persistance des informations est également illimitée du moins n'est-il pas possible d'en situer les limites comme c'est le cas pour la mémoire de travail.

Pour profiter de la permanence assurée par la mémoire à long terme, il est essentiel que l'information soit structurée selon des règles dont on commence à entrevoir certains principes. Différents modèles d'organisation ont été proposés à ce niveau. Un certain nombre de ceux-ci seront abordés plus avant dans ce cours. Il s'agit des réseaux sémantiques, des réseaux procéduraux et des schémas.

Une autre fonction essentielle de la mémoire à long terme se situe au niveau de la boucle de rétroaction (représentée par une flèche vers la mémoire de travail et les registres sensoriels sur notre schéma). Ainsi, à travers cette rétroaction, la mémoire à long terme va contrôler le fonctionnement des registres

sensoriels en guidant le processus de filtrage et définir ce qui aboutira en mémoire de travail. Comme l'avaient déjà souligné les gestaltistes, on perçoit l'information en fonction de ce qu'on connaît déjà c'est-à-dire de ce qui est disponible en mémoire à long terme. Cette dernière interviendra également pour guider les processus d'élaboration qui auront lieu en mémoire de travail. En résumé, le contenu de la mémoire de travail fera en sorte que chaque individu percevra, traitera et mémorisera les informations d'une manière qui lui est particulière.

Comme l'ont montré différentes études, la récupération des informations en mémoire répond à un certain nombre de règles qui sont essentielles à connaître pour le pédagogue. Ainsi, par exemple, la capacité de se souvenir d'une information est liée au contexte: plus le contexte de rappel (le moment où on veut évoquer un souvenir) est proche du contexte d'encodage (le moment où l'information est mémorisée) plus l'évocation de l'information est aisée. Il est plus facile d'évoquer des souvenirs d'enfance lorsqu'on retourne sur les lieux où l'on a passé sa jeunesse que dans un autre contexte, le vocabulaire anglais que l'on a assimilé lors d'un stage linguistique est plus aisé à mobiliser lorsqu'on se retrouve à Londres...

2. Comment favoriser l'apprentissage en agissant au niveau du processus de mémorisation ?

Sur la base de l'organisation de la mémoire telle qu'elle a été définie dans le modèle décrit ci-avant, il est possible de mettre en évidence deux types d'approches susceptibles de favoriser le processus d'apprentissage: d'une part en agissant au niveau du sujet qui apprend d'autre part en agissant au niveau du matériel d'apprentissage.

2.1 En agissant au niveau du sujet

Il est possible d'agir sur le sujet pour améliorer les stratégies qu'il mettra en œuvre en vue d'améliorer l'encodage et la structuration des informations. A ce niveau, un certain nombre de techniques ont été mises en évidence suite aux travaux menés dans le cadre de l'approche cognitive.

L'élaboration de cartes conceptuelles (concept mapping): il s'agit d'entraîner le sujet à organiser spatialement les informations relatives à un contenu conceptuel en s'inspirant de l'organisation des réseaux sémantiques (voir...). Pour cela, il peut s'aider de différents logiciels mis au point à cet effet (**Inspiration... voir URL des distributeurs**).

L'autoquestionnement: il s'agit d'habituer le sujet à se poser un certain nombre de questions à propos du matériel qui fera l'objet de l'apprentissage.

L'apprentissage distribué: il est généralement plus efficace de distribuer un apprentissage que de le concentrer à un moment déterminé (apprentissage massé). Un élève qui répartit l'étude d'une liste d'expressions anglaises sur une semaine retiendra mieux que celui qui concentre son étude la veille du jour du contrôle. L'étudiant qui étudie son cours durant toute l'année aura une meilleure maîtrise de celui-ci que l'étudiant qui attend les derniers jours avant l'examen.

La réactivation d'informations latentes: l'information présente en mémoire à long terme ne disparaît jamais totalement même quand on a l'impression d'avoir tout oublié. En fait, les informations encodées en mémoire à long terme ne disparaissent pas, ce sont les chemins d'accès à l'information qui sont perdus, ce qu'on appelle aussi les indices de récupération. On peut réactiver ces indices en s'appuyant par

exemple sur le contexte. Après quelques jours dans un pays étranger, on est souvent surpris du vocabulaire que l'on peut mobiliser alors qu'on avait l'impression de l'avoir oublié.

Le surraprentissage: le fait de poursuivre l'apprentissage au-delà du moment où l'on a l'impression de connaître (jusqu'à doubler le temps d'apprentissage initial) permet de construire des apprentissages plus stables qui perdurent davantage dans le temps. De plus, on a pu montrer que l'apprentissage purement automatique (par cœur) diminuait au fur et à mesure de l'étude pour faire place à des apprentissages plus profonds favorisant le transfert.

Les moyens mnémotechniques: il s'agit de trucs ou d'astuces qui facilitent l'organisation d'informations non structurées afin d'en favoriser la mémorisation. Chacun connaît, utilise ou a utilisé des petites phrases comme " Mais où est donc Ornica ? " pour se souvenir de la liste des conjonctions de coordination ou encore " Que j'aime à faire connaître ce nombre utile aux sages " pour se souvenir des décimales du nombre Pi (3,1415926535) sachant que le nombre de lettres de chacun des mots de cette phrase correspond à un chiffre de ce nombre. A l'instar de deux exemples présentés ci-avant, la plupart de ces techniques reposent sur la possibilité de fournir aux éléments à mémoriser une structure qui, le plus souvent, n'a rien à voir avec le contenu sémantique de ces éléments. Il s'agit au moment de l'encodage de créer des médiateurs cognitifs, parfois fort artificiels, en vue de favoriser l'intégration durable des informations dans la structure cognitive de l'apprenant et, au moment du décodage, de fournir des indices de rappel afin de faciliter la récupération des éléments en mémoire.

2.2 En agissant au niveau du matériel d'apprentissage

La structuration efficace du matériel qui fera l'objet de l'apprentissage pourra également faciliter le travail de l'apprenant en orientant l'attention sur les points essentiels, en lui proposant des aides à la structuration ou encore en stimulant son activité par des questions.

Tableaux, schémas ou graphiques: ces éléments peuvent être fournis en début d'apprentissage pour aider l'apprenant à organiser le matériel qui lui sera présenté par la suite, ils peuvent être construits en cours d'apprentissage au fur et à mesure que les informations sont fournies à l'apprenant ou encore être présentés à l'issue de l'apprentissage en guise de synthèse. L'un des intérêts souvent mis en évidence à leur propos est lié à leur capacité à faciliter la structuration du matériel à travers un support spatial à deux (figure 2.1) ou trois dimensions (figure 2.2).

	Capitales	Fleuves
Afrique	Sem 1	Sem 4
Asie	Sem 2	Sem 5
Europe	Sem 2	Sem 6
Amérique	Sem 3	Sem 6

Figure 2.1: Tableau à 2 dimensions

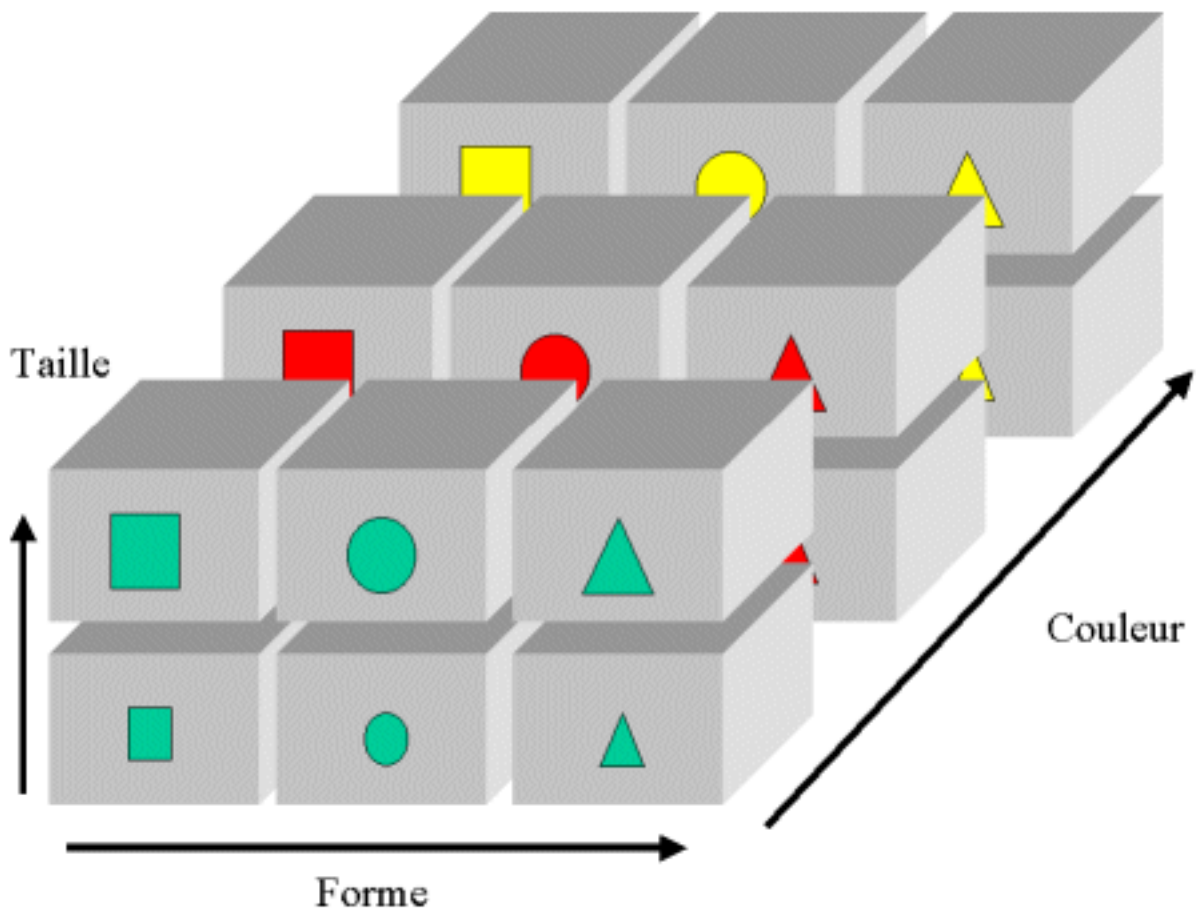


Figure 2.2: tableau à 3 dimensions

Cartes conceptuelles: permettent d'assurer une présentation spatiale d'un ensemble de concepts en mettant en évidence les types de relations qui les unissent. Une carte conceptuelle est constituée de nœuds qui représentent les concepts et de liens qui représentent les relations existant entre les concepts (figure 3).

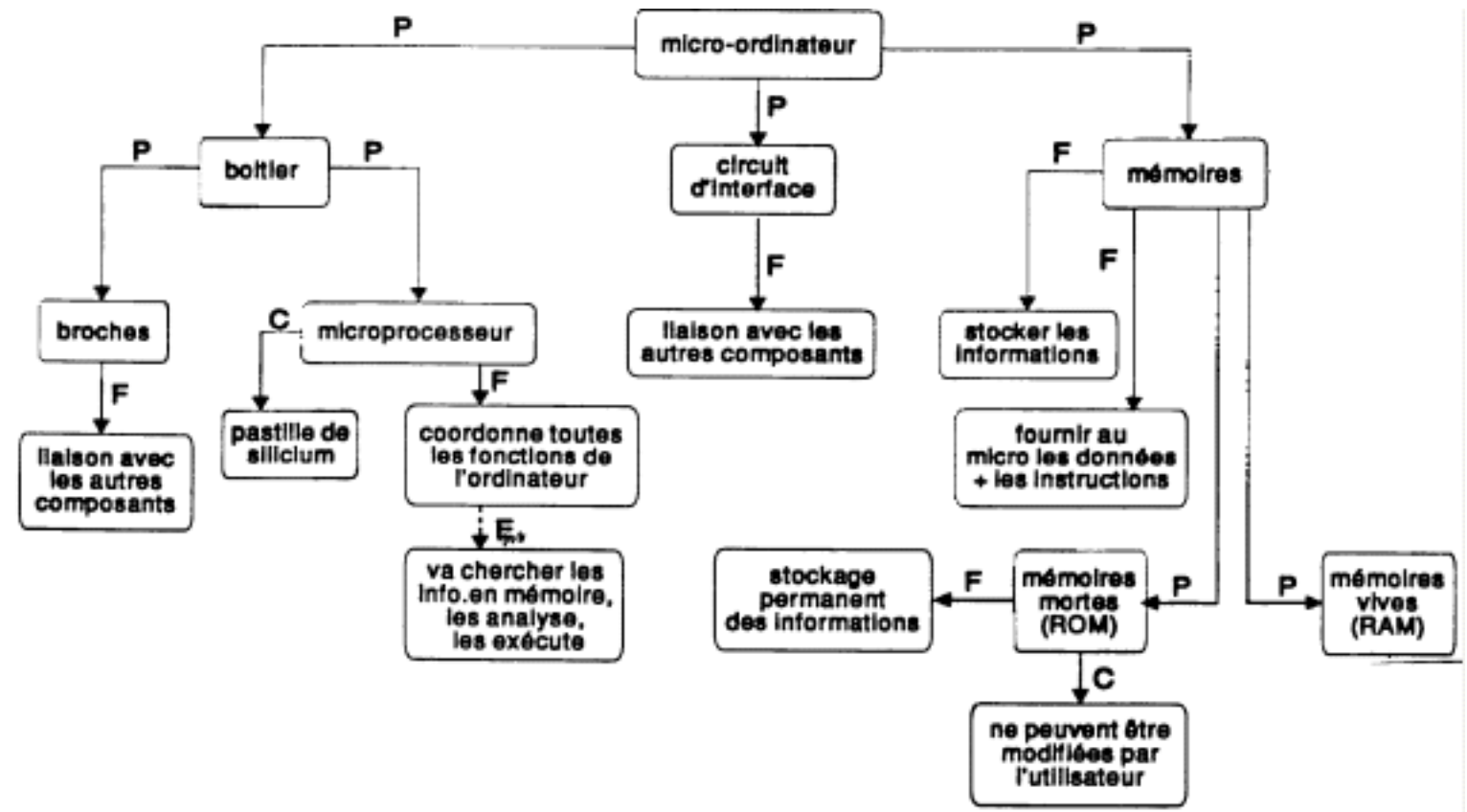


Figure 3: Représentation des composants d'un ordinateur sous forme de carte conceptuelle

Les ordinogrammes: ils permettent de représenter graphiquement le déroulement d'un processus. La construction d'un ordinogramme fait appel à différentes formes géométriques pour représenter les différentes étapes du processus: exécuter un traitement, prendre une décision... (figure 4).

