

L'apprentissage de concepts chez l'enfant : facteurs cognitifs, structure des catégories et théories
naïves

Sabine Gelaes (sabine@gelaes.com)

Jean-Pierre Thibaut (jean-pierre.thibaut@univ-poitiers.fr)

Adresse pour correspondance

Sabine Gelaes

Université de Liège

Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation

5, Boulevard du Rectorat

4000 Liège. Belgique

Tel : 32 4 366 20 08

RESUME

La présente revue de question porte sur le développement de l'apprentissage conceptuel par l'enfant. On y analyse successivement le développement de différents facteurs cognitifs généraux, comme l'attention, la mémoire la planification, la flexibilité et l'inhibition, impliqués dans la sélection et l'évaluation des dimensions qui permettent de classer les stimuli. On aborde le rôle de la pertinence et de la saillance des dimensions. La relation entre les caractéristiques cognitives de l'enfant et le mode de traitement des stimuli adopté par l'enfant est également discutée.

Dans une seconde partie, on analyse l'impact de la structure des catégories (définie par des traits nécessaires et suffisants, ou par un air de famille) sur le format de représentation du concept, encodage d'exemplaires ou abstraction de traits, ainsi que sur le type de traitement, analytique ou global, des stimuli. Enfin, nous intégrons le rôle des théories naïves et leur influence sur l'apprentissage conceptuel par l'enfant.

Mots-clefs : Développement, catégorisation, apprentissage, sélection des dimensions, concepts.

SUMMARY

The present paper is a review of the literature on the development of concept learning by children. We analyse the development of different general cognitive factors like attention, memory, inhibition and flexibility, involved in selection and evaluation of dimensions relevant to categorize stimuli. The role of relevance and of salience of dimensions is also addressed. We discuss the relation between children's cognitive characteristics and the way they treat stimuli.

The impact of category structure (defined by necessary and sufficient features, or by family resemblance) on the way concepts are represented, by stored exemplars or feature abstraction, and on the mode of processing stimuli, analytic vs. holistic. Finally, we address the role of naive theories and their influence on concept learning by children.

Key-words : Development, categorization, learning, dimensions' selection, concepts.

1. INTRODUCTION

On définira un concept comme la représentation mentale d'une catégorie dont les multiples fonctions sont catégoriser, comprendre le monde, tirer des inférences, expliquer et raisonner, apprendre, communiquer et combiner (Medin et Coley, 1998). On abordera ici l'apprentissage de concepts (concept learning) par l'enfant, question qui a souvent été associée à la capacité de sélection, et à son développement, d'une ou plusieurs dimension(s) pertinente(s) pour la catégorisation des stimuli multidimensionnels à catégoriser. Dans les termes de notre définition du concept, cette sélection correspond à la découverte ou la création des traits pertinents qui constitueront la représentation conceptuelle (Schyns, Goldstone et Thibaut, 1998 ; Thibaut et Schyns, 1995). Cette tâche que l'on peut décrire comme une tâche d'abstraction demande que l'enfant identifie des dimensions et leur porte une attention sélective, mais aussi qu'il les filtre, voire les inhibe, lorsque ces dernières sont saillantes et non pertinentes, ou qu'il les généralise lorsque les dimensions s'expriment de façon très variable d'un stimulus à l'autre (Cook et Odom, 1992). Par exemple, si les stimuli sont des triangles et des rectangles, les exemplaires de chacune de ces deux catégories peuvent se présenter selon des tailles, des couleurs, des rapports base/hauteur variables. Enfin, si la situation d'apprentissage conceptuel demande de générer et de tester différentes hypothèses, plusieurs stratégies sont souvent possibles (Gholson, 1980). Les travaux qui ont porté sur ces aspects de l'apprentissage conceptuel utilisent généralement des stimuli qui ne représentent pas des entités du quotidien mais plutôt des formes simples composées de dimensions élémentaires (telles que la taille, la couleur, la position, l'orientation, etc.) Dans la plupart de ces travaux, on propose une série de stimuli à l'enfant (ou à l'adulte dans les études correspondantes) qu'il doit apprendre à regrouper dans des classes prédéfinies par l'expérimentateur.

Ces travaux doivent être distingués des études portant sur ce qu'on appellera plutôt le développement des concepts. Ces études ont essentiellement envisagé les contenus conceptuels

associés au monde réel (les catégories d'objets ou les catégories biologiques), les relations qui les unissent (e.g., en quoi les oiseaux, les chiens sont des animaux, des êtres vivants), et les théories naïves qui unifient les catégories (Carey, 1985, Murphy, 1993 ; Murphy et Medin, 1985 ; Wellman et Gelman, 1998). En termes de notre définition introductive, l'accent a été placé sur les aspects « comprendre le monde, tirer des inférences, expliquer et raisonner » plus que sur les mécanismes associés à l'apprentissage des concepts.

Ces deux approches, ces deux ensembles d'études ne soulèvent pas les mêmes questions. Dans la première, l'attention porte essentiellement sur les facteurs qui expliquent la recherche et la découverte de dimensions de classification pertinentes sur du matériel peu soucieux de validité écologique. Dans la seconde, on cherche à caractériser les connaissances conceptuelles de l'enfant et leur développement sans s'attacher aux facteurs qui expliquent ce développement. Par exemple, si l'on étudie l'évolution de la notion de vivant, on en comparera le contenu au cours des âges mais sans rechercher les facteurs qui ont provoqué cette évolution. Si la notion de vivant évolue par l'utilisation, la création de nouveaux critères pertinents, leur apparition ou l'importance progressive gagnée par des critères jusque là négligés n'est guère expliquée. Paradoxalement, dans ces études, l'aspect apprentissage est délaissé au profit de la caractérisation des concepts. La présente contribution ne portera donc pas sur ce pan important des recherches sur le développement des concepts, sauf dans les rares cas où l'apprentissage de nouveaux concepts est mis en relation avec les connaissances implicites, les théories naïves des enfants (voir la dernière section).

Dans une première section, nous présentons les facteurs cognitifs qui peuvent expliquer le développement de l'apprentissage conceptuel. Nous envisagerons ensuite les interactions entre apprentissage conceptuel et les modèles des concepts (exemplaristes, avec prototypes ou sous la forme de règles). Enfin, la dernière section abordera les relations entre apprentissage et théorie naïve.

2. FACTEURS COGNITIFS, STRATEGIES, SELECTION DES DIMENSIONS ET APPRENTISSAGE CONCEPTUEL.

Les paradigmes d'apprentissage conceptuel reposent sur la découverte de dimensions pertinentes, souvent une seule, pour la catégorisation des stimuli présentés. La majorité des tâches d'apprentissage conceptuel s'effectue sur un matériel artificiel composé de plusieurs dimensions simples pouvant prendre une ou plusieurs valeur(s) (par exemple, la forme – carré vs. rectangle vs. triangle -, la couleur – rouge vs. bleu vs. vert -, la taille – grand vs. petit, etc.). Chacune des dimensions définissant les stimuli peut être, a priori, considérée comme solution du problème (i.e., une hypothèse).

Avec des stimuli multidimensionnels, l'organisation de la recherche de l'information demande la mise en œuvre de nombreux processus, la plupart relevant de ce que l'on appelle les fonctions exécutives (Rabbitt, 1997 ; Stuss et Benson, 1986). Premièrement, on présente généralement les stimuli d'apprentissage un par un. Pour découvrir une dimension pertinente, il faut comparer la représentation du stimulus actuel avec les représentations des stimuli précédents. Ces comparaisons reposent sur des manipulations en mémoire de travail pour lesquelles l'encodage joue un rôle crucial. Si les stimuli n'ont pas été encodés en termes des dimensions pertinentes, les enfants ne pourront trouver la bonne règle de classification puisque la comparaison des stimuli se fera sur base d'un encodage incorrect. Ces comparaisons doivent aussi être réalisées de manière systématique, c'est-à-dire porter sur toutes les dimensions identifiées du stimulus. Cette systématisme demande des capacités d'attention sélective (tourner son attention vers une dimension précise des stimuli présentés) et d'attention soutenue (traiter systématiquement chaque stimulus durant toute la tâche, sans oublier de dimensions).

Deuxièmement, et complémentaiement, lorsqu'une hypothèse n'est pas confirmée, son abandon devrait s'imposer. Progresser dans la tâche demande que soient générées une ou des

nouvelle(s) description(s) des stimuli. Envisager d'autres dimensions, voire en créer de nouvelles dans l'espace des dimensions, demande de la flexibilité mentale, encore peu développée chez le jeune enfant (Dempster, 1992 ; Welsh et Pennington, 1988).

L'abandon d'une dimension utilisée pendant quelques essais comme hypothèse de travail repose sur l'inhibition de cette dimension comme base de réponse possible. Un déficit d'inhibition des dimensions non pertinentes sélectionnées, notamment les plus saillantes, compromet la découverte des dimensions pertinentes, or des capacités d'inhibition limitées semblent caractériser le fonctionnement exécutif du jeune enfant (Bjorklund et Harnishfeger, 1990 ; Harnishfeger et Bjorklund, 1993).

Enfin, si une hypothèse s'est révélée incorrecte, avec des stimuli multidimensionnels, le sujet doit se souvenir d'hypothèses incorrectes déjà testées pour en éviter la répétition. Ceci nécessite l'exploration planifiée des stimuli (Siegler, 1998, pour une revue de la littérature).

Attention sélective et soutenue, mémoire de travail, inhibition, flexibilité et planification sont autant de dimensions du fonctionnement exécutif qui caractérisent la tâche d'apprentissage de concepts. Ces processus étant l'objet d'un large développement chez le jeune enfant, on peut déjà anticiper d'importantes différences entre enfants d'âges différents.

Cette section présente les travaux dans lesquels l'apprentissage conceptuel a été mis en relation avec les processus évoqués, que ces derniers soient évalués de manière générale (par le calcul d'un QI, par exemple) ou plus spécifiquement. La plupart des auteurs invoque un ou plusieurs facteur(s) cognitif(s) dans leurs explications de l'évolution de l'apprentissage conceptuel chez l'enfant. Cependant, le développement invoqué de ces facteurs cognitifs n'est pas évalué. En d'autres termes, les auteurs ne mettent pas directement en relation les performances en catégorisation (mesurées à l'aide de divers indices comme le nombre d'essais nécessaires pour découvrir le critère, échec ou réussite, etc.) avec une compétence cognitive mesurée par une épreuve appropriée. Dans le meilleur des cas, on compare plusieurs situations d'apprentissage conceptuel, chacune supposée impliquer l'utilisation préférentielle d'un de ces

facteurs, les différences (ou leur absence) entre les conditions reflétant l'influence de ces facteurs (ou son absence). Ainsi, des contributions décrivent le développement des stratégies mises en œuvre dans les tâches d'apprentissage conceptuel. Le plus souvent, elles invoquent des notions que l'on peut rapprocher du fonctionnement exécutif, par exemple, des notions d'inhibition ou de flexibilité. Ainsi, elles opposeront les stéréotypes chez le jeune enfant aux stratégies chez l'enfant plus âgé.

2. 1. LES SYSTEMES DE TESTING D'HYPOTHESES ET LEUR DEVELOPPEMENT

Les stratégies de découverte de traits peuvent être accompagnées de différents types d'organisation de la recherche des dimensions pertinentes. Gholson, s'inspirant des travaux sur la « théorie de l'hypothèse » dans le cadre de l'apprentissage discriminatif chez l'adulte (Bower et Trabasso 1963, 1964 ; Bruner, Goodnow et Austin, 1956 ; Levine 1959, 1963 ; Restle, 1962 ; Trabasso, 1963 ; Trabasso et Bower, 1966, 1968) et chez l'enfant (Eimas, 1969 ; Friedman, 1965 ; Harter, 1967 ; Ingalls et Dickerson, 1969 ; Weir et Stevenson, 1959), propose une théorie développementale de l'apprentissage conceptuel. Selon Bruner et al. (1956), les individus abordent les problèmes d'apprentissage discriminatif en sélectionnant une série d'hypothèses consistantes avec l'information contenue dans les stimuli, puis se distinguent les uns des autres par les stratégies mises en œuvre pour tester leurs hypothèses : une hypothèse à la fois, toutes les hypothèses simultanément ou pas de stratégie.

L'ordre dans lequel ces hypothèses vont être testées peut faire l'objet d'un plan structuré ou au contraire être complètement désordonné. Au cours du développement, les stratégies de testing des hypothèses se mettraient progressivement en place suivant l'hypothèse implicite ou explicite d'une marche développementale vers des stratégies de plus en plus logiques, systématiques et analytiques. Logiques lorsque l'enfant, progressivement, intègre les conséquences des feedbacks dans ses réponses ultérieures, systématiques par l'organisation plus

compréhensive de son exploration de l'espace des dimensions, analytique par l'acuité plus grande avec laquelle il isole, sépare les dimensions des stimuli les unes des autres (voir les travaux de Gholson et collaborateurs, Gholson et Schuepfer, 1979 ; Gholson, Levine et Phillips, 1972 ; Richman et Gholson, 1978).

En appliquant la méthode des « essais blancs »¹ (Levine, 1966, 1969) à des enfants et des adultes, Gholson et collaborateurs (Gholson, Levine et Phillips, 1972) ont révélé l'existence de systèmes de testing d'hypothèses, c'est-à-dire des plans qui régulent la séquence de manifestation des hypothèses. Il en existerait deux types principaux qui diffèrent par leur efficacité face à la découverte de la dimension cible : les stratégies et les stéréotypes. Les stratégies, plus ou moins efficaces, correspondent à des séquences d'hypothèses prédictives qui mènent toujours, si elles sont parfaitement suivies, à la solution (voir Figure 1). Les stéréotypes impliquent de longues séquences de réponses dictées par une hypothèse particulière, maintenue y compris lorsqu'elle est infirmée, et qui ne conduisent pas à la solution du problème (voir Gholson 1980, pour le détail des stratégies et des stéréotypes).

Insérer Figure 1.

Gholson et al. (1972) ont montré que les jeunes enfants de 5 ans diffèrent fortement des adultes par les stratégies déployées. Ces jeunes enfants ne recourent pas à des stratégies et leur comportement se révèle stéréotypé. Une fois qu'ils ont adopté un mode de réponse particulier (par exemple, une préférence pour une dimension), ils lui restent « attachés » et ne tiennent pas compte des feedbacks ou des nouvelles informations venant des stimuli. Le comportement des adultes est dominé par l'emploi des stratégies les plus efficaces, la focalisation et la vérification de dimension. Les enfants entre 9 et 11 ans se situent entre ces deux extrêmes avec l'utilisation

des stratégies de vérification de dimension et de vérification d'hypothèse (Gholson, Levine et Phillips, 1972 ; Kemler, 1978 ; Richman et Gholson, 1978).

