

Développement conceptuel.

Chapitre 11

Développement conceptuel

Jean-Pierre Thibaut (1999). In J.A. Rondal & E. Esperet (Eds). Manuel de Psychologie de l'enfant.
Hayen, Mardaga

1. Introduction

Toutes nos activités reposent, notamment, sur une catégorisation adéquate des objets, des personnes, des actions et des événements. Catégoriser, c'est rassembler un ensemble d'entités équivalentes. Pour effectuer ces regroupements, les individus se réfèrent aux concepts qu'ils ont construits durant leur existence (Markman, 1989; Medin & Smith, 1984; Van Mechelen, Hampton, Michalski, & Theuns, 1993; Smith & Medin, 1981; Thibaut, 1997b). Par exemple, si je classe un X dans la catégorie des camions, c'est parce que X possède les caractéristiques de mon concept de "camion". Cette activité élémentaire n'a cependant rien de trivial puisque les entités qui appartiennent à une catégorie peuvent être très différentes les unes des autres. Pour réunir ces entités non identiques, il est nécessaire d'abstraire des invariants et, en conséquence, ignorer toutes les dimensions non pertinentes. Sans abstraction, toute expérience resterait sans lien avec les autres, isolée dans un paysage infiniment morcelé (Smith & Medin, 1981).

Dans le présent chapitre, on abordera quelques grandes questions de la psychologie cognitive du développement conceptuel, portant à la fois sur le contenu des concepts et sur les processus qui permettent leur construction (Siegler, 1996). On envisagera successivement, l'abstraction d'invariants par le bébé (est-il capable d'abstraire des invariants, de construire des catégories ?), la structure des catégories (quelle est la structure des catégories de l'enfant pendant le développement ? Sont-elles organisées autour de prototypes ?), les hiérarchies conceptuelles (les enfants maîtrisent-ils les différents niveaux des hiérarchies simultanément ? Dans la négative, quel chemin suivent-ils ?), les représentations d'événements (les objets, actions, personnes ne se présentent pas de manière isolée dans notre expérience mais, au contraire, sont reliés dans une structure organisée. Les enfants sont-ils capables d'abstraire des représentations de ces structures organisées ?). On décrira également le développement des théories naïves, plus particulièrement le développement des théories naïves portant

sur le monde physique, le monde biologique et le monde psychologique. Enfin, on montrera comment la recherche des invariants conceptuels (i.e., les traits constituant les concepts) dépend de l'interaction entre les caractéristiques du fonctionnement mental de l'enfant (perception, mémoire, planification, etc.) et de la structure des stimuli.

2. Les premières étapes : la formation de catégories chez le bébé

Pour catégoriser correctement un ensemble de stimuli dans des catégories, le bébé doit percevoir les régularités qui unifient chaque catégorie et la distinguent des autres catégories. (En effet, dans la plupart des cas, on n'apprend pas une catégorie isolément, mais on doit la distinguer d'autres catégories.) Pour ce faire, il doit notamment apprendre à négliger les sources de variation non pertinentes (e.g., si l'apprentissage porte sur la catégorisation de carrés et de triangles de différentes tailles, il doit ignorer la taille des formes).

Comment étudier la catégorisation chez les bébés ? Comme ces derniers ne peuvent répondre verbalement ou simplement désigner un objet, une situation, en réponse à une question, les chercheurs se sont tournés vers d'autres techniques reposant sur l'activité spontanée des bébés (on verra le chapitre 9 pour une présentation des paradigmes expérimentaux utilisés pour l'étude du bébé. Ces paradigmes s'appliquent également à l'étude de la catégorisation; voir également Lécuyer, Pêcheux, & Streri, 1994; Lécuyer, Streri, & Pêcheux, 1996, pour une présentation générale du développement cognitif du nourrisson). Supposons que l'on souhaite savoir si le bébé est capable de discriminer les chiens des chats. Dans une première étape, on présente une série de chats jusqu'à ce que le bébé montre des signes d'habituation aux membres de cette catégorie. Il ne "fait plus attention aux chats", ce qui peut se mesurer, par exemple, par le temps qu'il passe à regarder les stimuli. Ensuite, on montre un chien et on enregistre le temps pendant lequel il regarde ce nouveau stimulus (i.e., le temps de fixation). Si le temps passé à fixer le chien est plus important que celui passé à regarder les chats lorsque l'habituation à cette catégorie était effective, c'est que le chien est un stimulus nouveau, donc que l'enfant l'a distingué des chats vus précédemment.

De nombreuses études indiquent que les bébés sont capables d'apprendre de nouvelles catégories, tant avec des stimuli de catégories artificielles créés pour la circonstance (des formes construites à partir de points, ou des animaux simplifiés construits à partir d'un nombre limité de

dimensions) qu'avec des stimuli réels (Bomba & Siqueland, 1983; Quinn, 1987; voir Quinn & Eimas, 1996a, pour une revue de la littérature).

Dans une expérience de Quinn, Eimas, et Rosenkrantz (1993), les auteurs présentent des photos d'animaux à des bébés de 3 mois. A l'aide du paradigme de préférence visuelle (dans lequel on enregistre le temps que l'enfant passe à regarder chacun des deux stimuli composant une paire), les auteurs montrent que les bébés sont capables d'apprendre à distinguer les chiens (ou les chats) des oiseaux. Cependant, les auteurs obtiennent des résultats surprenants lorsque les enfants doivent apprendre à distinguer les chiens des chats. Si les bébés ont d'abord été exposés aux chats (i.e., si l'habituation a été réalisée sur la catégorie des chats), ils peuvent distinguer les chiens des chats (i.e., ils regardent plus les chiens, catégorie à laquelle ils n'ont pas été confrontés durant l'expérience, que les chats). Par contre, si l'habituation a été réalisée sur la catégorie des chiens, ils ne distinguent pas les chats des chiens lors de la phase de test (i.e., ils ne marquent aucune préférence pour les chats). Les auteurs expliquent cette curieuse asymétrie par la grande variabilité d'aspect existant dans la catégorie des chiens (e.g., comparez un caniche, un doberman, un basset, un berger allemand). Il est possible qu'elle ait contribué à rendre l'abstraction de la catégorie des chiens plus difficile. En effet, lorsque, dans une expérience ultérieure, les auteurs présentent uniquement des chiens très semblables les uns des autres (plus précisément, dont la variabilité ne dépasse pas la variabilité correspondante des chats présentés), les bébés distinguent les chats (présentés en test) des chiens. Ces résultats montrent que les bébés peuvent distinguer des catégories à condition que les stimuli appartenant à chacune d'elles ne soient pas trop différents les uns des autres. Comme nous le verrons dans la dernière section de ce chapitre, la variabilité des stimuli, souvent corrélée avec la présence d'informations non pertinentes pour la catégorisation, est un problème qui affecte l'apprentissage de nouveaux concepts à tous les âges de développement.

Des expériences ultérieures de Quinn et Eimas (1996b) ont montré quelles informations contribuent le plus à la distinction entre les catégories des chats et des chiens. Les auteurs présentent des photos de chats et des chiens dont ils cachent l'une ou l'autre partie durant la phase d'habituation. Lorsque seule la tête est visible, les enfants peuvent apprendre à distinguer les deux catégories, alors qu'ils échouent lorsqu'on présente uniquement les corps durant la phase d'habituation.

Quel statut accorder aux distinctions opérées par le bébé à cet âge ? Sont-elles conceptuelles ou "simplement" perceptives ? La réponse à cette question dépend de la définition que l'on donne au terme "conceptuel". Selon Mandler (1992), dans sa discussion du développement des primitives conceptuelles, "avoir un concept d'animal ou de véhicule c'est avoir au moins une notion rudimentaire de ce qu'est un animal ou un véhicule... Cette conception des concepts souligne leur nature théorique en opposition à une conception des concepts qui ne soient qu'une distribution de traits ou de propriétés" (p.588). Pour Keil (1989), les concepts sont des entités essentiellement relationnelles qui ne peuvent être comprises sans référence aux relations qu'ils entretiennent avec d'autres concepts. De telles définitions ne justifient pas selon nous que l'on sépare des représentations de nature conceptuelle et des représentations, différentes, de nature perceptive. Nous pensons que les distinctions opérées par les enfants sont de nature conceptuelle. Dans l'expérience portant sur la distinction entre les chats et les oiseaux, par exemple, pour différencier ces deux catégories, l'enfant doit encoder les différences pertinentes, du moins en partie. Cet encodage nécessite, comme on va le voir, une abstraction. En effet, les chiens comme les oiseaux sont des stimuli multidimensionnels. Parmi les dimensions qui les composent, un grand nombre sont non pertinentes pour opérer la distinction entre ces deux catégories. Certaines de ces propriétés non pertinentes contribuent à l'hétérogénéité des catégories (comparés les uns aux autres, les chiens ont de nombreuses caractéristiques perceptives les différenciant; il en va de même pour les oiseaux). Pour parvenir à distinguer les deux catégories, les bébés doivent donc filtrer les informations perçues. Comme les propriétés pertinentes pour opérer ces distinctions sont elles-mêmes variables (par exemple, si les ailes sont un trait distinctif de la catégorie des oiseaux, celles-ci se présentent sous des formes diverses), l'enfant doit, d'une manière ou d'une autre, trouver des invariants, donc abstraire des propriétés de ces stimuli. Dans ce cadre, l'hétérogénéité des stimuli peut rendre l'abstraction des invariants par le bébé impossible, comme dans l'exemple expérimental des chiens et des chats décrit plus haut. Dans la mesure où elles requièrent l'isolation de traits pertinents dont les instances sont variables, les représentations des enfants n'apparaissent pas moins conceptuelles que celles de l'adulte. Là où elles diffèrent, c'est dans leur puissance. Les traits isolés par l'adulte peuvent être utilisés dans des contextes beaucoup plus variés que ceux auxquels le bébé applique les mêmes traits. L'origine perceptive des traits ne suffit pas à leur ôter leur statut conceptuel. (On rappellera, dans ce contexte, que de nombreuses études portant sur l'apprentissage conceptuel

chez l'adulte, reposent uniquement sur des stimuli visuels.) Plutôt que de rechercher une différence de nature entre les représentations des bébés et des adultes dans le sens précisé ci-dessus, il nous paraît beaucoup plus fécond d'essayer de comprendre comment les concepts des bébés se différencient en concepts adultes (voir Quinn & Eimas, 1996 pour un point de vue similaire, Mandler (1992) pour un point de vue différent).