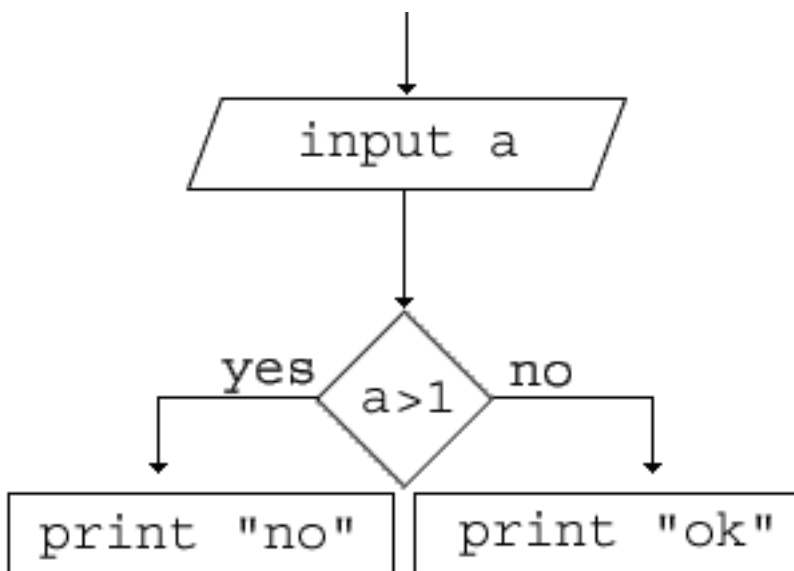


Figure 4: Ordinogramme

Éléments d'emphase visuelle: il est souvent possible d'aider le sujet à identifier les éléments importants,

à établir les liens entre différents éléments ou encore à fixer son attention en variant les polices de caractère (taille, grassement, italique...), en encadrant certaines parties du texte, en structurant le texte en titres et sous-titres...

Variables mathémagéniques: l'expression " variables mathémagéniques " désigne tous les éléments introduits dans un matériel d'apprentissage pour en faciliter l'assimilation. Font partie de ce type de variables: les structurants antérieurs tels que les objectifs, les questions posées avant l'apprentissage, le rappel des prérequis ou encore les structurants postérieurs comme les synthèses, la généralisation ou l'élargissement de ce qui a été appris....

3. Les formes de mémoire à long terme et la représentation des connaissances

Les travaux des psychologues ont permis de mettre en évidence différentes formes de mémoire à long terme en se basant sur différentes expériences faisant intervenir notamment des personnes ayant subi des liaisons cérébrales mais aussi grâce au développement des techniques d'investigation du cerveau de vérifier leurs hypothèses à travers l'observation directe du cerveau en fonctionnement. Grâce à ces techniques, il a été possible de mettre en évidence le siège des principales formes de mémoire et d'observer l'activité du cerveau selon la forme de mémoire sollicitée à un moment déterminé (figure 5).

Ainsi, on en est arrivé à distinguer au sein de la mémoire à long terme:

- **La mémoire épisodique** qui est la mémoire des faits et des situations. Elle fournit notamment le contexte qui va nous aider à nous souvenir de faits particuliers. Par exemple, en nous aidant à nous rappeler le contexte dans lequel un élément a été appris, la mémoire épisodique nous permettra de retrouver cet élément en nous fournissant des indices de récupération.
- **La mémoire sémantique ou déclarative** qui prend en charge la mémorisation des concepts. C'est la forme de mémoire que l'on sollicite surtout lorsque l'on parle ou lorsqu'on élabore un texte écrit.
- **La mémoire procédurale** qui est sollicitée lorsqu'on doit mettre en œuvre des enchaînements moteurs comme par exemple conduire sa voiture sans penser à ce que l'on fait ou encore des procédures plus cognitives comme appliquer une succession d'opération pour résoudre une situation.

La distinction entre ces différentes formes de mémoire est parallèle à la distinction établie par les psychologues entre les différentes formes de connaissances. On parlera ainsi de connaissances épisodiques, de connaissances sémantiques, de connaissances procédurales. A ces trois formes de connaissances, certains auteurs ajoutent les connaissances conditionnelles qui ont trait aux conditions d'application des autres formes de connaissances.

> Les lieux de mémoire

La mémoire est répartie dans différents sites du cerveau où les informations sont traitées par différentes zones et structures cérébrales.

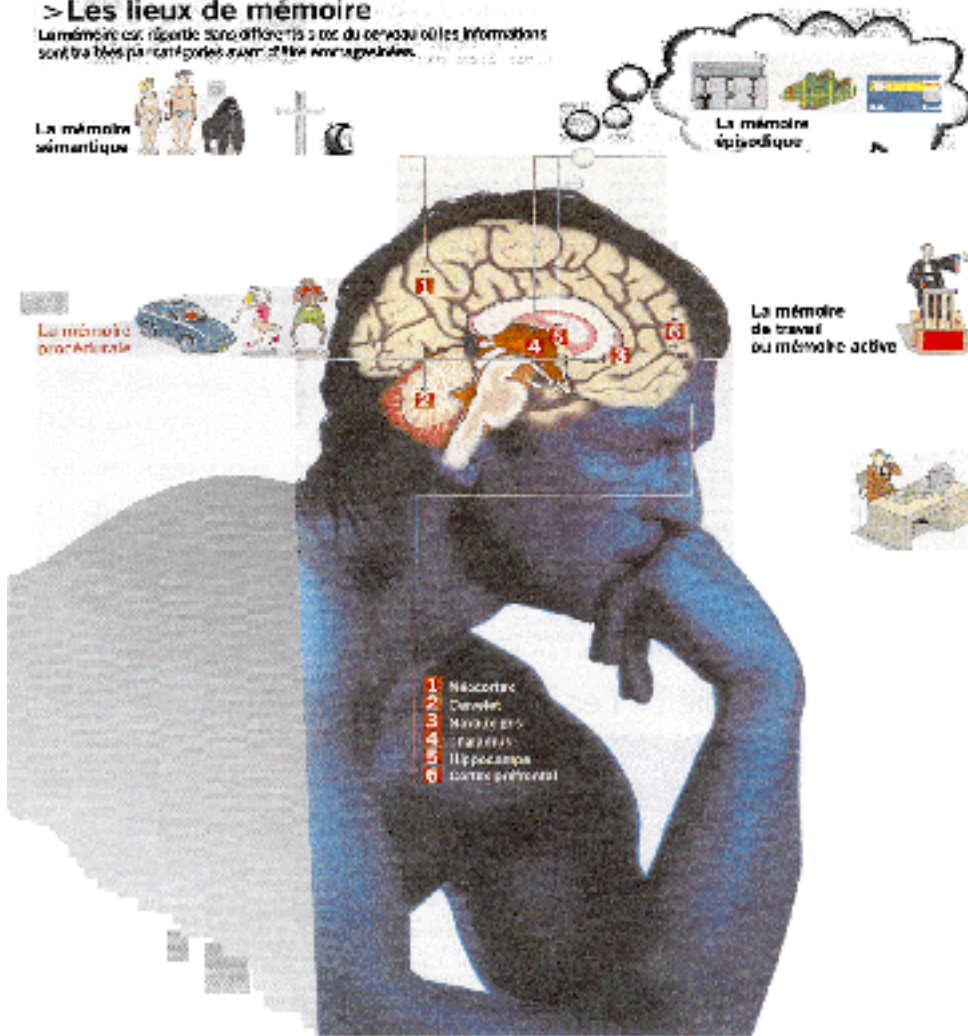


Figure 5: Localisation des différents types de mémoire

Pour comprendre le rôle que jouent ces différentes formes de connaissances dans l'apprentissage, il convient de s'intéresser à la manière dont elles sont organisées au niveau du système nerveux central: c'est ce qu'on appelle **la représentation des connaissances**. L'idée que le cerveau fonctionne non pas sur la base de la réalité objective mais bien sur une représentation de cette réalité constitue l'un des apports essentiels de la psychologie cognitive.

Le fait de reconnaître que toute activité cognitive opère sur la base de représentations entraîne un certain nombre de conséquences sur la conception de l'apprentissage proposée par les cognitivistes. Puisque les représentations constituent des reconstructions personnelles de la réalité, l'apprentissage relève également d'une activité constructive personnelle dans laquelle les connaissances antérieures du sujet jouent un rôle essentiel. C'est en fonction de ce qu'on connaît c'est-à-dire en fonction des représentations que l'on pourra mobiliser à partir de la mémoire à long terme que l'on construira de nouvelles représentations qui viendront enrichir notre système cognitif.

Pour décrire la représentation des connaissances en mémoire à long terme, les cognitivistes ont développé un certain nombre de formalismes. Nous présenterons brièvement ici l'un de ces formalismes qui est connu sous le nom de **réseaux sémantiques**.

Les réseaux sémantiques constituent le formalisme le plus ancien puisqu'ils ont été proposés en 1969 par Collins et Quillian pour décrire l'organisation des connaissances en mémoire. Un réseau sémantique est

constitué de nœuds qui représentent les concepts et de liens (arcs) qui permettent de visualiser les relations qui unissent ces concepts.

La figure 6 représente un réseau sémantique relatif au concept de canari. Ce réseau est constitué de deux types de nœuds: d'une part ceux qui correspondent aux concepts en lien avec le concept de canari (animal et oiseau) et d'autre part ceux relatifs aux caractéristiques liées à ces concepts (plumes, voler, chanter...). L'association entre ces différents nœuds est établie à travers des arcs qui sont dits libellés c'est-à-dire que chaque arc définit un type particulier de relation en fonction du sens donné par le libellé qui lui est associé.

En examinant le réseau présenté par la **figure 6**, on constate qu'au concept canari est associée directement une seule caractéristique: le canari est capable de chanter. Le concept canari est également relié aux deux concepts animal et oiseau par des relations de type " sous-classe de " et " sur classe de ". L'existence d'une relation de type " sous-classe de " entre canari et oiseau et entre oiseau et animal permet l'intervention du mécanisme d'héritage c'est-à-dire que le concept de canari va hériter des propriétés associées au concept oiseau (est capable de voler et est recouvert de plumes) mais aussi par transitivité des propriétés du concept animal c'est-à-dire " est capable de se déplacer " et " est recouvert de peau ". Remarquons que ce mécanisme d'héritage est unidirectionnel en ce sens que le concept animal n'hérite pas des propriétés du concept oiseau en temps que " sur classe de " (un animal n'est pas nécessairement capable de voler).

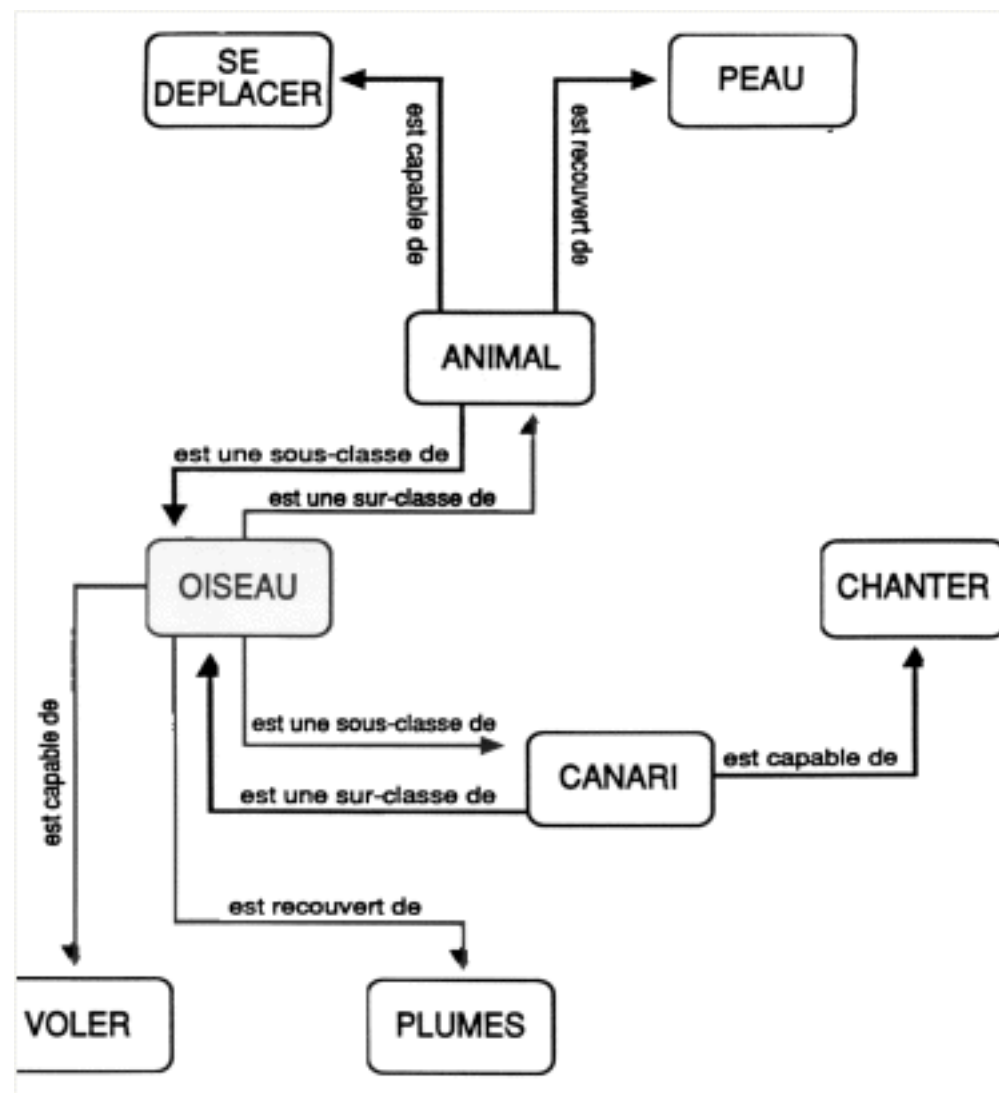


Figure 6: Réseau conceptuel du concept oiseau (d'après Collins et Quillian)

Cette notion d'héritage permet une économie dans la représentation en mémoire des concepts puisqu'il n'est plus besoin de stocker en mémoire pour chaque concept l'ensemble de ses propriétés. Il suffit de stocker celles qui lui sont propres, les autres peuvent être déduites. Il suffit pour cela de remonter le réseau sémantique.

La manière dont la pertinence des réseaux sémantiques pour représenter des connaissances déclaratives a été vérifiée est intéressante car elle illustre bien le type d'instrumentation habituellement mis en œuvre par les cognitivistes. On part de l'hypothèse que si les connaissances sont organisées selon un réseau, le temps nécessaire pour récupérer une connaissance est fonction de la distance entre le nœud sur lequel porte la question et le nœud où se trouve stockée l'information recherchée.

Ainsi, on constate que (figure 6):

- Il faut plus de temps pour vérifier "un canari est un animal" (distance de deux niveaux) que pour vérifier "un canari est un oiseau" (distance d'un niveau).
- Il faut plus de temps pour vérifier "un canari est capable de voler" (distance de un niveau) que pour vérifier "un canari est capable de chanter" (même niveau) et plus de temps encore pour vérifier "un canari est capable de se déplacer".