D'autres travaux ont démontré la généralité de la classification opérée par Gholson et collaborateurs dans les systèmes de testing d'hypothèses à d'autres situations expérimentales : tâche de découverte d'un objet parmi un ensemble d'objets (Cauzinille et Mathieu, 1973) ; tâche d'identification de concept dans laquelle le choix des indices permettant de découvrir le critère relève du sujet et non pas de l'expérimentateur comme dans la majorité des études (Parent, Larivée, Tremblay, Charlebois et Gagnon, 1991) ; et tâche d'identification de concept dans laquelle les stratégies mises en œuvre sont évaluées non seulement d'un essai à l'autre mais aussi tout au long du processus de résolution de la tâche (Kemler, 1978).

Selon Gholson, les différences observées entre les adultes et les enfants, en termes des stratégies utilisées, résultent d'un développement qualitatif des stratégies per se, mais aussi de celui des compétences cognitives. Gholson (1980) a établi un parallèle entre les systèmes de testing d'hypothèse et les caractéristiques cognitives de chaque stade du développement, tels que décrits par Piaget. Au stade pré-opératoire, l'enfant se caractérise entre autres par une incapacité à se décentrer, ce qui expliquerait la présence massive de stéréotypes. Les préférences pour une hypothèse trouvent leur explication dans l'incapacité à se décentrer et par conséquent à pouvoir porter son attention sur d'autres hypothèses. On n'observe pas, à ce stade, de stratégies telles que la vérification de dimension et la vérification d'hypothèse car ces dernières nécessitent: (1) d'ordonner les indices associés aux dimensions, ce qui présuppose la maîtrise de l'inclusion de classe et la décentration, (2) de reconnaître que lorsqu'une valeur pour une dimension est infirmée, son complément continue d'exister, ce qui correspond à l'opération de soustraction logique, et (3) d'éliminer les dimensions et les valeurs de dimension, ce qui nécessite de pouvoir planifier de manière systématique l'évaluation des hypothèses possibles, aptitudes qui ne sont maîtrisées qu'au stade suivant. En ce qui concerne la stratégie de focalisation (i.e., la stratégie la plus efficace), elle n'est observée que pour les individus au stade des opérations formelles. Cette

stratégie requiert la capacité de considérer en même temps toutes les hypothèses possibles et de déduire celles qui restent valables après chaque feedback, aptitudes correspondant à celles maîtrisées au stade des opérations formelles. Ces hypothèses, même si elle sont suggestives, restent très générales et sont liées à la notion de stade, elle-même soumise à de fortes critiques (Siegler, 1998). En outre, lier la vérification d'hypothèse à la présence de « l'opération de soustraction logique » reporte l'explication sur l'apparition de cette dernière notion dans le champ conceptuel de l'enfant. Cependant, il n'en reste pas moins que l'utilisation des stratégies les plus sophistiquées est le fait d'individus se situant à un niveau plus avancé de développement.

Des données obtenues par Osler et Trautman (1961) sur la relation entre un score de QI, mesuré au moyen de la WISC (Wechsler, 1949) et l'apprentissage conceptuel, chez des enfants de 6, 10 et 14 ans, confirment cette position attribuant l'utilisation des stratégies les plus complexes aux individus les plus développés. Pour les auteurs, si le testing d'hypothèse est une stratégie plus fréquente chez les enfants possédant un fonctionnement cognitif supérieur (*i.e.*, un QI plus élevé), il devrait être possible d'influencer leur performance en variant le nombre des dimensions. Au contraire, pour les enfants au QI « moyen », censés construire progressivement une association stimulus-réponse, on ne devrait pas trouver de relation systématique entre le nombre des dimensions qui composent les stimuli et la performance. Les données ont montré que pour des objets plus riches en termes de dimensions possibles, la vitesse d'acquisition du critère est réduite chez des enfants qualifiés de « supérieurs », car ces derniers génèrent et testent un plus grand nombre d'hypothèses que les enfants au QI « moyen ». Cependant, ce type d'association entre QI et apprentissage conceptuel ne nous dit pas en quoi, selon quels mécanismes, les enfants au QI élevé diffèrent des enfants au QI moyen.

Une autre interprétation subordonnerait cette différence au développement important des fonctions exécutives (mémoire de travail, flexibilité, planification, attention sélective, inhibition cognitive, *etc.*) jusqu'à l'adolescence. L'utilisation de stéréotypes par le jeune enfant pourrait ne

refléter que l'immaturation des fonctions exécutives. Descriptivement, la stéréotypie décrite par Gholson et d'autres auteurs peut être assimilée aux déficits d'inhibition et de flexibilité décrits dans les théories récentes : soit l'enfant ne peut inhiber une réponse malgré des feedbacks négatifs, soit il n'a pas la flexibilité mentale nécessaire pour générer de nouvelles hypothèses (voir plus loin).

Gholson a, lui-même, démontré chez l'enfant que la mise en œuvre d'une stratégie particulière peut être influencée par l'effet de variables exécutives telle que la charge en mémoire de travail, en manipulant l'intervalle de temps qui sépare la réponse et le feedback (Gholson, Phillips et Levine, 1973). Lorsque le délai augmente (*i.e.*, la charge en mémoire de travail augmente), des enfants de 7 ans recourent la plupart du temps à un stéréotype, la présentation concomitante du stimulus et du feedback donne lieu à l'utilisation de stratégies plus sophistiquées, alors que le délai n'affecte pas les adultes (voir également Eimas, 1970 ; Schonbaum, 1973).

L'effet de la charge en mémoire peut être également associé au nombre de dimensions présentes dans la tâche. Plus ce nombre est élevé plus il faut en mémoriser et plus les jeunes enfants ont des difficultés (Byrd, 1979 ; Gholson et Danziger, 1975). L'effet du nombre des dimensions peut également s'interpréter en termes d'autres facteurs cognitifs : augmenter le nombre de dimensions c'est augmenter le nombre d'hypothèses à considérer, et donc augmenter les ressources nécessaires à la planification de la recherche, à la flexibilité, et à l'inhibition.

Les contraintes cognitives associées aux stratégies apparaissent également lorsqu'on enseigne des stratégies plus sophistiquées que celles habituellement observées à un âge donné. Chez des enfants de 11 ans, Richman et Gholson (1978) n'ont pu que renforcer des stratégies déjà présentes alors que la démonstration à l'enfant de stratégies que l'on n'observe pas spontanément chez des enfants de 7 ans détériore leurs performances. Selon les auteurs, si la stratégie présentée est trop éloignée des compétences de l'enfant elle représente une source de confusion. Ces données sont confirmées et amplifiées par les recherches sur le développement

des stratégies montrant que l'enfant ne généralise pas ou peu ces stratégies à de nouvelles situations pour lesquelles elles sont pourtant applicables (voir Schneider et Pressley, 1997 ; Siegler, 1998). Cette généralisation présuppose que l'enfant voit que la nouvelle stratégie s'applique à des données différentes, mais aussi qu'il comprenne comment l'appliquer à ces nouvelles données. En outre, comme une nouvelle stratégie n'est pas encore automatisée, son application consomme de l'énergie cognitive. Les stratégies sophistiquées de Gholson, comme la focalisation et la vérification de dimensions, perturbent l'enfant soit car elles ajoutent du poids sur le fonctionnement cognitif, soit car l'enfant peut rencontrer des difficultés dans son utilisation.

2.2. SELECTION DES DIMENSIONS

La section précédente a montré que les stratégies systématiques, logiques, de testing des hypothèses s'acquièrent et s'affinent progressivement au cours du développement. Une autre dimension de l'apprentissage conceptuel, complémentaire au développement des stratégies, porte sur la distinction entre dimensions pertinentes et non pertinentes. Dans de nombreuses tâches, toutes les dimensions des stimuli sur lesquels s'effectue l'apprentissage conceptuel ne sont pas pertinentes pour la catégorisation et les enfants diffèrent des adultes au niveau de la capacité à traiter uniquement les dimensions pertinentes et à ignorer celles non-pertinentes.

Traitement des dimensions pertinentes et non pertinentes

Plusieurs études ont montré que les jeunes enfants sont moins performants pour filtrer les indices non pertinents que les enfants plus âgés (Crane et Ross, 1967 ; Druker et Hagen, 1969 ; Hagen, 1967 ; Maccoby et Hagen, 1965 ; Wholwill, 1962). L'accroissement des capacités de classification avec l'âge pourrait être lié aussi à l'amélioration de l'aptitude à ignorer les

informations non pertinentes. Strutt, Anderson et Well (1975) ont démontré, par une tâche de tri, que les indices visuels non pertinents sont de plus en plus facilement ignorés au cours du développement.

Deux interprétations de ce phénomène ont été avancées par Kemler, Shepp et Foote (1976). La première interprétation postule que lorsqu'ils ont trouvé le critère, les enfants plus âgés se focaliseraient exclusivement sur l'information pertinente. En termes de fonctionnement exécutif, cette hypothèse insiste sur l'attention sélective accordée par les enfants plus âgés à la dimension qui s'est avérée pertinente. La seconde interprétation porte sur l'inhibition des dimensions identifiées comme non pertinentes. Lorsque les enfants plus âgés ont appris qu'une dimension est non pertinente, ils ne la prennent plus en compte par la suite, contrairement aux plus jeunes qui présentent une tendance à re-tester les dimensions (voir aussi Kemler, 1972, 1978). Les faits recueillis par les auteurs sont en faveur de la seconde interprétation (i.e., inhibition des dimensions non pertinentes).

Kemler et al. (1976) ont confronté directement ces deux explications dans une étude portant sur ce que les enfants apprennent : (1) des dimensions testées et rejetées (c'est-à-dire, identifiées comme étant non pertinentes), et (2) des dimensions non pertinentes et qui n'ont pas été testées. Selon le premier type d'explication (focalisation sur les seules dimensions pertinentes après la découverte du critère), les enfants plus âgés devraient moins traiter les dimensions des deux types que les plus jeunes. Lorsqu'ils ont trouvé quelle dimension correspond au critère, les enfants plus âgés ne focaliseraient plus leur attention que sur cette dimension et négligeraient les autres dimensions (i.e., les dimensions testées et rejetées et les dimensions non pertinentes et non sélectionnées). Selon le second type d'explication (c'est-à-dire, l'apprentissage d'informations sur la pertinence des dimensions avant la découverte du critère), les enfants plus âgés devraient moins traiter les dimensions déjà testées et rejetées tandis que l'on ne devrait pas observer ce phénomène pour celles qui n'ont pas été sélectionnées. Les données confirment la seconde hypothèse. Après la découverte du critère, les

enfants plus âgés continuent à porter leur attention sur des dimensions non pertinentes et non testées, car ne sachant pas si ces dimensions sont pertinentes ou non, ils continuent à les prendre en considération.

Capacités attentionnelles et sélection des dimensions : Le modèle de Smith et collaborateurs

Selon Smith (1989), Smith et Evans (1989), la représentation perceptive des stimuli ne varie guère au cours du développement, ce qui se développe ce sont, notamment, les facteurs cognitifs comme l'attention sélective. Smith (1989) propose un modèle de la classification qui a quatre dimensions :

(a) un traitement séparé des dimensions des stimuli qui sont ensuite rassemblées en une représentation globale de l'objet ;

(b) que la similitude entre deux objets est calculée sur toutes les dimensions qui y contribuent, en fonction de l'attention accordée à chacune d'elles, traduite dans le modèle par une pondération de chaque dimension². Selon Smith, les jeunes enfants manquent de ressources mentales disponibles et ne peuvent pondérer les dimensions, ou bien ils ne comprennent pas l'intérêt de la pondération, ce qui les amène au calcul d'une similitude globale entre les stimuli, non fondée sur les dimensions individuelles ;

(c) au cours du développement l'identité prend de plus en plus d'importance dans la classification ;

(d) dans une classification donnée, chaque dimension ayant reçu une valeur, les stimuli sont catégorisés dans l'une ou l'autre catégorie. Le sujet considère d'abord toutes les catégorisations possibles et choisit celles qui correspondent aux valeurs prises par chaque dimension du stimulus à classer (ce qui constitue une proposition particulièrement peu réaliste, voir Thibaut & Gelaes, 2002).

Pour Smith (1989 ; Smith et Evans, 1989), les enfants diffèrent des adultes par le statut de l'identité et leurs capacités attentionnelles. Le jeune enfant perçoit les objets comme « plus ou moins semblables » et l'identité n'est qu'une très forte similitude, là où les enfants plus âgés attribuent à l'identité un statut différent de celui des autres similitudes. Dans le modèle, la valeur accordée à l'identité (qui est une fonction de la similarité perçue S_{ij}) varie selon l'importance accordée à la similarité sur une dimension. Pour le jeune enfant qui n'accorde pas d'importance à l'identité, la valeur du paramètre est basse alors que l'adulte cette valeur est élevée.

Selon Smith (1989), avec le développement des capacités d'attention sélective pour les dimensions individuelles, les enfants portent leur attention sur des dimensions particulières. Dans le modèle, un poids attentionnel est donné à chaque dimension en fonction de l'attention que l'individu peut porter sélectivement à des dimensions uniques. En variant les valeurs prises par les paramètres « valeur de l'identité » et « poids attentionnel sur les dimensions uniques », on obtient différents profils de catégorisation qui correspondent ou non à ceux observés. Un avantage du modèle est qu'il permet de décrire très facilement des évolutions graduelles dans la performance et le comportement des sujets.

Plusieurs hypothèses de ce modèle ont été critiquées. Odom et Cook (1996) ont montré que ni les enfants ni les adultes ne privilégient l'identité. En outre, qu'en est-il de la notion d'identité elle-même. Qu'en est-il des types d'identité ? Par exemple, pour Goldstone, Medin et Gentner (1991) et Medin, Goldstone et Gentner (1990) l'identité peut être décrite comme attributionnelle (e. g., une même partie possédée par deux stimuli différents) ou comme relationnelle (e. g., la relation « deux formes identiques encadrant une troisième forme » partagée par deux stimuli, l'un composé de deux triangles encadrant un cercle et l'autre de deux carrés encadrant une ellipse). Les adultes choisissent l'identité relationnelle lorsqu'elle entre en compétition avec l'identité attributionnelle. Chez l'enfant, la saisie des similitudes attributionnelles semble précéder celle des similitudes relationnelles (Rattermann et Gentner, 1998). On ne peut donc discuter de l'utilisation de l'identité par les enfants sans expliciter ses

différentes facettes. Ici aussi, le modèle ne permet pas de représenter formellement de manière simple ces similarités relationnelles. En effet, ces relations n'émergent pas de manière simple des attributs qui les composent. On pourrait bien sûr en faire la liste exhaustive et pondérer chacune d'elles... mais leur nombre augmentera avec le nombre de dimensions (voir aussi Thibaut & Gelaes, 2002, pour une discussion des présupposés du modèle).