3. Structure des catégories

3.1. Définition du problème

Dans un grand nombre de situations, les individus ne semblent pas utiliser de traits nécessaires et suffisants pour catégoriser (Smith, 1989). Souvent, ils décident de catégoriser une entité X dans la catégorie Z parce que X possède quelques-unes des caractéristiques généralement associées à Z. Les catégories ne sont donc plus considérées comme des ensembles où tous les membres sont égaux, mais comme des groupes unifiés par un "air de famille" (voir entre autres, Cordier & Dubois, 1981; Rosch, 1976, 1978; Smith & Medin, 1981). Une entité appartient à une catégorie parce qu'elle possède quelques-unes des caractéristiques généralement partagées par les membres de cette catégorie.

Pour un grand nombre d'auteurs (voir Smith & Medin, 1981 pour une synthèse), les catégories sont organisées autour de prototypes. Par définition, un prototype d'une catégorie est un exemplaire particulièrement représentatif de celle-ci. La pomme, par exemple, est un prototype de la catégorie des fruits, contrairement à la figue. Pour obtenir une estimation de la représentativité des membres d'une catégorie, on demande à un groupe de sujets de produire une liste d'items appartenant à cette catégorie : les items les plus fréquemment cités sont considérés comme des prototypes (Dubois, 1983), classement qui peut varier en fonction de la culture (Barsalou, 1987). Chaque catégorie serait organisée autour d'un ou de plusieurs prototypes qui serai(en)t une sorte de résumé de celle-ci. Cette organisation des catégories autour de prototypes a de nombreuses implications psychologiques. Les prototypes sont catégorisés plus rapidement que les items moins représentatifs (Smith, Shoben & Rips, 1974; Rosch, 1978). D'un sujet à l'autre, le classement des prototypes est peu variable au contraire des items peu représentatifs dont la catégorisation peut différer en fonction des sujets (McCloskey & Glucksberg, 1978; Chumbley, 1986).

3.2. Implications pour le développement

Si les membres d'une catégorie sont inégalement représentatifs de celle-ci, dans quelle mesure les items les plus représentatifs sont-ils plus facilement appris ou non que les autres items de la catégorie. Les résultats obtenus par Mervis et Pani (1980) indiquent que le ou les prototypes jouent un rôle central dans l'apprentissage des catégories. Leurs résultats montrent que l'apprentissage est plus rapide lorsque les items présentés pendant l'apprentissage sont des prototypes plutôt que des items périphériques. Complémentairement, les prototypes sont appris plus facilement que les items qui se trouvent à la périphérie des catégories. Dans une expérience d'apprentissage de nouvelles catégories, Mervis et Pani comparent deux conditions expérimentales. Dans la première, les items d'apprentissage sont des prototypes de leur catégorie respective, dans la seconde, ces items d'apprentissage sont des items périphériques. Durant la phase de test, on présente de nouveaux exemplaires des catégories apprises. Les enfants à qui on a enseigné les catégories avec des items périphériques catégorisent moins bien que les autres. Pour Mervis et Pani, les items d'apprentissage de la condition "prototype" constituent une meilleure base de généralisation que les items de l'autre condition car ils résument mieux leur catégorie respective.

Dans une seconde expérience, Mervis et Pani comparent deux autres conditions. Dans la première, des items représentatifs et non représentatifs sont présentés pendant l'apprentissage, dans la seconde, uniquement les items représentatifs. Les résultats indiquent que les items les plus représentatifs sont mieux appris que les items moins représentatifs. Plus important, les enfants apprennent mieux les catégories lorsqu'ils sont confrontés uniquement aux items les plus représentatifs que lorsqu'ils les apprennent sur la base de stimuli représentatifs et non représentatifs. Ce résultat, a priori paradoxal, peut s'expliquer dans les mêmes termes que ceux de l'expérience précédente. Dans la situation où l'apprentissage repose sur tous les types de stimuli, représentatifs et non représentatifs, les caractéristiques les plus importantes apparaissent moins clairement que dans la situation d'apprentissage restreinte aux prototypes. En effet, on a montré que les items peu représentatifs d'une catégorie possèdent peu de traits communs avec les membres de leur catégorie et plus de traits communs avec les autres catégories. Ils sont donc moins distincts des autres catégories que les prototypes qui possèdent plus de traits communs avec un grand nombre d'items de leur catégorie et peu de traits communs avec les catégories proches. Les prototypes d'une catégorie sont donc

maximalement distincts des membres des autres catégories. Comme les items peu représentatifs comportent plus de propriétés peu discriminatives, il est possible que celles-ci jouent le rôle d'un bruit de fond qui doit être filtré pour que l'enfant saisisse les dimensions pertinentes. Or, Thibaut (1997a) a montré que les jeunes enfants découvrent plus difficilement les dimensions pertinentes d'une catégorie lorsque des aspects non pertinents sont présents dans les stimuli. En ce sens, restreindre les items d'apprentissage aux items les plus représentatifs contribue à diminuer le nombre de dimensions peu pertinentes qui peuvent détourner l'attention de l'enfant, surtout lorsqu'elles sont perceptivement saillantes.

4. Les hiérarchies conceptuelles

4.1. Description

Toute entité peut être classée à plusieurs niveaux d'une hiérarchie de catégories. Soit une VW Polo. Elle peut être catégorisée parmi les VW Polo, les VW, les automobiles, les moyens de transport, les objets. Les critères ou traits associés à chaque niveau de la hiérarchie sont différents car les distinctions à réaliser à chaque niveau diffèrent elles aussi. Par exemple, la VW se distingue d'autres voitures (Peugeot, Toyota) sur base d'un ensemble de traits (forme, constructeur). De la même façon, en tant qu'automobile elle se distingue des catégories proches, camions et motos, en termes d'autres traits alors que, comme moyen de transport, elle se distingue d'autres catégories (d'autres objets manufacturés) sur la base d'autres traits encore. A la fin des années 70, Rosch et collaborateurs (Mervis & Rosch, 1981; Rosch, 1978; Rosch, Mervis, Gray, Johnson, & Boyes-Braem, 1976) ont suggéré l'existence d'une hiérarchie fondée sur trois niveaux appelés, du plus spécifique au plus général, niveau subordonné, niveau de base et niveau superordonnant. Dans le domaine biologique, le niveau subordonné correspond à "basset" ou à "poire conférence", le niveau de base à "chien" ou "poire", au niveau superordonnant, enfin, à "animal" ou "fruit". Dans le domaine des objets manufacturés, ces trois niveaux correspondent, par exemple, à "chaise de cuisine", "chaise", et "mobilier". Ces hiérarchies sont inclusives dans le sens où les catégories de niveau élevé contiennent les catégories de niveau inférieur. Complémentairement, les niveaux inférieurs héritent des propriétés des niveaux supérieurs. Par exemple, puisque la catégorie des oiseaux est incluse dans celle des animaux, les oiseaux héritent des propriétés qui définissent les animaux, ou, en d'autres termes, ce qui

est vrai des animaux devrait valoir pour les oiseaux. Cette propriété d'héritage est fondamentale pour l'organisation conceptuelle puisqu'elle sous-tend les inférences que l'on peut tirer à propos d'une entité sachant à quelle(s) catégorie(s) elle appartient. Si quelqu'un appelle telle entité "chien", il est probable que cette "entité" a quatre pattes, qu'elle aboie, propriétés associées au chien, mais également qu'elle est composée de cellules, qu'elle se reproduit, bouge, etc., propriétés associées à son statut de mammifère ou d'animal (Cordier, 1993).

Si toute entité peut généralement être classée à plusieurs niveaux de catégorisation, il reste à savoir, pour le psychologue, quel statut psychologique attribuer à chacun de ces niveaux. Sont-ils équivalents ou bien l'un d'entre eux est-il psychologiquement plus saillant ? En d'autres termes, lorsque l'on manipule l'objet pomme, le catégorise-t-on plus facilement (rapidement) à l'un de ces trois niveaux possibles ? En termes de développement, si ces niveaux ne sont pas équivalents, dans quel ordre sont-ils maîtrisés par l'enfant ?

De nombreux travaux (Murphy & Smith, 1982; Murphy & Wiesniewski, 1989; Rosch, Mervis, Gray, Johnson, & Boyes-Braem, 1976; Rosch, 1978) ont montré que le niveau de base est le niveau de référence par rapport auquel se construisent les autres niveaux. On a montré à de nombreuses reprises que les objets sont d'abord identifiés au niveau de base (Rosch et al., 1976) avant de l'être aux autres niveaux : le temps nécessaire pour décider qu'une entité est une pomme est plus court que le temps nécessaire pour la classer comme une pomme Golden ou un fruit.

Cependant, les catégories de niveau de base identifiées par Rosch ne doivent pas être réifiées. En effet, "l'avantage du niveau de base" est lié aux propriétés des catégories de ce niveau en termes, notamment, d'homogénéité intracatégorie et de distinctivité intercatégorie. Les catégories de niveau de base sont celles qui sont à la fois homogènes (i.e., elles possèdent de nombreux traits en commun) et distinctives (i.e., elles ont de nombreux traits qui les distinguent des catégories contrastives) alors que les catégories de niveau subordonné ont tendance à être peu contrastées (e.g., un chat siamois et un chat persan ont de nombreux traits communs) alors que les catégories de niveau superordonnant sont peu homogènes (e.g., il y a peu de traits partagés par différents meubles). Cependant, si on modifie les propriétés de catégories de niveau subordonné, notamment en les rendant plus distinctives mais en conservant leur homogénéité, la différence entre ce niveau et le niveau de base (de Rosch) se réduit ou pourrait même être inversée (voir Jolicoeur, Gluck, & Kosslyn, 1984; Murphy, 1991; Tanaka &

Taylor, 1991). Par exemple, Jolicoeur, et al. (1984) ont montré qu'un pingouin est plus rapidement identifié comme pingouin (niveau subordonné pour Rosch) que comme oiseau (niveau de base). On a également montré le rôle de l'expertise sur la catégorisation : ainsi chez des experts dans le domaine des chiens, la différence entre le temps d'identification au niveau de base et au niveau subordonné est réduite, comparée à la différence équivalente chez des non-experts (Tanaka & Taylor, 1991). Cependant, de manière générale, les hiérarchies décrites par Rosch ont été confirmées. Au centre, la notion de différenciation, qui a été formalisée de différentes manières, semble fondamentale pour décrire et différencier les trois niveaux.