L'organisation des connaissances sous la forme de réseaux nous montre combien l'apprentissage de nouvelles connaissances est dépendante des connaissances antérieures. Pour construire de nouvelles connaissances, il faut d'abord mobiliser les connaissances antérieures relatives au même domaine et en fonction de cela réaliser l'accrochage des connaissances nouvelles au réseau sémantique déjà constitué ou encore, lorsque l'apprentissage l'exige, réorganiser ses réseaux conceptuels antérieurs pour prendre en compte les contraintes des nouvelles connaissances à intégrer. Le formalisme utilisé pour représenter les réseaux conceptuels a beaucoup inspiré les pédagogues notamment dans l'usage qu'ils ont proposé de faire des cartes conceptuelles pour aider l'élève à organiser ses connaissances (voir...) ou encore dans la conception de logiciels hypermédiés permettant à l'élève de naviguer librement au sein d'un corpus de connaissances en activant des liens de différente nature.

A côté des réseaux sémantiques, d'autres formalismes ont été créés pour représenter respectivement les connaissances procédurales (réseaux procéduraux) et les connaissances épisodiques (schémas ou scripts).

4. Un modèle qui décrit le passage d'une forme de connaissance à une autre

Les mécanismes qui permettent de passer d'une forme de connaissance à une autre ont beaucoup intéressé les spécialistes de l'apprentissage. C'est pour répondre à cette préoccupation que Anderson a mis au point son **modèle ACT (Contrôle Adaptatif de la Pensée)** à travers lequel il se propose de montrer comment les connaissances les plus complexes peuvent être construites sur la base d'une articulation entre connaissances procédurales et connaissances déclaratives.

La mise au point du système ACT repose sur une démarche de **modélisation cognitive**. Les différentes versions de la théorie ACT ont été implémentées sur ordinateur ce qui permet une validation immédiate du modèle en comparant les résultats des expériences menées chez l'homme avec ceux produits par simulation des processus sur ordinateur.

La simulation sur ordinateur a contraint Atkinson à utiliser des formalismes très stricts pour représenter les connaissances qui sont fournies à l'ordinateur. C'est ainsi qu'il aura recours à une forme particulière de réseau sémantique appelée "Chunk" pour les connaissances déclaratives alors qu'il utilisera un formalisme emprunté à l'intelligence artificielle pour les connaissances procédurales: les règles de production. Ces dernières permettent de décrire des règles d'action conditionnelles sous la forme "Si $n_1 + n_2$ est < 10 alors écrire n_3 dans la colonne correspondant à n_1 et n_2 " qui correspond à une des règles de production définissant les opérations à réaliser pour exécuter une addition écrite.

Pour Anderson, la maîtrise des connaissances déclaratives précède toujours celle des connaissances procédurales: pour pouvoir mettre en œuvre des connaissances procédurales, il faut au préalable connaître les conditions d'exécution de la procédure qui sont fournies sous la forme de connaissances déclaratives. Les connaissances déclaratives trouvent leur origine dans l'encodage des stimuli issus de l'environnement qui sont reconnus au niveau de la mémoire de travail puis transférés en mémoire à long terme. Les connaissances procédurales résultent pour leur part d'un mécanisme de transformation des connaissances déclaratives dans lequel l'analogie et l'imitation jouent un rôle important. Atkinson décrit deux autres mécanismes en œuvre dans la construction des connaissances procédurales. Le premier qu'il appelle la compilation permet aux connaissances procédurales d'être appliquées de façon automatique c'est-à-dire en exigeant un effort cognitif très limité. Le second "le réglage" (tuning) permet d'affiner les connaissances déclaratives de manière à améliorer leur précision et leur vitesse d'exécution.

Ces deux mécanismes aboutissent à des connaissances très performantes dont la mise en œuvre n'exige qu'un effort cognitif limité: un conducteur de voiture débutant devra concentrer son attention, au détriment de la conduite, pour synchroniser la pression du pied sur l'embrayage et la manipulation du levier de vitesse alors que le conducteur chevronné réalisera ces opérations sans même en prendre conscience. Comme nous venons de l'illustrer, l'un des avantages de l'exécution automatique est qu'il permet le traitement parallèle c'est-à-dire la possibilité d'activer simultanément plusieurs procédures sans augmenter la charge cognitive. Toutefois, la mise en œuvre de procédures automatiques peut aussi être à l'origine d'erreurs systématiques comme dans l'exécution aveugle de procédure apprises sans contrôle de leur adéquation par rapport à la situation à traiter.

Anderson tire de son modèle certaines conséquences pédagogiques. Pour lui, la construction de compétences est avant tout un processus cumulatif par lequel l'élève devra acquérir chacun des éléments de connaissances mais aussi être capable de mettre en œuvre les compétences adéquates en fonction de la situation qu'il aura à traiter. Dans la théorie ATC, la sélection des connaissances adéquates dépend d'un processus d'activation qui reflète la fréquence de succès d'une compétence dans un contexte particulier. Le rôle essentiel du contexte dans l'apprentissage évoqué par Anderson sera repris et développé par la suite par d'autres auteurs.

Bien qu'aux dires de l'auteur, son modèle n'ait pas été conçu au départ pour supporter le développement de matériel d'apprentissage sur ordinateur, le formalisme utilisé le portait assez naturellement à envisager d'incarner ce modèle dans des applications implémentées sur ordinateur. C'est ainsi qu'est née toute une lignée de tuteurs intelligents censés valider le modèle ACT. Un élément qui mérite d'être souligné dans les travaux d'Anderson est son souci de valider ses dispositifs en situation réelle. A ce niveau, les résultats présentés par l'auteur (Anderson, 1996) sont plus qu'encourageants puisqu'il parle d'une diminution du temps d'apprentissage d'un facteur trois.



Partie IV.2: Le constructivisme

Objectifs

- Décrire les mécanismes qui régissent le développement cognitif
- Analyser des situations d'apprentissage par référence au modèle constructiviste

Concepts clés

- Accommodation - assimilation
- Conflit cognitif
- Médiateur

Avant d'aborder l'étude de ce modèle, il nous paraît important d'apporter une clarification à propos de l'usage du terme "constructivisme". Ainsi, alors que celui-ci fait essentiellement référence, pour un public européen, aux travaux de Jean Piaget et à ceux de ses successeurs, il en est tout autrement outre Atlantique où le terme est le plus souvent utilisé pour caractériser des auteurs qui se situent dans le prolongement du cognitivisme classique basé sur le modèle du traitement de l'information. Tobias (1991) affirme à ce propos que "le constructivisme peut être vu comme une expansion naturelle et logique de la théorie cognitive" (Tobias, 1991, An Eclectic examination of some issues in the constructivist-ISD controversy, Educational technology, p 41).

1. Les principes qui régissent le développement cognitif

Contrairement aux béhavioristes pour lesquels l'individu est modelé par son environnement, Piaget considère que l'apprentissage est le résultat d'une **interaction** entre le sujet et son environnement. Le sujet confronté à des stimuli dans une situation donnée va activer un certain nombre de structures cognitives pour traiter ces stimuli. Par la prise en compte d'un certain nombre de structures caractérisant l'individu, le constructivisme se situe dans le prolongement du modèle gestaltiste mais il se démarque de celui-ci par l'importance qu'il accorde au processus de genèse de ces structures cognitives qu'il appelle des schèmes. A ce propos, Piaget décrira un schème comme "une gestalt qui a une histoire" signifiant en cela que, contrairement aux "bonnes formes", les schèmes sont des structures acquises.

Dans ses recherches en matière d'épistémologie génétique, Piaget a étudié les modalités de développement des schèmes opératoires c'est-à-dire des structures qui guident la pensée et le raisonnement. Ces travaux l'ont conduit à mettre en évidence **différents stades dans le développement cognitif** de l'individu dont les principaux sont : le stade sensori-moteur, le stade pré-opératoire, le stade des opérations concrètes et le stade des opérations formelles. Ainsi le développement de la connaissance chez l'enfant s'appuie sur des actions sensori-motrices qui sont ensuite intériorisées à travers l'accès à la

fonction symbolique c'est-à-dire à la capacité de représenter des actions ou des objets concrets par des symboles. Piaget montre notamment que le passage du concret à sa représentation symbolique se construit progressivement à travers différents stades caractérisés d'abord par la mise en œuvre d'opérations concrètes puis par celle d'opérations abstraites faisant appel à des représentations formelles.

Pour Piaget l'apprentissage c'est-à-dire le développement des schèmes opératoires est le résultat d'un processus dynamique de recherche d'équilibre entre le sujet et son environnement:

- **L'assimilation** correspond à l'incorporation d'un objet ou d'une situation à la structure d'accueil du sujet (structure d'assimilation) sans modifier cette structure mais avec transformation progressive de l'objet ou de la situation à assimiler. Le sujet transforme les éléments provenant de son environnement pour pouvoir les incorporer à sa structure d'accueil.
- **L'accommodation**: lorsque l'objet ou la situation résistent, le mécanisme d'accommodation intervient en entraînant une modification de la structure d'accueil de l'individu de manière à permettre l'incorporation des éléments qui font l'objet de l'apprentissage. Dans ce cas, le sujet est transformé par son environnement.

2. Le conflit cognitif

La mise en œuvre du mécanisme d'accommodation implique:

1. qu'il y ait d'abord tentative d'assimilation de manière à ce que les structures d'accueil adéquates soient mobilisées et que les éléments qui font l'objet de l'apprentissage soient reliés à ce que le sujet connaît déjà;
2. que l'assimilation crée un déséquilibre qui conduise à un "conflit cognitif";
3. que le conflit soit "régulé" par une "rééquilibration majorante" c'est-à-dire que le déséquilibre soit réellement dépassé de sorte qu'il conduise à une nouvelle forme d'équilibre correspondant à un progrès réel en terme de développement cognitif qui se mesure notamment par une progression au sein des stades (ou des sous-stades) de développement décrits par Piaget.

Piaget a basé le développement de son modèle sur une série de petites expériences dans lesquelles il confronte l'enfant à des situations susceptibles de créer chez lui un conflit. En régulant les démarches de l'enfant par des interventions adéquates (question, contre-exemples...), l'expérimentateur peut observer les démarches mises en œuvre pour dépasser le conflit cognitif qu'il a induit.

3. Une approche constructiviste de l'apprentissage

La conception piagétienne de l'apprentissage et du développement cognitif est habituellement qualifiée de **constructiviste** pour signifier que l'enfant se développe à travers l'interaction continue entre, d'une part la structure cognitive qui le caractérise et son action sur le milieu et, d'autre part les informations qu'il reçoit en retour de ce milieu (difficulté, erreurs, succès, résistances...). Chaque action sur le milieu provoque ainsi une modification cognitive qui à son tour modifiera la prochaine action sur le milieu. C'est donc à partir des informations tirées de l'action sur le milieu que l'enfant construira ses connaissances nouvelles. De cette conception de l'apprentissage, Piaget, et surtout les chercheurs qui s'inspireront de son modèle, a tiré un certain nombre de conséquences quant à la manière dont devrait être organisé l'enseignement.

Selon le modèle piagétien, **l'enseignement a pour objet de confronter l'apprenant à des situations riches et diversifiées** de manière à créer des interactions propices au développement cognitif. Toutefois Piaget souligne que le développement cognitif est essentiellement spontané et que dès lors on n'a pas avantage à vouloir accélérer le développement au-delà de certaines limites. D'autres chercheurs, par contre, considèrent que c'est une des missions de l'école que de favoriser ce développement cognitif par des approches pédagogiques adaptées. En particulier un auteur comme Seymour Papert estime que le recours à l'ordinateur permet de concrétiser le domaine formel à travers l'utilisation d'environnements d'apprentissage qui confrontent l'élève avec des problèmes concrets proches de ceux qu'il rencontrerait en situation réelle. En plaçant l'élève face à des situations simulées, il est possible d'aborder des problèmes complexes de manière intuitive et de passer à la formalisation par la suite lorsque l'élève maîtrisera suffisamment les outils nécessaires.

Remarquons que le modèle piagétien envisage l'apprentissage essentiellement en termes de développement cognitif et que l'approche basée sur la confrontation avec l'environnement qui place **le maître en position de facilitateur ou de médiateur** concerne essentiellement des apprentissages impliquant des capacités cognitives de haut niveau. Il serait abusif, comme certains l'on fait, de conclure que tout apprentissage doit être basé sur une redécouverte active des notions et des principes. Nous pensons au contraire qu'il s'agit là d'une interprétation caricaturale du modèle piagétien qui amène parfois certains chercheurs à refuser toute communication directe du maître vers ses élèves au nom d'un interactionisme absolu. Au contraire, il est bien souvent beaucoup plus efficace de transmettre certaines connaissances (comme des informations factuelles, voire certaines règles et certains principes de base) plutôt que de les faire redécouvrir de manière tellement artificielle que le processus de redécouverte perd l'essentiel de sa substance formative.



Partie IV.3 Le cognitivisme pédagogique

Objectifs

- Comparer l'apprentissage par découverte et l'apprentissage par réception
- Situer le cognitivisme pédagogique par rapport aux autres courants du cognitivisme (traitement de l'information et constructivisme).

Concepts clés

- Apprentissage par découverte
- Etayage
- Apprentissage par réception
- Structurant

1. Bruner et l'apprentissage par découverte

Comme nous l'avons rappelé en début de cette partie consacrée au modèle cognitiviste, Jérôme Bruner a pris une part importante dans la révolution cognitive. Toutefois, rapidement, il s'est écarté du courant dominant basé sur le traitement de l'information pour s'engager sur une voie originale à travers laquelle il s'est donné pour ambition de "reconstituer les stratégies cognitives des personnes en train de penser".

Après ses premières recherches sur les stratégies cognitives réalisées dans des conditions expérimentales strictement contrôlées, Bruner s'est rapidement tourné vers les applications de la psychologie cognitive en situation de classe. La préoccupation affichée par Bruner pour des approches qui puissent éclairer les décisions pédagogiques au niveau de la pratique constitue une des originalités de cet auteur par rapport à ceux qui l'ont précédé qui voyaient les usages pédagogiques essentiellement en termes d'application des modèles d'apprentissage conçus en laboratoire.

En réaction aux pratiques de classe qu'il jugeait trop centrées sur la communication directe des informations, Bruner propose une approche alternative basée **sur la découverte active** par l'élève des principes et des concepts à maîtriser. Pour l'auteur une telle approche conduit à un double bénéfice: d'une part, elle permet une maîtrise plus profonde des contenus qui font l'objet de l'apprentissage d'autre part, elle développe chez l'élève certaines démarches de pensée qui lui permettront par la suite d'être plus autonome dans son apprentissage (apprendre à apprendre). Toutefois, pour être efficace, l'apprentissage par découverte doit répondre à certaines conditions. Tout d'abord l'élève doit être préparé à ce type

d'apprentissage à travers la capacité à mettre en œuvre certaines stratégies spécifiques telles que: récolter et sélectionner des informations, se poser des questions, identifier les variables pertinentes, tester des hypothèses... Ensuite, il doit être guidé en cours d'apprentissage. Ce guidage peut bien entendu être assuré par l'enseignant mais aussi par d'autres élèves ou encore par un dispositif informatique. L'important est que s'installe un dialogue étroit grâce auquel l'élève sera épaulé dans les difficultés qu'il aura à dépasser pour résoudre le problème qui lui est posé. Bruner utilisera par la suite le terme "**étayage**" (scaffolding) pour désigner ce soutien apporté à l'élève en cours d'apprentissage.

