

MÉMOIRE ET
APPRENTISSAGE IMPLICITE
Serge Nicolas et Pierre Perruchet

PSYCHOLOGIE
française



MARS 1998 TOME 43 - n°1

L'apprentissage implicite : un débat théorique

Pierre Perruchet

Directeur de recherche au CNRS

Principaux thèmes de recherche :
*mémoire et apprentissage,
en relation avec les aspects conscients
et inconscients
de l'activité psychologique.*

Laboratoire d'étude des apprentissages
et du développement (LEAD)
Faculté des Sciences, Université de Bourgogne
6 Bd. Gabriel, F - 21000 Dijon
email : perruche@u-bourgogne.fr

Serge Nicolas

Maître de conférences en psychologie cognitive

Principaux thèmes de recherche :
*psychologie de la mémoire humaine ;
histoire de la psychologie scientifique.*

Université René Descartes et EPHÉ
Laboratoire de psychologie expérimentale
URA CNRS 316
28, rue Serpente, F - 75006 Paris
email : nicolas@idf.ext.jussieu.fr
email : nicolas@psycho.univ-paris5.fr (à venir)

ABSTRACT

The term implicit learning designates an adaptive mode in which subject's behavior is sensitive to the structural features of an experienced situation, without the adaptation being due to an intentional exploitation of subject's explicit knowledge about these features. This paper examines how the interpretation of this phenomenon has changed over years, with the early idea according to which behavioral adaptation relies on the implicit abstraction of the rules underlying the situation being progressively dropped out. In the perspective outlined here, implicit learning is thought of as allowing subjects to pass from conscious perceptions and representations to other, generally better structured, conscious perceptions and representations, through the action of intrinsically unconscious mechanisms.

Perspective historique

Le domaine de l'apprentissage implicite forme aujourd'hui un corps de recherche important et unifié. Il constitue l'objet d'une production scientifique abondante, incluant des ouvrages entiers (e.g. Cleeremans, 1993 ; Berry & Dienes, 1993 ; Berry, 1997 ; Stadler & Frensch, 1998) et des numéros spéciaux de journaux spécialisés. Pour comprendre l'état actuel de la recherche dans ce domaine, il

n'est pas inutile toutefois de décrire l'origine morcelée et hétérogène de cette littérature. Les travaux centrés sur ce que l'on appelle aujourd'hui l'apprentissage implicite dérivent en effet de recherches conduites dans trois domaines indépendants.

Le premier domaine est celui de la linguistique et de la psycholinguistique des années 1950. On pourra lire dans l'article de Nicolas (1996) comment Arthur Reber en vint à concevoir ses recherches sur ce qu'il a le premier dénommé l'« apprentissage implicite » de grammaires à états finis, à partir des projets en cours de Miller et Chomsky. Brièvement résumée, la situation expérimentale utilisée consiste à donner à mémoriser à des sujets une série de chaînes de quelques consonnes, chaque chaîne étant engendrée à partir d'une mini-grammaire définissant l'ordre possible de ces consonnes. À la fin de cette phase, les sujets sont informés que les chaînes étudiées jusque-là étaient en fait engendrées par une grammaire, et qu'ils devront, dans une seconde phase, essayer de dissocier, parmi un ensemble de nouvelles chaînes, celles qui respectent et celles qui violent les règles de cette grammaire. Dans cette situation, les sujets parviennent à classer les chaînes grammaticales et non grammaticales avec un taux de réussite supérieur à ce que le hasard permettrait d'attendre, sans être pour autant capables de verbaliser les règles sur lesquelles leurs jugements semblent se fonder.

En respectant l'ordre historique, la seconde source de la littérature sur l'apprentissage implicite est à rechercher dans les travaux conduits par Donald Broadbent à la fin des années soixante-dix, dans une perspective partiellement orientée vers des applications ergonomiques (e.g. Broadbent, 1977). Dans l'une des situations par exemple, les sujets devaient jouer le rôle de contrôleur des transports urbains d'une ville fictive. Leur tâche consistait à contrôler le nombre de passagers utilisant les bus et le nombre de places de parking libres en variant l'intervalle de temps entre les bus et le coût du stationnement. À l'insu des sujets, les variables dépendantes et les variables contrôlées par l'opérateur étaient reliées par un système d'équations linéaires. À nouveau, les sujets parvenaient à prendre des décisions adaptées pour atteindre des objectifs spécifiés au préalable, sans être toutefois capables de répondre à des questions concernant la nature des relations constitutives du système. Dans la même série de recherches, les sujets avaient à prendre des décisions sur une modélisation de l'économie britannique, et une dissociation similaire était observée entre le

caractère relativement adapté des décisions effectives et l'absence de connaissance explicite concernant les principes du modèle économique.

La troisième et dernière source d'inspiration des travaux actuels portant sur l'apprentissage implicite se situe au confluent des recherches sur le rôle de l'attention dans la mémoire, et l'acquisition d'habiletés sensori-motrices. Dans l'expérience princeps de Nissen et Bullemer (1987), les sujets avaient à pister une cible se déplaçant sur l'écran. La cible pouvait occuper l'une ou l'autre de quatre positions disposées en ligne au bas de l'écran d'un ordinateur, et les sujets devaient appuyer sur l'une ou l'autre des quatre touches du clavier désignées au préalable, touches choisies en correspondance spatiale avec les cibles. La consigne invitait à répondre aussi vite que possible, et la cible suivante apparaissait immédiatement après la réponse du sujet. Certains sujets poursuivaient une cible qui suivait une même séquence de dix essais continuellement répétée, alors que pour d'autres, la cible se déplaçait selon une trajectoire réellement aléatoire. Les performances, mesurées par les temps de réaction, s'amélioraient au fil des essais, et cela davantage lorsque les sujets poursuivaient la séquence répétée plutôt qu'une série aléatoire. Dans les conditions normales, cette amélioration de performances précédait la prise de conscience de la répétition par les sujets. De plus, l'étude initiale de Nissen et Bullemer montrait que des patients atteints d'une amnésie de Korsakoff amélioraient leur performance motrice à l'égal des sujets normaux, tout en étant ensuite incapables de rapporter l'existence d'une répétition.

Les domaines dans lesquels ces trois séries de travaux, initialement indépendantes (ainsi aucune mention des recherches relatives aux systèmes de contrôle et aux grammaires artificielles n'apparaît dans l'article de Nissen et Bullemer, pourtant postérieur à celles-ci, respectivement, de dix et vingt ans), ne devaient que récemment converger dans une même problématique, grâce notamment à un article de synthèse sur l'apprentissage implicite publié par Reber en 1989. Toutefois, les conséquences de l'hétérogénéité initiale restent perceptibles. Au chapitre des conséquences négatives figure le fait que la notion d'apprentissage implicite demeure fort imprécise. Certes, les situations expérimentales ont certains points communs. Le plus marquant est sans doute que les sujets sont confrontés à un environnement structuré par un ensemble de règles, et jamais à des « contre-exemples », c'est-à-dire à des instanciations infirmant ces règles. De ce point de vue, les situations

d'apprentissage implicite s'opposent aux anciennes situations de formation de concepts, au cours desquelles on présentait aux sujets, en les décrivant comme tels, une succession d'exemplaires représentatifs ou non du concept.