4.2. Développement des hiérarchies

En termes de développement conceptuel, il semble bien que les enfants apprennent à catégoriser au niveau de base avant de maîtriser les deux autres niveaux. Plusieurs indices confirment cette hypothèse. Les premiers noms acquis par l'enfant appartiennent, en majorité, au niveau de base. Ainsi, le jeune enfant désignera le quadrupède domestique qui aboie par le mot "chien" avant d'apprendre à le dénommer "basset" ou "animal" ou même "mammifère". Une étude de Rosch, Mervis, Gray, Johnson, & Boyes-Braem (1976) a montré que des enfants de 3 ans utilisaient principalement des termes du niveau de base pour dénommer des images d'objets.

On pourrait expliquer la primauté des dénominations au niveau de base en invoquant l'influence des adultes qui désignent les entités de leur environnement en utilisant essentiellement des termes de ce niveau (Anglin, 1977; Callanan, 1985). Par exemple, lorsqu'ils veulent apprendre un nom de superordonnant, les parents commencent par enseigner les termes du niveau de base. Pour apprendre à utiliser le superordonnant "outil", les parents commencent par enseigner le terme dénommant chaque outil (e.g., "rabet", "truelle") avant de passer au terme "outil" lui-même. Il faut remarquer que cette hypothèse explicative suggère que les enfants utilisent d'abord les termes de niveau de base parce que ce sont ceux-là qu'ils ont entendus prononcer par leurs parents et non pas parce que ce niveau est plus simple à conceptualiser que les deux autres. Dans ce cadre, il reste alors à expliquer pourquoi les parents enseignent les termes de niveau de base avant ceux des autres niveaux conceptuels. On ne voit pas pourquoi les parents commenceraient par le niveau de base en l'absence de toute contrainte cognitive (Callanan, 1985).

Plusieurs recherches indiquent que les enfants apprennent plus facilement les catégories de niveau de base que celles des deux autres niveaux. Dans ces travaux, on utilise souvent des tâches de tri qui donnent une image directe des catégorisations effectuées par les enfants. Par exemple, ils doivent trier un ensemble d'animaux, de meubles, d'outils, de vêtements, c'est-à-dire "mettre ensemble ceux qui vont ensemble". Ces tâches montrent que les enfants de 5 ans ne trient pas les entités sur la base des catégories superordonnantes comme le feraient des enfants plus âgés (Piaget & Inhelder, 1959). Dans une autre version de la tâche, on montre trois objets dont deux appartiennent soit au même niveau de base (deux chiens) soit au même niveau superordonnant (un chien et une mouche), le troisième étant un distracteur choisi au hasard. Parmi ces trois items, on désigne un item dit de référence (e.g., un chien) et l'enfant doit choisir parmi les deux autres "celui qui va avec". Dans la condition "niveau de base", si l'enfant associe le chien avec l'autre chien, il montre qu'il est capable de classer ensemble deux entités de même niveau de base. Dans la condition superordonnant, s'il classe le chien avec la mouche, c'est qu'il a saisi la relation entre deux catégories appartenant au même niveau superordonnant. Dans une étude de Rosch et al. (1976), les enfants de 3 et 4 ans étaient capables de rassembler les items appartenant au même niveau de base (e.g., les deux chiens). De la même manière, 96% des enfants de 4 ans ont classés ensemble les deux items appartenant à la même catégorie superordonnante, tandis que seulement 55% des enfants de 3 ans ont fait de même. Ce résultat semble indiquer que si les enfants de 3 ans maîtrisent les relations de niveau de base, il n'en va pas de même pour les relations de niveau superordonnant. Cependant ces résultats sont difficilement interprétables. En effet, l'absence d'un rassemblement des items appartenant au même superordonnant (e.g., chien et mouche) ne signifie pas nécessairement que l'enfant ne comprend pas la relation de superordination. Si la consigne lui demande de classer ensemble "ceux qui vont ensemble", l'enfant de 3 ans peut préférer une relation thématique (chien avec balle parce que "le chien court après la balle") à une relation taxinomique (chien avec araignée) même s'il comprend la relation taxinomique (Smiley & Brown, 1979).

Dans une autre expérience, Rosch et al. (1976) présentent 16 items issus de quatre catégories superordonnantes différentes (e.g., 4 animaux, 4 meubles, etc.) et demandent aux enfants de "mettre ensemble ceux qui vont ensemble". Dans cette situation, un grand nombre d'enfants de 5 et 6 ans ne parviennent pas à rassembler les items appartenant à une même catégorie superordonnante. Pourquoi

une telle disparité entre cette expérience et la précédente (où les enfants de 4 ans étaient capables d'apparier les items appartenant à la même catégorie superordonnante) ? Elle résulte probablement de différences entre les procédures utilisées. Dans la seconde expérience, le nombre élevé d'items et de catégories superordonnantes augmente la difficulté du choix de critères de catégorisation. En effet, les items peuvent, a priori, être catégorisés selon plusieurs critères taxonomiques et thématiques. Les enfants doivent choisir parmi ceux-ci des critères qui permettent de classer les stimuli en groupes qui ne se recouvrent pas, tâche d'autant plus complexe que le nombre de critères potentiels augmente avec le nombre de stimuli présents.

Des études portant sur des catégories artificielles ont permis de mieux contrôler la structure des catégories. Dans une étude de Horton et Markman (1980), des enfants préscolaires et de première année primaire devaient apprendre à classer des catégories d'animaux (conçus pour l'expérience) au niveau de base et au niveau superordonnant. Les animaux appartenant à une même catégorie de niveau de base étaient perceptivement plus semblables entre eux que les animaux appartenant à une même catégorie de niveau superordonnant. Selon les auteurs, la plus grande hétérogénéité perceptive des catégories superordonnantes devrait en rendre l'apprentissage plus difficile (voir ci-dessus, nos remarques sur la réification du niveau de base. On pourrait réécrire l'hypothèse de Markman et Horton en disant que les enfants apprennent les catégories perceptivement homogènes avant les catégories perceptivement hétérogènes). En outre, les auteurs présentaient les stimuli avec ou sans description verbale. Par exemple, dans la condition avec description on disait à l'enfant "voici un danker, il a des cornes au-dessus de sa tête et une queue faite de plumes". Dans la condition sans description, on demandait aux enfants de regarder les stimuli attentivement sans attirer verbalement leur attention sur l'un ou l'autre trait. On comparait ces deux conditions, "avec" ou "sans description", dans l'apprentissage des catégories de niveau de base et celles de niveau superordonnant. Selon les auteurs, compte tenu de l'hétérogénéité des stimuli au niveau superordonnant, les enfants devraient profiter davantage des descriptions verbales désignant les traits importants des stimuli pour l'apprentissage des catégories superordonnantes que pour celui des catégories de niveau de base qui devraient pouvoir être abstraites sur une base perceptive. Les résultats confirment les prédictions. Les enfants apprennent facilement les catégories de niveau de base et obtiennent les mêmes performances dans les deux conditions, avec et sans description verbale. Par contre, pour les catégories superordonnantes, les

performances dans la condition sans description verbale sont inférieures à celles obtenues dans la condition avec description verbale. Cependant, cet avantage lié aux descriptions n'est pas apparu chez les plus jeunes participants, soit parce que le niveau de développement de leur vocabulaire ne leur permettait pas d'en tirer profit, soit parce qu'ils ne peuvent intégrer tous les éléments des descriptions dans une représentation unique de la catégorie.

Mervis et Crisafi (1982) se sont intéressées à l'ordre d'acquisition des niveaux superordonnant et subordonné. Elles ont appris à des enfants de 2, 4 et 5 ans à catégoriser des stimuli définis par leur forme. Les résultats montrent que les catégories de niveau superordonnant sont acquises avant les catégories de niveau subordonné. Selon les auteurs, ceci s'expliquerait par la plus grande différenciation des catégories au niveau superordonnant. Mervis et Crisafi (1982) montrent que, pour les catégories utilisées, la différenciation des catégories de niveau superordonnant est supérieure à celle des catégories subordonnées. Cependant, comme le fait remarquer Markman (1989), ces résultats ne sont pas nécessairement généralisables puisque l'indice de différenciation obtenu dépend des catégories utilisées. Si le facteur expliquant l'ordre d'acquisition est la différenciation, alors, en fonction de la structure des stimuli appartenant à chacune des catégories, l'ordre d'acquisition des niveaux supérieurs et inférieurs devrait pouvoir être modifié (voir ci-dessus ce qui a été dit de la réification des trois niveaux).

En conclusion, les résultats semblent indiquer que les enfants apprennent à classer au niveau de base avant de classer aux deux autres niveaux. Cependant, dans les expériences d'apprentissage réalisées, on présente généralement des stimuli qui se différencient uniquement en termes de leurs caractéristiques visuelles, notamment leur forme générale et celle de leurs attributs. Dans la réalité, les descripteurs qui définissent les catégories proviennent également d'autres sources. La fonction, le ou les contexte(s) dans le(s)quel(s) apparaissent généralement chacune des entités, des propriétés moins visibles (internes, sonores) contribuent aux représentations construites par les enfants durant le développement des concepts.

4.3. Appartenance catégorielle, hiérarchies, et induction

Les représentations des catégories comme celle des objets manufacturés ou des entités biologiques sont composés d'un grand nombre de dimensions interconnectées qui permettent souvent

de retrouver des propriétés non mentionnées à partir d'autres informations. Sachant qu'un nouvel objet appartient à la catégorie X, on peut inférer que cet objet possède les propriétés du concept attaché à cette catégorie. Par exemple, si quelqu'un évoque un animal inconnu en le classant dans la catégorie des poissons, on pourra inférer comment cet animal se reproduit, respire, certaines caractéristiques possibles de son habitat, etc. En ce sens, la catégorisation est un puissant vecteur d'apprentissage de nouvelles informations.