Shepp (1978) rejoint la position de Smith (1989), en postulant qu'avec le développement l'enfant parvient de mieux en mieux à analyser les stimuli en leurs dimensions, mais aussi à diriger son attention sur les dimensions qu'il a pu isoler. Cependant, Shepp introduit un paramètre supplémentaire, il insiste sur le rôle que jouent les caractéristiques des stimuli sur leur analyse en dimensions.

Inhibition et flexibilité dans la sélection des dimensions

Ward et Scott (1987) expliquent les différences entre les enfants et les adultes en tâche de catégorisation par une moindre flexibilité des premiers. Les enfants éprouvent des difficultés lorsqu'il est nécessaire de modifier une hypothèse qui ne fonctionne pas au profit d'une nouvelle et particulièrement lorsqu'ils doivent abandonner une valeur de dimension préférée au profit de celle critère et prédéfinie par l'expérimentateur. Pour Hale et Green (1976), au cours du développement, les enfants déplacent plus facilement leur attention, par exemple d'une dimension saillante vers une autre dimension. Les enfants deviennent plus flexibles et moins rigides quant à la dépendance vis-à-vis de la dimension saillante. Ces auteurs font intervenir conjointement l'inhibition et la flexibilité pour permettre le traitement d'autres dimensions que celle préférée, lorsque celle-ci n'est pas pertinente.

Toppino, Lee, Johnson et Shishko (1979) postulent le développement d'une capacité générale à changer d'une dimension au profit d'une autre. Les auteurs ont confirmé leur hypothèse en évaluant chez des enfants d'âge préscolaire, l'effet d'un pré-entraînement perceptif

sur l'apprentissage d'un concept correspondant à la dimension la moins saillante (voir plus bas, Cook, Odom et collaborateurs). Le pré-entraînement (une tâche de « même-différent ») a été réalisé sur les dimensions les moins préférées, les dimensions préférées ou d'autres dimensions que celles présentes dans la tâche. Les dimensions étaient présentées dans des stimuli multidimensionnels ou isolément. Les enfants qui ont reçu le pré-entraînement présentent de meilleures performances, cependant sans différences significatives entre les différents types d'entraînement en termes des dimensions ciblées. Ce résultat démontrerait le caractère général du pré-entraînement et sa non-spécificité pour une dimension. De plus, un entraînement sur des dimensions isolées (qui nécessitent de passer d'une dimension à l'autre) se révèle plus efficace qu'un entraînement sur une seule dimension (qui ne nécessite pas ce passage). Les résultats de Toppino et collaborateurs ne peuvent s'expliquer par une augmentation de la sensibilité pour la dimension non préférée, puisque les auteurs ont inclus des groupes expérimentaux pour lesquels la dimension la moins saillante est exclue de l'entraînement perceptif.

Selon Kemler (1978), le contrôle attentionnel volontaire est peu développé chez l'enfant de 5 ans (voir également Bjorklund et Harnishfeger, 1990 ; Harnishfeger et Bjorklund, 1993). Lorsque son attention est momentanément captée par une propriété d'un stimulus, il éprouve des difficultés à la déplacer sur une autre propriété. Kemler a montré que les jeunes enfants présentent une forte tendance à re-tester les mêmes dimensions, qu'elle explique en termes de persévération plutôt que par une défaillance en mémoire : en effet, lorsque les enfants disposent d'une aide mémorielle (dans ce cas, des cartes de couleurs représentant la dimension sous épreuve et celles déjà testées) on trouve encore ces persévérations (voir aussi, Jacques, Zelazo, Kirkham et Semcesen, 1999 ; Zelazo et Frye, 1998).

Saillance des dimensions ou facteurs cognitifs ?

Selon Odom et Guzman (1970) (voir aussi, Cook et Odom, 1988, 1992 ; Cunningham et Odom, 1978 ; Odom, 1972 ; Odom et Cook 1984, 1996 ; Odom et Guzman, 1972), qui réfèrent aux travaux de Gibson (1966, 1969), les différences développementales observées en tâche de classification et de catégorisation ne proviendraient pas d'une « déficience » des capacités cognitives du jeune enfant, mais bien de différences au niveau des dimensions que les enfants peuvent percevoir à un âge donné (ce que Cook et Odom, 1988, nomment la sensibilité différentielle). A mesure que l'expérience perceptive se développe, la sensibilité perceptive pour les dimensions et les catégories devrait augmenter. La sensibilité du système pour une dimension reflète la saillance perceptive de cette dimension. Plus le système perceptif est sensible à une information donnée, plus sa probabilité d'être cognitivement évaluée est importante, indépendamment de sa pertinence vis-à-vis de la solution au problème (voir Thibaut et Gelaes, 2002, pour une présentation critique). Si une dimension pertinente d'un problème se trouve au plus haut (bas) niveau de la hiérarchie de saillance, le problème devrait être facilement (difficilement) résolu. La sensibilité du système perceptif n'est pas indépendante de la distance physique entre les dimensions, de leur discriminabilité (Aschkenasy et Odom, 1982 ; Cook et Odom, 1992 ; Odom et Cook, 1984).

Des résultats obtenus par Odom et Mumbauer (1971) confirment cette hypothèse. Ils ont montré notamment qu'il n'y a pas de différence dans un apprentissage conceptuel entre les jeunes enfants et les plus âgés lorsque la dimension saillante correspond à la dimension pertinente, ce qui s'oppose à l'explication en termes d'un développement cognitif moindre (voir aussi Cook et Odom, 1992 ; Cunningham et Odom, 1978 ; Odom, Cunningham et Astor, 1975 ; West, Odom et Aschkenasy, 1978).

La saillance d'une dimension dépend donc de l'expérience du système perceptif pour cette dimension. Par exemple chez les jeunes enfants, les dimensions variables (lorsque les dimensions ne prennent qu'une seule valeur) sont plus saillantes que les dimensions constantes

(lorsque les dimensions peuvent prendre plusieurs valeurs), car leur système perceptif possède une plus grande expérience des premières (Odom et Guzman, 1970). En effet, non seulement les enfants sont plus souvent placés en situation de devoir apprendre des différences entre des stimuli plutôt que des ressemblances, mais en plus les contextes dans lesquels s'effectue cet apprentissage sont eux-mêmes variables (Zelniker, Oppenheimer et Renan, 1975). Avec l'âge, l'expérience de la constance s'accroît et la variabilité perd de sa saillance (voir Odom et Guzman, 1970, pour une démonstration de cet effet).

Dans le cas où la variabilité est associée à la dimension pertinente, elle exerce un effet positif sur la performance. Au contraire, si l'on associe la variabilité à une dimension non pertinente la performance sera détériorée, puisque le traitement cognitif portera sur cette dimension saillante au détriment de la dimension pertinente.

Pour d'autres auteurs, l'association de la variabilité à la dimension non pertinente améliore la performance. Premièrement, avec l'âge, la variabilité des dimensions deviendrait un indice de leur non-pertinence dans la définition du concept (Low, Coste et Kirkup, 1978, 1980 ; Low, Woolverton et Lusignan, 1976, voir aussi Chumbley, Lau, Rog et Haile, 1971 ; Haygood, Harbert et Omlor, 1970 ; Schultz et Dodd, 1972). Deuxièmement, la saillance de dimensions non pertinentes pourrait faciliter le souvenir d'avoir déjà testé une hypothèse et ainsi permettre de l'éliminer (Fishbein, Haygood et Frieson, 1970). Souligner ce rôle de la mémoire, c'est introduire un facteur cognitif dans le traitement de la saillance et donc dans la performance du sujet.

Il est également possible de modifier une préférence initiale pour une dimension chez de jeunes enfants par un entraînement sur la dimension non-préférée (Richman et Selvey, 1977 ; Silleroy et Johnson, 1973 ; Tighe et Tighe, 1969). Le pré-entraînement sur la dimension non-préférée augmente la capacité de l'enfant à l'isoler et à l'utiliser et la rend disponible pour l'évaluation cognitive. Ceci ne revient-il pas à réintroduire des facteurs cognitifs dans l'évaluation de chaque dimension ? Comment l'entraînement peut-il modifier cette saillance

sans recours à la notion d'attention sélective, elle aussi subordonnée à la tâche ? Nier l'intervention de ces aspects du fonctionnement cognitif sur la modification de saillance, c'est ouvrir la porte, dans notre univers multidimensionnel, à une inflation du nombre de dimensions maîtrisées sans expliquer cette maîtrise.

Par ailleurs, la hiérarchie de saillance des dimensions n'est pas fixe. Hale et Green (1976) ont montré que l'attention pour certaines dimensions d'un stimulus peut varier en fonction de la saillance relative de ces dimensions et du degré d'intégration des stimuli (voir aussi Hale, Taweel, Green et Flaugh, 1976). La saillance d'une dimension n'est pas un caractère déterminé, elle est relative aux autres dimensions du stimulus dans lequel elle apparaît, soulevant un questionnement sur les déterminants de la saillance d'une dimension. Si celle-ci dépend de la saillance des autres dimensions (une proposition très raisonnable !), la saillance d'une dimension devient une notion vide qui multiplie à l'infini, comme nous allons le voir, les valeurs de saillance que peut prendre une dimension.

Comment s'établit la hiérarchie de saillance selon le modèle ? Elle s'organise automatiquement sans évaluation conceptuelle. L'expérience perceptive augmente le nombre de dimensions acquises pendant le développement, et la sensibilité pour chacune d'elles (Cook et Odom, 1992). Cette sensibilité limite donc les concepts que l'enfant peut apprendre puisque les stimuli sont traduits en cette hiérarchie de saillance des propriétés. Encore faut-il définir ce qu'est une dimension perçue et traitée.

D'où vient l'enrichissement perceptif (Cook et Odom, 1988 ; 1992) ? Selon Cunningham et Odom (1978) « plus de relations sont découvertes perceptivement et deviennent plus saillantes alors que l'enfant a plus d'expérience avec elles » (p. 817). Cette proposition, circulaire, ne nous dit guère plus que « le nombre de dimensions augmente parce que le système en donne progressivement plus » (Thibaut et Gelaes, 2002). Pourquoi le nombre de dimensions saillantes augmenterait-il si elles n'ont pas de fonction de catégorisation pour l'individu, avec un système perceptif qui détecte les dimensions et « attribue automatiquement » (Cook et Odom,

1992, p. 218) une valeur de saillance à chacune d'elles ? Au contraire, de nombreux travaux montrent que des dimensions du réel sont recherchées ou inférées par l'enfant sur base de connaissances générales. Les connaissances a priori orientent la recherche de dimensions significatives (Carey, 1985 ; Gelman, 1988 ; Gopnik et Meltzoff, 1997 ; Murphy et Medin, 1985 ; Wellman et Gelman, 1998).

On le voit, une recherche de dimensions de catégorisation sans évaluation cognitive, donc sans facteurs cognitifs (attention sélective, planification, inhibition de dimensions non pertinentes dans un contexte particulier) autres que perceptifs ne pourrait aboutir qu'à des découpages perceptifs arbitraires qui ne permettraient sans doute pas la catégorisation adéquate des stimuli.

Classifications globales ... sans facteurs cognitifs ?

Les stimuli multidimensionnels peuvent faire l'objet de deux types de traitement perceptif, analytique *versus* holistique, et de là de deux types de classifications. Un traitement analytique est évoqué chaque fois que le sujet porte son attention sur une dimension particulière des stimuli. Au contraire, le traitement est qualifié d'holistique lorsque l'attention ne semble pas être portée sur une dimension particulière des stimuli. Au traitement analytique est associé une classification sur base d'une dimension et au traitement holistique une classification sur base d'une ressemblance globale. Avec le développement, les enfants abandonneraient les classifications holistiques au profit de classifications sur la base d'une dimension particulière (voir Shepp et Ballesteros, 1989 ; Thibaut et Gelaes, 2002, pour une présentation générale).

D'un point de vue cognitif, le traitement analytique repose sur les facultés d'analyse perceptives des sujets, mais aussi sur leurs capacités attentionnelles. Le développement cognitif moindre des jeunes enfants, incapables de porter leur attention sur les dimensions des stimuli, serait la cause de leur recours à un mode de classification holistique. En effet, a priori, les

processus analytiques sont plus contraignants en termes d'attention sélective, de recherche d'informations pertinentes dans le bruit de fond. L'approche globale ne repose pas sur l'utilisation de ces processus. Cette force est aussi sa faiblesse. Elle ne précise pas les informations réellement utilisées par les sujets. Or de nombreuses contributions expérimentales suggèrent que le jeune enfant ne traite pas toutes les informations d'un stimulus de manière équivalente (voir Shepp et Ballesteros, 1989), que les dimensions sur lesquelles il porte son attention dépendent de ses connaissances antérieures (Keil, Carter Smith, Simons et Levine, 1998).

Smith (1983) conteste une définition de la « bonne » classification qui serait synonyme de classifications analytiques et excluant les regroupements fondés sur une similarité globale. Ce type de classification est un mode de classification valide et non le reflet d'un déficit cognitif (voir aussi Kemler Nelson, 1989). Premièrement, les classifications globales sont structurées : les objets sont classés ensemble lorsqu'ils sont globalement semblables et ils sont classés dans des catégories différentes lorsqu'ils sont globalement dissemblables. Deuxièmement, elles ne sont pas limitées aux individus développementalement immatures. Les adultes classent des stimuli complexes et variant sur plus de deux dimensions par relation de similarité globale. Troisièmement, ce mode de classification est raisonnable dans le contexte des théories sur la structure des catégories naturelles (dont les membres partagent un air de famille, voir plus loin). Pour Smith, classer sur la base d'une relation de similarité globale est un moyen important d'organiser les objets systématiquement (voir cependant Sugarman, 1982, qui suggère qu'il résulte de comparaisons successives et partielles des objets, sans réel plan directeur).