Mais les tâches utilisées dans les trois domaines diffèrent sur des points essentiels. Ainsi, dans les grammaires artificielles, les sujets sont placés dans une tâche d'apprentissage intentionnel des items grammaticaux, mais non de leur règles génératrices. Par contraste, les sujets sont placés dans une tâche d'apprentissage intentionnel du système lui-même dans les tâches de contrôle de systèmes complexes utilisées par Broadbent, et dans des conditions totalement incidentes d'apprentissage dans les tâches de temps de réaction séquentielles. Les conditions de tests ne sont pas plus homogènes. Dans les grammaires artificielles, les sujets doivent décider du statut de nouvelles chaînes en se référant explicitement à ce qu'ils ont appris lors de la phase d'étude antérieure (ce qui, paradoxalement, classe cette tâche comme « explicite » si l'on se réfère au sens du terme dans le contexte de la littérature sur les mémoires implicite et explicite). Cet aspect est moins marqué dans les tâches de contrôle, et absent des tâches de temps de réaction séquentiel. Il en résulte que, selon les auteurs, les conditions expérimentales jugées nécessaires à l'établissement d'un apprentissage implicite relèvent d'un panachage entre des conditions plus ou moins incidentes d'apprentissage et la nature plus ou moins directe du test, les deux aspects, pourtant logiquement indépendants, étant souvent mal dissociés, voire confondus.

Un autre point de divergence entre situations expérimentales concerne la structure des règles définissant le matériel, qui diffèrent notablement quant à leur degré d'abstraction. Par exemple, les équations linéaires décrivant les relations entre variables dans les expériences de contrôle de systèmes sont très abstraites : deux paramètres de l'équation suffisent à déterminer les variables cibles pour n'importe quelle valeur d'entrée. Si un sujet acquiert la connaissance de ces équations, il devient capable de répondre de façon adaptée à n'importe quelle situation concrète. Dans les tâches de temps de réaction séquentielles, le seul élément abstrait concerne l'existence d'une répétition dans les séquences. Toutefois, il faut également acquérir, pour une amélioration effective des performances, la connaissance spécifique de la séquence elle-même. Cette ambivalence des tâches conduit également à certaines ambi-

guïtés dans la définition du phénomène d'apprentissage implicite. Certains, et en particulier Reber, identifient apprentissage implicite et apprentissage des règles qui structurent la situation, alors que d'autres n'incluent pas dans leur définition la mention de la forme de connaissance qui est supposée avoir été acquise, et mettent uniquement l'accent sur l'adaptation comportementale.

Premiers aperçus sur le phénomène et son interprétation

Si l'origine hétérogène du concept d'apprentissage implicite est source de difficultés, elle comporte néanmoins certains avantages. Certes, la définition du phénomène ne fait pas l'objet d'un consensus, mais on peut défendre l'idée qu'au moins dans une étape préliminaire de la recherche, la restriction à un objet d'étude très pointu, défini par une méthodologie étroitement codifiée, n'est pas nécessairement la stratégie la plus heuristique. Dans le cas particulier, l'hétérogénéité apparente des situations expérimentales et des phénomènes observés dans ces situations conduit à rechercher leur point commun à un niveau plus profond.

Nous définirons l'apprentissage implicite comme un mode d'adaptation dans lequel le comportement d'un sujet apparaît sensible à la structure d'une situation, sans que cette adaptation ne soit imputable à l'exploitation intentionnelle de la connaissance explicite de cette structure. Il ne s'agit pas d'affirmer l'absence de toute connaissance explicite, mais seulement de souligner que l'adaptation comportementale ne repose pas sur l'exploitation intentionnelle de cette connaissance. Cette définition renvoie à un phénomène dont nous avons tous l'expérience, celle qui consiste à s'adapter à une situation complexe sans que l'on parvienne à comprendre les racines et les raisons de cette adaptation. Un prototype fréquemment cité d'apprentissage implicite est l'acquisition de la langue maternelle. L'enfant apprend à parler, c'est-à-dire à maîtriser l'outil complexe du langage, sans aborder cette tâche sur un mode analytique, et sans pouvoir verbaliser ce qu'il apprend exactement. D'autres exemples concernent l'adaptation aux lois physiques, la formation des catégories naturelles, ou encore la sensibilité aux règles de la musique tonale. On retrouve dans tous ces exemples le fait que l'essentiel de l'information est convoyé sous forme positive (par exemple, les objets de l'environnement sont toujours soumis aux lois de la gravité : le crayon tombe toujours par terre, on ne le voit jamais s'élever dans les airs

avec un commentaire assurant qu'il s'agit là d'une manifestation erronée de la loi). Il ne s'agit pas d'affirmer qu'il n'y a pas, dans toutes ces acquisitions, une part d'analytique, d'intentionnel, d'explicite, mais pour l'essentiel, l'adaptation comportementale repose sur quelque chose qui reste inaccessible introspectivement. Les situations expérimentales d'apprentissage implicite ne cherchent qu'à reproduire, en miniature, dans une situation où la structure est créée de toutes pièces par l'expérimentateur, ce qui se passe dans ces formes d'apprentissage naturel.

Un autre avantage de l'histoire particulière de ce domaine est relatif à l'interprétation théorique du phénomène d'apprentissage implicite. Il est remarquable que les interprétations proposées pour chacune des situations examinées aient suivi, au moins en partie indépendamment, la même évolution. Cette communauté d'évolution ne signifie pas qu'elle constitue un progrès inéluçable, mais permet néanmoins d'accréditer l'idée qu'elle recouvre un phénomène suffisamment général pour mériter examen. Le corps de cet article s'attache à décrire cette évolution dans chacun des trois domaines considérés.

Initialement, l'amélioration de performance observée dans une situation dont la structure ne peut être adéquatement décrite par le sujet est attribuée à l'acquisition de connaissances inconscientes, ces connaissances inconscientes étant supposées porter sur la structure que l'expérimentateur a construite. Cette interprétation, à vrai dire, n'est pas présentée dans les premiers travaux comme une option théorique parmi d'autres, mais comme la seule lecture possible des résultats. Un certain nombre d'années plus tard, de nouvelles interprétations émergent. Il est capital de souligner qu'il ne s'agit « que » de ré-interprétations, et non d'une remise en cause des résultats eux-mêmes. Bien au contraire, les travaux postérieurs, en dépit de l'utilisation de procédures de contrôle plus élaborées, confirment pour l'essentiel les données empiriques initiales. Mais une interprétation théorique radicalement différente de ces données est proposée. L'origine de ce changement conceptuel est liée au constat que l'amélioration de performance observée peut être due à autre chose qu'à l'acquisition de connaissances relatives à la structure de la situation. Ce constat remet en cause le statut inconscient de l'apprentissage. En effet, le fait que le sujet ne soit pas conscient de la structure de la situation n'a plus aucune pertinence, si la connaissance de cette structure n'est pas à la source des modifications

comportementales, et qu'en conséquence rien ne permet d'inférer l'existence effective de cette connaissance. Ce qu'il convient alors d'examiner, c'est le statut de la connaissance qui sous-tend réellement les performances. Or, il apparaît que, de façon générale, cette connaissance est consciente, dans un sens que nous précisons. Après avoir examiné comment cette évolution a pris corps dans chacun des trois domaines expérimentaux considérés, nous examinerons les implications de ce changement conceptuel à un niveau plus général.