Quelles informations les enfants utilisent-ils pour réaliser ces inférences ? Utilisent-ils des informations perceptives (de surface) ou des propriétés plus profondes lorsque celles-ci existent ? Par exemple, comment classer un dauphin, ou une chauve-souris ? Sur la base de propriétés perceptives saillantes, on peut les classer respectivement dans les catégories des poissons et des oiseaux, alors que leurs propriétés biologiques fondamentales (mode de reproduction, etc.) en font des membres de la catégorie des mammifères. Pour étudier les bases conceptuelles de l'induction chez l'enfant, les chercheurs ont réalisé de très nombreuses expériences où ils cherchent à séparer le rôle joué par diverses sources d'information, le plus souvent les informations perceptives et les informations dites profondes (pour une présentation générale, voir Gelman, 1996; Gelman & Wellman, 1998; Keil, 1989; Smith & Jones, 1993; Wellman & Gelman, 1992). Dans une des situations expérimentales utilisées, on montre deux entités qui appartiennent à des catégories différentes (par exemple, un dauphin et un petit poisson coloré). Ensuite, on donne aux enfants une information nouvelle au sujet de chacune des deux catégories (e.g., les dauphins respirent hors de l'eau alors que le poisson coloré respire dans l'eau). On présente un troisième stimulus (e.g., un requin) en disant à l'enfant à quelle catégorie il appartient (celle des poissons). L'important ici est que le requin ressemble plus au dauphin qu'au petit poisson coloré mais appartient à la même catégorie que ce dernier. On demande à l'enfant quelles propriétés des deux stimuli de départ le requin partage, celles du dauphin ou celles du poisson. Dès l'âge de 4 ans, la plupart des enfants attribuent au requin la propriété du petit poisson ("respire sous l'eau") malgré la ressemblance perceptive avec le dauphin. Pour généraliser correctement, du petit poisson au requin, ils devaient avoir compris que ces deux entités partagent des propriétés fondamentales, propriétés qui dirigent leur généralisation (Gelman & Markman, 1986). Dans le cas présent, il doit s'agir d'une compréhension au moins rudimentaire des propriétés des êtres vivants (la nature exacte de cette "compréhension au moins rudimentaire" est une question empirique). Gelman (1988) a montré que

l'on obtient des résultats semblables lorsqu'on n'utilise pas de nom, ce qui veut dire que les enfants n'ont pas généralisé uniquement sur la base d'une communauté de nom (ici, deux "poissons").

Ces expériences montrent que les jeunes enfants comprennent quelles propriétés sont généralisables ou non. Dans l'exemple ci-dessus, ils ont compris que la taille et la forme des animaux ne sont pas une base de généralisation utile malgré leur saillance perceptive. Les enfants doivent également comprendre que toutes les catégories ne permettent pas les mêmes inférences. Par exemple, les catégories d'objets manufacturés ne partagent souvent que la fonction et/ou une forme générale. On ne peut pas nécessairement deviner quelles sont les propriétés d'une nouvelle table, si ce n'est sa fonction, à partir des tables que l'on a déjà rencontrées. Les unes sont en bois, les autres en métal. En outre, leur hauteur, la structure de leurs pieds, la forme de la surface-support, sont variables, etc. Pour généraliser correctement d'une catégorie à l'autre, l'enfant doit donc comprendre quelles dépendances conceptuelles régissent les catégories superordonnantes importantes comme le monde vivant, le monde des objets manufacturés. Gelman (1988) a montré que, dès l'âge de 4 ans, les enfants font des inférences correctes concernant les différents types de catégories, inférences qui ne sont pas basées uniquement sur des ressemblances de surface. Ils savent que les membres d'une même catégorie partagent des traits communs profonds. Comme nous le verrons dans la suite de ce chapitre, les enfants développent des théories naïves sur le monde biologique, psychologique qu'ils utilisent comme support à leurs généralisation (voir Berger, 1997).

4.4. Le développement des connaissances ontologiques

Lorsqu'on veut combiner des propriétés comme "bouge", "aboie", "est grand" "est intéressant" à des noms de catégorie, toutes les possibilités ne sont pas ouvertes. L'énoncé "le garçon bouge" est non seulement grammatical mais a également un sens dans l'organisation conceptuelle de la langue. Par contre, l'énoncé "le garçon s'ensuivra demain", grammaticalement correct, n'est pas un énoncé sémantiquement acceptable. Compte tenu des propriétés du terme "garçon" et de celles du prédicat "s'ensuivre", cette combinaison, intuitivement inadéquate, est conceptuellement impossible. Frank Keil (1979, 1989) a suggéré que l'on peut construire un arbre qui régit l'utilisation des prédicats du langage, arbre qu'il a appelé arbre de prédication ("predicability tree") et qui peut être mis en rapport avec un arbre ontologique. Ce dernier représente la hiérarchie des catégories que nous utilisons

implicitement lorsque nous classons les entités du monde. Au sommet, on trouve la catégorie "toutes les entités" qui se divisent en "entités qui ont une localisation" comme un verre, un chien, et en "entités abstraites" comme les idées. Chacune des catégories supérieures se subdivise en sous-catégories de plus en plus spécifiques (voir Figure 1). L'arbre ontologique peut être mis en rapport avec un arbre de prédication (voir Figure 2). Les prédicats qui se trouvent à un niveau donné dans la hiérarchie s'appliquent à tous les niveaux de l'arbre ontologique qui se trouvent plus bas dans la hiérarchie (voir Figure 2). Par exemple, "est content" ne s'applique qu'aux "êtres qui ont des sentiments" et pas à des branches latérales de même niveau comme les "êtres qui n'ont pas de sentiments" ou à des catégories de niveau plus élevé comme "les plantes", "les objets manufacturés" (sauf dans les utilisations métaphoriques du langage qui, par définition, ne reposent pas sur la logique des classes mais, notamment, sur des analogies entre les classes). Par contre, un prédicat de haut niveau comme "est lourd" est applicable à de nombreuses branches (agrégats, artefacts, plantes, animaux, etc.). Keil (1979) a montré que les adultes respectent les contraintes conceptuelles posées par ces arbres. Par exemple, ils rejettent une phrase comme "la pomme est contente" mais acceptent une phrase comme "la pomme est bleue", factuellement fausse mais conceptuellement possible.

Keil (1989) a étudié le développement de ces connaissances ontologiques. Ses recherches indiquent que les enfants respectent eux aussi les contraintes ontologiques et refusent des énoncés comme "la pomme est contente". Cependant leurs connaissances ne sont pas équivalentes à celles de l'adulte. Leur développement se fait par différenciation progressive. Chez le jeune enfant (5 ans), des prédicats placés à des niveaux différents par l'adulte comme "malade", "endormi", "content", ne sont pas différenciés. En d'autres termes, l'enfant attribue ces trois prédicats aux mêmes entités contrairement à l'adulte qui n'attribue pas "content" aux mêmes entités que "malade". Entre 5 et 9 ans, l'utilisation de ces prédicats se rapproche de l'utilisation qu'en font les adultes. Il semble que les distinctions de haut niveau soient acquises avant les distinctions de bas niveau. Par exemple, l'organisation conceptuelle des enfants de 9 ans est à peu près identique à celle de l'adulte, si ce n'est qu'ils ne distinguent pas les propriétés des êtres humains de celles des autres animaux, deux catégories de bas niveau dans l'arbre ontologique. De la même manière, Keil (1989) a montré que les jeunes enfants acceptent qu'un raton laveur puisse devenir une mouffette si on lui fait subir une série de transformations, alors qu'ils n'acceptent pas qu'un animal soit transformé en objet manufacturé. En

d'autres termes, ils acceptent un passage d'une catégorie à l'autre à un bas niveau dans la hiérarchie (un mammifère transformé en un autre mammifère) et refusent ce changement lorsqu'il modifie l'appartenance catégorielle à un haut niveau (un animal transformé en objet manufacturé). Ce résultat s'explique facilement si on admet que la différenciation conceptuelle se fait du haut vers le bas.

5. Les scripts

Nos interactions avec le réel ne se limitent pas à la catégorisation d'objets ou d'actions isolés. Dans la plupart des cas, elles s'organisent autour de plusieurs actions et objets particuliers. Pour reprendre un exemple classique, se rendre au restaurant met en oeuvre une séquence d'actions qui se répètent chaque fois que l'on va au restaurant : entrer, attendre d'être conduit à une table, s'asseoir, lire la carte et commander, etc. De la même manière, se laver, aller à l'école, se déroulent aussi selon des scénarios relativement figés malgré les variantes introduites à chaque réalisation. La répétition de ces séquences d'actions permet leur stockage en mémoire sous la forme de représentations qui seront utilisées dans nos interactions avec le milieu. Elles servent notamment de support à l'organisation des événements dans le temps ou aux prédictions sur le déroulement des actions d'un événement. Il s'agit donc de représentations conceptuelles dont la spécificité est de porter sur des événements. Ces quinze dernières années, les études du développement de ces représentations conceptuelles (que l'on appelle souvent « scripts », Schank & Abelson, 1977) se sont multipliées.

Comment les enfants représentent-ils ces événements ? Respectent-ils l'ordre des événements ? Sont-ils capables d'abstraire les informations importantes ou se perdent-ils dans des détails sans importance ? Pour étudier ces questions, on demande aux enfants de raconter des événements qu'ils ont vécus (Nelson & Gruendel, 1981; Nelson, 1986). Lorsque des enfants racontent, par exemple, "ce qui se passe lorsqu'on cuit un gâteau", ceux de 3 ans diront "on le cuit et on le mange" alors que les enfants de 4 ans seront plus précis, plus complets : "on fait la pâte, puis on cuit le gâteau dans le four, puis on le sort, puis on le met sur la table et on le mange". Dans les deux cas, les enfants relatent des étapes importantes du script et les énoncent dans l'ordre correct. Ils sont sensibles à la distinction entre ordre logique des actions (dans l'exemple du gâteau, on doit le cuire avant de le manger) et ordre arbitraire (e.g., lorsqu'on fait les courses, l'ordre dans lequel on choisit les produits dans les rayons des magasins importe peu). Ils négligent également les événements ponctuels qui émaillent la réalisation

d'un événement (e.g., "maman a renversé le sucre pendant la préparation du gâteau"). Les enfants sont donc capables d'abstraire et de généraliser les composantes principales de l'événement qu'ils décrivent.