Smith (1983) a montré que lorsqu'ils doivent regrouper des objets (des cercles qui varient en taille et en couleur) pouvant être classés selon une relation de similarité globale ou dimensionnelle, de jeunes enfants de 4 à 6 ans utilisent préférentiellement le premier type de relation. Les enfants classent ensemble des stimuli globalement semblables car possédant des valeurs proches pour chacune des dimensions qui les composent. Ce mode de classification est

distinct d'une classification analytique dans laquelle le sujet regroupe des stimuli identiques sur une dimension, même s'ils sont globalement très différents. Cependant, l'interprétation de ces classifications globales est rarement univoque. Achkenasy et Odom (1982), notamment, ont montré comment des classifications qualifiées de globales pouvaient parfaitement s'interpréter comme des classifications dimensionnelles, des stimuli semblables globalement étant souvent proches sur une dimension saillante également. Plus généralement, Thibaut et Gelaes (2002) ont montré toute l'ambiguïté de cette notion de globalité, le rôle de dimensions émergentes possibles sur la classification, ou simplement l'analyse incomplète des stimuli par l'expérimentateur empêchant de décider quelles sont les dimensions réelles de catégorisation.

Relations entre impulsivité versus réflexion et traitement analytique versus global

Découvrir un trait non immédiat demande une recherche dans l'espace des dimensions. Une hypothèse raisonnable serait que des individus impulsifs devraient réaliser cette recherche avec moins d'efficacité pour de nombreuses raisons (manque de planification, de gestion de la tâche, prise de décisions sans analyse des stimuli, etc.). Zelnicker et Jeffrey (1976) ont comparé des individus impulsifs et réfléchis évalués par le Matching Familiar Figure Test de Kagan (1965), une tâche où le sujet doit sélectionner parmi 6 alternatives celle qui s'apparie exactement à un standard. Dans ce contexte, les individus impulsifs répondent rapidement, de manière imprécise dans de nombreuses situations, contrairement aux réfléchis, plus lents mais aussi plus exacts. Les auteurs ont construit une tâche de discrimination sur le modèle du test de Kagan. Dans une première condition, « détails », les images de comparaison se distinguent du standard par des différences subtiles au niveau du détail interne. Réussir ici nécessite une attention sélective pour les détails. Les enfants qui analysent les stimuli devraient être avantagés. Dans une seconde condition, « global », les alternatives incorrectes se distinguent du standard par le contour global. La performance des enfants qui traitent les stimuli de manière globale

devrait être meilleure dans cette seconde condition. Les enfants réfléchis (selon le test de Kagan) commettent moins d'erreurs dans la condition « détails » que dans la condition « global », alors que les enfants impulsifs présentent la performance opposée. Zelnicker et Jeffrey (1979) ont également montré que les enfants réfléchis sont meilleurs que les enfants impulsifs dans des tâches où le traitement du détail est nécessaire, mais les enfants impulsifs et réfléchis ont des performances comparables pour des tâches impliquant un traitement global, révélant une asymétrie entre les deux types de traitement. Selon Kemler Nelson et Smith (1989), ces travaux de Zelnicker et Jeffrey (1976) peuvent être mis en relation avec les modes de traitement analytique et holistique : le traitement holistique serait caractéristique des enfants impulsifs, tandis que les enfants plus réfléchis traiteraient l'information analytiquement.

Ces différences individuelles (analytique/réfléchi vs. holistique/ impulsif) observées dans le traitement de l'information pourraient être le reflet soit d'une (in)capacité à mettre en œuvre un mode de traitement particulier, soit d'une préférence pour un mode de traitement spécifique. Une manière de résoudre cette question est de voir si l'enfant recourt à son mode de réponse préféré lorsqu'il a la possibilité d'utiliser l'autre mode. Kemler (1982) et d'autres (Shepp et Swartz, 1976 ; Smith et Kemler, 1978 ; Strutt, Anderson et Well, 1975) ont montré que des enfants préscolaires sont limités dans l'analyse des stimuli en dimensions, même si leur déficit n'est pas total. Ainsi, selon Kemler et collaborateurs, les différences développementales résulteraient du développement des capacités d'analyse (Smith et Kemler, 1977).

Zelnicker et Jeffrey postulent une différence entre individus impulsifs et réfléchis se manifestant au niveau des capacités de traitement, les impulsifs seraient déficients dans le traitement analytique et les réfléchis dans le traitement global. En regard d'études menées chez l'adulte (Smith et Kemler Nelson, 1984 ; Ward, 1983), Kemler Nelson et Smith affirment que ces différences de capacité de traitement n'existent pas. Même si dans certaines circonstances, les adultes éprouvent des difficultés à analyser des stimuli intégraux traités habituellement de manière holistique, suggérant ainsi que le mode de traitement analytique est plus spécifique

(Foard et Kemler Nelson, 1984). L'impulsivité serait une activité cognitive moins délibérée mettant en jeu moins de ressources. Ce mode de traitement donnerait des performances inférieures, non seulement pour des tâches analytiques mais aussi pour d'autres tâches qui demandent une activité cognitive délibérée et mobilisant des ressources cognitives. Il pourrait donner de bons résultats, particulièrement lorsqu'un traitement holistique ou plus « superficiel » est nécessaire ou suffisant. En suivant cette logique, le mode de traitement holistique serait une conséquence de l'impulsivité. Selon Kemler Nelson et Smith, la distinction analytique/holistique serait subordonnée à une différence réflexion / impulsivité plus générale. Ward (1983, 1985) associe également l'impulsivité à un mode de traitement holistique et la réflexion à un mode de traitement analytique. Les individus impulsifs, comme les enfants, répondent rapidement à la première information disponible, l'information globale. Les enfants réfléchis, comme les adultes, analysent le matériel en ses dimensions et, par conséquent, répondent sur un mode analytique. Cependant l'information première n'est pas toujours l'information globale (Barrett et Shepp, 1988) ou, plus généralement, comme nous l'avons souligné ci-dessus, la définition de l'information globale n'est pas une tâche simple.

En résumé, les différents facteurs cognitifs impliqués dans l'apprentissage conceptuel seraient : la mémoire, l'attention sélective, l'inhibition, la flexibilité, et la planification.

Les différentes théories du développement de l'apprentissage conceptuel que nous venons de décrire impliquent l'une ou l'autre de ces fonctions cognitives. Notamment, les travaux de Gholson et collaborateurs reposent de manière évidente sur les capacités de planification des sujets leur permettant d'ordonner les hypothèses à tester dans la recherche des dimensions pertinentes. La présence de stéréotypies, chez les enfants plus jeunes, peut être clairement mise en relation avec leurs difficultés dans l'inhibition d'une réponse dominante. La capacité à porter son attention de manière sélective est également invoquée par différents auteurs en tant que facteur du développement de l'apprentissage conceptuel. Pour Smith (1989) et Shepp (1978), les enfants parviennent, avec le temps, à porter sélectivement leur attention sur

les dimensions des stimuli qu'ils ont pu isoler. Kemler (1978), quant à elle, explique les performances moindres des jeunes enfants en tâche d'apprentissage conceptuel en termes d'un manque d'inhibition, se traduisant par une prédisposition à re-tester les mêmes dimensions. Finalement, Ward et Scott (1987) mettent en avant la flexibilité comme facteur explicatif des différences observées entre adultes et enfants en tâche d'apprentissage conceptuel (voir également Toppino, Lee, Johnson et Shishko, 1979).

Même si chacune des théories décrites précédemment met directement en cause une fonction cognitive particulière, il ne semble pas y avoir d'études directes comparant les performances pour un facteur cognitif et celles en catégorisation. Les rares tentatives ont plutôt porté sur la mise en rapport d'un trait dominant de l'individu (réfléchi vs. impulsif) et d'un mode de traitement particulier (analytique vs. global) (Kemler Nelson et Smith, 1989 ; Smith et Kemler Nelson, 1984 ; Ward 1983 ; Zelnicker et Jeffrey, 1976). De plus, les notions d'impulsivité et de réflexion sont difficiles à cerner, car reposant sur des critères difficilement objectivables.

Gelaes et Thibaut (2002) ont réalisé cette mise en relation entre facteurs cognitifs et performance en catégorisation chez des enfants de 4, 6 et 8 ans. Dans un premier temps, les différentes fonctions cognitives évoquées ci-dessus ont été évaluées au moyen de divers tests appropriés (voir Tableau I, pour le détail de ces tests). Ensuite, les enfants ont participé à une série de tâches d'apprentissage catégoriel. Les données montrent que la performance en tâche de catégorisation ne repose pas sur les mêmes facteurs aux différents âges. La performance des enfants de 4 ans en tâche d'apprentissage catégoriel s'explique par la capacité de mémorisation. A cet âge, les enfants éprouvent des difficultés à se souvenir des hypothèses qu'ils ont testées, ainsi que du feedback qui leur a été donné sur leur justesse. A six ans, les capacités de mémorisation sont meilleures et la performance est liée à un autre facteur, l'inhibition. A 8 ans, les données montrent que la performance repose sur l'aptitude à la planification.

Tableau I : Exemples de tests appropriés pour mesurer les différentes fonctions cognitives**Table I : Exemples of appropriated testing to assess the different cognitive functions**

Facteur cognitif	Test(s) approprié(s)
Mémoire	Test d'empan visuel Epreuve de code (Wechlser, 1991) Self Ordered Pointing Task (Petrides et Milner, 1982)
Attention sélective	Epreuve de barrage de signe (Zazzo, Galifret Granjon, Mathon, Santucci, et Stambak, 1964)
Inhibition	Stroop Test (Stroop, 1935) Day-night Test (Gerstadt, Hong et Diamond, 1994) Tâches d'oubli dirigé Epreuves de Go-no go et d'Incompatibilité de la batterie TEA (Zimmermann et Fimm, 1989)
Flexibilité	TrailMaking Test (Army Individual Test Battery, 1944) Epreuve de flexibilité de la batterie TEA (Zimmermann et Fimm, 1989)
Planification	Labyrinthes

Remarque : TEA = Test d'Evaluation de l'Attention.

3. STRUCTURE DES CATEGORIES ET APPRENTISSAGE

Dans la plupart des travaux décrits ci-dessus, les concepts que les enfants doivent apprendre sont des règles de classification dont le (ou les) trait(s) constitutif(s) est (sont) nécessaire(s) (une entité à classer doit être porteuse de ce trait pour être membre de la catégorie correspondante) et suffisant(s) (tous les objets possédant ce trait sont des membres de la catégorie). Le sujet doit découvrir le (ou plus rarement les) trait(s) qui unifie(nt) chaque catégorie, c'est-à-dire la caractéristique que l'on trouve dans tous les membres de chaque catégorie.

Cette conception sous la forme de traits nécessaires, dite classique (Lamberts et Shanks, 1997 ; Medin et Coley, 1998 ; Murphy, 2002 ; Smith et Medin, 1981) n'est pas la seule possible. Comment l'apprentissage conceptuel interagit-il avec la structure des concepts ? Les processus qui sous-tendent la construction des représentations conceptuelles et donc l'apprentissage conceptuel, particulièrement chez les enfants, diffèrent-ils en fonction du type de représentation postulé. Par exemple, les conceptions probabiliste et exemplariste postulent des représentations qui ne sont pas unifiées par des règles simples. Dans le cas probabiliste, les concepts sont des ensembles de propriétés chacune affectée d'une probabilité, et l'appartenance d'une entité à une catégorie se calcule sur base d'une fonction des traits du concept possédés par cette entité (Hampton, 1993 ; Murphy, 2002 ; Rosch, 1978 ; Smith et Medin, 1981). Si les membres d'une catégorie sont unis par un « air de famille » et non par une règle, comment l'individu abstrait-il les concepts correspondants ? Comment forme-t-il les prototypes souvent invoqués dans cette perspective (Rosch, 1978 ; voir aussi Cordier, 1993 ; Hampton, 1993 ; Murphy, 2002 ; Rosch et Mervis, 1975). Comment ces processus opèrent-ils si les concepts sont représentés sous la forme d'exemplaires, et non plus sous la forme d'une abstraction, qu'elle soit une règle ou un

prototype (Nosofsky, 1992 ; Smith et Medin, 1981) ?

Chez l'adulte, une littérature importante (conceptuellement et en nombre de publications) porte sur les prédictions de chacune de ces conceptions, notamment en termes d'apprentissage conceptuel et de généralisation (voir Komatsu, 1992 ; Kruschke, 1992 ; Medin et Coley, 1998 ; Medin et Smith, 1984 ; Murphy, 2002 ; Smith et Minda, 1998, 2000 ; Thibaut, 1997 pour des revues de la littérature). Cette littérature sur la représentation des concepts et l'apprentissage catégoriel n'a pas reçu, ou peu, d'échos chez l'enfant. Les auteurs n'ont guère cherché à tester si les enfants représentent les concepts sous la forme d'exemplaires, de prototypes (voir cependant Krascum et Andrews, 1993). Ici, ce débat sur la représentation des catégories a été traduit dans la structure des stimuli et des catégories utilisées dans les expériences d'apprentissage. Les catégories que l'enfant doit apprendre dans une expérience sont conçues de telle sorte qu'aucun des traits constituant les stimuli ne soit nécessaire et suffisant. Par exemple, le stimulus 1 appartient à la catégorie A parce qu'il possède les valeurs de dimensions associées à cette catégorie sur les dimensions b, c, d ; le stimulus 2, quant à lui, possède les valeurs des dimensions a, c, d associées à cette catégorie, etc. (Cordier, 1993 ; Rosch, 1978). Une question centrale porte alors sur les stratégies utilisées par les enfants confrontés à cette structure en « air de famille » et le développement de ce mode de catégorisation.