Les situations d'apprentissage séquentiel

En considérant tout d'abord les situations d'apprentissage séquentiel, nous rompons avec la chronologie pour adopter une démarche allant du plus simple au plus complexe. Ces situations, en effet, sont les plus simples (pas nécessairement du point de vue du sujet, mais sur le plan conceptuel). Rappelons que, dans la situation standard, il s'agit pour le sujet de poursuivre une cible se déplaçant sur l'écran d'un ordinateur. La cible peut prendre l'une ou l'autre de quatre positions disposées en ligne, et le sujet doit appuyer le plus rapidement possible sur l'une des quatre touches du clavier qui lui ont été préalablement désignées. Dans le groupe expérimental, la même séquence est continuellement répétée. Dans l'expérience initiale de Nissen et Bullemer (1987) et de nombreuses études ultérieures, la séquence, qui comprend dix éléments, est DBCACBDCBA, les lettres A, B, C, et D désignant les positions de gauche à droite. Dix séquences sont enchaînées sans marques de transition perceptibles pour former un bloc de cent essais. Dans un groupe contrôle, le cible se déplace de façon complètement aléatoire sur les cent essais de chaque bloc (à ceci près que deux cibles successives n'apparaissent jamais à la même position). Dans les deux groupes, les blocs sont répétés un certain nombre de fois, après de courtes pauses.

Les résultats rapportés sont les suivants. D'une part, les temps de réaction de tous les sujets s'améliorent au fil des essais, reflétant l'effet d'un entraînement à ce type de tâche et des ajustements sensori-moteurs consécutifs à la pratique d'une tâche de poursuite. Mais le fait important est que les temps de réaction des sujets percevant la séquence répétée diminuent davantage et plus rapidement que ceux des sujets contrôles. D'autre part, ces résultats ne semblent pas liés à la prise de conscience de la répétition d'une même série. Les sujets normaux prennent conscience de la répétition si

une pratique suffisante leur est autorisée, mais l'amélioration de performance semble précéder cette prise de conscience. De plus, une amélioration comparable est observée chez des sujets amnésiques qui demeurent incapables d'évoquer la structure de la tâche.

L'interprétation naturelle de ces résultats consiste à considérer qu'ils témoignent de la capacité du système cognitif à analyser la structure d'un matériel et à en tirer profit dans l'adaptation comportementale, sans que le fruit de cette analyse ait de répercussion au niveau conscient. Cette interprétation a été remise en question pour des raisons qu'il importe d'examiner en détail. Considérons à nouveau la séquence décrite plus haut. On remarque aisément que les différentes positions possibles n'y sont pas également représentées, puisque l'on dénombre 3 B et 3 C, et seulement 2 A et 2 D. Cette caractéristique est suffisante pour rendre compte d'une différence de temps de réaction moyen, par rapport à une séquence aléatoire où tous les essais sont également présentés. On sait en effet que dans une situation de temps de réaction à choix multiple, le temps de réaction tend à être plus court pour les cibles les plus fréquentes, et plus long pour les cibles les moins fréquentes. Les deux effets ne se compensent pas, parce que les temps de réaction aux cibles les plus fréquentes pèsent davantage, dans un calcul de moyenne, que les temps de réaction à des cibles rares, par un simple effet de nombre. En conséquence, le temps de réaction moyen à une séquence où les issues ne sont pas équiprobables, telle que la séquence répétée, diminue davantage avec la pratique que le temps de réaction à une séquence où les issues sont équiprobables, comme dans la séquence aléatoire.

Il est facile de démontrer, par l'adjonction d'un groupe contrôle pour lequel la séquence, bien qu'aléatoire, respecte la probabilité des cibles de la séquence systématique, ou plus simplement par l'usage d'une séquence répétée dans laquelle toutes les cibles sont équiprobables, que ce facteur est effectivement en partie responsable des différences observées (Shanks, Green et Kolodny, 1994). Supposons, pour les besoins de l'illustration, que cet effet suffise à expliquer les différences observées dans les situations d'apprentissage séquentiel. L'absurdité de l'interprétation conventionnelle devient alors évidente. Dans cette interprétation, le fait que le sujet ne puisse verbaliser que la même séquence est continuellement répétée est supposé indiquer le caractère inconscient de cette connaissance. Si l'amélioration de

performance est due à l'apprentissage de la fréquence des événements isolés, rien ne permet d'inférer que la connaissance d'une répétition existe réellement. Il devient alors beaucoup plus économique de supposer que cette connaissance n'existe pas, que ce soit au niveau conscient ou inconscient. La seule question pertinente est alors de savoir si le trait responsable du changement comportemental, à savoir la non-équiprobabilité des cibles, est consciemment perçu. Cette question n'est évidemment pas posée dans le cadre de travail conventionnel.

En réalité, la considération des effets liés à la fréquence simple des événements cibles ne suffit pas à expliquer l'ensemble des résultats. Mais on peut toutefois parvenir assez facilement à cet objectif en considérant la fréquence conditionnelle de ces événements. Il s'agit alors d'évaluer la probabilité d'un événement, connaissant un (loi de dépendance de premier ordre) ou deux (loi de dépendance de second ordre) événements antérieurs. Pour la séquence considérée, les lois de dépendance de premier ordre sont relativement peu informatives : chaque position peut être suivie par au moins deux des trois positions possibles (les répétitions étant éliminées par construction). Par contre, la prise en considération des dépendances de second ordre suffit à prédire presque n'importe quel successeur. Par exemple, DB est toujours suivi de C, BC est toujours suivi de A, etc. (il n'y a en fait que CB dont le successeur peut être soit D, soit A). Ceci signifie qu'il n'y a aucun besoin, pour le sujet, de concevoir que chaque bloc d'essais consiste en la répétition d'une même séquence de dix essais. La seule connaissance des dépendances de second ordre suffit à prédire parfaitement neuf positions sur dix, une connaissance très largement supérieure à celle qui suffirait pour rendre compte de l'amélioration sélective des temps de réaction. La question cruciale consiste à savoir si les sujets acquièrent réellement ce type d'information. Si oui, le fait que les sujets ne puissent rendre compte verbalement de la structure répétée de la tâche devient non pertinent, puisque cette structure n'est pas utilisée par le système, et l'interrogation doit se porter sur la nature, consciente ou inconsciente, des lois de dépendances pertinentes.