Les scripts des enfants plus âgés sont toutefois plus élaborés : ils comportent plus d'alternatives ("ceci ou cela"), d'activités optionnelles ("si on veut, on peut prendre une boisson"). Les différences entre les enfants plus jeunes et plus âgés ne semblent pas résulter de leurs compétences linguistiques. D'autres tâches, qui ne reposent pas sur l'utilisation du langage, indiquent également que l'organisation des scripts du jeune enfant n'est pas aussi flexible que celle de l'enfant plus âgé ou de l'adulte. Cette différence n'est pas non plus le résultat d'une limitation des expériences de l'enfant avec un événement. En effet, des enfants de 5 ans confrontés à un événement nouveau un même nombre de fois que des enfants de 3 ans en rappellent mieux les composantes et saisissent mieux les connexions causales qui les unissent (Price & Goodman, 1990).

Pourquoi les enfants reproduisent-ils les actions qui composent les événements dans l'ordre correct ? Ont-ils compris les dépendances logiques entre les actions ou reproduisent-ils simplement l'ordre dans lequel ces actions se sont déroulées parce qu'il s'agit de l'ordre de présentation ? Si les enfants comprennent les dépendances logiques entre actions, la représentation construite correspond à une séquence d'unités abstraites articulées les unes aux autres, alors que dans le cas inverse il s'agirait plutôt d'un tout dont les parties ne sont pas clairement séparées par l'enfant. Fivush, Kuebli, & Clubb (1992) ont comparé le rappel d'événements dont la structure logique est importante car chaque action dépend de la réalisation de l'action précédente au rappel d'événements composés d'actions dont l'ordre est arbitraire mais identique d'une présentation à l'autre. Les résultats ont montré que les enfants de 3 et 5 ans reproduisent les actions dans leur ordre de présentation lorsqu'il s'agit d'un ordre logique alors qu'ils ne respectent pas cet ordre lorsque l'événement est composé d'actions qui n'entretiennent aucune dépendance causale. En d'autres termes, les enfants sont capables d'abstraire la structure logique d'un événement. Cependant, si l'on introduit de nouvelles actions ou de nouveaux objets dans la réalisation d'un événement, par exemple en demandant aux enfants de reproduire cet événement à l'aide de nouveaux objets, les enfants de 3 ans en construisent plus difficilement une représentation unifiée. Dans d'autres expériences, Bauer et Fivush (1992) présentent une ou quatre fois un événement qui met en scène une série de jouets. Lorsque l'événement est présenté plusieurs fois, les jouets utilisés diffèrent à chaque occurrence de l'événement. Lorsqu'on demande aux enfants de reproduire

l'événement à l'aide d'autres objets que ceux qu'ils ont rencontrés, les enfants de 3 ans échouent dans le cas où ils ont vu l'événement une seule fois, contrairement aux enfants de 5 ans. Par contre, lorsque ces enfants de 3 ans ont réalisé les actions à 4 reprises en utilisant des objets différents à chaque fois, ils peuvent les reproduire avec de nouveaux objets. Ces résultats suggèrent que les enfants ont besoin d'un plus grand nombre de confrontations avec un événement dont les dimensions varient d'une fois à l'autre pour qu'ils puissent abstraire cet événement aussi efficacement que les enfants plus âgés.

Comment les enfants construisent-ils les représentations d'événements ? Une hypothèse plausible serait que, dans un premier temps, ils forment une représentation séparée de chaque occurrence de l'événement. Ensuite, ils pourraient confronter ces différentes représentations les unes avec les autres et en construire une nouvelle qui conserve uniquement les actions, objets, personnages présents dans les occurrences antérieures de l'événement. Les recherches ne confirment pas ce mode de construction des scripts à partir de souvenirs épisodiques des événements. Au contraire, après une seule présentation, les enfants sont capables de raconter un nouvel événement en se centrant sur ses aspects essentiels. Par exemple, si on demande à l'enfant ce qu'il fait à l'école alors qu'il n'y est allé qu'une seule fois, il ne mentionne que de grandes catégories d'actions et néglige les anecdotes. Par contre, si on l'interroge sur "ce qu'il a fait hier", question qui ne porte pas sur un événement particulier, l'enfant mentionne des anecdotes diverses ou des détails saillants. Dès le début, les scripts mettant en scènes des actions et des personnages logiquement connectés sont représentés de manière différente en mémoire que les souvenirs épisodiques. En d'autres termes, l'enfant est capable de construire un script intégrant plusieurs éléments ou, au contraire, évoquer séparément une action qui l'a frappé mais sans l'intégrer dans un script particulier.

6. Concepts et théories

6.1. Position du problème

Les descriptions du développement conceptuel reposent généralement sur la notion de trait ou de dimension. Dans la plupart des théories, le concept est décrit sous la forme d'une liste de traits (voir Smith & Medin, 1981). Dans le concept de chien, par exemple, on placera des propriétés comme "aboyer", "a quatre pattes", "est un animal domestique", etc. Une telle conception ne tient donc pas compte des relations existant entre les traits constituant les concepts ni des raisons pour lesquelles les

traits apparaissent dans le concept. Si, par exemple, la présence des traits "avoir des murs" et "avoir un toit" dans le concept de "maison" s'explique par la fonction protectrice que doit remplir une maison.

Durant la dernière décennie, les auteurs ont souligné l'importance des connexions entre les traits et l'influence des connaissances générales sur l'établissement de ces connexions. Dans cette perspective, le développement conceptuel et l'acquisition des nouveaux traits conceptuels qui entrent dans leur composition sont intimement liés aux théories dites naïves, implicites, que les individus possèdent au sujet d'un domaine particulier (Carey, 1985; Keil, 1989; Murphy & Medin, 1985). Par théorie, il faut entendre "un grand nombre d'explications mentales plutôt qu'un point de vue scientifique complet et organisé" (Murphy & Medin, 1985, p. 290). Ces théories sont les savoirs sur le monde qui justifient les connexions existant entre les traits d'un concept en fournissant un schéma causal explicatif. Dans l'exemple ci-dessus, les traits "avoir des murs", "avoir un toit" dans le concept de maison sont justifiés par une théorie sur la fonction des maisons.

Une théorie permet de donner un sens à la présence simultanée de plusieurs traits dans une représentation conceptuelle. Elle est un ensemble de concepts qui donne une cohérence à l'ensemble des faits, des entités auxquelles elle se rapporte. Par exemple, les théories naïves du monde biologique donnent un sens au monde biologique, à son organisation et ses propriétés. Ces théories guident nos inférences sur le réel, comme c'est le cas dans l'exemple suivant. Dans une expérience rapportée par Holland, Holyoak, Nisbett, et Thagard (1986, chapitre 8), on évoque une île sur laquelle vit la tribu des Barratos. La tâche des participants est d'induire dans quelle mesure des propriétés appartenant à un échantillon restreint de Barratos peuvent ou non être généralisées à la population. Les résultats montrent que, si les participants "rencontrent" un Barrato obèse, ils en induisent que 30 à 40% des habitants de la tribu sont obèses. Par contre, s'ils rencontrent un Barrato qui est brun de peau, ils en induisent que 90 à 100% des Barratos ont la peau brune. L'explication de cette différence réside dans les théories sur l'origine des propriétés biologiques évoquées. La couleur de la peau est déterminée génétiquement et est partagée par tous les membres liés génétiquement dans un groupe. L'obésité, par contre, résulte, dans la plupart des cas, d'habitudes alimentaires inadéquates ou, éventuellement, de désordres hormonaux qui, vraisemblablement, ne touchent pas tous les individus d'un groupe.

D'une manière générale, une théorie naïve possède au moins quatre caractéristiques : une ontologie, un ensemble de croyances interconnectées, des lois causales spécifiques au domaine (les

lois causales qui régissent le domaine biologique ne sont pas celles qui régissent le domaine des objets manufacturés), et le recours à des inobservables pour justifier l'existence d'une catégorie. Dans le cas du monde psychologique, on se réfère aux croyances, aux désirs des individus; dans le monde biologique, les animaux et les plantes, très dissemblables à bien des points de vue, sont classés parmi les vivants dont ils partagent des propriétés fondamentales comme la structure cellulaire, la reproduction, le développement (Gopnik & Meltzoff, 1997).

De nombreux auteurs récents ont pris le parti de décrire le développement conceptuel de l'enfant en partant de l'étude des théories dans lesquelles les concepts sont insérés. L'étude du développement conceptuel devient alors, en partie, l'étude de ces théories, des grands principes qui les fondent et de leur développement. Les questions essentielles posées sur le développement de ces théories portent sur leurs premières manifestations, sur leur structure et leur évolution.

Nous passerons successivement en revue le développement de trois grands domaines conceptuels qui ont été particulièrement étudiés, le monde biologique, le monde psychologique, et le monde physique.

6.2. Le monde biologique

Le monde biologique est organisé en différentes espèces mais également autour de concepts tels que, notamment, développement (croissance), reproduction, nutrition, vivant par opposition à non-vivant. Les auteurs qui étudient le développement de ces concepts s'intéressent aux propriétés autour desquelles s'organisent les catégories d'entités biologiques formées par les enfants et, notamment, à la formation d'un domaine conceptuel biologique spécifique, ses caractéristiques, les étapes développementales qui y conduisent.

Pour étudier l'évolution de la structure des connaissances biologiques, on analyse les inférences que les enfants font à propos des entités de la réalité. Par exemple, si l'enfant apprend qu'une propriété s'applique aux chats et qu'il la généralise à des animaux comme le chien, la vache, le lapin en excluant d'autres animaux comme les oiseaux ou les reptiles, c'est qu'il considère que les premiers constituent un groupe séparé des reptiles et des oiseaux. On peut également analyser les transformations que l'enfant trouve plausibles. Par exemple, peut-on transformer un chien en un chat par simple modification de son apparence de chien, par exemple en lui greffant la peau d'un chat ?