3. 1. ENCODAGE D'EXEMPLAIRES VERSUS ABSTRACTION DE TRAITS

De nombreux travaux sur l'apprentissage conceptuel par le jeune enfant révèlent leurs difficultés dans l'abstraction de traits critères (Bruner, Olver et Greenfield, 1966 ; Inhelder et Piaget, 1964 ; Vygotsky, 1962). Il est paradoxal que les enfants de 4 à 6 ans connaissent de très nombreux concepts, souvent sophistiqués, alors qu'ils ont des difficultés à abstraire des traits critères dans une tâche d'apprentissage catégoriel (voir ci-dessus) (Case, 1999 ; Thibaut, 2000,

pour des synthèses de la littérature ; sur le paradoxe, voir Kemler Nelson, 1990 ; Ward, 1990)

Plusieurs auteurs ont émis l'hypothèse que la structure des catégories que l'enfant rencontre dans son environnement permet leur apprentissage précoce. L'interprétation de la relation entre cette structure des catégories et leur apprentissage diffère selon les auteurs. Par exemple, selon Kossan (1981), l'opposition entre les limites de l'apprentissage conceptuel « classique » par abstraction de règle et les connaissances réelles des enfants s'expliquerait par l'utilisation d'une stratégie exemplariste. Les catégories naturelles, caractérisées par un air de famille, seraient plus facilement apprises sous la forme d'exemplaires stockés en mémoire et les nouvelles instances seraient catégorisées en fonction de leur similarité avec les exemplaires mémorisés. Kossan présente deux types de catégories à des enfants de 7 et 11 ans, celles qui possèdent des traits nécessaires et suffisants et celles qui possèdent des traits suffisants mais non nécessaires. Selon l'auteur, les enfants devraient apprendre à catégoriser des objets définis par une règle simple (e.g., présence de deux traits dans tous les stimuli d'une catégorie) plus efficacement en recourant à une stratégie de type abstraction des traits communs. Par contre, pour des concepts définis par des traits suffisants (sans traits définitoires), les plus jeunes procéderaient par analogie avec l'exemplaire en mémoire le plus semblable. Les plus âgés, capables d'abstraire des traits communs ou des traits corrélés, catégoriseraient par une stratégie « abstraction ». Kossan compare un apprentissage conceptuel classique par essais et erreurs avec feedback favorisant la découverte des traits nécessaires avec un apprentissage de paires associées dans lequel les enfants apprennent le prénom de chaque stimulus (des animaux) favorisant l'apprentissage des exemplaires. Durant la phase de test, les sujets doivent catégoriser de nouveaux exemplaires. Dans le cas d'un apprentissage conceptuel classique, les concepts définis par des traits nécessaires sont mieux généralisés au transfert que les concepts définis par des traits suffisants. Pour un apprentissage de paires-associées, l'inverse est observé, surtout chez les plus jeunes. Pour Kossan, dans la condition sans trait définitoire, les enfants classeraient les items de transfert par analogie avec les exemplaires stockés en mémoire.

Cependant, d'autres interprétations sont possibles. Les enfants pourraient avoir découvert des traits communs entre certains stimuli pendant leur présentation, et utiliser ces régularités sans avoir encodé toutes les dimensions de tous les exemplaires. On ne peut donc déduire de l'absence de l'utilisation d'une règle pour généraliser. Pour répondre à cette question, il faudrait déterminer quels aspects des exemplaires les enfants ont encodés, puisqu'il est peu probable qu'ils en encodent toutes les dimensions (Kemler Nelson, 1990 ; Krascum et Andrews, 1993).

3. 2. STRUCTURE DES CATEGORIES ET FONCTIONNEMENT ANALYTIQUE ET HOLISTIQUE

Ce débat sur les représentations et sur leur apprentissage au cours du développement a également été mêlé au débat analytique vs. holistique présenté plus haut. Des auteurs comme Kemler Nelson ont émis l'hypothèse que si les catégories ne peuvent être unifiées par un ensemble limité de traits nécessaires et suffisants mais doivent plutôt être décrites en termes d'air de famille, l'apprentissage conceptuel de ces catégories pourrait se faire selon un mode de traitement holistique plutôt qu'analytique (Kemler Nelson, 1984, 1988, 1989, 1990).

Le traitement holistique pourrait représenter un avantage pour l'apprentissage des catégories naturelles unifiées par un air de famille, les jeunes enfants comparant et classant les stimuli sur base de leur similarité globale, leur air de famille sans passer par les attributs individuels (Kemler, 1983 ; Kemler Nelson, 1984, 1990 ; Medin, 1983 ; Smith, 1979, 1981). Il y aurait donc adéquation entre le mode de traitement préférentiellement adopté par les jeunes enfants (i.e., holistique) et la structure des objets auxquels ils sont confrontés quotidiennement.

Ward et collaborateurs (Ward, 1989, 1990 ; Ward et Scott, 1987 ; Ward, Vela et Hass, 1990) ont contesté l'importance de cette association privilégiée entre mode de traitement holistique et catégories naturelles. Ward et Scott (1987) ont montré que des enfants de 5 ans

utilisent un mode de traitement analytique pour catégoriser des stimuli partageant un air de famille. Ward (1989) postule que cette structure catégorielle peut être appréhendée soit selon un mode holistique, soit selon un mode analytique « attribut-plus-exception ». Dans ce dernier cas, les participants peuvent classer la majorité des stimuli selon une règle et les stimuli restant comme des exceptions. Ward et Scott (1987), avec un matériel et une procédure similaires à ceux employés par Kemler Nelson (1984), ont montré que les enfants emploient le mode « attribut-plus-exception », pour traiter des catégories naturelles comme les visages plutôt que le mode holistique (même en condition d'apprentissage incident censé favoriser un mode de réponse holistique). Comme le fait remarquer Ward, des sujets utilisant un mode de classification « attribut-plus-exception » auraient été classés, à tort, comme des sujets holistiques puisque les exceptions, par définition de la structure des catégories utilisées, n'ont pas la valeur de dimension qui correspond à la règle suivie par le sujet mais partagent un air de famille avec les autres stimuli de la catégorie par les autres dimensions.

Selon Ward et Scott (voir aussi Ward, 1988, 1990), le traitement holistique des visages diagnostiqué par Kemler Nelson (1984) s'expliquerait par les caractéristiques des catégories utilisées. Premièrement, la structure des catégories décourage l'utilisation d'un attribut critère, car chaque attribut critère potentiel est toujours contredit par un stimulus (chaque stimulus prend pour une dimension la valeur associée à la catégorie opposée). Deuxièmement, le nombre d'exemplaires par catégorie est restreint facilitant leur mémorisation et donnant l'impression d'un apprentissage holistique. Enfin, une structure en air de famille permet un apprentissage simple des catégories puisque l'attention sur n'importe lequel des attributs fréquents dans la catégorie permettra de classer correctement tous les items porteurs de cet attribut, les autres pouvant être classés comme des exceptions.

Cependant, selon Kemler Nelson (1990), la structure en « air de famille » généralement proposée dans les expériences d'apprentissage conceptuel, y compris les siennes, n'est sans doute guère représentative de ce que l'enfant doit faire dans la réalité. Ce dernier apprend un

grand nombre de catégories et pas seulement deux comme dans les expériences classiques. En outre, elles sont souvent beaucoup plus multidimensionnelles que ne le supposent les expériences de laboratoire. Une catégorie peut être à la fois très proche de nombreuses catégories mais aussi très distincte d'autres catégories sur de nombreuses dimensions. Il y a peu de catégories dont les membres se distinguent des membres des catégories voisines sur une seule dimension. Ceci est particulièrement vrai des catégories de niveau de base parfois très variables (par exemple, les chiens). Dans ce cas, une catégorisation fondée sur l'air de famille pourrait être beaucoup plus efficace que l'utilisation d'une ou deux valeur(s) de dimension fréquente(s) dans la catégorie, mais absente(s) dans de nombreux stimuli (par exemple, si une grande proportion d'oiseaux chantent, beaucoup ne chantent pas). La probabilité d'utiliser un (ou deux) attribut(s) critère(s) est plus faible si le potentiel discriminatif de ce critère (sa validité d'indice) est faible. A nouveau, la structure des catégories interagit avec les stratégies adoptées par le sujet.

Kemler Nelson (1990) souligne encore que l'identification des sujets qui utilisent une stratégie holistique n'est pas nécessairement simple, notamment lorsque les sujets ne connaissent pas parfaitement tous les exemplaires à la fin de l'apprentissage. Dans ce cas, il est difficile de déterminer ce qu'ils ont utilisé comme mode de classification puisqu'on ne sait pas quelles sont les informations réellement utilisées pour classer. De tels sujets sont alors classés « ambigus » (voir Ward *et al.*, 1990), alors qu'ils utilisent sans doute un mode de traitement particulier. Dans le paradigme de catégorisation utilisé, être diagnostiqué « processeur holistique » présuppose que toutes les dimensions des stimuli ont la même saillance et que les participants calculent une similarité globale sur ces attributs égaux, alors que cette saillance est rarement calculée et que l'équivalence de saillance de toutes les dimensions demande un calibrage des stimuli (voir les travaux de Cook et Odom, 1988, 1992). Notez que ce type de difficulté vaut aussi pour la classification des sujets en « attribut-plus-exception » puisque les

jeunes enfants n'appliquent pas toujours une règle de manière cohérente d'un stimulus à l'autre, ce qui rend la détection de cette stratégie hasardeuse.

Plus généralement, une difficulté associée à l'opposition entre traitement analytique et traitement holistique résulte de l'interdépendance possible entre ces deux modes. Parler de « relations globales de la similarité totale » (Kemler Nelson, 1984, p. 735) n'est pas très explicite et ne nous dit rien des éventuelles relations que le tout peut entretenir avec ses parties constituantes. Comme le souligne Ward (1990), plus deux objets sont semblables, plus grande est la probabilité qu'ils partagent de nombreuses propriétés et plus grande est la probabilité que certaines de ces propriétés communes soient utilisées pour un traitement analytique. Ensuite, comme le remarquent Thibaut et Gelaes (2002), les tous possèdent des propriétés émergentes qui ne sont pas moins des dimensions des stimuli traitées par les sujets. Ainsi la propriété « carré » émerge d'un assemblage spatial particulier de 4 segments de droite de longueur égale. Par ailleurs, un stimulus X se distingue d'un stimulus Y sur la dimension a alors qu'il se distingue du stimulus Z sur la dimension b. Il faut savoir sur quelle dimension deux stimuli diffèrent pour les pondérer de manière adéquate ; une valeur de dimension qui distingue deux stimuli reçoit plus d'importance dans cette comparaison alors qu'elle sera négligée dans un contexte où elle n'est pas distinctive. Des similarités dimensionnelles sont plus souples pour représenter des catégories qui ne diffèrent pas sur les mêmes dimensions (X diffère de Y sur la dimension a et diffère de Z sur la dimension b) que ne le sont des similarités holistiques.

En résumé, on voit bien que l'identification des sujets selon des types de traitement analytique et holistique ne peut se déduire de manière simple des situations utilisées. Il y a de nombreux arguments pour et contre les deux perspectives, même si l'on conçoit les catégories comme des ensembles unifiés par un air de famille plutôt que par des attributs nécessaires et suffisants.

Krascum et Andrews (1993) confirment ces difficultés. Dans leur travail, elles commencent par apprendre à des enfants de 4 ans à classer des animaux imaginaires en deux

catégories. Un test de reconnaissance des exemplaires déjà vus mélangés à d'autres leur était administré (test « nouveau », « déjà vu ») par la suite. Selon les auteurs, si les enfants se focalisent sur un petit nombre de traits, ils ne devraient pas distinguer les nouveaux exemplaires des anciens, alors que s'ils font attention aux exemplaires durant la phase d'apprentissage, ils devraient présenter de bonnes performances au test de reconnaissance. Les résultats confirment la seconde hypothèse. Cependant, cet encodage des exemplaires ne signifie pas pour autant que les sujets classent selon un mode holistique. Les auteurs montrent également que les enfants n'utilisent pas la forme comme règle de classification simple, contrairement à ce qui a été suggéré par plusieurs auteurs (Becker et Ward, 1991 ; Landau, Smith et Jones, 1988 ; Ward, Vela et Hass, 1990 ; voir cependant Jones, Smith et Landau, 1991). Une des raisons pour lesquelles toute conclusion portant sur un mode d'apprentissage est hasardeuse est que les enfants utilisent peut-être des connaissances générales préalables sur les catégories pour orienter leurs réponses. Ainsi, Krascum et Andrews signalent que, dans leur étude, les enfants négligent l'indice « forme des animaux » pour catégoriser et/ou généraliser car ils savent qu'elle est variable et, ainsi, n'est pas une base de classification utile (voir également Cordier, 1983 ; Mervis et Pani, 1980). Le traitement des catégories dépend à la fois des stimuli proposés et des connaissances générales préalables sur le monde.

4. INFLUENCE DES CONNAISSANCES, THEORIE ET APPRENTISSAGE CONCEPTUEL CHEZ L'ENFANT

Dans les travaux exposés jusqu'ici, les concepts sont conçus sous la forme d'une liste de traits indépendants, et l'apprentissage conceptuel consiste à découvrir le (les) trait(s), ou la configuration de traits permettant de décrire la catégorie. Dans le cas des modèles exemplaristes, il s'agit d'encoder les exemplaires rencontrés, là aussi sous la forme d'une liste de traits. Or, de nombreux auteurs ont fait remarquer que les concepts ne se réduisent pas à des listes de traits indépendants. Au contraire, les concepts sont insérés dans des théories naïves qui justifient la présence des traits qui s'y trouvent (Cordier, 2001 ; Gopnik et Meltzoff, 1997 ; Keil, 1989 ; Keil, Carter Smith, Simons et Levine, 1998 ; Murphy, 1993 ; Murphy et Medin, 1985 ; Thibaut, 2000 ; Wellman et Gelman, 1998). Selon cette approche, le développement et l'apprentissage conceptuels ne résultent pas uniquement du traitement des seules dimensions des objets à catégoriser (ou d'une partie d'entre elles) mais reposent sur les inférences que l'on peut tirer des connaissances spécifiques au sujet des entités à classer (Murphy, 1993 ; Nakamura, 1985 ; Wisniewski, 1995). Par exemple, l'importance des traits « avoir des murs », « avoir un toit » dans le cas des maisons s'explique par les multiples fonctions remplies par les maisons (protection contre les éléments, vie privée, etc.).

Chez l'adulte, on a décrit l'influence des théories sur la conceptualisation (Keil, 1989 ; Murphy, 2002 ; Murphy et Medin, 1985 ; Quine, 1977) et la catégorisation (Murphy, 1993 ; Nakamura, 1985 ; Rips, 1989). Quelle est la place de ces théories dans l'apprentissage de concepts, chez l'enfant ? Pour certains, les théories ne jouent qu'un rôle mineur dans les catégorisations des jeunes enfants (Jones et Smith, 1993) qui seraient surtout déterminées par les relations de similarité (Quine, 1977) ; les théories ne seraient incorporées que progressivement

avec l'expérience. Pour d'autres, les théories seraient essentielles dans l'acquisition des concepts. Selon Murphy (1993), les théories agiraient de trois façons : (1) elles permettraient d'identifier les traits pertinents dans les stimuli ; (2) elles influenceraient le calcul de la similarité en déterminant les dimensions sur lesquelles ce calcul va être opéré ; et (3) elles influenceraient la façon dont le concept va être stocké en mémoire (Keil, 1989 ; voir aussi Hayes, Taplin et Munro, 1996 ; Nakamura, 1985 ; pour une démonstration de l'effet bénéfique des théories dans l'apprentissage des catégories chez l'adulte). Selon Heit (2000), les connaissances sont indispensables lorsque le nombre d'exemplaires disponibles est faible. Elles servent de représentation initiale de la catégorie en lieu et place d'une représentation élaborée à partir de l'observation d'un grand nombre d'exemplaires de la catégorie. Leur influence se marque par deux mécanismes qui influencent l'observation de nouveaux exemplaires, le processus d'intégration (des exemplaires de la catégorie et des exemplaires de catégories apparentées qui suscitent des attentes sur la nouvelle catégorie) et le processus de pondération sélective (oriente l'attention sur certains traits ou configurations de traits qui sont congruents avec les connaissances antérieures) (Voir Heit, 1993, 1994, 1995, 1998, 2001 sur les effets des connaissances en catégorisation chez l'adulte).