Il existe de nombreuses indications permettant de penser que l'amélioration des temps de réaction est due à la connaissance de quelques fragments de la séquence, qui fournissent une connaissance approchée, mais suffisante, des règles séquentielles déterminant la séquence (ainsi, la connaissance de

la suite DBC indique que DB peut être suivi de C, sans spécifier toutefois si DB est *toujours* suivi de C). Il apparaît d'autre part que cette connaissance est consciente. Par exemple, Perruchet et Amorim (1992) ont montré que les sujets entraînés avec la séquence décrite plus haut devenaient très rapidement capables de reconnaître un certain nombre de fragments de cette séquence, et que les fragments reconnus correspondaient exactement aux fragments de la séquence sur lesquels une amélioration de temps de réaction pouvait être observée (dans la cas particulier, il s'agit essentiellement du fragment DCBA). Nous reviendrons plus loin sur l'interprétation qu'il convient de donner à ce genre de résultats, mais il est déjà possible de montrer comment ils illustrent le schéma évolutif esquissé plus haut. Dans un premier temps, l'évolution de performance a été attribuée à une capacité du système à abstraire inconsciemment la règle que l'expérimentateur a utilisée pour construire son matériel, ici une règle de répétition de séquence. Puis il est apparu que la connaissance de cette règle n'est pas utile, et que l'amélioration comportementale est due à des connaissances fragmentaires et spécifiques, et parfois même à des facteurs que l'expérimentateur a placés de façon inadvertante dans la situation (par exemple ici, la non-équiprobabilité des différents événements). Il est alors généralement possible de démontrer que ces connaissances ont des répercussions au niveau de la conscience que le sujet a de la tâche.

Les tâches de contrôle

Rappelons l'exemple de situation de contrôle évoquée en introduction. Les sujets devaient jouer le rôle de contrôleur des transports urbains d'une ville fictive. Leur tâche consistait à contrôler le nombre de passagers utilisant les bus et le nombre de places de parking libres en variant l'intervalle de temps entre les bus et le coût du stationnement. À l'insu des sujets, et ceci est un point commun à l'ensemble des tâches utilisées dans ce contexte quel qu'en soit l'« habillage », les variables dépendantes et les variables contrôlées par l'opérateur étaient reliées par un système d'équations linéaires. Dans ces tâches, les sujets devenaient capables de prendre des décisions adaptées pour atteindre des objectifs spécifiés à l'avance, sans pouvoir répondre à des questions concernant la nature des relations constitutives du système. Ce genre de résultats a été répliqué avec de nombreuses situations. Dans l'une des plus fréquemment utilisées

(après Berry & Broadbent, 1984), les sujets doivent contrôler la production d'une usine de sucre en variant le nombre d'ouvriers. L'équation du système est la suivante :

$$P1 = 20 * W - Po + R$$

où P1 représente la production souhaitée, Po la production actuelle, W le nombre de travailleurs impliqués, et R un terme aléatoire. Le résultat est le même : avec la pratique, la performance s'améliore sans que la connaissance du système n'augmente.

Plus surprenant encore, les relations entre ces deux composantes - performance effective et connaissance verbalisable du système - sont parfois non seulement nulles, mais négatives. Ainsi dans la situation décrite précédemment, Berry et Broadbent (1984) ont observé que les sujets qui assuraient en moyenne le meilleur contrôle du système étaient ceux qui obtenaient les moins bons scores lors d'un interrogatoire post-expérimental portant sur les propriétés de ce système. Ces données apparaissent particulièrement démonstratives de l'idée selon laquelle le système cognitif est capable d'abstraire et d'utiliser inconsciemment les propriétés structurales de l'environnement.

Au fil des années, il s'est avéré toutefois que cette conclusion n'est pas aussi certaine qu'elle était tenue initialement. Au premier abord, puisque le système est régi par des équations linéaires, l'adaptation comportementale à ce système semble témoigner de l'intégration, sous une forme ou sous une autre, de ces équations par l'appareil cognitif. Mais il existe une interprétation alternative. Dans les situations expérimentales, les valeurs d'entrée et les états du système peuvent prendre un nombre de valeurs relativement réduit (douze, ou moins), réduisant par là même le nombre de situations possibles. De plus, puisque la valeur de sortie, c'est-à-dire la cible, est fixée, le nombre de valeurs réellement utiles est égal au nombre d'états du système. Ainsi, dans l'usine de production de sucre, si Po, la production actuelle, est de 6'000 tonnes, et que la cible a été fixée à 9'000 tonnes, il suffit de retenir que l'on doit utiliser 750 ouvriers (pour simplifier, on suppose ici que le terme d'erreur est 0). Tout ceci signifie qu'au lieu d'abstraire l'équation permettant de retrouver les valeurs de sortie étant donné l'état du système et l'entrée actuelle, il est tout à fait possible d'apprendre les quelques valeurs utiles par essais et erreurs. Tester cette hypothèse est relativement facile : il suffit de comparer les performances des sujets sur des situations déjà

rencontrées antérieurement et sur des situations nouvelles. Si l'équation a été apprise, les performances doivent être équivalentes dans les deux cas. Or ce n'est pas le résultat observé : les sujets ne connaissent que les situations qu'ils ont expérimentées, montrant ainsi que leurs connaissances sont spécifiques, et non pas abstraites (e.g. Marescaux, Luc et Karnas, 1989).

On comprend aisément que, dans ce cas, il n'y ait rien de surprenant à ce que l'amélioration des performances ne s'accompagne pas de la connaissance verbalisable des propriétés structurales du système. Le fait que cette connaissance ne soit pas verbalisable ne signifie pas qu'elle soit inconsciente : plus simplement, il est possible qu'elle n'existe pas du tout. Par contre, si l'on examine le statut des connaissances spécifiques réellement impliquées dans les performances, on peut montrer que ces connaissances sont explicites (e.g. Marescaux, 1997).

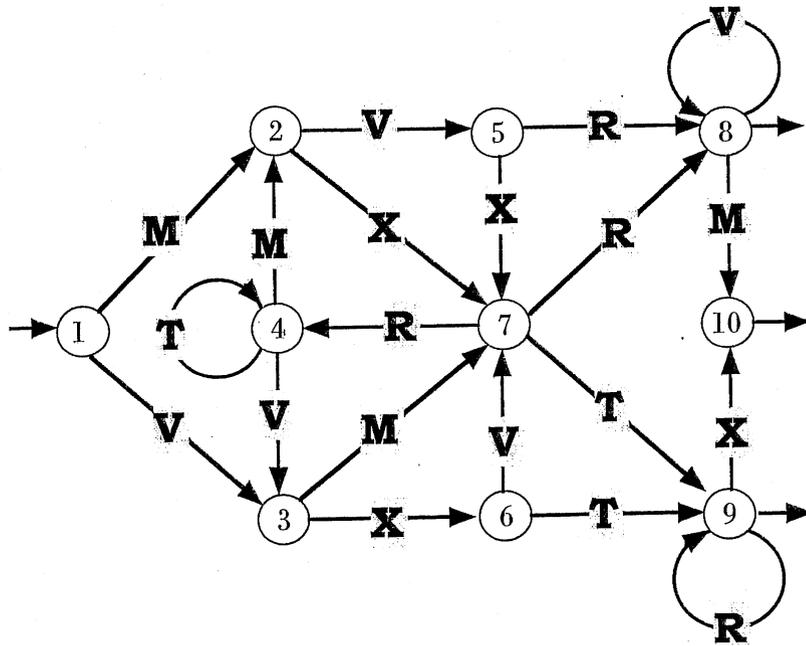
Comment interpréter, dans ce contexte, la corrélation *négative* entre performance et connaissance verbalisable rapportée par Berry & Broadbent (1984) ? Pour comprendre ce résultat, il est nécessaire d'examiner plus en détail la situation à laquelle les sujets étaient soumis. L'analyse de l'équation rapportée ci-dessus montre que, pour obtenir une bonne performance, il faut toujours répondre au même niveau, une fois celui-ci atteint. Si le niveau cible de 9'000 tonnes a été atteint, il suffit de garder toujours 900 ouvriers pour le conserver (en supposant toujours $R = 0$). Dans la pratique, la présence de ce terme aléatoire masque cette régularité). Comme l'ont montré Buchner, Funke et Berry (1995), cette caractéristique est suffisante pour rendre compte des corrélations interindividuelles négatives. En effet, la recherche d'une bonne performance conduit à maintenir constant le niveau d'entrée, mais détourne le sujet d'une exploration du système. En revanche, explorer le système en essayant diverses valeurs d'entrée conduit inévitablement à une détérioration des performances. Si l'on considère que seule l'exploration du système permet de répondre adéquatement au questionnaire post-expérimental, la corrélation négative s'explique aisément : les sujets cherchant à optimiser leur performance n'ont pas eu l'opportunité d'acquiescer des informations sur le fonctionnement du système dans son ensemble, alors que les sujets qui, intentionnellement ou non, ont varié leurs entrées ont pu analyser le fonctionnement du système sur une base plus large, mais au détriment de leur performance effective.