6.2.1. Vivants et non-vivants

Dans les descriptions piagésiennes du développement conceptuel, la notion de "vivant" se développe en cinq stades (Piaget, 1926). Le stade 0 se caractérise par l'absence de concept. Au stade 1, toute entité "active" est vivante alors qu'au stade 2, sont vivantes les choses en mouvement. Au stade 3, il faut que le mouvement trouve son origine dans la chose elle-même (par exemple, une pierre lancée n'est pas vivante). Le stade 4 est le stade adulte. Selon les études classiques, le développement de ces stades se déroule comme suit. Vers 4 ans, les enfants sont au stade 0, vers 7 ans, la majorité se trouve aux stades 1 et 2, tandis que 50% des enfants sont au stade 4 vers 10 ans. Carey (1985) a donné une description plus complète du concept "vivant" en le contrastant avec d'autres concepts proches comme "mort", "animé", "animal" ou "plante". Selon Carey, les enfants qui n'ont pas atteint le stade adulte ne se caractérisent pas par une pensée précausale comme le pensait Piaget mais plutôt par des connaissances biologiques incomplètes. En effet, le concept de "vivant" est complexe dans le sens où il est en rapport avec de nombreuses propriétés biologiques dont certaines sont inconnues des enfants. La différence entre l'explication de Carey et celle de Piaget est cruciale puisque dans la théorie de Carey, les limitations conceptuelles d'un enfant s'appliquent à un domaine de connaissances particulier et ne sont pas nécessairement généralisables à d'autres domaines (e.g., au domaine psychologique) alors que selon Piaget les connaissances d'un enfant à un stade donné (e.g., au stade préopérateur) reflètent l'organisation cognitive générale caractéristique de ce stade.

Des travaux récents ont montré que les enfants comprennent des oppositions pourtant conceptuellement proches de celle de vivant-non vivant mais qui ne sont pas superposables, comme animé-inanimé. Les jeunes enfants distinguent les animaux des objets inanimés en utilisant des propriétés biologiques comme leur "autonomie d'action". Ils savent que les objets inanimés qui bougent ne peuvent le faire que s'ils sont mis en mouvement par une force extérieure, contrairement aux êtres vivants qui bougent de manière autonome (Massey & Gelman, 1988). Si le vivant se confond avec la présence d'actions, les humains, les mammifères, les poissons qui présentent ces caractéristiques seront jugés plus vivants que les plantes ou les bactéries. La distinction entre vivant et non-vivant est plus difficile à saisir pour le jeune enfant car il ne connaît pas certaines des propriétés importantes (nutrition, reproduction, etc.) qui définissent le vivant (Carey, 1985). L'hétérogénéité du

monde vivant ne simplifie pas la tâche de l'enfant. Les différences perceptives importantes existant entre le monde végétal et le monde animal (absence versus présence de mouvement, différences de structure, etc.) ne simplifient pas l'abstraction des propriétés pertinentes qui définissent le monde biologique. En outre, de nombreux objets du monde non-vivant sont semblables à certaines entités vivantes (un ours en peluche, une poire en plastique, etc.).

Dès l'âge de 3 à 4 ans, les enfants ont saisi des différences entre les êtres vivants et les objets manufacturés. Ils savent que les plantes poussent, qu'elles se décomposent, etc., contrairement aux objets dont la structure ne se modifie pas, du moins sans intervention extérieure (Hickling & Gelman, 1995; Springer, Ngyuen, & Samaniego, 1996). En général, les propriétés qui structurent le monde biologique sont maîtrisées pour le domaine animal avant le domaine végétal, dont l'appartenance au monde vivant est niée par l'enfant. Les enfants de 3-4 ans auraient donc une connaissance de certains des principes fondamentaux de l'organisation biologique (les propriétés du vivant) qu'ils appliqueraient aux animaux et moins efficacement aux végétaux.

Lorsque l'enfant doit décider si un être vivant possède telle ou telle propriété du vivant, l'être humain joue le rôle de référence. La probabilité que l'enfant attribue une propriété à un animal donné est d'autant plus élevée que cet animal ressemble à un être humain. De la même manière, la probabilité qu'une nouvelle propriété soit généralisée à d'autres animaux est plus élevée si elle a été apprise d'abord pour les humains plutôt que pour les chiens (Carey, 1985). Ainsi 25 à 30% des enfants de 4 ans généralisent la propriété (fictive) "avoir un spleen" à d'autres animaux si elle a été apprise d'abord pour les chiens, alors que 75% la généralisent si elle a d'abord été associée aux êtres humains. Après 6 ans, cette asymétrie diminue à mesure que l'être humain perd son statut de référence pour l'enfant et qu'il apprend de nouvelles propriétés du vivant.

En fonction des propriétés, l'âge auquel l'enfant donne une réponse semblable à celle de l'adulte varie. Par exemple, contrairement aux adultes, une majorité d'enfants de 9 ans pensent que les plantes ont faim. Par contre, les enfants de 8 ans, comme les adultes, pensent que la possibilité d'être malade ne s'applique pas uniquement aux animaux alors que 75% des enfants de 5-6 ans restreignent cette propriété aux animaux. Pour les enfants préscolaires qui n'ont pas encore saisi la notion de "vivant", les propriétés proches comme "mort" sont également mal comprises. La mort se confond avec l'inanimé, l'imaginaire. La mort est évitable, réversible, assez semblable à l'état de sommeil.

En résumé, les jeunes enfants connaissent certaines des propriétés qui distinguent le monde vivant (animaux et végétaux) des objets manufacturés même s'ils ne saisissent pas toutes les caractéristiques liées à l'opposition vivant-non vivant. Cependant, en fonction des tâches, des questions proposées aux enfants, leurs performances varient. C'est une des raisons pour lesquelles différentes recherches semblent parfois donner des résultats contradictoires quant à l'âge auquel une notion est maîtrisée. Si les travaux de Carey (1985) laissent parfois penser que la maîtrise de la notion de vivant est relativement tardive, d'autres travaux indiquent que les jeunes enfants en ont compris certaines propriétés fondamentales. Ces contradictions sont plus apparentes que réelles. Elles indiquent seulement que certaines questions ou techniques entraînent une sous-estimation des connaissances réelles de l'enfant ou qu'il a saisi certaines composantes de concepts dont la maîtrise complète sera réalisée plus tard.

6.2.2. Les propriétés biologiques et leurs transformations

L'étude des transformations acceptées par l'enfant permet aussi de cerner le contenu de ses connaissances sur le domaine biologique (Keil, 1989). Dans ces expériences, on lit la description d'une transformation d'un objet manufacturé, d'un animal ou d'une plante en autre chose. La transformation peut se faire à l'intérieur d'une même catégorie (les mammifères, dans le cas d'une transformation d'un cheval en zèbre) ou en dépasser les limites (un animal transformé en plante ou, transformation plus radicale encore, un objet transformé en animal, c'est-à-dire un passage du non-vivant au vivant). Selon les cas, les enfants acceptent ou non les transformations. Les enfants de 5 à 9 ans acceptent la transformation d'un objet manufacturé en un autre, mais refusent celle d'un jouet-animal, non-vivant, (e.g., un ours en peluche) en un animal réel (e.g., un ours réel), même lorsque l'apparence superficielle de l'animal-jouet de départ est très semblable à celle de l'animal transformé, comme c'est le cas dans l'exemple ci-dessus. Jusqu'à l'âge de 7 ans, les enfants acceptent des transformations à l'intérieur d'une catégorie (e.g., un cheval transformé en zèbre). De manière générale, dès 4-5 ans, ils refusent les transformations qui franchissent les grandes catégories ontologiques (e.g., un jouet-lion ne peut devenir un lion vivant, mais un lion peut devenir un tigre; voir Keil, 1989). Les jeunes enfants ont donc compris, quelle que soit la nature de cette compréhension, que les êtres vivants ont des propriétés

particulières qui les différencient du monde non-vivant (Keil, 1989; Gelman, 1996), même s'ils n'ont reçu à ce stade aucun enseignement formel portant sur les propriétés du monde biologique.

Les transformations à l'intérieur d'une catégorie (e.g., cheval et zèbre) peuvent être de différents types : un cheval pourrait être habillé en zèbre, peint comme un zèbre, ou devenu zèbre suite à une action comme l'injection d'une substance avant la naissance. Tous les enfants, y compris ceux de 4 ou 5 ans, nient qu'un cheval habillé ou peint comme un zèbre soit devenu un zèbre. Cependant, ils se laissent convaincre par des transformations biologiquement vraisemblables (l'injection d'une substance qui affecte l'animal durant son développement). Selon des auteurs comme Gelman, Keil, Springer, Wellman, ces données montrent que les enfants ont, très tôt, une connaissance intuitive de certains principes biologiques. Springer et Keil (1991) ont étudié le développement de la compréhension des principes de transmission de caractéristiques biologiques comme la couleur des parents à leurs enfants. Par exemple, on expliquait à l'enfant que les pétales d'une "enfant fleur" ont été peints en bleu ou bien que "sa maman voulait que la fleur soit bleue" ou, au contraire, on lui proposait des mécanismes biologiques réels. Les enfants, y compris ceux de 4 ans, préfèrent les explications qui reposent sur des principes biologiques réels.

6.3. Le monde psychologique

Le succès de nos interactions avec les êtres humains, membres de notre famille, amis, simples connaissances, ou inconnus, repose sur notre compréhension de leurs buts, de leurs désirs, de leurs attentes, de leurs croyances, et de leurs savoirs. Cette compréhension permet à l'individu de prédire leurs comportements et d'ajuster les siens en conséquence. Contrairement au monde des objets ou au domaine biologique, les entités dont il est question ici, comme les pensées, les sentiments, les rêves, n'ont d'autre substance que mentale. Avoir une théorie de l'esprit, c'est avoir pris conscience de notre fonctionnement mental et de sa différence avec celui de nos partenaires sociaux. C'est comprendre que ce que je sais, ce que je pense n'est pas nécessairement partagé par les individus avec lesquels j'interagis.