Les idées exprimées par Bruner à propos de l'apprentissage par découverte s'inscrivent parfaitement dans le courant cognitiviste notamment par l'importance accordée au sujet qui est considéré comme l'acteur principal de son propre apprentissage. Une autre idée chère à Bruner qui assure sa filiation cognitiviste est l'importance qu'il accorde à la notion de structure. Le processus d'apprentissage doit aider l'élève à saisir la **structure des contenus** qu'il aura à assimiler de manière à être capable de mettre en évidence les idées et les concepts essentiels et à établir des liens entre ceux-ci.

Bruner partage aussi de nombreuses idées avec les tenants du constructivisme. Ainsi, tout comme Piaget, Bruner considère que les enfants se représentent le monde de manière différente selon le stade de développement qu'ils ont atteint.

Les enfants les plus jeunes voient le monde essentiellement à travers les actions qu'ils peuvent exercer sur lui (un jeune enfant n'est pas capable de vous expliquer la route pour vous rendre à un magasin mais il peut parfaitement vous guider jusqu'à celui-ci). C'est ce qu'il appelle le mode de représentation "**énactif**". Chez les enfants un peu plus âgés, c'est la forme de représentation "**iconique**" (basée sur des images) qui domine. En début d'adolescence, les jeunes accèdent au stade "**symbolique**" qui leur permet de manipuler différents formalismes linguistiques, mathématiques, logiques...

Pour Bruner, ce qui importe dans l'enseignement, c'est de s'assurer que les contenus sont présentés selon le mode de représentation qui prédomine chez l'élève à un moment donné de son développement. Chez l'enfant jeune, on utilisera une modalité plus intuitive basée sur des représentations concrètes pour ne passer à un formalisme plus abstrait que lorsque l'élève sera plus avancé en âge. De ce constat, Bruner dégage une approche pédagogique qu'il appellera "**le curriculum en spirale**" basé sur le fait que les mêmes notions peuvent être présentées à l'élève à différents moments de sa scolarité pour autant qu'on prenne soin d'utiliser des modalités de représentation adaptées. L'enseignement est donc essentiellement un problème de traduction c'est-à-dire d'adaptation des contenus aux modalités cognitives disponibles chez l'individu.

Remarquons que, même chez des sujets adultes, les représentations énonciatives et iconiques peuvent parfaitement se justifier en tant qu'étape dans une progression qui les conduira vers des représentations plus abstraites. Le choix entre les trois modalités de représentation tiendra compte de ce que le sujet connaît déjà, des types de stratégies d'apprentissage qu'il privilégiera mais aussi du niveau d'intégration des apprentissages que l'on souhaite atteindre. Ainsi, si on veut en arriver à des apprentissages qui puissent aisément être transférés, on devra inclure des modalités symboliques de représentation en cours d'apprentissage même si la maîtrise de celles-ci s'avère longue et fastidieuse. Par contre, si le temps disponible pour réaliser les apprentissages est limité et que le matériel à maîtriser est assez complexe, on pourra parfaitement se contenter de recourir à des représentations iconiques même avec des sujets adultes. Cela pourrait être le cas, par exemple, dans un centre de formation professionnelle où les apprentis doivent être formés, dans un laps de temps relativement limité, de manière à pouvoir à leur

sortie exécuter des procédures telles que remplacer les bougies, régler le ralenti d'un moteur... Pour former à des compétences de ce type, il n'est pas utile d'exiger des apprenants la mise en œuvre de représentations symboliques complexes puisque toutes ces activités relèvent essentiellement des modes énonciatifs et iconiques.

2. Ausubel et l'apprentissage significatif par réception

Tout comme Bruner, Ausubel est largement influencé par les idées cognitivistes notamment par le fait qu'il est essentiel de prendre en compte ce que l'élève connaît déjà ainsi que par le rôle central joué par les processus de structuration dans l'apprentissage. Par contre, contrairement à Bruner, Ausubel refuse la conception constructiviste selon laquelle un apprentissage en profondeur ne peut être réalisé qu'en confrontant l'élève à des problèmes.

Ainsi, Ausubel s'oppose à l'idée qu'un enseignement basé sur la communication d'informations par l'enseignant conduit nécessairement à des apprentissages de faible niveau. Il considère que, pour autant que l'on prenne soin d'intégrer les connaissances nouvelles à celles que l'élève maîtrise déjà, cette forme d'enseignement peut être tout aussi efficace que d'autres stratégies telles que par exemple l'enseignement par découverte proposé par Bruner.

Pour défendre cette idée, Ausubel va s'attacher à mettre en évidence les éléments qui vont faciliter chez l'apprenant "**l'ancrage**" entre ce qu'il connaît déjà et ce qu'il aura à apprendre. Pour réaliser cet ancrage et conduire à ce qu'il appelle un apprentissage significatif, Ausubel propose de recourir à divers éléments qui vont permettre de structurer le matériel d'apprentissage. Parmi ces éléments, Ausubel insiste beaucoup sur le rôle des "**structurants antérieurs**" (advanced organizers). Il s'agit de courts textes, de schémas ou de graphiques, généralement présentés en début d'apprentissage, qui vont faciliter la mise en relation des éléments qui feront l'objet de l'apprentissage ainsi que le lien avec les éléments déjà maîtrisés disponibles dans la structure cognitive de l'individu. A côté des structurants antérieurs, Ausubel souligne également le rôle d'une autre forme de structurants: les structurants comparatifs (comparative organizers). Ceux-ci ont pour fonction essentielle d'amener l'apprenant à établir des liens entre différentes parties du matériel d'apprentissage proposé en utilisant des tableaux croisés, des graphes en arbre...

Un matériel bien structuré ne suffit pourtant pas à l'apprentissage, il faut aussi que l'élève ait le désir, la motivation d'apprendre. C'est ainsi que, lorsqu'on observe un élève confronté à un matériel pourtant bien structuré présenté par exemple sur ordinateur, on peut très bien se rendre compte que l'élève contourne cette structuration pour réaliser finalement des activités beaucoup moins intéressantes que celles espérées.

Un autre principe important pour l'apprentissage est celui de **différentiation progressive**. On présente d'abord les idées générales liées au contenu que l'on veut enseigner et l'on établit ensuite des différences plus précises. Par exemple, on définit la classe des insectes comme de petits animaux invertébrés. Par la suite, on les caractérisera plus précisément par le fait qu'ils comportent une tête indépendante du thorax ainsi que six pattes. Ensuite, on définira à l'intérieur de la classe des insectes des sous-classes... Pour Ausubel, l'efficacité d'une telle approche tient essentiellement au fait que la structure cognitive est elle-même organisée selon un principe hiérarchique basé sur la différenciation progressive.

Si les principes proposés il y a plus de trente ans par Ausubel nous paraissent aujourd'hui tellement

évidents c'est parce qu'ils s'inscrivent parfaitement dans les idées pédagogiques qui font recette aujourd'hui encore. Par contre, à l'époque, au même titre que les approches proposées par Bruner, ces idées sont souvent apparues comme fort originales voire révolutionnaires par rapport aux approches préconisées par les tenants du béhaviorisme radical.



Partie IV.4: Quelques concepts clés issus du modèle cognitiviste

Objectifs

- Distinguer stratégies cognitive et métacognitive
- Mettre en évidence la manière dont les conceptions préalables des élèves influencent l'apprentissage

Concepts clés

- Stratégie cognitive
- Stratégie métacognitive
- Educabilité cognitive
- Conception préalable

1. Les stratégies cognitives et métacognitives

L'intérêt pour l'étude des stratégies cognitives fait partie du contrat fondateur de la psychologie cognitive. Rien d'étonnant dès lors que ce concept traverse tous les courants que ce modèle a engendré depuis sa création.

La notion de stratégie cognitive est corollaire du fait que la psychologie cognitive considère l'apprenant comme un intervenant actif du processus d'enseignement - apprentissage. Pour déployer cette activité, il mettra en œuvre ce qu'on a pris l'habitude d'appeler des stratégies cognitives d'apprentissage ou plus simplement des **stratégies d'apprentissage**.

En reconnaissant à l'apprenant la capacité à recourir à des **stratégies d'apprentissage**, la psychologie cognitive a également conduit à mettre en évidence la notion de stratégie d'enseignement qui fait le pendant, du point de vue de l'enseignant, à la notion de stratégie d'apprentissage. Certains auteurs utilisent l'expression "stratégie d'enseignement — apprentissage" qui prend en compte simultanément les deux facettes du problème.

Une autre distinction qui nous paraît intéressante à établir parmi les stratégies d'apprentissage conduit à mettre en évidence une forme de stratégies que l'on a pris l'habitude de qualifier de métacognitives. Ainsi, confronté à une tâche d'apprentissage, on considère que le sujet va faire appel à la fois à des stratégies cognitives telles que des stratégies qui vont lui faciliter l'encodage des informations en mémoire mais aussi à des **stratégies métacognitives** centrées, par exemple, sur le contrôle actif de la mise en œuvre des opérations que le sujet devrait mener à bien pour réaliser cet encodage.

Partons d'un exemple pour tenter de mieux comprendre la notion de stratégie métacognitive. L'élève qui prend des notes lors d'un cours oral va mettre en œuvre des stratégies cognitives qui lui permettront de transcrire le message oral sous une forme synthétique en veillant à dégager les idées principales, les liens entre ces idées, la structure d'ensemble du discours... A l'issue de la prise de notes interviendra, pour certains élèves, ce qu'on appelle un **jugement métacognitif** qui consiste à évaluer si les notes dont on dispose sont suffisantes pour préparer l'examen. Suite à un jugement négatif à ce niveau, va se mettre en place une phase **de régulation métacognitive** qui aboutira à identifier différentes stratégies cognitives susceptibles d'améliorer l'état des notes: revoir ses notes pour en améliorer la structuration, compléter ses notes à partir des notes d'un condisciple ou d'un enregistrement sonore du discours du professeur, consulter des ouvrages sur le sujet... Comme l'illustre cet exemple, l'idée de "méta" qui accompagne le qualificatif cognitif fait référence au fait que les stratégies cognitives vont conduire à porter un jugement ou à réguler l'application des stratégies cognitives. Si on accepte ce rôle de contrôle continu des processus cognitifs joué par les stratégies métacognitives, on comprend aisément pourquoi on accorde aujourd'hui autant d'intérêt à ce type de stratégies.

Weinstein et Mayer (1986) ont mis en évidence différentes stratégies cognitives parmi lesquelles:

- Les stratégies de répétition qui consistent à répéter des listes de mots, des listes pairées (paires associées) ou à souligner certains

éléments dans un texte...

- Les stratégies d'élaboration qui s'apparentent pour des tâches simples aux moyens mnémotechniques (constituer une phrase qui unit la suite de mots que l'on veut mémoriser, se constituer une image mentale pour unir deux mots dans un apprentissage de paires associées) et qui, pour des tâches plus complexes, font référence essentiellement à des procédés de structuration telles que synthétiser, relier des informations, construire des analogies...
- Les stratégies d'organisation consistent à grouper ou organiser des informations à partir de modèles simples (un tableau) ou plus complexes (une hiérarchie d'opérations).

2. Les stratégies cognitives peuvent-elles faire l'objet d'un enseignement ?

Les positions des différents auteurs sont loin d'être convergentes à ce propos. Ainsi, Gagné affirme que l'enseignement ne peut avoir qu'un **effet indirect** sur le développement des stratégies. L'enseignant doit se contenter de créer les conditions favorables à la mise en œuvre spontanée par les sujets de certaines stratégies en leur proposant des situations de problème qui les stimulent à faire appel à ces stratégies.

Pour Weinstein et Mayer (1986), les stratégies peuvent faire l'objet d'un **enseignement direct** pour autant que les sujets disposent d'un niveau de maturité et d'une connaissance du domaine suffisants. Ils insistent pour que l'enseignement de ces stratégies soit réalisé en contexte et que celles-ci fassent ensuite l'objet d'une décontextualisation pour pouvoir être appliquées à d'autres domaines. L'élève qui aurait appris à mettre en œuvre des stratégies lui permettant d'identifier les données nécessaires à la résolution de problèmes en algèbre devrait être entraîné systématiquement à utiliser ces stratégies dans d'autres domaines d'abord proches du domaine initial (d'autres problèmes de mathématique) puis à des domaines plus éloignés.

Une approche connue sous le nom d'**éducation cognitive** postule qu'il serait possible, à l'aide de méthodes spécifiques, d'agir sur certaines stratégies cognitives afin de rendre les sujets plus aptes à apprendre ou à résoudre des problèmes. La principale caractéristique des méthodes proposées dans le cadre de cette approche est de porter sur des situations " vides de contenu " c'est-à-dire ne portant pas sur des contenus particuliers comme le français, l'histoire ou les mathématiques. Le Programme d'Enrichissement Instrumental ou PEI de Feuerstein consiste, par exemple, à travailler sur des exercices consistant à identifier les ressemblances et les différences entre des objets (figure 1) ou encore à repérer une forme géométrique parmi un nuage de points. D'autres programmes s'inspirent des mêmes principes comme les Ateliers de Raisonnement Logique (P. Higelé) plus centrés sur le raisonnement logique et mathématique ou encore la gestion mentale proposée par La Garanderie.

D'une manière générale ces méthodes portent non seulement sur les stratégies cognitives mais aussi sur les stratégies métacognitives en mettant l'accent sur les processus de contrôle et de régulation que le sujet met en œuvre. En ce qui concerne les stratégies cognitives, ces programmes s'intéressent surtout à des stratégies générales comme la planification de l'activité, le contrôle de l'impulsivité ou la sélection des informations.

Les méthodes d'éducation cognitive insistent sur le rôle de médiateur que doit jouer le formateur en orientant l'activité de l'élève et en ajustant le niveau de difficulté des situations. Certaines font également intervenir les interactions entre pairs pour stimuler le développement cognitif.

D'une manière générale, ces méthodes, à l'exception du PEI qui a fait l'objet d'une théorisation assez poussée par son auteur, reposent sur un support théorique assez limité. L'auteur le plus cité comme base de référence à l'éducation cognitive est Jean Piaget à travers le fait que le constructivisme met en avant l'activité du sujet dans la construction de la connaissance. Les travaux de Lev Vygotsky (le fait que le développement cognitif puisse être influencé par des interventions pédagogiques spécifiques dans le cadre de la zone proximale de développement) et de Jérôme Bruner (la notion d'étayage) sont aussi souvent cités.