Les grammaires artificielles

Dans les situations standards de grammaire artificielle, les sujets doivent tout d'abord mémoriser une série de chaînes de quelques consonnes, chaque chaîne étant engendrée à partir d'une mini-grammaire telle que celle représentée en figure 1 (page suivante). Cette grammaire définit l'ordre possible des lettres. Après cette phase d'étude, les sujets sont informés que les chaînes étudiées jusque là étaient engendrées par une grammaire, et qu'ils devront maintenant essayer de dissocier, parmi un ensemble de nouvelles chaînes, celles qui respectent et celles qui violent les règles de cette grammaire. Les sujets parviennent à classer les chaînes grammaticales et non grammaticales avec un taux de réussite supérieur à ce que le hasard permettrait d'attendre, sans être capable de verbaliser les règles sur lesquelles leurs jugements semblent se fonder.

L'interprétation initialement proposée par Reber (1967), est que les sujets abstraient inconsciemment la grammaire. Le sujet est supposé acquiescer, lors de l'examen des chaînes d'études, une connaissance dont la forme est isomorphe à celle de la grammaire à états finis. Cette acquisition est incidente : paradoxalement, des instructions invitant les sujets à une analyse explicite de la structure du matériel exercent plutôt un effet négatif sur les performances ultérieures (du moins lorsque la grammaire est suffisamment difficile à inférer). Cette grammaire est stockée, et constitue une « connaissance implicite », de nature abstraite. Lors de la présentation d'une chaîne test, d'autres processus inconscients entrent en jeu pour évaluer dans quelle mesure cette chaîne test est conforme à la grammaire.

Les défenseurs de cette position sont peu prolixes sur les mécanismes effectivement engagés. Tout au plus peut-on préciser ce qu'ils entendent par connaissance abstraite en décrivant la situation expérimentale supposée fournir, selon ces auteurs, la meilleure indication d'abstraction. Dans cette situation, les sujets sont tout d'abord soumis à une phase de familiarisation identique à celle décrite plus haut. La différence apparaît lors de la phase test. Les items proposés lors de cette phase sont construits avec une suite de lettres différentes de celle utilisée précédemment, chaque lettre initiale étant remplacée, de façon consistante, par une autre lettre. Dans l'exemple donné en figure 1, la lettre X a été remplacée par la lettre T à chacune de ses occurrences, et ainsi de suite. Certaines expériences (e.g. Altman, Dienes et Goode, 1995)



ÉTUDE		TEST	
		A	B
VMRMVRV	1	VMRMVRV	VMRMTRV
MXRTVXT	1	MXRTMXT	MXRTRXT
	2	MXRMVRV	MXRMTRV
	2	VMRTVXT	VMRTTXX

Figure 1 - Le diagramme représente un exemple de grammaire à états finis. Les chaînes de consonnes « grammaticales » sont engendrées en suivant les flèches. Les items présentés durant la phase d'étude sont tous grammaticaux. Dans cet exemple, les items-tests de la colonne A sont aussi grammaticaux, alors que les items-tests de la colonne B ne le sont pas. Les items-tests des lignes 1 sont similaires aux items d'études (ils ne diffèrent d'un item d'étude donné que par une lettre), alors que les items-tests des lignes 2 sont dissimilaires. Ce plan permet de mesurer séparément l'effet de la grammaticalité de l'effet de la similarité à des items d'étude spécifiques. (la grammaire, et les extraits de matériel présentés sont empruntés à Vokey & Brooks, 1992, expériences 1 et 4).

montrent que les jugements de grammaticalité des sujets portant sur ces nouvelles chaînes, bien que moins exacts que ceux portant sur le matériel d'origine, demeurent supérieurs au hasard. Tout se passe comme si les sujets avaient acquis la connaissance d'un diagramme vide, par-delà l'information de surface relative à la nature spécifique des lettres. Une composante de cette forme abs-

traite de connaissance pourrait être, par exemple, qu'aucune des trois premières lettres n'est répétée.

Brooks (1978) a été le premier auteur à proposer une conception différente. Selon lui, les items présentés lors de la phase de familiarisation sont simplement mémorisés. Lors du test, la grammaticalité des items est évaluée comme une fonction de la similarité entre l'item cible et un ou plusieurs

items mémorisés. Il est important de saisir l'ampleur du changement conceptuel. Dans l'interprétation de Reber, l'essentiel du phénomène d'apprentissage implicite, qui est conçu comme un phénomène de formation d'une connaissance abstraite de la structure du matériel, s'opère lors de l'exposition initiale au matériel grammatical. Il suffit, lors du test, d'appliquer cette connaissance, qui est sous un format abstrait, « prête à être utilisée » dans un grand nombre de cas possibles. Dans l'interprétation de Brooks, aucune opération d'abstraction, ou de condensation quelconque de l'information, n'a lieu durant la phase de familiarisation. Le matériel est simplement mémorisé. Tout se passe lors de la phase test, « on line », en présence de l'item sur lequel un jugement doit être opéré. Ce jugement s'établit alors en évaluant le degré de similarité de cet item avec les items d'étude. Si l'item-test est fortement similaire à un item d'étude, il est jugé grammatical, et non grammatical dans le cas contraire.