Le développement de ces théories naïves a été l'objet d'un grand nombre d'études portant sur des domaines très divers (voir Thibaut, 2000 ; Wellman et Gelman, 1998), sur les conceptions de la notion de vivant (Carey, 1985 ; Cordier, 2001 ; Keil, 1989), la compréhension du monde psychologique (Baron-Cohen, Tager-Flusberg et Cohen, 2000 ; Wellman et Wooley, 1990) les propriétés du monde physique (Lécuyer, Streri, Pêcheux, 1996 ; Spelke, 1994), dans lesquels, on part d'une notion dont on essaye de décrire le développement, en interrogeant des enfants de plusieurs tranches d'âge.

Un objectif des travaux sur le développement des théories est de trouver les manifestations les plus précoces possibles de ces théories. Cependant, ils n'envisagent les mécanismes de développement de ces théories. Soit, elles sont innées et se développent par

maturation, et la question s'avère finalement simple. Soit, elles se bâtissent progressivement par l'expérience ou à partir d'un ensemble de constructs fondamentaux donnés a priori qui vont se développer à partir de l'expérience de l'enfant, notamment par une redescription des domaines théoriques résultant de l'intégration progressive des informations en provenance du milieu (Carey, 1991 ; Siegler, 1996 ; Spelke, 1994).

Dans ces travaux récents chez l'enfant, cependant, l'apprentissage a perdu son droit de cité alors qu'il reste central chez l'adulte. Murphy, un des artisans de la popularité de la notion de théorie en psychologie (voir l'article fondateur Murphy et Medin, 1985) est aussi un des auteurs qui a le plus étudié les rapports entre théories naïves et apprentissage, montrant comment une théorie donne du sens aux dimensions décrivant les entités que l'on doit apprendre à classer (Kaplan et Murphy, 2000 ; Murphy et Allopenna, 1994). Chez l'enfant, lorsque ces études existent, elles portent sur des enfants de 5 ou 6 ans, soit des âges auxquels ils possèdent déjà un très grand nombre de concepts.

Barrett, Abdi, Murphy et McCarthy Gallagher (1993) ont étudié le rôle de ces théories dans la formation des concepts chez l'enfant. Selon eux, la typicalité et l'appartenance catégorielle seraient influencées par la présence d'associations entre traits basées sur une théorie (c'est-à-dire, une corrélation entre deux traits qui peut se justifier au regard d'une théorie). Les associations entre les traits représenteraient chez les enfants le lien unissant les concepts à leurs théories intuitives à propos du monde.

Barrett et al. (1993) ont évalué l'importance d'associations des traits qui peuvent se justifier au regard d'une théorie dans la définition d'un concept, ainsi que l'influence du niveau d'élaboration des théories sur la détection de ces associations privilégiées. On présente des associations de traits à des enfants de 6 et 9 ans (des oiseaux avec un gros cerveau et une bonne mémoire vs. des oiseaux avec un petit cerveau et de faibles capacités de mémorisation). Les enfants de 9 ans sont supposés avoir une théorie de la relation unissant physiologie du cerveau et fonctions cognitives plus élaborée que ceux de 6 ans et donc être plus sensibles à la relation

« structure du cerveau-capacités mnésiques ». Les items dans lesquels l'association de traits compatible avec une théorie est préservée sont mieux classés que ceux dans lesquels elle est brisée et sont jugés comme plus typiques de leur catégorie. Contrairement aux attentes, il n'existe pas de différence significative entre les enfants de 6 et 9 ans, suggérant l'équivalence de leurs théories dans ce domaine particulier. Les auteurs montrent également que des enfants de 8 et 9 ans catégorisent des stimuli différemment en fonction du cadre théorique donné a priori, comme c'est aussi le cas chez l'adulte (Murphy et Medin, 1985).

Krascum et Andrews (1998) ont mis en évidence le bénéfice qu'apportent les théories dans l'apprentissage de catégories possédant un air de famille, chez des enfants de 4 et 5 ans. Selon elles, sans théorie pertinente, les enfants ne pourraient se souvenir d'une distribution apparemment arbitraire des traits. Le matériel était composé d'animaux imaginaires et les enfants avaient reçu ou non une théorie qui permettait d'expliquer la présence de traits particuliers (par exemple, un animal qui appartient à une famille d'animaux agressifs est muni de griffes). Ici encore, un cadre théorique adapté rend la discrimination des deux catégories plus simple et améliore la généralisation à des items de transfert (voir aussi Farrar, Raney et Boyer, 1992, sur l'influence des théories dans le domaine des inférences chez l'enfant).

Plus récemment, Carmichael et Hayes (2001) ont montré chez des enfants de 4 à 10 ans que les théories et l'observation des exemplaires agissent conjointement durant l'acquisition de concepts (voir également, Hayes et Taplin, 1992). Les auteurs présentaient des exemplaires d'animaux fictifs, d'objets ou de catégories sociales peu familières, congruents ou non avec les connaissances a priori des enfants (par exemple, le trait « a une toison de laine » associé au trait « vit dans la montagne » grâce à une théorie). Les enfants étaient, dans un premier temps, exposés aux exemplaires et devaient juger par la suite de la co-occurrence des traits. Les connaissances a priori et l'observation des exemplaires exercent leur influence de manière indépendante. Dès 4 ans, les enfants émettent des jugements catégoriels influencés par leurs connaissances a priori et les informations venant des exemplaires ; ils révisent leurs

connaissances en y incorporant les informations venues des nouveaux exemplaires. Les enfants utilisent leurs connaissances à tout âge et dans tous les domaines, mais avec une grande sensibilité pour les co-variations de traits observées chez les enfants de 10 ans.

Ces travaux démontrent de l'influence des connaissances que l'enfant possède dans la formation des concepts, ainsi que du processus de mise à jour des théories en fonction de nouveaux exemplaires. Cependant, ils ne nous apportent pas d'informations sur la capacité des enfants à apprendre de nouvelles théories, ni sur la manière dont elles sont implémentées dans les stimuli, questions toutes deux fondamentales (voir Lin et Murphy, 1997, pour une démonstration chez l'adulte).

En adoptant une méthodologie similaire à Lin et Murphy (1997), Gelaes, Detiffe et Thibaut (2003) ont montré que des enfants de 3 et 4 ans sont capables d'acquérir de nouvelles connaissances à propos de la fonction d'un objet inconnu et de les associer à une partie spécifique de cet objet. Dans le cas présent, les nouvelles connaissances ont influencé l'encodage de l'objet et la généralisation à de nouveaux exemplaires de transfert.

Dans cette expérience, les enfants devaient apprendre une nouvelle théorie concernant l'utilisation d'un objet inconnu. Une moitié d'entre eux recevait une interprétation particulière de l'objet et la seconde une autre interprétation du même objet. Les deux théories mettaient l'accent sur une partie différente de l'objet. La partie cruciale pour l'une des interprétations était sans importance pour l'autre interprétation, et vice versa. Après la phase d'apprentissage, des stimuli de transfert étaient présentés aux enfants qui devaient juger de l'appartenance catégorielle de chacun d'eux. Parmi les stimuli de transfert, un item était consistant avec l'une des interprétations de l'objet d'apprentissage, un second item avec l'autre interprétation, et un troisième item était inconsistant vis-à-vis des deux interprétations.

Les résultats révèlent que les enfants acceptent comme faisant partie de la même catégorie que l'objet d'apprentissage les items de transfert consistants avec l'interprétation

reçue, tout en rejetant l'item de transfert consistant avec l'autre interprétation et l'item de transfert inconsistant.

Ces études montrent que chez l'enfant comme chez l'adulte, les théories facilitent l'apprentissage et la généralisation des catégories par la sélection des informations et par le renforcement des associations trait-catégorie. Cette influence ne s'exerce pas à sens unique car l'expérience de nouveaux exemplaires modifie les théories initiales en retour. Comme le montrent Carmichael et Hayes (2001), des instances congruentes avec les théories initiales de l'enfant les consolident alors que de nouvelles instances non-congruentes en déclenchent la révision. Cette dernière contribution nous fournit donc un exemple rare où l'évolution, la modification, d'une théorie est étudiée comme résultat d'un input conceptuel extérieur. Comme nous l'avons signalé en introduction à cette section, il est fondamental d'étudier comment des connaissances primitives sont modifiées progressivement par l'expérience des jeunes enfants du monde. Plus ces interactions « expérience-théorie » seront étudiées sur de jeunes enfants, meilleure sera notre compréhension du développement conceptuel précoce. Sans ces contributions, les stratégies d'acquisition, les types de concepts encodés par l'enfant continueront à être étudiés indépendamment des connaissances de l'enfant et vice-versa.

Nous pensons au contraire qu'il est essentiel d'étudier chez de très jeunes enfants l'apprentissage conceptuel, dans le sens défini au début de cette contribution, tel qu'il est en relation avec les théories du jeune enfant. De la même manière, il est tout aussi important de comprendre comment des concepts élémentaires appris par l'enfant s'enrichissent progressivement, se structurent en entités théoriques plus riches à mesure que l'enfant apprend de nouveaux concepts de son environnement.

BIBLIOGRAPHIE

- ARMY INDIVIDUAL TEST BATTERY – (1944) Manual of directions and scoring, Washington (DC), War Department, Adjutant General's Office.
- ASCHKENASY J. R., ODOM R. D. - (1982) Classification of perceptual development: Exploring issues about integrality and differential sensitivity, Journal of Experimental Child Psychology, 34, 435-448.
- BARON-COHEN S., TAGER-FLUSBERG H., COHEN D. J. (Edit.) – (2000) Understanding other minds: Perspective from developmental cognitive neuroscience, New York, Oxford University Press.
- BARRETT S. E., SHEPP B. E. – (1988) Developmental changes in attentional skills: The effect of irrelevant variations on encoding and response selection, Journal of Experimental Child Psychology, 45, 382-399.
- BARRETT S. E., ABDI H., MURPHY G. L., GALLAGHER J. M. – (1993) Theory-based correlations and their role in children's concepts, Child Development, 64, 1595-1616.
- BECKER A. H., WARD T. B. – (1991) Children's use of shape in extending novel labels to animate objects: Identity versus postural change, Cognitive Development, 6, 3-16.
- BJORKLUND D. F., HARNISHFEGER K. – (1990) The resources construct in cognitive development: Diverse sources of evidence and a theory of inefficient inhibition, Developmental Review, 10, 48-71.
- BOWER G., TRABASSO T. – (1963) Reversals prior to solution in concept identification, Journal of Experimental Psychology, 66, 409-418.
- BOWER G., TRABASSO T. – (1964) Concept identification, in R. C. ATKINSON (Edit.), Studies in mathematical psychology, Palo Alto (Calif.), Stanford University Press.

- BRUNER J. S., GOODNOW J. J., AUSTIN G. A. (Edit.) – (1956) A study of thinking, New York, Wiley.
- BRUNER J. S., OLVER R. R., GREENFIELD, P. M. (Edit.) – (1966) Studies in cognitive growth, New York, Wiley.
- BYRD D. M. – (1979) The effect of mnemonic training upon problem-solving strategies as a function of developmental memory level, unpublished M.S. thesis, Memphis State University.
- CAREY S. – (1985) Conceptual change in childhood, Cambridge (MA), MIT Press.
- CAREY S. – (1991) Knowledge acquisition: Enrichment or conceptual change?, in S. CAREY et R. GELMAN (Edit.), The epigenesis of mind, Hillsdale (NJ), Lawrence Erlbaum Associates.
- CARMICHAEL C. A., HAYES B. K. – (2001) Prior knowledge and exemplar encoding in children's concept acquisition, Child Development, 72, 1071-1090.
- CASE R. – (1999) Conceptual development, in M. BENNETT (Edit.), Developmental psychology: Achievement and prospects, Philadelphia, Psychology Press, 36-54.
- CAUZINILLE E., MATHIEU J. - (1973) Stratégies de découverte d'une propriété ou d'un objet par des enfants de 6-7 ans, Acta Psychologica, 37, 31-45.
- CHUMBLEY J., LAU P., ROG D., HAILE G. – (1971) Concept identification as a function of intradimensional variability, availability of previously presented material, and relative frequency of relevant attributes, Journal of Experimental Psychology, 90, 163-165.
- COOK G. L., ODOM R. D. – (1988) Perceptual sensitivity to dimensional and similarity relations in free and rule-governed classifications, Journal of Experimental Child Psychology, 45, 319-338.
- COOK G. L., ODOM R. D. – (1992) Perception of multidimensional stimuli: A differential-sensitivity account of cognitive processing and development, Journal of Experimental Child Psychology, 54, 213-249.
- CORDIER F. – (1983) L'abstraction d'une information typique chez des enfants, Cahiers de Psychologie Cognitive, 3, 461-474.

CORDIER F. – (1993) Les représentations cognitives privilégiées : typicalité et niveau de base, Lille, Presses universitaires de Lille.

CORDIER F. - (2001). Le développement des théories naïves sur le monde. L'exemple de la biologie, in D. KELLER, J. P. DURAFOUR, J. F. BONNOT et R. SOCK (Edit.), Percevoir : Monde et langage, Mardaga, 175-184.

CRANE N. L., ROSS L. E. – (1967) A development study of attention to cue redundancy following discrimination learning, Journal of Experimental Child Psychology, 5, 1-15.

CUNNINGHAM J. G., ODOM R. D. – (1978) The role of perceptual saliency in the development of analysis and synthesis procedure, Child Development, 49, 815, 823.

DEMPSTER F. N. – (1992) The rise and fall of inhibitory mechanism: Toward a unified theory of cognitive development and aging, Developmental Review, 12, 45-75.

DRUKER J. F., HAGEN J. W. – (1969) development trends in the processing of task-relevant and task-irrelevant information, Child Development, 40, 371-382.

EIMAS P. - (1969) A developmental study of hypothesis behavior and focusing, Journal of Experimental Child Psychology, 8, 160-172.