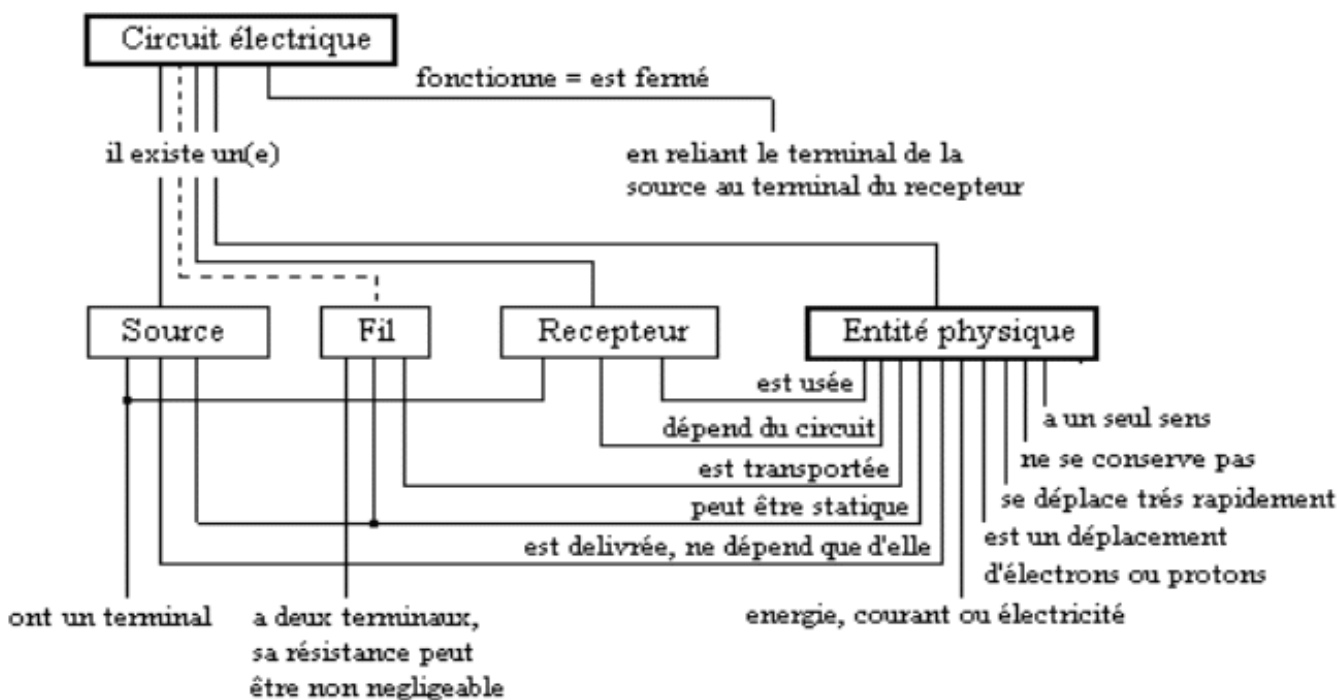
Les effets de l'éducation cognitive ont fait l'objet de peu de travaux d'évaluation. Les résultats disponibles (essentiellement sur le PEI) montrent néanmoins que ces programmes ont un effet positif modéré sur les résultats à certains tests d'intelligence qui évaluent des capacités proches de celles exercées dans ces programmes. Il semble donc, que contrairement à ce qui est attendu, ces programmes permettent uniquement d'avoir un effet sur certaines opérations mentales spécifiques mais pas sur des stratégies cognitives générales. En particulier, aucun transfert n'a pu être objectivé vers des activités scolaires et professionnelles.

3. Les conceptions préalables des élèves

Les termes utilisés pour désigner les conceptions des élèves sont très variés. Les auteurs se réfèrent à ces conceptions en les désignant par des expressions telles que: **conceptions préalables ou alternatives, raisonnements spontanés, science des enfants, concepts intuitifs, préreprésentations, préconceptions ou encore conceptions erronées**. L'usage de ces expressions dépend de la perspective de l'auteur par rapport d'une part, à la validité des conceptions des élèves et, d'autre part, à la façon dont il conceptualise le processus d'apprentissage. Ainsi un auteur qui attribue un statut mineur aux conceptions des élèves, c'est-à-dire qui les considère comme accidentelles ou évitables, imparfaites ou erronées, les qualifiera volontiers de conceptions erronées (misconceptions). Par contre, les auteurs qui considèrent que les conceptions des élèves présentent seulement des différences qualitatives par rapport aux concepts

scientifiques, et qu'elles influencent dès lors essentiellement la manière dont les élèves incorporent, dans leurs structures cognitives, ce qu'on attend qu'ils apprennent, les désigneront le plus souvent par des expressions telles que conceptions alternatives, intuitives ou spontanées. Les termes préreprésentations ou préconceptions soulignent le fait que les conceptions des apprenants sont envisagées comme des formes primitives de la compréhension des phénomènes, qui sont facilement modifiables par des stratégies d'enseignement traditionnelles. La référence aux conceptions alternatives met davantage en évidence le fait que ces conceptions sont utilisées à la place des conceptions scientifiques, c'est-à-dire qu'elles fonctionnent pour les apprenants comme une alternative aux conceptions acceptées par les scientifiques alors que l'expression conception préalable que nous retiendrons dans la suite de ce paragraphe est plus englobant et évite tout jugement a priori par rapport à la pertinence de ces conceptions.

Les conceptions des élèves ont d'abord été étudiées dans les domaines scientifiques comme la physique, la biologie ou la chimie mais on reconnaît aujourd'hui qu'elles influencent l'apprentissage dans tous les domaines du savoir. A titre d'exemple, la figure 1 décrit deux modalités de représentation du fonctionnement des circuits électriques observées chez des élèves de 12 à 14 ans et la figure 2, qui est reprise à Giordan, les conceptions d'enfants de 6 à 9 ans à propos de la respiration du fœtus.



* la tension/d.d.p. est associé à d'autres contextes ou à des dangers. Pour les élèves qui considèrent qu'elle existe dans un circuit électrique, dans la source elle dépend du circuit et dans le récepteur elle dépend de sa résistance électrique

Figure 1: Représentation du fonctionnement des circuits électriques (élèves de 12 à 14 ans)

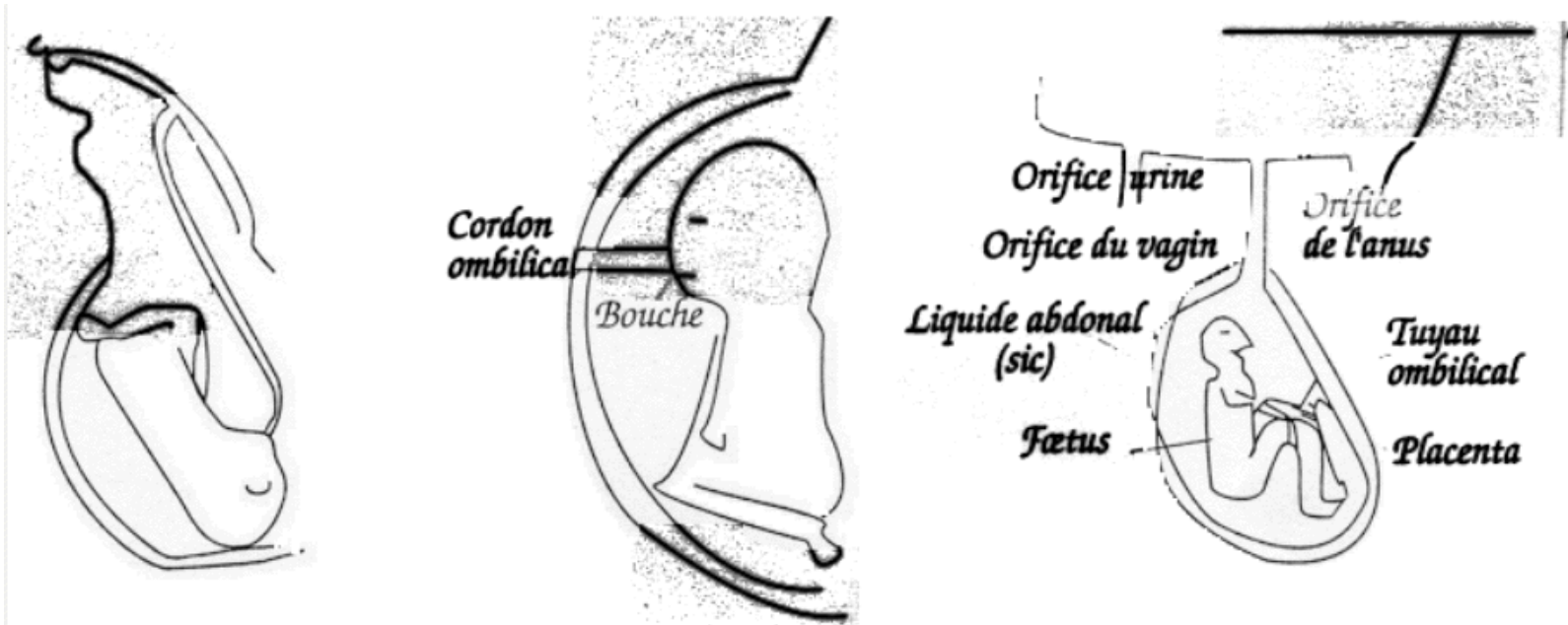


Figure 2: Conception d'enfants (de 6 à 9 ans) à propos de la respiration du fœtus. (d'après Giordan)

Certains auteurs comme Giordan (1999) insistent sur le fait que, pour qu'un apprentissage soit efficace, il doit nécessairement prendre en compte les conceptions préalables des élèves. Pour cet auteur, l'enseignant doit d'abord faire émerger les conceptions des élèves pour ensuite, lorsque certaines de celles-ci s'avèrent inexactes, convaincre les élèves qu'ils se trompent ou que leurs conceptions sont limitées. Apprendre consiste donc d'abord à s'apercevoir que ses savoirs sont peu ou pas adéquats pour traiter une situation et ensuite à dépasser ses conceptions initiales pour progresser vers des connaissances plus pertinentes. Cette définition situe clairement l'apprentissage dans une perspective cognitiviste en soulignant le rôle des conceptions antérieures et plus particulièrement des conceptions erronées.

L'importance de la prise en compte des connaissances antérieures dans l'apprentissage n'est pas nouvelle en soi puisque celle-ci constituait déjà la base du modèle proposé par Ausubel à la fin des années soixante. Ce qui est original par contre, c'est l'idée que les conceptions préalables interviennent non seulement comme élément intégrateur (Ausubel parle d'ancrage) mais aussi comme facteur de résistance à l'encontre des connaissances nouvelles avec lesquelles elles entrent en contradiction.

A ce niveau, Giordan distingue trois types de situations dans lesquelles la contradiction peut émerger. La première résulte des contradictions qui apparaissent entre apprenants qui discutent d'un concept ou du fonctionnement d'un dispositif (les élèves ne sont pas d'accord sur les modalités de reproduction des poules). La deuxième correspond au conflit qui peut naître entre ses conceptions et la réalité (l'enfant se rend compte que la représentation qu'il se fait du courant électrique est contraire au fonctionnement du circuit tel qu'il peut l'observer). La troisième naît de la contradiction entre les représentations de l'enfant et les conceptions véhiculées par les adultes.

Pour en savoir plus

Giordan A. (1998) Apprendre ! Paris: Belin

Debray R (1990) Apprendre à penser ; le programme de R Feuerstein, une issue à l'échec scolaire. Eshel



Partie V: Le néo-cognitivism

Objectifs

- Mettre en évidence dans chacune des trois approches le rôle joué sur l'apprentissage respectivement par l'environnement physique, social et culturel.
- Situer le rôle des pairs dans le développement cognitif et l'apprentissage.

Concepts clés

- Conflit socio-cognitif
- Zone proximale de développement
- Communauté d'apprentissage
- Etayage
- Système cognitif
- Artefact

Introduction

Les chercheurs qui relèvent de cette approche partagent l'idée que l'individu n'est pas la seule source de l'apprentissage. La connaissance se construit à partir des interactions que nous entretenons avec notre **environnement physique, social mais aussi culturel**.

Selon les auteurs, le rôle de chacune de ces composantes de l'environnement sera plus ou moins mis en exergue. Ces auteurs se distinguent également par la filiation à laquelle ils se rattachent plus ou moins explicitement. Ainsi, par exemple, le socio-constructivisme, tout en s'inscrivant dans la continuité de l'école piagétienne, trouvera dans la redécouverte d'un auteur russe (Vygotski) une source d'inspiration importante pour ses travaux. Un auteur comme Gavriel Salomon puise, dans ses recherches sur les médias, des arguments pour défendre l'idée que l'environnement n'est pas seulement source de stimulation mais fournit également des outils capable de soutenir ou de structurer le raisonnement. Jérôme Bruner poursuit son cheminement, qui l'éloigne de plus en plus des théories du traitement de l'information, pour développer les bases d'une théorie culturelle et historique de l'apprentissage.

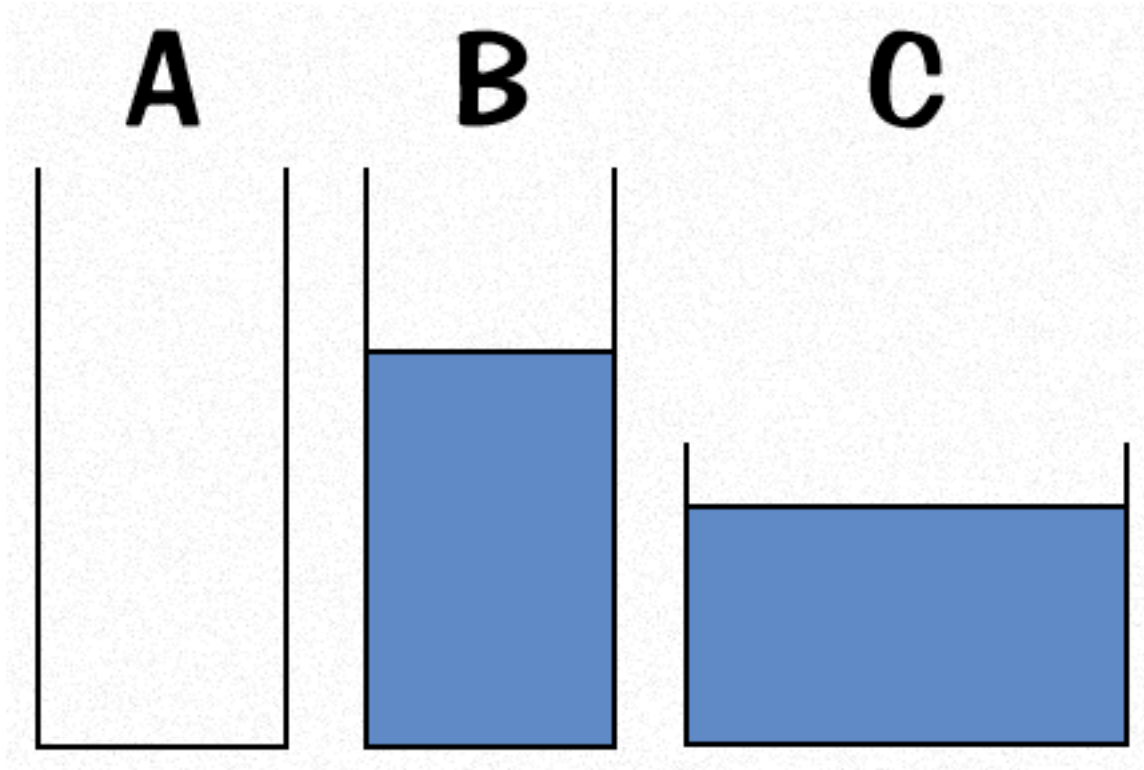
Pour la clarté de la présentation, nous allons dans la suite de ce cours être amené à distinguer, au sein du néo-cognitivism, trois courants. Il est clair toutefois qu'en pratique les choses ne sont pas aussi tranchées. Ces trois courants se développent bien souvent en parallèle et, sur bien des problèmes, avancent des idées bien plus convergentes qu'un examen rapide pourrait le laisser paraître.