Pourquoi cette hypothèse rend-elle compte des résultats ? Le point crucial est que les items-tests grammaticaux ressemblent davantage aux items d'étude que les items-tests non grammaticaux (ceci n'est pas nécessairement vrai de chaque item-test, mais se vérifie en moyenne). En conséquence, abstraire et appliquer des lois conduit aux mêmes performances que juger par similarité aux produits de ces lois. Ceci, du moins, advient dans les conditions naturelles, et dans un matériel de laboratoire qui n'a pas été spécialement construit pour éviter cette confusion. Mais il est possible, dans un contexte expérimental, de construire le matériel de façon à orthogonaliser le respect des règles et la ressemblance. Considérant à nouveau la figure 1, qui reprend certains éléments du matériel utilisé par Vokey et Brooks (1992), il apparaît

que les items-tests de la colonne A sont grammaticaux, et ceux de la colonne B sont non grammaticaux. Par contre, les items-tests des lignes marquées « 1 » sont similaires à un item d'étude (dans le sens où ils ne diffèrent que par une lettre), alors que les items-tests des lignes marquées « 2 » sont dissimilaires (dans le sens où ils diffèrent de n'importe quel item d'étude par au moins deux lettres). Ceci permet d'évaluer l'effet de la grammaticalité sans confusion avec l'effet de la similarité (par exemple, les items A1 et B1 ne diffèrent tous deux des items d'étude que par une lettre), et réciproquement, d'évaluer l'effet de la similarité sans confusion possible avec l'effet de la grammaticalité. En réalité, dans l'expérience de Vokey et Brooks (1992), les deux facteurs déterminent les

performances à part à peu près égales. Ceci conduit à formuler une conception hybride, reprise en particulier par Reber aujourd'hui, selon laquelle les performances s'expliquent d'une part par l'abstraction inconsciente de règles, d'autre part par analogie à des exemplaires spécifiques.

Cette conception rend compte des résultats expérimentaux, mais, il faut le remarquer, d'une façon qui est loin d'être parcimonieuse. En effet, les performances sont prises en compte par la mise en jeu de deux mécanismes indépendants, chacun d'eux faisant appel à des processus inconscients assez sophistiqués (abstraction de règle et jugement de similarité avec un item mémorisé) dont l'existence n'a pas reçu de validation indépendante. Ce constat a conduit à proposer une troisième catégorie d'interprétation (Perruchet, 1994). Celle-ci consiste à garder l'essentiel de l'interprétation de Brooks, et en particulier conserve l'idée qu'il ne s'opère aucune forme d'abstraction lors de la phase de familiarisation. L'adaptation à une situation nouvelle ne repose pas sur la formation d'une connaissance abstraite prête à être appliquée à un large éventail de situations différentes, mais sur la similitude existant entre une situation ancienne et la situation actuelle. La différence principale repose sur la nature des unités de traitement initiales, et en particulier sur leur taille. Dans l'interprétation de Brooks, les chaînes de lettres sont supposées être encodées de façon holistique. Dans la nouvelle interprétation proposée, les unités de traitement formées par les sujets correspondent à des parties de chaînes, typiquement à des groupes de deux ou trois lettres. Il peut sembler que le changement est mineur, mais il s'avère capital, pour deux raisons principales.

Tout d'abord, au niveau empirique, l'interprétation gagne considérablement en puissance explicative. Ce gain de puissance peut être facilement illustré, à nouveau à partir du matériel représenté en figure 1. Considérons par exemple la chaîne VMRTVXT, qui figure parmi les chaînes grammaticales et dissimilaires (A2). La chaîne est dissimilaire parce qu'elle diffère de toutes les chaînes d'étude par plus d'une lettre, et dans l'interprétation de Brooks, ce trait suffit à classer cette chaîne, à tort, parmi les chaînes non grammaticales. Supposons maintenant que le sujet, au lieu de mémoriser les chaînes d'étude de façon holistique, ait encodé des unités partielles, et en particulier VMR et TVXT, parties intégrantes des chaînes d'étude. Dans ce cas, la chaîne VMRTVXT pourra être correctement jugée comme grammaticale, puisque composée de deux unités familières. Cet

exemple est généralisable, car, compte tenu de la structure des grammaires à états finis, les chaînes nouvelles présentées lors du test sont très fréquemment composées de la recombinaison de petites unités déjà présentées lors de la phase d'étude. Il peut être démontré que cette interprétation est capable de rendre compte de l'ensemble des performances observées dans l'expérience de Vokey et Brooks (1992), performances qui semblaient initialement requérir la mise en jeu de deux catégories de processus indépendants, abstraction de règles et similarité globale à des exemples spécifiques (Perruchet, 1994).

Outre le surcroît de puissance explicative que cela procure, changer la taille des unités cognitives sous-tendant les performances comporte un autre avantage, celui de permettre, à nouveau, un rapprochement entre les performances et la connaissance verbalisable de la situation. En effet, on peut montrer que la connaissance des petites unités de traitement, typiquement bigrammes et trigrammes, est consciente. Par exemple, le taux de reconnaissance explicite de ces unités apparaît suffisant pour rendre compte des jugements de grammaticalité (e.g. Perruchet & Pacteau, 1990). On retrouve donc, à propos des grammaires artificielles, le phénomène observé plus haut à propos des apprentissages séquentiels et des contrôles de système : lorsque l'on considère l'information réellement utilisée par le sujet, et non les règles abstraites que l'expérimentateur a conçues pour construire son matériel, cette information apparaît être accessible consciemment.

Vers une théorie de l'apprentissage implicite

On comprendra qu'il n'est pas possible de restituer en quelques pages les finesses et les complexités d'un champ de recherche en plein développement. Nous reconnaissons volontiers que la présentation ci-dessus relève plus d'une caricature que d'un portrait fidèle. Il serait possible d'illustrer l'évolution dont nous avons fait état par beaucoup d'autres données. Mais à l'inverse, un certain nombre de contre-arguments ont été passés sous silence. Nous avons présenté ici comme un progrès conceptuel une direction de pensée qu'un certain nombre de contributeurs dans le domaine persistent à rejeter. Plutôt que d'exposer plus en détails les éléments du débat, nous présenterons rapidement dans cette section comment, prolongeant l'évolution précédemment décrite, il est possible de dériver une théorie s'éloignant plus encore des présupposés de l'approche traditionnelle.

Dans la conception esquissée jusque-là, l'apprentissage implicite est supposé concourir à l'acquisition de connaissances spécifiques, composées d'éléments partiels de la situation expérimentale. En un sens, le seul changement introduit par rapport à une théorie postulant l'acquisition de règles abstraites concerne la nature des connaissances acquises, qui, pour simplifier, d'abstraites et inconscientes, deviennent spécifiques et conscientes. L'approche théorique récemment proposée par Perruchet & Vinter (1998 ; voir aussi Perruchet, Vinter et Gallego, 1997) s'éloigne du modèle standard d'une façon beaucoup plus radicale. Les changements introduits peuvent être résumés en quelques points.