EIMAS P. – (1970) Effects of memory aids on hypothesis behavior and focusing in young children and adults, Journal of Experimental Child Psychology, 10, 319-336.

FARRAR M. J., RANEY G. E., BOYER M. E. – (1992) Knowledge, concepts, and inferences in childhood, Child Development, 63, 673-691.

FISHBEIN H. D., HAYGOOD R. C., FRIESON D. – (1970) Relevant and irrelevant saliency in concept learning, American Journal of Psychology, 83, 544-553.

FOARD C. F., KEMLER NELSON D. G. – (1984) Holistic and analytic modes of processing: The multiple determinants of perceptual analysis, Journal of Experimental Psychology: General, 113, 94-111.

FRIEDMAN S. R. – (1965) Developmental level and concept-learning : Confirmation of an inverse relationship, Psychonomic Science, 2, 3-4.

GARNER W.R. - (1970) The stimulus in information processing, American Psychologist, 25, 350-658.

GARNER W.R. (Edit.) - (1974) The processing of information and structure, Hillsdale (NJ), Erlbaum.

GELAES S. J., DETIFFE A. -S., THIBAUT J. -P. - (2003) Effect of background knowledge on object categorization and generalization in preschool children (Sous presse).

GELAES S. J., THIBAUT J. -P. - (2002) Cognitive factors on concept learning: A developmental approach, (communication, Experimental Psychology Conference, Louvain, Avril 2002).

GELMAN S. A. - (1988) The development of induction within natural kind and artifact categories, Cognitive Psychology, 20, 65-95.

NELSON, S. A. GELMAN et P. H. MILLER, Conceptual Development : Piaget Legacy, Mahwah (NJ), Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 79-102.

GERSTADT C. L., HONG Y. J., DIAMOND A. - (1994) The relationship between cognition and action : Performance of children 3 1/2-7 years old on a Stroop-like day-night test, Cognition, 53, 129-153.

GHOLSON B. - (1980) The cognitive-developmental basis of human learning : Studies in hypothesis testing, New York, Academic Press, 66-82.

GHOLSON B., DANZIGER S. - (1975) Effects of two levels of stimulus complexity upon hypothesis sampling systems among second and sixth grade children, Journal of Experimental Child Psychology, 20, 105-118.

GHOLSON B., LEVINE M., PHILLIPS S. - (1972) Hypotheses, strategies, and stereotypes in discrimination learning, Journal of Experimental Child Psychology, 13, 423-446.

Journal of Experimental Child Psychology, 18, 81-97.

GHOLSON B., PHILLIPS S., LEVINE M. – (1973) Effect of the temporal relationship of feedback and stimulus formation upon discrimination learning strategies, Journal of Experimental Child Psychology, 15, 425-441.

GHOLSON B., SCHUEPFER T. – (1979) Commentary on Kendler's paper : An alternative perspective, in H. W. REESE et L. P. LIPSITT (Edit.), Advance in child development and Behavior, New York, Academic Press.

GIBSON E. J. – (1966) Principle of perceptual learning and development, New York, Appleton-Century-Crofts.

GIBSON E. J. - (1969) Principles of perceptual learning and development, New York, Academic Press.

GOLDSTONE R. L., MEDIN D.L., GENTNER D. – (1991) Relational similarity and the non-independence of features in similarity judgments, Cognitive Psychology, 23, 222-262.

GOPNIK A., MELTZOFF A. N. (Edit.) – (1997) Words, thoughts, and theories, Cambridge, MIT Press.

HAGEN J. W. – (1967) The effect of distraction on selective attention, Child Development, 38, 685-694.

HALE G. A., GREEN R. Z. - (1976) Children's attention to stimulus components with variation in relative salience of components and degree of stimulus integration, Journal of Experimental Child Psychology, 21, 446-459.

HALE G. A., TAWHEEL S. S., GREEN R. Z., FLAUGHER J. – (1976) Instructional effects in children's attention to stimulus components, (Unpublished manuscript, Princeton, Educational testing Service).

HAMPTON J. – (1993) Prototype models of concept representation, in, I. V. MECHELEN, R.

HAMPTON, R. MICHALSKI, P.THEUNS (Edit.) Categories and concepts: Theoretical views and inductive data analysis, San Diego (CA), Academic Press, 173-200.

- HARNISHFEGER K. K., BJORKLUND D. F. – (1993) The ontogeny of inhibition mechanisms: A renewed approach to cognitive development, in M. L. HOWE et R. PASNACK (Edit.), Emerging themes in cognitive development, Vol. I: Foundations, New York, Springer-Verlag, 28-44.
- HARTER S. – (1967) Mental age, IQ, and motivational factors in the discrimination learning set performance of normal and retarded children, Journal of Experimental Child Psychology, 5, 123-141.
- HAYES B. K., TAPLIN J. E. – (1992) Developmental changes in categorization process: Knowledge and similarity-based modes of categorization, Journal of Experimental Child Psychology, 54, 188-212.
- HAYES B. K., TAPLIN J. E., MUNRO K. I. – (1996) Prior knowledge and sensitivity to feature correlations in category acquisition, Australian Journal of Psychology, 48, 27-34.
- HAYGOOD R. C., HARBERT T. L., OMLOR J. A. – (1970) Intradimensional variability and concept identification, Journal of Experimental Psychology, 83, 216-219.
- HEIT E. – (1993) Modeling the effects of expectations on recognition memory, Psychological Science, 4, 244-252.
- HEIT E. – (1994) Models of the effect of prior knowledge on category learning, Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 20, 1264-1282.
- HEIT E. – (1995) Belief revision in models of category learning, in J. D. Moore et J. F. Lehman (Edit.), Proceedings of the Seventeenth Annual Conference of the Cognitive Science Society, Hillsdale (NJ): Erlbaum, pp 176-181.
- HEIT E. – (1998) Influence of prior knowledge on selective weighting of category members, Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 24, 712-731.
- HEIT E. – (2000) Properties of inductive reasoning, Psychonomic Bulletin and Review, 7, 569-592.

HEIT E. – (2001) Putting together prior knowledge, verbal arguments, and observations in category learning, Memory and Cognition, 29, 828-837.

INGALLS R. P., DICKERSON D. J. – (1969) Development of hypothesis behavior in human concept identification, Developmental Psychology, 1, 707-716.

INHELDER B., PIAGET J. – (1964). The early growth of logic in the child, New York, Norton.

JACQUES S., ZELAZO P. D., KIRKHAM N. Z., SEMCESEN T. K. – (1999) Rule selection versus execution in preschoolers : An error-detection approach, Developmental Psychology, 35, 770-780.

JONES S. S., SMITH L.B. – (1993) The place of perception in children's concepts, Cognitive Development, 8, 113-139.

JONES S.S., SMITH L.B., LANDAU B. – (1991) Objects properties and knowledge in early lexical learning, Child Development, 62, 499-516.

KAGAN J. – (1965) Impulsive and reflective children : Significance of conceptual tempo, in J. D. KRUMBOLTZ, Learning and the education process, Chicago, Rand McNally.

KAPLAN A. S., MURPHY G. L. – (2000) Category learning with minimal prior knowledge, Journal of Experimental Psychology, 26, 829-846.

KEIL F. C. – (1989) Concept, kinds, and cognitive development, Cambridge (MA), MIT Press.

KEIL F. C., CARTER SMITH W., SIMONS D. D., LEVINE D. T. – (1998) Two dogmas of conceptual empiricism: Implication for hybrid models of the structure of knowledge, Cognition, 65, 103-135.

KEMLER D. G. – (1972) A developmental study of hypothesis-testing in discriminative learning task, (Unpublished doctoral dissertation, Brown University).

KEMLER D. G. - (1978) Patterns of hypothesis testing in children's discriminative learning : A study of the development of problem-solving strategies, Developmental Psychology, 14, 653-673.

KEMLER D. G. - (1982) Classifications in young and retarded children: The primacy of overall similarity relations, Child Development, 53, 768-779.

KEMLER D. G. - (1983) Holistic and analytic modes in perceptual and cognitive development, in T. TIGHE et B. E. SHEPP (Edit.), Perception, cognition and development: Interactional analyses, Hillsdale (NJ), Erlbaum, 77-102.

KEMLER D. G., SHEPP B. E., FOOTE K. E. - (1976) The sources of developmental differences in children's incidental processing during discrimination trials, Journal of Experimental Child Psychology, 21, 226-240.

KEMLER NELSON D. G. - (1984) The effect of attention on what concepts are acquired, Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 23, 734-759.

KEMLER NELSON D. G. - (1988) When category learning is holistic : A reply to Ward and Scott, Memory and Cognition, 16, 79-84.

KEMLER NELSON D. G. - (1989) The nature and occurrence of holistic processing, in, B. E. SHEPP et S. BALLESTEROS (Edit.), Object perception: Structure and process, Hillsdale (NJ), Erlbaum, 357-386.

KEMLER NELSON D. G. - (1990) When experimental findings conflict with everyday observations: Reflections on children learning, Child Development, 61, 606-610.

KEMLER NELSON D. G., SMITH D. - (1989) Analytic and holistic processing in reflection—impulsivity and cognitive development, in T. GLOBERSON et T. ZELNICKER (Edit.), Cognitive style and cognitive development, Stamford (CT), Ablex Publishing Corp.

KOMATSU L. K. -(1992) Recent views of conceptual structure, Psychological Bulletin, 112, 500-526.

KOSSAN N. E. - (1981) Developmental differences in concept acquisition strategies, Child Development, 52, 290-298.

KRASCUM R. M., ANDREWS S. - (1993) Feature-based versus exemplar-based strategies in preschoolers' category learning, Journal of Experimental Child Psychology, 56, 1-48.

KRASCUM R. M., ANDREWS S. – (1998) The effects of theories on children's acquisition of family-resemblance categories, Child Development, 69, 333-346.

KRUSCHKE J. K. – (1992) ALCOVE: An exemplar-based connectionist model of category learning, Psychological Review, 99, 22-44.

LAMBERTS K., SHANKS D. R. (Edit.) – (1997) Knowledge, concepts, and categories, Cambridge (MA), MIT Press.

LANDAU B., SMITH L. B., JONES S. S. – (1988) The importance of shape in early lexical learning, Cognitive development, 3, 333-346.

LECUYER R., STRERI A., PECHEUX M. –G. (Edit.) – (1996) Le développement cognitive du nourrisson, Nathan.

LIN E. L., MURPHY G. L. – (1997) Effects of background Knowledge on object categorization and part detection, Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance, 23, 1153-1169.

LEVINE M. – (1959) A model of hypothesis behavior in discrimination learning set, Psychological Review, 66, 353-366.

LEVINE M. - (1963) Mediating process in humans at the outset of discrimination learning, Psychological Review, 70, 254-276.

LEVINE M. – (1966) Hypothesis behavior by humans during discrimination learning, 71, 331-338.

LEVINE M. – (1969) Neo-noncontinuity theory, in G. BOWER et J. T. SPENCE (Edit.), The psychology of learning and motivation, New York, Academic Press.

LOCKHEAD G.R. - (1966) Effect of dimensional redundancy on visual discrimination, Journal of Experimental Psychology, 72, 65-104.

LOCKHEAD G. R. - (1972) Processing dimensional stimuli : A note, Psychological Review, 79, 410-419.

- LOW L. A., COSTE E., KIRKUP C. – (1978) Concept transfer as a function of age and variability of irrelevant features during acquisition, Bulletin of the Psychonomic Society, 12, 393-395.
- LOW L. A., COSTE E., KIRKUP C. – (1980) Developmental differences in concept transfer as a function of variability of irrelevant features during acquisition, Bulletin of the Psychonomic Society, 16, 19-22.
- LOW L. A., WOOLVERTON M., LUSIGNAN R. – (1976) Influence of variability of irrelevant features on concept transfer in children, Bulletin of the Psychonomic Society, 8, 422-424.
- MACCOBY E. E., HAGEN J. W. – (1965) Effects of distraction upon central versus incidental recall : Developmental trends, Journal of Experimental Child Psychology, 2, 280-289.
- MEDIN D. L. – (1983) Structural principles in categorization, in T. TIGHE et B.E. SHEPP (Edit.), Perception, cognition and development: Interactional analyses, Hillsdale (NJ), Erlbaum, 203-230.
- MEDIN D. L., COLEY J. D. – (1998) Concepts and categorization, in J. HOCHBERG, Perception and cognition at century's end: Handbook of perception and cognition, San Diego (CA), Academic Press, 403-439.
- MEDIN D.L., GOLDSTONE R.L., GENTNER D. - (1990) Similarity involving attributes and relations: Judgments of similarity and difference are not inverses, Psychological Science, 1, 64-65.
- MEDIN D. L., SMITH E. E. – (1984) Concepts and concept formation, Annual Review of Psychology, 35, 113-118.
- MERVIS C. B., PANI J. R. – (1980) Acquisition of basic object categories, Cognitive Psychology, 12, 496-522.
- MURPHY G. L. – (1993) Theories and concept formation, in I. V. MECHELEN, R. HAMPTON, R. MICHALSKI, P.THEUNS (Edit.) Categories and concepts: Theoretical views and inductive data analysis, San Diego (CA), Academic Press, 173-200.

MURPHY G. L. – (Edit.) (2002) The big book of concepts, , Cambridge, The MIT Press.

MURPHY G. L., ALLOPENNA P. D. – (1994) The locus of knowledge effects in concept learning, Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 20, 904-919.

MURPHY G. L., MEDIN D.L. – (1985) The role of theories in conceptual coherence, Psychological Review, 92, 289-316.

NAKAMURA G. V. (1985) Knowledge-based classification of ill-defined categories, Memory and Cognition, 13, 377-384.

NOSOFSKY R. M. – (1991) Relation between the rational model and the context model of categorization, Psychological Science, 2, 416-421.

NOSOFSKY R. M. – (1992) Similarity scaling and cognitive process models, Annual Review of Psychology, 43, 25-53.

ODOM R. D – (1972) Effects of perceptual salience on the recall of relevant and incidental dimensional values: A developmental study, Journal of Experimental Psychology, 92, 285-291.

ODOM R. D., COOK G. L. – (1984) Perceptual sensitivity, integral perception, and similarity classifications of preschool children and adults, Developmental Psychology, 20, 560-567.

ODOM R. D., COOK G. L. – (1996) Valuing of identity, distribution of attention, and perceptual salience in free and rule-governed classifications, Journal of Experimental Child Psychology, 61, 173-189.

ODOM R. D., GUZMAN R. D. – (1970) Problem solving and the perceptual salience of variability and constancy : A developmental study, Journal of Experimental Child Psychology, 9, 156-165.