1. Approche socio-constructiviste

Les premiers travaux menés dans ce cadre socio-constructiviste (principalement dus à des chercheurs suisses tels que Doise et Clermont-Perret) ont conduit à mettre en évidence que l'interaction avec des pairs permettait d'agir sur le développement cognitif. Pour illustrer cette possibilité, nous reprendrons l'expérience sur la conservation des liquides déjà décrite dans la partie consacrée au constructivisme.

Si on place un enfant conservant et un enfant non conservant devant la même situation que celle décrite par Piaget, trois possibilités se présentent à l'enfant non conservant:

- Il maintient sa position.
- Il adopte la position de l'autre sans modifier ses structures d'accueil.
- Après négociation, il adopte le point de vue de l'autre mais avec une réorganisation de ses structures d'accueil dans le cadre d'une rééquilibration majorante.



Les études menées sur le modèle de l'expérience que nous venons de décrire montrent que les enfants qui étaient initialement non conservants progressent dans la maîtrise de la conservation lorsqu'ils ont l'occasion de discuter avec des pairs à propos de l'expérience qui leur est proposée alors que les sujets qui n'ont pas eu l'occasion de travailler avec des pairs ne progressent guère. De plus, les sujets ayant travaillé avec des pairs révèlent une appropriation profonde des notions qui leur permet de défendre leur position sur la base d'idées originales impliquant une restructuration complète de leur raisonnement. Ainsi, alors que Piaget affirmait que le développement cognitif constituait un processus lent dans lequel la maturation spontanée intervenait largement, les expériences impliquant des pairs montrent que des progrès substantiels en termes de développement cognitif pouvaient être observés après 5 à 10 minutes d'intervention.

Pour mieux comprendre **l'effet des pairs dans le développement cognitif**, différentes expériences ont été menées en variant la composition des groupes: confrontation avec des pairs de même niveau de

développement cognitif ou avec des pairs plus avancés ou moins avancés. Ces expériences ont montré que ce qui était important c'est que le sujet ait l'occasion de confronter ses réponses incorrectes avec d'autres points de vue même si ceux-ci n'étaient pas nécessairement corrects. Par exemple, la confrontation avec un sujet de même niveau pouvait être efficace pour autant que les réponses incorrectes du pair soient différentes et permettent la confrontation des points de vue dans le cadre d'une situation de conflit socio-cognitif. Il s'agit bien ici d'un conflit à la fois social et cognitif puisque c'est la présence d'une autre personne qui oblige l'individu à prendre en compte l'existence d'autres réponses, d'autres solutions possibles mais aussi cognitif puisque l'activité du sujet est centrée sur le traitement d'une tâche de nature cognitive.

Perret-Clermont (1996) souligne que deux conditions doivent être remplies pour que la confrontation avec les pairs soit source de progrès:

- Le sujet doit disposer des prérequis cognitifs indispensables. Par exemple, dans l'expérience de la conservation des liquides, l'élève doit pouvoir comparer différentes mesures (longueur, largeur, hauteur) et établir des rapports entre elles pour dépasser la centration exclusive sur la hauteur du liquide.
- L'écart cognitif entre les partenaires ne doit pas être trop important. Un sujet plus faible bénéficiera des interactions avec un sujet plus avancé dans la mesure où la distance qui les sépare leur permet de se construire une compréhension commune du phénomène étudié.

Le socio-cognitivism appréhende l'apprentissage comme un processus dans lequel les facteurs cognitifs et sociaux interagissent pour conduire à une organisation mentale plus évoluée qui, à son tour, permettra des interactions sociales plus riches.

Le rôle joué par la distance cognitive existant entre des pairs qui vient d'être souligné dans les travaux de "l'école suisse" occupe également une place centrale dans le modèle proposé par Vygotsky. Ce chercheur russe qui a réalisé l'essentiel de ses travaux dans les années '30, utilise l'expression "**zone proximale de développement**" pour désigner la différence qui existe entre la capacité d'un sujet à résoudre un problème seul et sous la guidance d'un adulte ou d'un pair plus avancé.

Comme l'indique la figure 1, tout sujet est caractérisé par son niveau de développement actuel (le cercle intérieur) et par son niveau de développement potentiel (le cercle extérieur). La zone proximale de développement correspond à la surface comprise entre ces deux cercles. Celle-ci définira les possibilités de développement à court terme d'un sujet dans le cadre d'une action éducative faisant intervenir une interaction sociale conduite sous la direction d'un sujet plus avancé. Pour que l'interaction soit productive, il est essentiel que les deux systèmes cognitifs en présence disposent d'une surface de recouvrement suffisante. Il faut que l'adulte utilise un langage adapté à l'enfant, qu'il tienne compte des prérequis maîtrisés par celui-ci, qu'il vérifie les représentations qu'il met en œuvre... Il convient également que l'interaction prenne place dans le cadre d'un échange centré sur la coopération à l'occasion d'une activité commune dans laquelle s'engage l'élève et l'adulte. Cet engagement doit se faire dans un contexte qui conduise à une participation active de chacun à la résolution conjointe de la tâche de sorte que ce qui a pu être réalisé dans cette activité conjointe soit internalisé par l'apprenant.

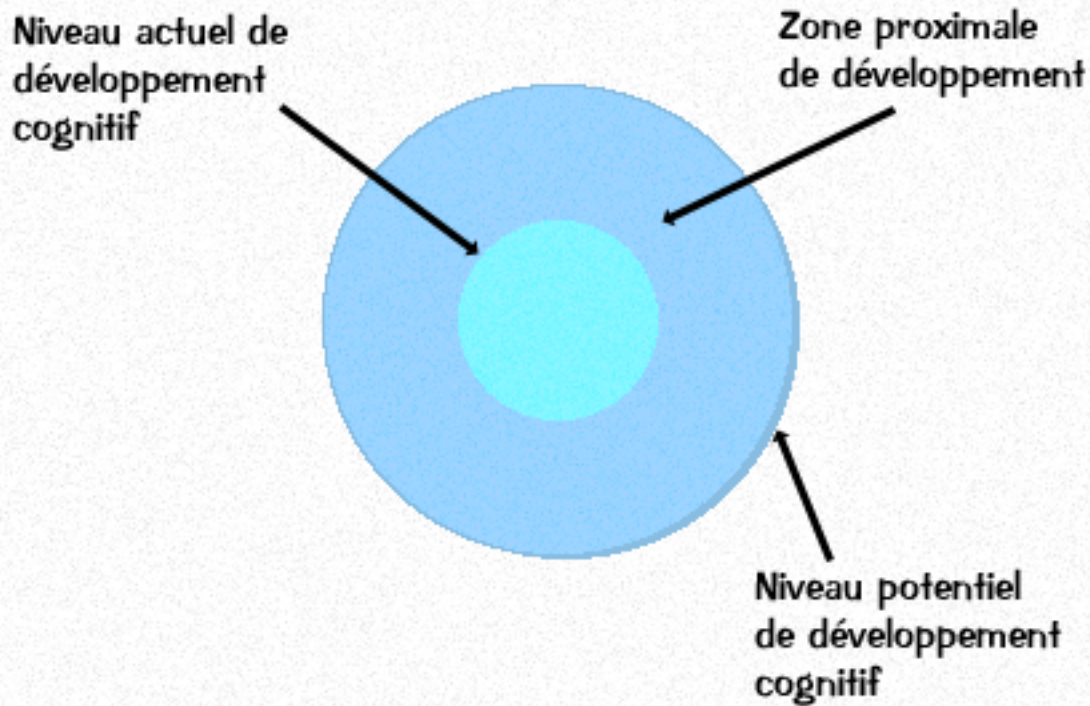


Figure 1: Modèle de Vygotsky

Pour Vygotsky, une interaction sociale susceptible de faire progresser l'élève s'installe nécessairement avec un sujet plus avancé, c'est-à-dire ayant atteint un niveau de développement cognitif plus élevé alors que, pour Clermont-Perret, l'interaction peut parfaitement avoir lieu avec un sujet de même niveau pour autant qu'il développe des points de vue différents par rapport à l'objet de l'apprentissage.

Dans les travaux du chercheur russe, l'origine sociale de l'apprentissage est très clairement affirmée : chaque fonction psychique apparaît d'abord comme activité sociale interpersonnelle (le langage, c'est d'abord un moyen de communication) c'est-à-dire comme fonction inter-psychique puis comme fonction intra-psychique. Vygotsky parle à ce propos de langage intériorisé et attribue à celui-ci une fonction essentielle dans l'autorégulation cognitive.

Pour Vygotsky, les connaissances se construisent par l'interaction avec l'environnement social mais aussi avec l'environnement culturel et historique. Cette dimension historico-culturelle est essentielle pour comprendre les formes d'apprentissage qui apparaissent dans nos civilisations postindustrielles car elle permet de montrer comment les médias et les moyens de communication modernes contribuent à structurer la pensée des nouvelles générations. Cette dimension culturelle sera reprise par Jérôme Bruner pour proposer une approche socio-culturelle de l'apprentissage.

2. Approche socio-culturelle

Dans un de ses ouvrages récents (*L'éducation, entrée dans la culture*, 1996), Bruner situe clairement l'ambition de ce qu'il appelle le **culturalisme** en affirmant que la culture façonne l'esprit des individus. Il insiste sur le fait que les significations sont toujours culturellement situées c'est-à-dire que le sens donné aux choses est lié à une communauté culturelle de référence. Dans le même ordre d'idées, pour Bruner, apprendre et penser sont des activités toujours situées dans un cadre culturel. Or, contrairement aux autres espèces, "les êtres humains s'enseignent les uns aux autres délibérément dans des cadres extérieurs à ceux dans lesquels le savoir enseigné sera utilisé" (p36). Parmi les réponses susceptibles d'être

apportées à cette situation, Bruner insiste sur le fait que l'école doit être un endroit où les apprenants s'aident les uns les autres à apprendre, chacun selon ses aptitudes. A ce propos, l'auteur suggère de former des communautés d'apprenants qui s'entraident mutuellement.

L'entraide mutuelle qui s'installe à l'intérieur d'une **communauté d'apprenants** présente un certain nombre d'avantages:

- elle suscite l'émulation;
- elle donne l'occasion de commenter le travail au fur et à mesure de sa progression;
- elle permet d'apporter un soutien aux plus novices;
- elle autorise au sein du groupe une répartition du travail à l'image de ce qui se pratique dans la réalité.

Brown et Campione donnent, dans un article intitulé "Concevoir une communauté de jeunes élèves . Leçons théoriques et pratiques" un exemple concret d'organisation d'une communauté d'apprentissage au sein d'une classe (cf. extrait de l'article en fin de chapitre) .

Cette manière de concevoir l'apprentissage au sein d'une communauté conduit à une modification radicale du rôle de l'enseignant. Il s'agit pour lui d'être un facilitateur plutôt que de s'ériger en dispensateur unique du savoir.

Bruner propose d'utiliser le terme "**étayage**" (scaffolding) pour caractériser les interactions pédagogiques qui prennent place au sein d'une communauté d'apprenants. Celles-ci consistent, pour le partenaire plus avancé, à prendre en charge les parties de la tâche qui dépassent initialement les capacités du partenaire moins avancé en lui permettant de se concentrer sur les parties de la tâche qui lui sont accessibles.

Le terme étayage s'est imposé, parmi les chercheurs néo-cognitivistes, pour désigner les interactions de soutien mises en œuvre par un adulte ou par un pair afin d'épauler un sujet dans la résolution d'un problème qu'il ne pourrait résoudre seul. Considérée de cette manière, la notion d'étayage convient aussi parfaitement pour caractériser le type d'intervention pédagogique mise en œuvre au sein de la zone proximale de développement afin d'aider le sujet à se rapprocher de son niveau de développement potentiel.

Bruner associe six fonctions principales à l'étayage:

1. L'enrôlement correspond au fait que le tuteur s'efforce de soutenir l'intérêt du sujet par rapport à la tâche.
2. L'orientation consiste à s'assurer que l'apprenant ne s'écarte pas du but assigné par la tâche.
3. La réduction des degrés de liberté désigne les procédés par lesquels le sujet plus avancé simplifie la tâche pour aider l'apprenant à résoudre le problème qui lui est posé. Il peut, par exemple, dans un premier temps, prendre en charge les parties de la tâche les plus complexes et les rétrocéder ensuite à l'apprenant pour éviter une surcharge cognitive en début d'activité.
4. La mise en évidence des caractéristiques critiques de la tâche consiste à attirer l'attention sur les éléments pertinents de la tâche tout au long de son traitement par l'apprenant.
5. Le contrôle de la frustration permet d'éviter que les difficultés rencontrées ne se transforment en échec et n'entraînent un sentiment de démotivation par rapport à la tâche.
6. La présentation de modèles aide à démontrer la tâche à l'apprenant, à achever la tâche pour lui ou à

en détailler les étapes.

Le caractère situé des apprentissages tel qu'il a été décrit par Bruner a conduit John Seely Brown (...) à proposer une approche pédagogique qu'il a désignée par l'expression "compagnonnage cognitif" (cognitive apprenticeship). Il s'agit, puisqu'on constate que les jeunes éprouvent beaucoup de difficultés à utiliser ce qu'ils ont appris à l'école dans des situations réelles, d'enseigner les connaissances que l'on veut voir maîtriser par les élèves dans le contexte où ils auront à les utiliser. Toutefois, étant donné la complexité des situations réelles, ces dernières devront généralement être aménagées pour être traitées efficacement par l'apprenant. Brown envisage différentes stratégies à ce niveau. Tout d'abord le "coaching" qui consiste à fournir un support non contraignant à l'élève (conseils, orientation, indices), ensuite intervient le "fading" qui correspond au fait de diminuer progressivement ce support et le "modeling" c'est-à-dire l'imitation de modèles présentés soit directement à travers des démonstrations pratiques du tuteur ou par l'intermédiaire de diverses technologies (films, simulations sur ordinateur...).