Tout d'abord, l'effet de l'expérience antérieure n'est plus conçu comme étant médiatisé par la représentation mémorisée des événements composant cette expérience, mais plutôt par la modification des mécanismes impliqués dans le traitement de ces événements. Illustrons cet aspect par un exemple simple. Supposons qu'en phase d'étude d'une expérience d'apprentissage de grammaire artificielle, le sujet voie le trigramme VMR. Dans la conception standard, une nouvelle connaissance est formée en mémoire, dont la forme pourrait être « dans ce contexte spatio-temporel particulier, VMR constituait une partie d'un item ». Cet objet de connaissance est supposé être utilisé postérieurement lors du test de grammaticalité, le sujet étant capable, confronté à nouveau à VMR, d'évoquer la connaissance selon laquelle ce trigramme était présenté antérieurement, et d'en inférer sa grammaticalité. La modification comportementale est due à une extension de la base de connaissance, par l'action de processus supposés invariants. Mais, adoptant ce qui est parfois dénommé une vision procéduraliste (e.g. Kolers et Roediger, 1984 ; Ratcliff et McKoon, 1996), on peut penser que l'effet de l'expérience est avant tout d'altérer les processus impliqués dans le traitement de l'information. Après avoir lu une première fois VMR, la perception ultérieure de VMR s'en trouve changée, car, à l'image d'une rivière dont le flux des eaux tend à en modifier le cours d'une manière inévitable, les mécanismes mis en jeu dans un traitement quelconque sont modifiés par ce traitement. Dans ce cas, lors d'une exposition ultérieure, un item incluant VMR tendra à être jugé grammatical, non pas en référence à un objet de connaissance particulier, mais parce que la qualité de traitement de ce trigramme, induit par sa répétition, conduira à le juger comme une unité cognitive familière, par exemple.

Dans cette perspective, la modification des processus induite par leur intervention dans le traitement de l'information exerce une influence directe sur la perception consciente de l'environnement, ou en d'autres termes, l'expérience phénoménale que le sujet a de cet environnement. Par voie de conséquence, la modification de ces processus induit également des changements dans la représentation interne, consciente, de cet environnement. Ces propos sont paradoxaux en apparence, car ils conduisent à un renversement total de la perspective traditionnelle. Alors que, dans cette dernière, l'apprentissage implicite détermine la formation de connaissances inconscientes, il est supposé ici donner forme à l'expérience consciente. Mais un instant de réflexion suffit à montrer que c'est bien ce qui se passe dans les formes « naturelles » d'apprentissage implicite. Considérons l'exemple prototypique de la langue maternelle. Il n'est pas contestable que la perception qu'a l'adulte du langage parlé est différente de celle du bébé ou du locuteur étranger. Ainsi le locuteur d'une langue donnée perçoit directement le discours comme une suite de mots, là où l'analyse spectrographique du message, analogue probable du message traité par un non-locuteur, ne peut aboutir qu'à une suite ininterrompue de signaux.

Cet exemple conduit à examiner un dernier point, concernant la nature des modifications induites par l'apprentissage implicite dans la perception et la représentation consciente de l'environnement. L'apprentissage implicite conduit, par l'action de processus inconscients de nature associative, à former des percepts et représentations en correspondance structurale avec le monde. Ceci signifie que les unités perceptives et représentationnelles tendent à reproduire, au fil des interactions avec un environnement donné, les unités structurellement pertinentes de cet environnement. Nous prenons plus haut l'exemple de la perception de VMR dans le domaine des grammaires artificielles. Il faut comprendre que le sujet ne se forme pas cette unité, extraite d'une chaîne plus longue, par hasard. Si ce fragment devient une unité cognitive, c'est parce qu'il constitue une unité pertinente, caractérisant par exemple une récursion fréquente de la grammaire. De la même façon, l'enfant apprend à découper le flux du discours en mots, c'est-à-dire en unités signifiantes, et le monde physique selon les objets réels qui le composent. Ces aptitudes peuvent être expliquées par l'action de processus associatifs élémentaires. Pour résumer, l'apprentissage implicite, dans cette nouvelle perspective, est conçu comme un processus permettant au sujet de passer de perceptions et

représentations conscientes à d'autres perceptions et représentations, généralement mieux structurées, par l'action de mécanismes associatifs intrinsèquement inconscients dont la mise en jeu est une conséquence du traitement lui-même.

Les implications : l'apprentissage implicite en milieu naturel

Il est évident que les situations expérimentales, qu'il s'agisse de poursuivre manuellement des cibles en déplacement ou de lire des suites de consonnes sans signification, n'ont pas d'intérêt en elles-mêmes. Elle n'ont un sens que dans la mesure où elle permettent de reproduire en laboratoire, dans une situation miniature, un phénomène important de la vie réelle. Nous avons vu au début de cet article quel genre de situations naturelles il s'agit de simuler, et cité à titre d'exemples l'acquisition de la langue maternelle, l'adaptation aux lois physiques, la formation des catégories naturelles, ou encore la sensibilité aux règles de la musique tonale. En regard de ces champs d'application potentiels, quelles sont les implications de l'évolution conceptuelle que nous avons décrite ?

Une première réaction consiste à nier la pertinence de ce changement conceptuel dès lors qu'il s'agit de situation naturelle. Cette réaction, sous une forme voilée, est commune à bien des chercheurs, mais elle a parfois été formulée de façon parfaitement explicite (cf. en particulier Lewicki *et al.*, 1992). Le raisonnement est alors le suivant. La simple observation de ce qui se passe en milieu naturel suffit à donner la certitude que les sujets abstraient inconsciemment les règles qui structurent leur environnement, et s'adaptent à des situations nouvelles en appliquant inconsciemment ces règles. Si l'on ne retrouve pas ce phénomène dans les situations de laboratoire, c'est que celles-ci ne constituent pas des reproductions valides des situations naturelles. En bref, le changement conceptuel décrit plus haut ne concerne que les situations expérimentales, et dépend de biais introduits dans ces situations. À l'appui de cette position, il faut reconnaître que les situations expérimentales sont très éloignées de leurs homologues naturels, sur un grand nombre de dimensions. Il suffit de comparer la complexité d'une grammaire à états finis telle que représentée en figure 1 avec celle du langage naturel, et les quelques minutes d'une session expérimentale avec le temps mis par l'enfant pour maîtriser le langage, pour comprendre qu'il convient de rester prudent dès lors qu'il s'agit d'inférer du premier au second.

Adoptons, au moins temporairement, une position plus optimiste, et examinons quelles seraient les conséquences à considérer que les données expérimentales sont pertinentes vis-à-vis des phénomènes qu'elles cherchent à modéliser. Ces conséquences apparaissent considérables. En effet, l'interprétation initiale des données expérimentales ne fait que reprendre, dans le domaine particulier de l'apprentissage implicite, un mode de pensée qui façonne la majeure partie des sciences cognitives (à l'exception notable des modèles connectionnistes en intelligence artificielle). Montrer que cette interprétation initiale est erronée revient à remettre en cause ce mode de pensée.

Brièvement, il est habituel d'imaginer que le système cognitif procède par abstraction des régularités présentes dans l'environnement. L'exemple le plus net de cette démarche est sans doute à rechercher en psycholinguistique, et notamment dans la littérature relative à l'acquisition du langage. Une grande majorité des chercheurs impliqués dans ce champ de recherche conçoivent que la capacité à parler repose sur l'acquisition d'une grammaire par le sujet. Même si cette grammaire n'a plus aujourd'hui la forme de la grammaire transformationnelle initialement développée par Chomsky, l'enfant est toujours supposé recourir à des règles ou principes. Et puisque l'enfant semble logiquement demeurer incapable d'acquérir ces formes abstraites de connaissance, compte tenu du caractère bruité et incomplet de l'information linguistique dont il dispose (argument connu sous le nom de « pauvreté du stimulus »), cette connaissance est supposée être innée. Mais tout cet édifice conceptuel s'écroule si l'on considère, comme invitent à le penser les données sur l'apprentissage implicite (qui trouvent un support dans d'autres approches, telle que l'approche connectionniste), que ces règles et principes ne sont jamais acquis.