Quand et comment se développent ces connaissances sur ces contenus impalpables et invisibles que sont les pensées, les désirs, les intentions ? Toutes les observations indiquent que les enfants de trois ans ont déjà compris que les autres pensent, savent, comprennent. Si Annie (2 ans et 10 mois),

pense que son père ne la trouvera pas parce qu'il ne sait pas où elle se trouve, c'est qu'elle a compris que le comportement de son père, c'est-à-dire "qu'il ne la trouvera pas", est influencé par cette ignorance. Elle a donc très bien compris la relation entre pensée, connaissances et action.

6.3.1. L'origine des actions : désirs et croyances

Au centre de notre compréhension de l'esprit se trouvent la relation entre désirs et croyances d'une part, et actions d'autre part. Si je me rends au restaurant à tel moment, c'est que je désire manger et que je pense que le restaurant choisi est ouvert. C'est du moins ainsi que la plupart d'entre nous interpréteraient ce comportement. L'explication met en relation une action et des entités psychologiques comme des désirs, des croyances, des sensations physiologiques (e.g., de faim et de soif) et des perceptions (la vue nécessaire pour trouver son chemin, le goût pour apprécier un bon repas).

Les travaux actuels indiquent qu'une théorie du fonctionnement de l'esprit humain émerge dès l'âge de 3 ans, fondée, comme chez l'adulte, sur les croyances et les désirs (belief-desire). Cette théorie de l'esprit relie perceptions, émotions, désirs, croyances, d'une part, et actions, d'autre part. Selon cette théorie, au départ se trouvent les perceptions (voir, sentir, entendre) qui vont donner naissance aux croyances (croire, supposer, savoir, s'attendre à, douter), aux besoins physiologiques (la faim, la soif) et aux émotions (l'amour, la haine, la peur) dont vont dériver les désirs (vouloir, désirer, souhaiter, espérer). De ces désirs et croyances naissent les actions (prendre, se rendre, rechercher) puis les réactions suscitées par ces actions (tristesse, angoisse, bonheur). Les enfants de trois ans comprennent la relation entre désirs et actions. Ils savent que percevoir un objet peut engendrer des croyances à propos de cet objet et qu'il ne suffit pas de se trouver près de celui qui perçoit un objet pour avoir et partager les mêmes croyances. Ils savent également que certaines émotions, comme l'étonnement, sont reliées aux croyances plutôt qu'aux désirs et que, à l'inverse, d'autres émotions comme la tristesse dépendent plus des désirs (Wellman & Banerjee, 1991). Ils peuvent prédire les actions à partir des désirs et des croyances (Hadwin & Perner, 1993) mais aussi remonter des actions aux croyances qui les ont fait naître. Ils savent que, en fonction des buts et désirs des individus, leurs réactions émotionnelles peuvent différer (Yuill, 1984). Au total, ces connaissances sur le monde psychologique permettent aux enfants de raisonner de manière cohérente sur les contenus mentaux et les actions. Ces

connaissances sont essentielles pour distinguer les causes physiques des actions (pousser un objet et le faire tomber, saisir un objet pour le déplacer) de leurs causes psychologiques (pousser un objet pour nuire à quelqu'un) ou pour distinguer le monde physique du monde mental (on ne manipule pas les objets comme on manipule les pensées).

Les enfants de moins de 3 ans ont une compréhension du désir mais pas de la croyance. Dès l'âge de 2 ans, l'enfant pense que les personnages d'une histoire se comportent en fonction de leurs désirs, même lorsque ceux-ci diffèrent des siens. Dans le cas des croyances, au contraire, les enfants de cet âge ne semblent pas comprendre que les actes d'autres personnes puissent être guidés par des croyances différentes des leurs (Wellman & Wooley, 1990). Par exemple, si l'enfant pense qu'un objet se trouve en A et qu'on lui dit qu'un personnage pense que l'objet est en B, l'enfant pensera que le personnage le cherchera en A.

Contrairement aux enfants de 4 ou 5 ans, les enfants de 3 ans ne comprennent pas l'influence des fausses croyances. Par exemple, des enfants de 3 à 5 ans à qui on montre une boîte de smarties prédisent qu'elle contient des bonbons. Supposons qu'on l'ouvre et qu'en fait elle contienne des crayons. Les enfants de 4-5 ans vont dire qu'ils ne s'y attendaient pas et vont prédire correctement que d'autres personnes confrontées à la même situation penseraient que la boîte contient des bonbons. Les enfants de 3 ans, une fois qu'ils ont constaté que la boîte contient des crayons, disent qu'ils l'ont toujours pensé et que d'autres personnes penseraient également qu'elle contient des crayons (Gopnik & Astington, 1988; voir également Avis & Harris, 1991; Wimmer & Perner, 1983, pour d'autres exemples). Les enfants de 3 ans pensent donc que les pensées des individus sont basées sur la réalité objective et non sur leurs croyances. En résumé, les données révèlent un développement des croyances entre 3 et 5 ans. Pour les enfants de 3 ans, les croyances des gens reflètent le monde tel qu'il est ou tel que l'enfant croit qu'il est alors que les enfants de 4 ans ont compris que le monde n'est rien d'autre que ce que les gens croient qu'il est. A nouveau, ceci ne signale pas une absence de connaissances chez le jeune enfant mais plutôt une organisation conceptuelle différente.

6.3.2. Monde mental et monde physique

Les travaux récents montrent que, dès l'âge de 3 ans, les enfants font une distinction claire entre le physique et le mental, contrairement à Piaget qui a décrit l'apparition de cette opposition comme

plus tardive. Par exemple, comparons les commentaires d'enfants confrontés à deux possibilités : dans l'une, une personne possède un objet et cet objet a disparu, dans l'autre, cette personne pense à l'objet. Les enfants de 3 ans savent, non seulement que dans les deux cas, la personne en question ne peut pas manipuler l'objet mais aussi que dans le premier cas, l'objet est réel et absent alors que dans le second, il est purement mental (Estes, Wellman, & Woolley, 1989). Les enfants savent qu'on ne peut pas toucher les pensées, les rêves, les souvenirs qui sont "dans la tête" et "non dans le monde" contrairement aux objets, qu'ils soient physiques (e.g., une porte) ou non (e.g., des sons). Cependant, bien qu'ils sachent que les représentations ne sont pas la réalité, les enfants de 3 ans croient que leurs représentations reflètent la réalité de manière adéquate. Pour certains auteurs, les jeux de faire semblant dans lesquels l'enfant, dès l'âge de 12 mois, utilise un objet (e.g., une boîte) pour un autre (e.g., un bateau), annonceraient un concept de l'esprit. Ces jeux supposent, en effet, que les enfants comprennent qu'un objet peut en représenter un autre, préfiguration de l'idée que l'on peut se représenter les objets.

6.3.3. Apparence et réalité

Les enfants de 3 ans, contrairement à ceux de 4 ou 5 ans, ne comprennent pas la différence entre apparences et réalité. Les enfants de 3 ans croient que ce qu'ils voient sur l'écran de télévision représente des objets réels qui se trouvent à l'intérieur de l'objet (Flavell, Flavell, Green, & Korfmacher, 1990). De la même manière, un objet qui sent l'orange est une orange. Dans une expérience de Flavell, Flavell, & Green (1983), on présente des imitations d'objets à des enfants de 3 à 5 ans, comme une éponge qui ressemble à un morceau de pierre. Après avoir encouragé les enfants à manipuler les objets, pour leur permettre de se rendre compte que les objets n'étaient pas ce qu'ils semblaient être, on leur demandait ce que ces objets étaient réellement. Les enfants de 3 ans déclarent que l'éponge est réellement une pierre, alors que ceux de 4 et 5 ans répondent qu'il s'agit bien d'une éponge.

En résumé, comme c'est le cas pour d'autres notions, il n'y a pas un âge où apparaît la compréhension des concepts unifiant le monde psychologique mais une évolution de la compréhension des dimensions qui le composent.

6.4. Le monde physique

Le monde dans lequel nous vivons est gouverné par un ensemble de lois physiques. Les objets tombent lorsqu'on les prive de support; s'arrêtent lorsqu'ils rencontrent des obstacles. Pour se déplacer, ils doivent être mis en mouvement par une force. Objets solides, ils ne se désintègrent pas spontanément en éléments séparés. Ces quelques lois physiques, les adultes et les enfants les connaissent et se comportent en conséquence : l'enfant sait que la balle qui s'approche a été propulsée par une force ou ne peut pas traverser une porte. Dans une perspective développementale, on peut se demander à quel moment de l'existence de l'enfant apparaît la compréhension de ces principes physiques. De nombreuses études récentes montrent que le jeune enfant se comporte comme s'il comprenait certains principes physiques. Selon Spelke (1994), le bébé comprendrait quatre contraintes qui régissent le mouvement des objets :

1. la contrainte d'inertie : les objets ne modifient pas leur mouvement spontanément et de manière abrupte.
2. la contrainte de continuité : les objets ne peuvent se mouvoir que dans un espace continu; ils passent d'un point à l'autre en passant par les positions intermédiaires.
3. La contrainte de gravité : un objet privé de son support tombe vers le bas.
4. La contrainte de solidité : les objets ne peuvent se mouvoir que dans des espaces qui ne sont pas occupés par d'autres objets.