ODOM R. D., GUZMAN R. D. – (1972) Development of hierarchies of dimensional salience, Developmental Psychology, 6, 271-287.

ODOM R. D., MUMBAUER C. C. – (1971) Dimensional salience and identification of the relevant dimension in problem solving : A developmental study, Developmental Psychology, 4, 135-140.

ODOM R. D., CUNNINGHAM J. G., ASTOR E. C. – (1975) Adults thinking the way we think children think, but children don't always think that way: A study of perceptual salience and problem solving, Bulletin of the Psychonomic Society, 6, 545-548.

OSLER S. F., TRAUTMAN G, E. – (1961) Concept attainment : II. Effect of stimulus complexity upon concept attainment at two levels of intelligence, Journal of Experimental Psychology, 62, 9-13.

PARENT S., LARIVEE S., TREMBLAY R. E., CHARLEBOIS P., GAGNON C. - (1991) Etude des règles de résolution de problèmes chez des enfants de neuf ans dans une tâche d'identification de concept non verbal, Archive de Psychologie, 59, 263-279.

PETRIDES M., MILNER B. – (1982) Deficits on subject-ordered task after frontal-lobe lesions in man, Neuropsychologia, 20, 249-262.

QUINE W. V. - (1977) Natural Kinds, in S. P. SCHWARTZ, Naming, necessity, and natural kind, Ithaca (NY), Cornell University Press, 155-175.

RABBITT P. – (1997) Methodology of frontal and executive function, Hove, East Sussex, Psychology Press.

RATTERMANN M. J., GENTNER D. –(1998) More evidence for a relational shift in the development of analogy: Children's performance on a causal task, Cognitive Development, 13, 45-478.

RESTLE F. – (1962) The selection of strategies in cue learning, Psychological Review, 69, 329-343.

RICHMAN C. L., SELVEY, S. - (1977) Dimensional preference changes as a function of overtraining, Bulletin of the Psychonomic Society, 9, 230-232.

RICHMAN S., GHOLSON B. - (1978) Strategy modelling, age, and information-processing efficiency, Journal of Experimental Child Psychology, 26, 58-70.

RIPS L. J. - (1989) Similarity, typicality and categorization, in S. VOSNIADOU et A. ORTONY (Edit.), similarity and analogical reasoning, New York, Cambridge University Press, 21-59.

ROSCH E. - (1978) Principles of categorization, in E. ROSCH et B. B. LLOYD (Edit.), Cognition and categorization, Hillsdale (NJ), Lawrence Erlbaum Associates.

ROSCH E., MERVIS C. B. - (1975) Family resemblances: Studies in the internal structure of categories, Cognitive Psychology, 7, 573-605.

SCHNEIDER W., PRESSLEY M. - (1997) Memory development between two and twenty, Mahwah (NJ), Lawrence Erlbaum Associates.

SCHONBAUM R. M. - (1973) A developmental study of differences in initial encoding and recoding of hypothesis information, Journal of Experimental Child Psychology, 16, 413-423.

SCHULTZ R. F., DODD D. H. - (1972) Intradimensional variability in concept identification : A replication, extension, and partial clarification of the Haygood, Harbert, and Omlor findings, Journal of Experimental Psychology, 94, 321-325.

SCHYNS P. G., GOLDSTONE R. L., THIBAUT J. -P. - (1998) The development of features in object concepts, Behavioral and Brain Sciences, 21, 1-53.

SHEPARD, R.N. (1987). Toward a universal law of generalization for psychological science, Science, 237, 1317-1323.

SHEPP B. E. - (1978) From perceived similarity to dimensional structure: A new hypothesis about perceptual development, in E. ROSCH et B. B. LLOYD (Edit.), Cognition and categorization, Hillside (NJ), Erlbaum, 135-167.

SHEPP B.E., BALLESTEROS S. -(1989) Object perception: Structure and process, Hillsdale (NJ), Erlbaum.

SHEPP B. E., SWARTZ K. B. - (1976) Selective attention and the processing of integral and non integral dimensions : A developmental study, Journal of Experimental Psychology, 22, 73-85.

SIEGLER, R.S. - (1996) Emerging minds: The process of change in children's thinking, Oxford, Oxford University Press.

SIEGLER, R.S. - (1998) Children's thinking, Upper Saddle River (NJ), Prentice Hall.

SILLEROY R. S., JOHNSON P. J. - (1973) The effects of perceptual pretraining on concept identification and preference, Journal of Experimental Child Psychology, 15, 462-472.

SMITH E. E., MEDIN D. L. - (1981) Categories and concepts, Cambridge (MA), Harvard University Press.

SMITH J. D., MINDA J. P. - (1998) Prototypes in the mist: The early epochs of category learning, Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 24, 1411-1436.

SMITH J. D., MINDA J. P. - (2000) Thirty categorization results in search of a model, Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 26, 3-27.

SMITH L. B. - (1979) Perceptual development and category generalization, Child Development, 50, 705-715.

SMITH L. B. - (1981) Importance of the overall similarity of objects for adults' and children's classifications, Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 7, 811-824.

SMITH L. B. - (1983) Development of classification : The use of similarity and dimensional relations, Journal of Experimental Psychology, 36, 150-178.

SMITH L. B. - (1989) A model of perceptual classification in children and adults, Psychological Review, 96, 125-144.

SMITH L. B., EVANS P. -(1989) Similarity, identity, and dimensions: Perceptual classification in children and adults, in B. E. SHEPP et S. BALLESTEROS (Edit.), Object perception, structure and process, Hillsdale (NJ), Erlbaum, 325-356.

- SMITH L. B., KEMLER D. G. - (1977) Developmental trends in free classification : Evidence for a new conceptualisation of perceptual development, Journal of Experimental Child Psychology, 24, 279-298.
- SMITH L. B., KEMLER D. G. - (1978) Levels of experienced dimensionality in children and in adults, Cognitive Psychology, 10, 502-532.
- SMITH L. B., KEMLER NELSON D.G. - (1984) Overall similarity in adults' classification : The child in all of us, Journal of Experimental Psychology : General, 113, 137-159.
- SPELKE E. S. - (1994) Initial knowledge: Six suggestions, Cognition, 50, 431-445.
- STROOP J. - (1935) Studies of interference in serial verbal reactions, Journal of Experimental Psychology, 18, 643-662.
- STRUTT G. F., ANDERSON D. R., WELL A. D. - (1975) A developmental study of irrelevant information on speeded classification, Journal of Experimental Child Psychology, 20, 127-135.
- STUSS D. T., BENSON D. F. - (1986) The frontal lobes, New York, Raven Press.
- SUGARMAN S. - (1982) Developmental change in early representational intelligence : Evidence from spatial classification strategies and related verbal expressions, Cognitive Psychology, 14, 279-298.
- THIBAUT J. -P. - (1997) Similarité et catégorisation, L'Année Psychologique, 97, 701-736.
- THIBAUT J. -P. - (1999) Développement conceptuel, in J.A. RONDAL et E. ESPERET (Eds.), Manuel de psychologie de l'enfant, Hayen, Mardaga, 343-384.
- THIBAUT J. - P., GELAES S. - (2002) Le développement des traitements analytique et global L'Année Psychologique, 102, 485-522.
- THIBAUT J. -P., SCHYNS P.G. - (1995) The development of features space for similarity and categorization, Psychologica Belgica, 35, 167-185.
- TIGHE T.J., TIGHE L.S. - (1969) Transfer from perceptual pretraining as a function of number of task dimensions, Journal of Experimental Child Psychology, 8, 494-502.

- TOPPINO T. C., LEE N. D., JOHNSON P. J., SHISHKO S. A. – (1979) Effect of perceptual pretraining on children's concept performance with nonpreferred relevant dimensions : Evidence for the role of attentional strategies, Developmental Psychology, 15, 190-196.
- TRABASSO T. – (1963) Stimulus emphasis and all-or-none learning in concept identification, Journal of Experimental Psychology, 65, 398-406.
- TRABASSO T., BOWER G. – (1966) Presolution dimensional shifts in concept identification : A test of the sampling with replacement axiom in all-or-none models, Journal of Mathematical Psychology, 3, 163-173.
- TRABASSO T., BOWER G. – (1968) Attention in learning, New York, Wiley.
- VYGOTSKY L. E. – (1962) Thought and language, Cambridge (MA), MIT Press.
- WARD T. B. – (1983) Response tempo and separable-integral responding : Evidence for an integral-to-separable processing sequence in visual perception, Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance, 9, 103-112.
- WARD T. B. – (1985) Individual differences in processing stimulus dimensions: Relation to selective processing abilities, Perception and Psychophysics, 37, 471-482.
- WARD T. B. – (1988) When is category learning holistic : A reply to Kemler Nelson, Memory and Cognition, 16, 85-89.
- WARD T. B. – (1989) Analytic and holistic modes of processing in category learning, in B. E. SHEPP et S. BALLESTEROS (Edit.), Object perception, structure and process, Hillsdale (NJ), Erlbaum, 387-419.
- WARD T. B. – (1990) Further comments on the attribute availability hypothesis of children's category learning, Child Development, 61, 611-613.
- WARD T. B., SCOTT J. – (1987) Analytic and holistic models of learning family-resemblance concepts, Memory and Cognition, 15, 42-54.
- WARD T. B., VELA E., HASS S.D. – (1990) Children and adults learn family-resemblance categories analytically, Child Development, 61, 593-605.

WECHSLER D. – (1949) Wechsler intelligence scale for children, New York, Psychological Corporation.

WECHSLER D. – (1991) Wechsler intelligence scale for children, New York, Psychological Corporation.

WEIR M. W., STEVENSON H. W. – (1959) The effect of verbalization in children's learning as a function of chronological age, Child Development, 30, 143-149.

WELLMAN H. M., GELMAN S. A. – (1998) Knowledge acquisition in foundational domains, in W. DAMON (Edit.), Handbook of Child Psychology, New York, John Wiley.

WELLMAN H. M., WOOLEY J. D. – (1990) From simple desires to ordinary beliefs: The early development of everyday psychology, Cognition, 35, 245-275.

WELSH M. C., PENNINGTON B. F. – (1988) Assessing frontal lobe functioning in children: Views from developmental psychology, Developmental Neuropsychology, 4, 199-230.

WEST R. L., ODOM R. D., ASCHKENASY J. R. – (1978) Perceptual sensitivity and conceptual coordination in children and younger and older adults, Human Development, 21, 334-345.

WHOLWILL J. – (1962) From perception to inference : A dimension of cognitive development, Monograph of the Society for Research in Child Development, 72, 87-107.

WISNIEWSKI E. J. – (1995) Prior knowledge and functionally relevant features in concept learning, Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 21, 449-468.

ZAZZO R., GALIFRET GRANJON N., MATHON T., SANTUCCI H., STAMBAK M. (Edit.) – (1964) Manuel pour l'examen psychologique de l'enfant, Lausanne, Delachaux et Niestlé.

ZELAZO P. D., FRYE D. – (1998) Cognitive complexity and control : II. The development of executive function in childhood, Current Directions in Psychological Science, 7, 121-126.

ZELNICKER T., JEFFREY W. – (1976) Reflexive and impulsive children : Strategies of information processing underlying differences in problem solving, Monographs of the Society for Research in Child Development, 41(Serial No.168).

ZELNICKER T., JEFFREY W. – (1979) Attention and cognitive style in children, in G. A. HALE et M. LEWIS (Edit.), Attention and cognitive development, New York, Plenum, 275-296.

ZELNIKER T., OPPENHEIMER L., RENAN A. – (1975) Effect of dimensional salience and salience of variability on problem solving : A developmental study, Developmental Psychology, 11, 334-341.

ZIMMERMANN P., FIMM B. – (1989) (article non publié). A computerized neuropsychological assessment of attention deficits.

NOTES

1. Levine (1966, 1969) a montré qu'un individu, en l'absence de feedback, conserve une même hypothèse durant quelques essais consécutifs, les « essais-blancs ». La technique consiste à alterner des séries d'« essais-blancs » et des séries d'essais avec feedback (voir Gholson et al, 1972, pour la description complète de cette méthode).

2. Dans le modèle, la similarité entre deux objets O_i et O_j est donnée par une fonction exponentielle (voir Nosofsky, 1992 ; Shepard, 1987 ; Thibaut, 1997),

$$S_{ij} = e^{-d_{ij}}$$

Dans le cas de stimuli dont les dimensions sont séparables (Garner 1970, 1974 ; Lockhead, 1966, 1972),

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^N W_k / O_{ik} - O_{jk} /$$

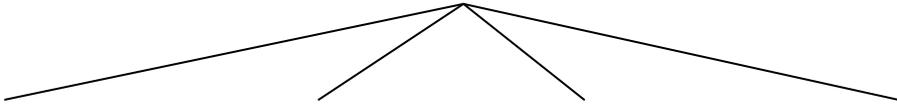
où $O_{ik} - O_{jk}$ est la différence entre les objets i et j sur la dimension k . N est le nombre de dimensions, W_k est le poids attentionnel donné à la dimension k . Il est compris entre 0 et 1.

LEGENDE DES FIGURES

Figure 1. Illustration des stratégies définies par Gholson et al. (1972). La stratégie de vérification d'hypothèse, la moins efficace, oblige l'individu à tester toutes les valeurs pour toutes les dimensions (niveau c). Pour la stratégie intermédiaire en termes d'efficacité, la vérification de dimension, l'individu ne se situe plus au niveau des valeurs de dimension mais au niveau supérieur des dimensions elles-mêmes (niveau b). Quant à l'individu qui utilise la stratégie la plus efficace, la focalisation, il se place à un niveau de traitement encore plus élevé en envisageant toutes les dimensions simultanément (niveau a). À mesure que l'on descend dans la hiérarchie, le temps mis pour arriver à la solution augmente puisqu'il y a de plus en plus d'hypothèses à tester.

Figure 1. Illustration of strategies defined by Gholson et al. (1972). For the hypothesis checking strategy, the less efficient one, people test every value for every dimension (level c). For the average efficient strategy, dimension checking, people are not situated at the level of dimension's value but at the higher level of dimensions themselves (level b). People who use the most efficient strategy, focusing, are situated at the highest level of processing by considering all dimensions simultaneously (level a). As one goes down in the hierarchy, times to reach solution increased because there are more and more hypothesis to test.

(a) dimensions a, b, c, ..., n



(b) dimension a dimension b dimension c dimension n



(c) valeur 1 valeur 2 valeur 1 valeur 2 valeur 1 valeur 2 valeur 1 valeur 2