Ce qui est vrai du langage est également vrai d'autres formes d'acquisition de connaissance par l'enfant. La psychologie cognitive développementale est également dominée par l'idée selon laquelle l'enfant acquiert des connaissances abstraites sur la structure de son environnement. Par exemple, le fait qu'un enfant de quatre mois observe plus longuement une situation dans laquelle une balle semble avoir traversé une surface solide au cours de sa chute (événement physiquement impossible) qu'une situation dans laquelle la surface solide n'est pas présentée (événement physiquement possible) est attribué à une théorie implicite de l'enfant, selon laquelle un objet solide ne peut en traverser un autre (Spelke

et al., 1992). Or, là encore, l'évolution conceptuelle dont l'apprentissage implicite a été le cadre peut servir de modèle à une ré-interprétation en profondeur de ce genre de phénomènes. Ainsi, dans l'exemple cité, le comportement du bébé peut-il être attribué plus simplement au fait que, lorsque l'écran masquant la chute de la balle s'abaisse, il s'attend à percevoir cette balle par le seul fait qu'il vient de percevoir une telle séquence d'événements dans une session d'habituation antérieure. Or, dans la condition « événement impossible », l'écran découvre d'abord ce qui est pour lui un nouvel objet, à savoir la surface solide que l'expérimentateur a introduite pour rendre l'événement impossible, et qui est d'une couleur nouvelle dans le contexte expérimental. Le temps d'observation de cette surface peut être interprété très simplement en terme de réaction à la nouveauté. Perruchet et Vinter (1998) ont montré, à partir d'exemples de ce genre, que l'image des capacités précoces de l'enfant renvoyée par l'approche actuellement dominante pourrait être profondément erronée. Une analyse plus complète des implications de cette nouvelle approche dans le domaine développemental est proposée dans l'ouvrage de Vinter et Perruchet (à paraître).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Altmann, G.T.M., Dienes, Z. & Goode, A. (1995). On the modality-independence of implicitly learned grammatical knowledge. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21, 899-912.
- Berry, D.C. (1997). *How Implicit is Implicit Learning?* Oxford: Oxford University Press.
- Berry, D.C. & Broadbent, D.E. (1984). On the relationship between task performance and associated verbalizable knowledge. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 36, 585-609.
- Berry, D.C. & Dienes, Z. (1993). *Implicit learning: Theoretical and empirical issues* (p. 197). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Broadbent D.E. (1977). Levels, hierarchies, and the locus of control. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 29, 181-201.
- Brooks, L. R. (1978). Nonanalytic concept formation and memory for instances. In E. Rosch & B. B. Lloyd (Eds.), *Cognition and Categorization* (pp. 169-215). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Buchner, A., Funke, J. & Berry, D. (1995). Negative correlations between control performance and verbalizable knowledge: Indicators

- for implicit learning in process control tasks. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 48A, 166-187.
- Cleeremans, A. (1993). *Mechanisms of implicit learning: A connectionist model of sequence processing* (p. 227). Cambridge, MA: MIT Press/Bradford Books.
- Kolers, P.A. & Roediger, H.L. (1984). Procedures of mind. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 23, 425-449.
- Lewicki, P., Hill, T. & Czyzewska, M. (1992). Nonconscious acquisition of information. *American Psychologist*, 47, 796-801.
- Marescaux, P.-J. (1997). Can dynamic control task knowledge be communicated. *Psychologica Belgica*, 37, 51-68.
- Marescaux, P.-J., Luc, F. & Karnas, G. (1989). Mode d'apprentissage sélectif et non-sélectif et connaissances acquises au contrôle d'un processus : évaluation d'un modèle simulé. *Cahier de Psychologie Cognitive*, 9, 239-264.
- Nicolas, S. (1996). L'apprentissage implicite : le cas des grammaires artificielles. *Année Psychologique*, 96, 459,493.
- Nissen, M.J. & Bullemer, P. (1987). Attentional requirements of learning: Evidence from performance measures. *Cognitive Psychology*, 19, 1-32.
- Perruchet, P. (1994). Defining the knowledge units of a synthetic language: Comment on Vokey and Brooks (1992). *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 20, 223-228.
- Perruchet, P. & Amorim, M. A. (1992). Conscious knowledge and changes in performance in sequence learning: Evidence against dissociation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 18, 785-800.
- Perruchet, P. & Pacteau, C. (1990). Synthetic grammar learning: Implicit rule abstraction or explicit fragmentary knowledge? *Journal of Experimental Psychology: General*, 119, 264-275.
- Perruchet, P. & Vinter, A. (1998). Learning and development: The implicit knowledge assumption reconsidered. In M. Stadler & P. Frensch (Eds.), *Handbook of implicit learning*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Perruchet, P., Vinter, A. & Gallego, J. (1997). Implicit learning shapes new conscious percepts and representations. *Psychonomic Bulletin and Review*, 4, 43-48.

- Ratcliff, R. & McKoon, G. (1996). Bias effects in implicit memory tasks. *Journal of Experimental Psychology: General*, 125, 403-421.
- Reber, A.S. (1967). Implicit learning of artificial grammars. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 6, 855-863.
- Reber, A.S. (1989). Implicit learning and tacit knowledge. *Journal of Experimental Psychology: General*, 118, 219-235.
- Shanks, D.R., Green, R.E. & Kolodny, J.A. (1994). A critical examination of the evidence for unconscious (implicit) learning. In C. Umiltà & M. Moscovitch (Eds.), *Attention and performance XV: Conscious and nonconscious information processing* (pp. 837-860). Cambridge, M.M.: MIT Press.
- Spelke, E. S., Breinlinger, K., Macomber, J. & Jacobson, K. (1992). Origins of knowledge. *Psychological Review*, 99, 605-632.
- Stadler, M. & Frensch, P. (1998). *Handbook of implicit learning*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Vinter, A. & Perruchet, P. (in press). *Apprentissage implicite et développement cognitif*. Paris : PUF
- Vokey, J. R. & Brooks, L. R. (1992). Salience of item knowledge in learning artificial grammar. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 18, 328-344.

RÉSUMÉ

L'apprentissage implicite est un mode d'adaptation dans lequel le comportement d'un sujet apparaît sensible à la structure d'une situation, sans que cette adaptation ne soit imputable à l'exploitation intentionnelle de la connaissance explicite de cette structure. Cet article examine comment l'interprétation de ce phénomène a changé au cours des années, l'idée initiale selon laquelle cette forme d'adaptation comportementale repose sur l'abstraction implicite des règles de la situation étant progressivement abandonnée. Dans la perspective proposée, l'apprentissage implicite est basé sur l'action de processus intrinsèquement inconscients, qui conduisent à changer les perceptions et représentations conscientes du sujet dans le sens d'une meilleure correspondance avec les unités structurellement pertinentes de l'environnement.