Brown insiste beaucoup sur les éléments qui différencient ce qu'il appelle "**la cognition de tous les jours**" (Everyday cognition) des modes de pensées sollicités en classe:

- L'école privilégie la connaissance individuelle par rapport à la connaissance partagée alors qu'en dehors de l'école, toute activité d'apprentissage ou de travail est fortement imbriquée dans un contexte social.
- L'école considère que la connaissance est un processus purement interne à l'individu indépendamment de tout support susceptible d'être apporté par l'environnement. Ce refus de s'appuyer sur certains outils apportés par l'environnement est particulièrement clair en situation d'évaluation où l'on interdit le recours au dictionnaire, aux tables, à la calculatrice alors que le meilleur ingénieur serait très démuné, si on lui imposait les mêmes contraintes, pour évaluer la solidité d'un pont ou d'un immeuble.
- Le travail scolaire porte essentiellement sur la manipulation de symboles et d'abstractions sans qu'il soit établi de liens directs entre ces symboles et ce qu'ils représentent en situation réelle, alors qu'en dehors de l'école les personnes agissent directement sur des éléments concrets et, lorsqu'ils ont à manipuler des symboles, ceux-ci sont directement connectés à la réalité.
- Les apprentissages réalisés en classe sont généralement conçus sur une base générale et abstraite de sorte qu'ils puissent être transférés à un grand nombre de situations. En fait, contrairement à ce que l'on a longtemps cru, le transfert des apprentissages abstraits est très limité: les élèves qui sont capables de manipuler des équations complexes au cours de physique sont souvent incapables d'appliquer ce savoir-faire pour traiter des problèmes, mêmes simples, de la vie courante. Par contre, les compétences acquises dans des situations spécifiques peuvent parfaitement faire l'objet d'un transfert pour autant que l'on assure leur décontextualisation par des procédures adéquates.

L'observation de la manière dont les personnes "se tirent d'affaire" en situation réelle est particulièrement éclairante quant au caractère artificiel des connaissances qui sont apprises en classe. Jean Lave, dans son ouvrage "Cognition in practice" (1988), donne un exemple particulièrement édifiant du comportement des personnes qui souhaitent comparer les prix d'un produit dans un supermarché. Pour choisir le fromage le moins cher alors que le prix par kilo n'est pas mentionné, le consommateur en général évite de se lancer dans des calculs impliquant division et multiplication mais compare plutôt "à l'œil" différents morceaux de chacun des fromages jusqu'à découvrir des morceaux qui lui paraissent identiques.

Un autre exemple de "cognition de tous les jours" nous est donné par Roy Pea (1995) qui décrit la

situation d'un ranger confronté à l'estimation de la quantité de bois contenue dans une parcelle. Pour cela, il utilise un mètre traditionnel, mesure la circonférence, se rappelle que le diamètre est égal à la mesure de la circonférence divisée par pi, puis calcule le diamètre qui lui permet d'estimer le volume de l'arbre. Toutefois, pour alléger son travail mental, le ranger a inventé un nouveau mètre gradué en pi (par unité de 3,14 cm) de sorte qu'il lui suffit d'appliquer le mètre pour obtenir le diamètre de l'arbre. Pea interprète la réaction du ranger à travers le fait que le mètre qu'il a mis au point va lui permettre de se décharger sur celui-ci d'une partie de l'effort mental supporté jusque-là par son système cognitif.

Ce second exemple va nous permettre de mettre en évidence un des éléments sur lequel s'appuie une troisième approche que nous souhaiterions distinguer au sein du néo-cognitivism. Lorsqu'elle commente l'invention du ranger, Pea souligne qu'en utilisant un mètre gradué en pi, le ranger va mobiliser pour traiter la situation un élément qui fait partie de son environnement et répartir ainsi l'effort cognitif entre son propre système mental et l'environnement. Pour désigner cette troisième approche, nous utiliserons l'expression "intelligence distribuée" afin de souligner le fait que la connaissance mobilisée pour traiter une situation ne se situe pas seulement dans l'esprit du sujet mais aussi dans certains éléments faisant partie de l'environnement dans lequel le problème est "situé".

3. Approche "intelligence distribuée"

Alors que les cognitivistes voient les connaissances comme des éléments soigneusement rangés dans la tête de l'individu sous la forme de réseaux ou de schémas, les néo-cognitivistes ont une vision beaucoup plus ouverte. Pour Pea, **le système cognitif** que le sujet peut mobiliser face à une tâche inclut ce dont il dispose dans sa mémoire mais aussi l'ensemble des outils qu'il peut mobiliser. L'intelligence n'est donc pas contenue uniquement dans le cerveau de l'individu mais est distribuée dans tout l'environnement physique (les outils cognitifs) et social (les autres personnes).

Perkins (1995) parle "**d'individu-plus**" pour désigner l'ensemble des ressources mobilisées pour traiter une situation, celles-ci incluant à la fois celles disponibles chez l'individu et celles fournies par l'environnement. Pour cet auteur, l'individu plus son environnement constituent un système cognitif répondant à l'hypothèse d'accès équivalent entre les connaissances disponibles à partir de la mémoire de l'individu et à partir de l'environnement. Ce qui importe, c'est le type de connaissance, la manière dont elle est représentée et ses modalités d'accès mais pas l'endroit où elle se situe.

Par exemple, l'employé qui traite en ligne les réclamations des clients mécontents de leur note de téléphone mobilise un système cognitif constitué par ses propres connaissances mais aussi par une base de données consultable en ligne qui reprend l'historique du client ainsi que par un système-expert qui le guide dans l'analyse du cas et l'oriente vers une solution.

Cette manière de conceptualiser l'activité cognitive en général et l'intelligence en particulier est loin de correspondre aux pratiques scolaires habituelles qui privilégient très largement le travail individuel isolé de son contexte environnemental. Dans bien des cas, la calculette électronique est à peine tolérée: que dire alors de l'ordinateur qui continue à être l'objet de toutes les méfiances surtout lorsqu'il s'agit de l'utiliser en contexte d'évaluation ? Pourtant, de plus en plus de situations de travail impliquent aujourd'hui une grande distribution de la pensée entre l'individu et son environnement. Il est clair que si on veut éviter d'agrandir encore le fossé qui sépare l'école et la vie active, il est essentiel d'envisager un apprentissage systématique à l'exploitation des ressources fournies par l'environnement dès les premiers stades de la scolarisation.

Salomon (1995) met en évidence l'interaction très étroite qui existe entre les composantes du système cognitif mobilisé pour traiter une situation c'est-à-dire entre d'une part, les ressources cognitives internes de l'individu et d'autre part, l'environnement constitué à la fois par les outils cognitifs qu'il met à disposition et par les interactions sociales qui s'y développent. Pour cet auteur, l'environnement n'aidera pas seulement l'individu à trouver une solution au problème qu'il a à traiter mais laissera également chez lui une **trace cognitive**. Pour reprendre l'exemple que nous avons évoqué ci-avant: l'employé pourra progressivement transférer vers son propre système cognitif une partie des opérations dont il s'est déchargé, dans un premier temps, sur l'ordinateur.

Pour Salomon, les outils fournis par l'environnement ne jouent pas seulement un rôle de médiateur mais aussi d'artefact en ce sens qu'ils organisent (ou réorganisent) le fonctionnement cognitif. Ainsi, des enfants qui utilisent un système d'aide à l'écriture (The Writing Partner) améliorent non seulement leurs performances d'écriture mais développent aussi certaines capacités d'autorégulation (ou métacognitives) à travers certaines traces cognitives laissées par le dispositif. Il s'agit d'un processus en spirale où les outils fournis par l'environnement participent au développement de la cognition individuelle qui en devenant plus performante rend les activités distribuées plus efficaces. Salomon décrit ce processus comme une véritable coopération, un enrichissement mutuel entre activités individuelles et distribuées.

Salomon insiste beaucoup sur le rôle des contextes culturels et sociaux dans lesquels les activités prennent place. En particulier, si on veut assurer une certaine généralisation aux compétences acquises à travers des dispositifs favorisant l'apprentissage distribué, il est essentiel que ces compétences soient perçues comme socialement et culturellement importantes. Pour cela, il est essentiel que ces activités soient situées c'est-à-dire qu'elles soient placées dans des contextes significatifs pour les sujets qui apprennent.



Illustration

Extrait de Brown, A.L. et Campione, J. C. "Concevoir une communauté de jeunes élèves . Leçons théoriques et pratiques", Revue française de pédagogie, n°11, 1995, pp. 11-33.

Pour former une communauté d'élèves, nous devons créer un état d'esprit dans la classe qui diffère de celui rencontré dans les classes habituelles. Dans les classes habituelles, les élèves sont considérés comme des réceptifs relativement passifs du savoir dispensé par les professeurs, les livres ou d'autres supports. Dans la classe constituée en communauté d'apprenants, les élèves sont encouragés à se consacrer à l'apprentissage auto-réflexif et à la recherche critique d'informations. Ils agissent comme des chercheurs responsables, dans une certaine mesure, de la définition de leurs propres compétences. Le rôle des enseignants change lui aussi, car l'on attend de ces derniers qu'ils servent de modèles d'apprentissage actifs et de meneurs réceptifs aux processus de découverte des élèves. Ils doivent dès lors enseigner en fonction du besoin de savoir des élèves, en répondant à leurs besoins, au lieu de suivre un programme fixe à but déterminé ou un plan de cours rigide (Brown & Campione, 1990, sous presse). Le contenu du programme scolaire à travers lequel les élèves sont guidés consiste en quelques thèmes récurrents plutôt qu'en un vaste champ d'étude. Les élèves viennent à comprendre ces thèmes à des degrés de plus en plus

élevés en termes de cohérence explicative et de généralité théorique. L'environnement technologique est destiné uniquement à favoriser un contexte d'apprentissage intentionnel (Scardamalia & Bereiter, 1991) qui encourage la réflexion et la communication des fruits de cette réflexion, et non pas à inculquer, à mettre en pratique, ou même à programmer. Enfin, les méthodes d'évaluation se concentrent sur l'aptitude des élèves à découvrir et utiliser le savoir plutôt qu'à simplement le retenir. La mesure dynamique et continue des performances est aussi importante que la mesure statique des résultats.

Afin de promouvoir une telle communauté d'élèves dans laquelle les élèves sont des concepteurs de leur propre apprentissage, nous encourageons les élèves à être responsables en partie de la création de leur propre programme d'études. Les deux formes principales d'apprentissage coopératif utilisées pour y parvenir sont la méthode de puzzle ("Jigsaw method") (Aronson, 1978) et l'enseignement réciproque ("Reciprocal Teaching"). Des thèmes du programme scolaire sont donnés aux élèves (par exemple l'évolution des populations), chacun de ces thèmes étant divisé en cinq sujets (populations éteintes, en danger, artificielles, assistées et urbanisées). Les élèves forment cinq groupes de recherche, chargé chacun de l'une des subdivisions. Ces groupes de recherche préparent des matériels didactiques en ayant recours à la technologie informatique de pointe (Campione, Brown & Jay, 1992). Puis, à l'aide de la méthode puzzle, les élèves se réunissent en groupes d'apprentissage dans lesquels chaque élève est expert dans l'un des cinq sujets, détenant ainsi un cinquième des informations. Chaque cinquième doit être combiné aux quatre cinquièmes restants pour former une unité complète d'où le terme de "puzzle". Le meneur du débat est choisi dès lors en fonction de la compétence et non pas du hasard comme c'était le cas à l'origine dans le travail d'enseignement réciproque. Tous les enfants d'un même groupe de travail sont des spécialistes d'une partie donnée du matériel, l'enseignent aux autres et préparent des questions en vue du test auquel ils seront tous soumis sur le sujet dans son ensemble. Lors de ce processus cyclique, les élèves acquièrent d'une part des connaissances sur le contenu et apprennent d'autre part comment acquérir des connaissances à partir de textes ou d'autres médias (Brown & Campione, 1990).

Les élèves participent à trois types d'activités: (a) un important travail de lecture pour mener la recherche sur leur sujet; (b) la rédaction et la révision pour produire des livres à partir desquels enseigner; et (c) l'utilisation des ordinateurs pour publier, illustrer et éditer leurs livres. Les élèves doivent en outre faire preuve d'un grand contrôle cognitif afin de fixer les priorités concernant ce qu'il faut inclure dans les livres, ce qu'il faut enseigner, ce qu'il faut tester, comment expliquer les mécanismes, etc. Ils lisent, écrivent, débattent, révisent, établissent des priorités et utilisent des ordinateurs, le tout au service de l'acquisition de connaissances.



Partie VI: La pédagogie de maîtrise

Objectifs

- Citer les principes qui permettent de définir l'efficacité de l'apprentissage

Concepts clés

- Prérequis
- Temps d'apprentissage
- Objectif d'apprentissage

Le modèle de la pédagogie de maîtrise se donne pour ambition de définir les approches pédagogiques qui sont les plus susceptibles de conduire les apprenants au succès. Elle répond à un problème essentiel de nos sociétés modernes dans lesquelles on ne peut plus se contenter de rechercher les quelques élus qui peuvent réussir mais où il s'agit de conduire le plus grand nombre au succès.

Benjamin Bloom dans un ouvrage paru en français en 1979 (Caractéristiques individuelles et apprentissages scolaires) résume de la manière suivante l'idée de base de la pédagogie de maîtrise "La plupart des élèves sont capables de réaliser des apprentissages de niveau élevé si l'enseignement est adéquat et si les élèves sont aidés quant et là où ils rencontrent des difficultés, si on leur donne suffisamment de temps pour atteindre la maîtrise et s'il existe des critères clairs de ce qu'est la maîtrise."

Des apprentissages de niveau élevé: Bloom montre, sur la base d'études de terrain, que plus de 70% des élèves soumis à une pédagogie de maîtrise atteignent un niveau de rendement que seuls 20% des élèves des classes traditionnelles réussissent à obtenir. La figure 1 ci-dessous montre que les notes dans un enseignement traditionnel se distribuent selon une courbe dite de Gauss (distribution en cloche) qui met en évidence le fait qu'une proportion faible des élèves maîtrise parfaitement les compétences évaluées. La courbe qui décrit les résultats d'une pédagogie de maîtrise a une allure différente (distribution en J) qui souligne le fait qu'une majorité d'élèves atteignent le critère de maîtrise (ici 70%).

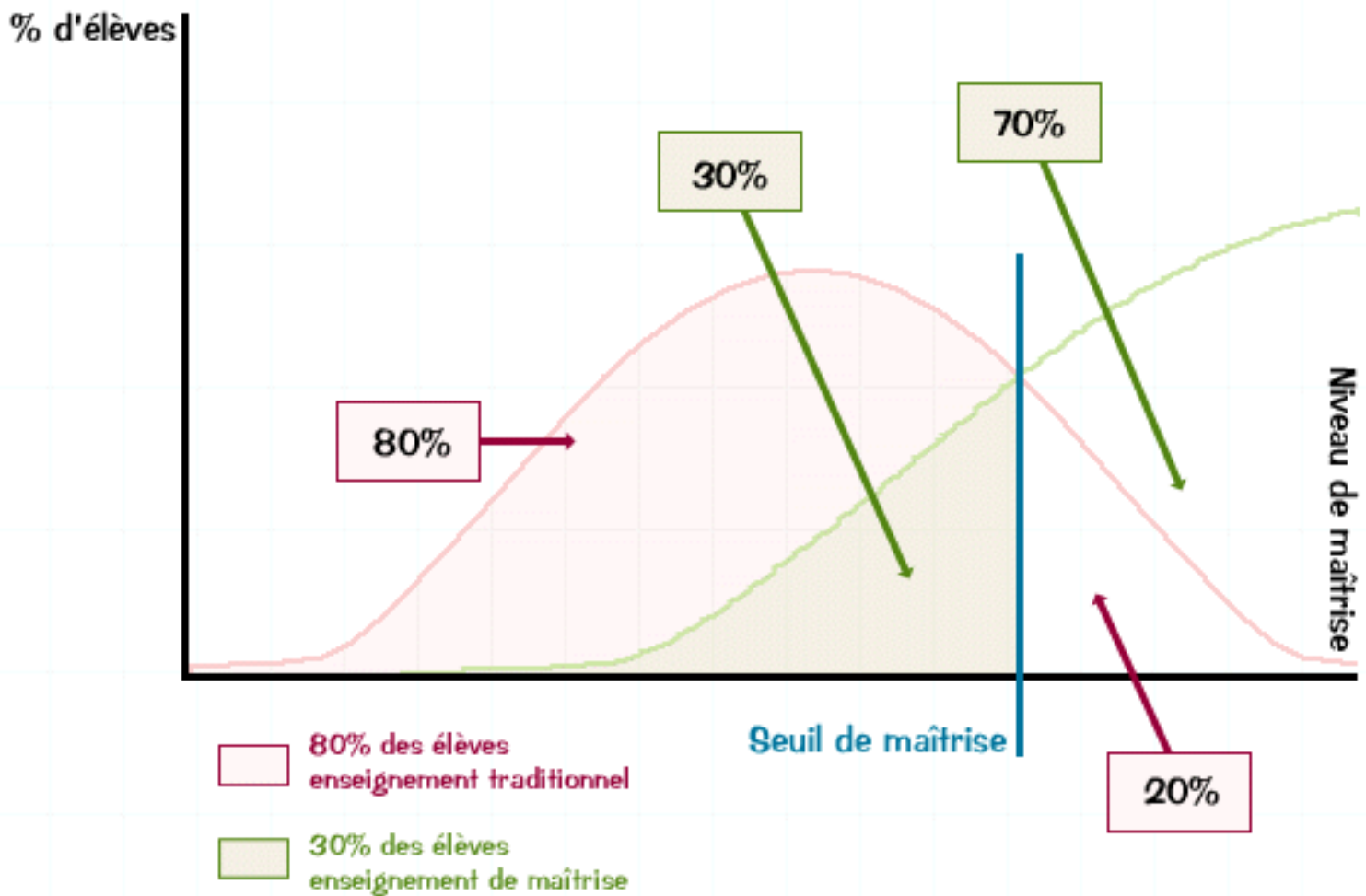


Figure 1: Distribution des élèves selon qu'ils ont suivi un enseignement traditionnel ou un enseignement de maîtrise

L'enseignement est adéquat: Bloom s'efforce de définir ce qu'est un enseignement adéquat en s'appuyant sur la méthode des méta-analyses qui permet de mettre en évidence les effets dus à certaines variables en regroupant des études concernant celles-ci pour en dégager un certain nombre de tendances. L'ampleur de l'effet lié à une variable est établi de sorte qu'on puisse comparer les résultats obtenus par un groupe de sujet qui aurait bénéficié du traitement (groupe expérimental) à un groupe (témoin) qui n'en aurait pas bénéficié. Ainsi, par exemple, une valeur de 98% signifie que l'élève moyen du groupe expérimental obtient des résultats supérieurs à ceux obtenus par 98% des élèves appartenant au groupe témoin, ce qui correspond à une progression de l'ordre de 48%. En d'autres termes, un élève moyen voire faible bénéficiant d'un traitement pédagogique adéquat peut parfaitement obtenir des résultats comparables à ceux d'un élève fort qui n'aurait pas bénéficié d'un tel traitement.

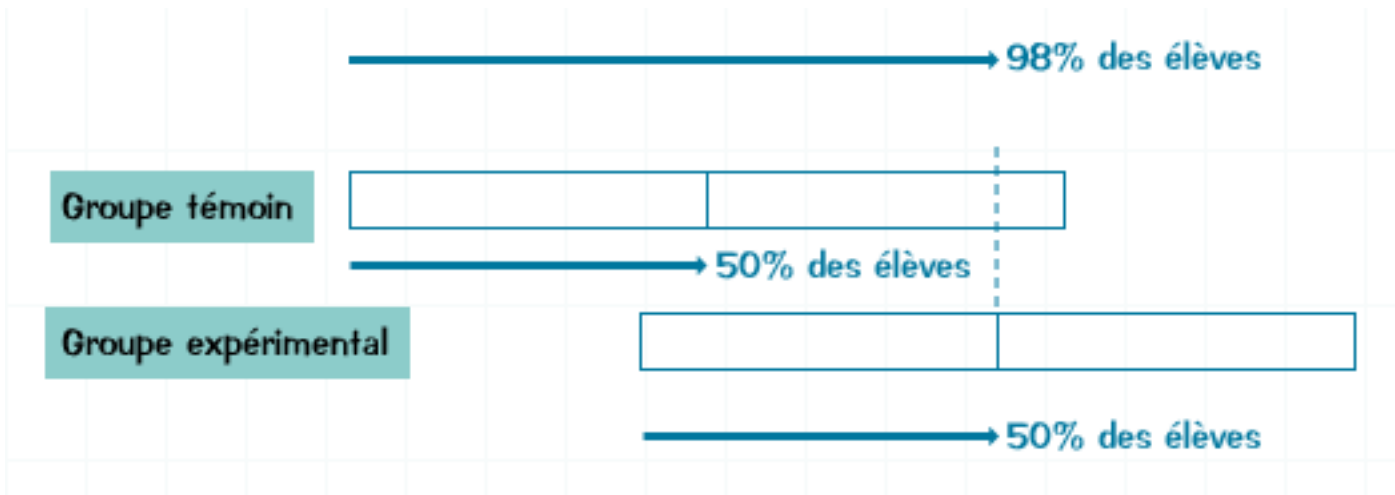


Figure 2: Représentation de l'effet lié à une variable dans le cadre d'une méta-analyse

Le tableau 1 ci-après présente l'effet d'un certain nombre de variables étudiées par Bloom. Tout d'abord le préceptorat qui constitue pour Bloom la situation de référence en terme d'efficacité de l'enseignement. C'est celle où un maître expérimenté enseigne à un nombre très réduit d'élèves: généralement à un seul parfois deux ou trois. Les variables à l'exception de la dernière fournie à titre de comparaison sont toutes des variables décisionnelles c'est-à-dire des variables sur lesquelles il est possible d'avoir un contrôle. Ces résultats soulignent que moyennant des stratégies pédagogiques efficaces, dont la plupart peuvent être prises en compte dans le cadre d'une pédagogie de la maîtrise, il est possible d'améliorer de manière substantielle la qualité de l'enseignement.

De plus, pour des raisons de contrôle expérimental, les effets signalés dans ce tableau correspondent à l'utilisation isolée de ces variables. En pratique, il est clair qu'il est souvent possible d'agir simultanément sur plusieurs de ces variables pour obtenir des effets plus conséquents.

	Ampleur de l'effet
Préceptorat	98%
Utilisation des renforcements	88%
Utilisation des feed-back correctifs	84%
Participation de l'élève en classe	84%
Temps d'implication de l'élève dans les tâches scolaires	84%

Amélioration des techniques de lecture/des méthodes de travail	84%
Apprentissage coopératif	79%
Contrôle des prérequis	72%
Intervention sur l'environnement familial	69%
Tutorat par les pairs	66%
Statut socio-économique des parents	60%

Tableau 1: Effet de différentes variables d'enseignement sur l'efficacité de l'apprentissage

Plus récemment, d'autres auteurs (Wang, Haertel et Walberg, 1993) ont souligné l'effet de variables complémentaires telles que les processus métacognitifs ou le climat de la classe.

Les élèves sont aidés quand et là où ils rencontrent des difficultés: la pédagogie de maîtrise insiste beaucoup sur l'importance des remédiations qui vont de pair avec l'évaluation permanente des acquis des élèves. A ce propos, Bloom parle d'**évaluation formative** pour désigner une forme d'évaluation intégrée au processus d'apprentissage et dont le but est le diagnostic immédiat des difficultés pour pouvoir y apporter une réponse rapide sous la forme de remédiations ajustées aux besoins de chacun. La régulation permanente des apprentissages à travers la passation régulière de tests et l'apport judicieux d'activités de remédiation permet, selon Bloom, d'envisager un enseignement collectif dont l'efficacité ne serait pas loin d'égaliser les effets du tutorat individuel. A ce niveau, Bloom insiste beaucoup pour que les remédiations fournies propose des activités d'apprentissage différentes de celles qui ont conduit à l'échec et constituent de réelles occasions de différenciation des apprentissages offerts à l'élève.

Les élèves disposent de suffisamment de temps pour atteindre la maîtrise: Bloom s'est largement inspiré des travaux de Carroll dans l'importance déterminante qu'il accorde dans son modèle au **temps d'apprentissage**. Carroll définit l'aptitude pour un apprentissage comme la quantité de temps dont un étudiant a besoin pour apprendre une tâche déterminée à un niveau de maîtrise déterminé et sous des conditions pédagogiques optimales. Par cette définition, cet auteur refuse l'idée que l'aptitude constitue un potentiel inné qui fixerait le niveau maximum que peut atteindre un étudiant. Il considère l'aptitude comme le temps qui est nécessaire à un individu donné pour maîtriser une tâche.

En pratique, il est possible de distinguer entre trois types de temps:

- Le temps nécessaire qui définit le temps dont l'élève a effectivement besoin pour maîtriser un sujet donné (TN).
- Le temps institutionnel, c'est le temps dont dispose l'enseignant pour enseigner les différentes matières prévues par le curriculum (TI).
- Le temps motivé ou persévérance, c'est le temps que l'élève choisit de consacrer à l'apprentissage d'une matière déterminée (TM).

L'efficacité d'un apprentissage sera directement lié aux relations qu'entretiennent ces trois formes de temps. La situation optimale mais rarement rencontrée étant celle où $TN=TI=TM$.

Il existe des critères clairs de ce qu'est la maîtrise: ces critères découlent directement des travaux béhavioristes et en particulier de l'exigence formulée par Skinner pour que les **objectifs** à atteindre à l'issue d'un enseignement soient fixés en termes de comportements observables de l'élève.

Outre les éléments que nous venons de décrire, Bloom insiste beaucoup sur l'importance du contrôle des prérequis. En effet, en particulier dans les matières fortement hiérarchisées, il est essentiel de pouvoir s'appuyer sur des compétences de base parfaitement maîtrisées pour pouvoir en construire d'autres. Le contrôle des **prérequis** implique la vérification de la maîtrise et de la disponibilité de certaines compétences dans le cadre de procédures d'évaluation formative et, le cas échéant, la remise à niveau de certains apprenants de manière à assurer l'homogénéité du groupe au moment où l'apprentissage débute.



Partie VII: L'apprentissage social

Objectifs

- Identifier à partir d'exemples pratiques les situations où intervient le renforcement direct ou le renforcement vicariant
- Mettre en évidence les différences qui existent entre le conditionnement classique et le conditionnement social à partir de situations de classes

Concepts clés

- Renforcement direct
- Renforcement vicariant
- Sentiment d'efficacité personnelle

L'apprentissage social, qui découle directement du modèle béhavioriste, attribue les changements dans le comportement d'un individu à deux causes principales: l'observation et l'imitation.

Pour des chercheurs comme Miller et Dollard (Social Learning and Imitation, 1941), le renforcement d'une conduite peut être obtenu par l'observation des conduites d'autrui. Par exemple, un enfant peut développer un comportement nouveau en imitant une conduite affichée par son frère qui a fait l'objet des louanges de leur mère.

Bandura, dans son ouvrage "Social Learning and Personality Development" paru en 1963 affirme que le renforcement n'est pas toujours nécessaire; le fait d'observer une autre personne peut être suffisant pour apprendre un nouveau comportement.

Par la suite, Bandura développera un modèle original de l'apprentissage social dont la formulation la plus achevée sera présentée dans un ouvrage intitulé "Social Foundations of Thought and Action" (1986).

Dans son modèle, Bandura élargit le concept de renforcement en distinguant entre le renforcement direct et le renforcement vicariant.

Le **renforcement direct** intervient lorsqu'une personne observe un modèle, imite le modèle et est renforcé ou puni. Un apprenti observe la manière dont l'ouvrier range ses outils, l'imite puis est félicité par son patron.

Le **renforcement vicariant** intervient lorsqu'une personne anticipe une récompense après un comportement pour lequel une autre personne a été récompensée. L'apprentissage s'élabore en trois temps: tout d'abord, le sujet observe le comportement d'autrui, ensuite il prend connaissance des

conséquences engendrées par ce comportement et enfin, il agit en espérant une récompense comparable à celle observée chez autrui. Un élève observe qu'un compagnon de classe est félicité par le maître pour avoir fourni très rapidement la réponse correcte à une question. L'élève va s'efforcer de répondre rapidement à la question suivante dans l'espoir d'être récompensé.

Le renforcement vicariant est lié à ce que Bandura appelle le **sentiment d'efficacité personnelle** c'est-à-dire à la confiance qu'a le sujet dans sa capacité à fournir une réponse correcte. Si cette capacité est développée, le sujet peut être assuré que ses comportements produiront les résultats attendus et que la récompense anticipée sera reçue.

Bandura considère que le sentiment d'efficacité personnelle joue un rôle essentiel dans l'apprentissage et influence favorablement la motivation. Différents facteurs peuvent influencer sur le sentiment d'efficacité personnel comme le succès rencontré précédemment par le sujet dans une tâche comparable, l'observation de la réussite d'un autre individu qui sert de modèle, l'intervention directe en persuadant le sujet qu'il peut réussir.

L'apprentissage social fournit un cadre de référence intéressant pour analyser des situations qui sont difficiles à appréhender par le modèle béhavioriste classique. Certaines expériences montrent, par exemple, que des enfants manifestent davantage d'agressivité après avoir vu à la télévision un modèle agressif renforcé plutôt que puni. Ce comportement correspond au principe de "désinhibition" selon lequel un sujet a tendance à manifester un comportement désapprouvé par la plupart des gens lorsqu'un modèle a affiché ce comportement sans être puni.

De même, le principe d' "inhibition" nous permet d'apprendre à ne pas faire une chose à laquelle nous sommes habitués par imitation d'un modèle qui ne le fait pas. Par exemple, des jeunes gens qui assistent pour la première fois à un concert classique évitent de parler entre eux et de se lever pour applaudir avant la fin du spectacle par imitation du comportement des autres membres du public.