La mise en évidence de la compréhension de ces principes physiques par le bébé repose sur l'utilisation du paradigme d'habituation (voir le chapitre 9). On montre à plusieurs reprises un objet qui bouge dans l'espace jusqu'à ce que l'enfant soit habitué à cette situation. Ensuite, on compare les réactions des bébés à deux événements test. Le premier est semblable à ce qui a été montré pendant l'habituation mais viole une des contraintes énoncées ci-dessus; le second événement diffère de l'événement montré pendant l'habituation mais respecte les contraintes sur le mouvement. Si l'enfant regarde plus longtemps l'événement qui viole une loi régissant les objets physiques (il se déshabitude) et qu'il ne regarde pas plus longtemps le second événement que celui sur lequel a été réalisée l'habituation, c'est qu'il a détecté la violation d'une contrainte. En d'autres termes, la situation-test qui viole une contrainte est un événement inattendu pour le bébé qui va donc y prêter une plus grande attention. Par exemple, dans des travaux sur les contraintes de continuité et de solidité, Spelke (1991)

montre une balle qui est tenue en l'air puis lâchée. L'enfant voit la première partie de la trajectoire mais pas la seconde car la balle tombe derrière un écran. Ensuite, on retire l'écran pour montrer la balle tombée sur un support. On montre cette situation plusieurs fois jusqu'à ce que l'enfant s'y habitue. On présente ensuite deux situations test, l'une est congruente, l'autre non congruente. Dans la situation congruente, on présente une scène semblable à celle de l'habituation, à cette différence près que l'objet ne tombe plus sur le support de la phase d'habituation mais sur un support placé un peu plus haut. La scène qui apparaît à l'enfant lorsqu'on retire l'écran est donc différente de celle de départ mais respecte les contraintes de continuité et de solidité. Dans la situation test non congruente, la scène est semblable à celle du premier test à ceci près que, lorsque l'expérimentateur lève le voile, la balle se trouve sur le support utilisé pour la phase d'habituation. Cependant, elle se trouve également en-dessous d'un support plus élevé. La balle se trouve donc dans la même position que dans la phase d'habituation mais la contrainte de solidité est violée puisque, pour être dans la position où elle se trouve, la balle a dû traverser le support supérieur. Les résultats indiquent que, dès l'âge de 2 mois et demi, les bébés se déshabituent plus à la scène test qui viole les contraintes qu'à la scène test qui la respecte. D'autres recherches montrent que les enfants de cet âge ne sont pas sensibles à toutes les contraintes sur le mouvement. Par exemple, les enfants ne sont pas sensibles aux contraintes liées à la direction des objets en mouvement. Si on lance un objet dans une direction et si aucun obstacle n'est présent sur sa trajectoire, l'objet devrait poursuivre sa trajectoire dans la direction initiale. Les bébés ne sont pas sensibles aux modifications inattendues de cette trajectoire (pour une présentation générale, voir l'ouvrage de Lécuyer, Streri, & Pêcheux, 1996). Il faut toutefois souligner que les données obtenues dans ce domaine a donné lieu à d'autres interprétations qui n'invoquent pas des connaissances sur le monde physique (voir Perruchet & Vinter, 1998). Cette question d'interprétation est fondamentale puisqu'elle porte sur la présence ou l'absence de connaissances précoces sophistiquées. Dans un cas, le développement conceptuel dérive d'un ensemble de principes fondamentaux présents à la naissance (postulés par l'innéisme représentationnel, voir la discussion de ce problème dans le chapitre sur l'acquisition du langage) alors que dans l'autre il faut également expliquer la construction progressive de ces principes fondamentaux qui ne sont pas donnés a priori.

6.5. Le développement des structures conceptuelles

6.5.1. "Théorie des théories" et expertise

Comment se développent les théories naïves de l'enfant ? Comme dans d'autres domaines du développement, soit les auteurs invoquent l'existence de structures conceptuelles innées soit ils insistent sur l'acquisition d'une expertise complexe à la faveur des interactions de l'enfant avec le milieu. Parmi les premiers se trouvent les représentants des "théories de la théorie" ("theory theories"). La plupart des auteurs qui appartiennent à ce courant (voir Gopnik & Meltzoff, 1997, pour une présentation de ce point de vue) admettent que les enfants naissent avec un ensemble de principes balisant les grands secteurs de la connaissance (psychologie, biologie, et objets). Dans les conceptions fondées sur l'expertise, au contraire, on postule que les enfants, durant leurs interactions avec l'environnement, construisent des systèmes conceptuels de plus en plus riches, c'est-à-dire des systèmes constitués de connaissances reliées causalement et formant des réseaux hiérarchiques complexes. Ces deux perspectives se distinguent en ce que les "théories de la théorie" postulent l'existence de connaissances a priori qui permettent de segmenter et de comprendre le monde d'une manière pertinente, connaissances qui contraignent les concepts que l'enfant peut apprendre. Si la plupart des théories de la théorie sont innéistes, c'est pour une raison logique. En effet, dans la mesure où les théories contraignent l'apprentissage de nouveaux concepts, elles doivent être antérieures à ces nouveaux concepts et donc être innées (postulat de l'innéisme représentationnel). Sans cela, le développement des nouveaux concepts n'aurait aucun fondement puisqu'on expliquerait leur acquisition en se référant à des théories elles-mêmes sans assise développementale. Pour les théoriciens de l'expertise, expliquer la genèse des concepts et des théories est une seule et même tâche puisque les théories sont des concepts connectés. L'enjeu ultime de l'explication est de comprendre comment l'enfant construit ses concepts, comment il les généralise, comment il les intègre dans des entités conceptuelles plus larges et comment celles-ci peuvent contraindre les apprentissages ultérieurs (voir Wellman & Gelman, 1998, pour une présentation détaillée de ces questions).

Quelle est la portée des théories intuitives décrites chez le jeune enfant ? Cette question est au centre des travaux sur le développement conceptuel que nous avons présentés plus haut. Ces derniers pourraient donner l'impression, trompeuse, que l'enfant est un jeune savant pour qui les mystères profonds de la nature n'ont plus guère de secrets. En fait, cette impression dépend de l'interprétation que l'on donne aux données obtenues. Illustrons notre propos par une recherche de Springer et al.

(1996). Ces auteurs étudient le développement des notions de toxicité et de décomposition chez des enfants de 4 à 7 ans. Ils veulent savoir si ces enfants comprennent que la notion de toxicité liée à la décomposition est une propriété des organismes vivants et non des catégories naturelles comme les pierres ou les objets manufacturés. Ils montrent d'abord que les enfants pensent que la probabilité d'être malade est plus importante si l'on mange des organismes vivants restés au soleil, dégradés, que si on mange les mêmes organismes vivants propres et frais. Par contre, pour des entités non vivantes (des pierres, des objets faits par l'homme) cette probabilité n'augmente pas. Dans une expérience ultérieure, les auteurs montrent que la majorité des enfants étudiés est incapable de décrire en quoi consiste le processus de décomposition, même si ils comprennent qu'il s'agit d'un processus irréversible alors que, par ailleurs, ils savent que l'on peut réparer un objet cassé. Ces résultats, pour les auteurs, montrent que les enfants distinguent clairement les catégories du monde vivant des autres catégories. Toute la question, cependant, réside dans les connaissances qui soutiennent cette distinction. Ces connaissances explicatives constituent-elles une théorie du vivant articulées sur des principes explicatifs généraux, intuitions des connaissances de l'adulte ? Il s'agit bien sûr d'une question empirique.

Dans le cas présent, on peut expliquer la distinction obtenue entre la toxicité potentielle d'entités vivantes soumises à des conditions de décomposition et la toxicité d'entités non vivantes placées dans des conditions similaires. Dans son existence quotidienne, l'enfant de 4 ans et plus est confronté en de multiples occasions à des fruits plus ou moins pourris que l'on jette, que l'on nettoie pour en conserver les parties comestibles. Ses parents peuvent commenter devant lui les effets de la décomposition. Par contre, il fait l'expérience d'objets solides, par exemple ses jouets, qu'il manipule, qu'il met en bouche à l'occasion et qui ne suscitent pas ces commentaires, ces comportements (on ne coupe pas un morceau de voiture, de bic, parce qu'il est pourri). Ainsi, l'enfant peut construire une catégorie des choses qui se mangent et qui à l'occasion ne peuvent plus être mangées car "pourries, mauvaises". De l'autre côté se trouvent des entités qui ne sont l'objet d'aucune transformation spontanée au cours du temps (même si on peut les casser). L'enfant peut construire deux catégories bien différenciées sur la base de son expérience quotidienne, sans qu'il soit capable d'expliquer les notions qui les fondent (voir son incapacité à décrire la notion de décomposition). On le voit, il est possible de donner une interprétation plus ou moins conservative du même phénomène. Même si

certain auteurs semblent privilégier une interprétation "profonde" (en termes de principes généraux) des connaissances de l'enfant, il nous semble que la "profondeur" réelle de ces connaissances reste une question empirique.

6.5.2. Continuité et discontinuité dans le développement des théories

Selon des auteurs comme Carey (1985, 1991), deux théories successives portant sur un domaine particulier peuvent différer l'une de l'autre de manière radicale. Il y a discontinuité entre les deux théories. Dans ce cas, on dira que les deux théories sont incommensurables, ce qui signifie que la théorie ultérieure ne peut être dérivée des concepts de la théorie primitive. C'est le cas lorsque de nouveaux concepts émergent dans un domaine particulier qui ne peuvent pas être décrits en termes des concepts précédents utilisés dans ce domaine. Pour Carey (1991), le développement des connaissances est caractérisé par ce type de rupture théorique. Pour Carey, ce serait le cas notamment de la conceptualisation du monde biologique. Chez le jeune enfant, elle serait articulée autour de concepts tels que les comportements, les intentions puisque les organismes comme les être humains, les chiens, les chevaux qui manifestent ces caractéristiques sont jugés plus vivants que les plantes. Pour Carey, ceci signifie que les premières conceptions biologiques de l'enfant s'articulent non pas sur une biologie rudimentaire mais sur une psychologie intuitive. L'apparition d'une organisation conceptuelle du vivant fondée sur les propriétés biologiques du vivant marquera une rupture avec les connaissances antérieures de l'enfant. (Cette conception du développement des connaissances s'inspire très explicitement de la vision de Kuhn, 1969 sur le développement des sciences. On verra Carey, 1985; Smith, Carey, & Wisner, 1985, sur ce point.)

D'autres auteurs (Spelke, 1994; Keil, 1994) estiment au contraire que le très jeune enfant possède des connaissances sur les grands domaines de la réalité (propriétés des mondes physique, biologique et psychologique). Ces connaissances de départ constituent le cœur des connaissances ultérieures de l'enfant. Le développement est alors acquisition de nouveaux concepts et de nouvelles relations et différenciation des premières connaissances. Spelke (1994) a suggéré que les connaissances du bébé (voir plus haut) sur le monde physique (notamment sur la structure des objets et leurs propriétés) sont la base des connaissances ultérieures de l'enfant et de l'adulte. En d'autres termes, les premières structures conceptuelles de l'enfant sont les germes des connaissances ultérieures.

6.5.3. Interaction entre développement conceptuel et développement des fonctions cognitives

Comprendre le développement des théories naïves est essentiel pour l'explication de la cognition humaine. Ainsi la catégorisation, la mémoire, le raisonnement dépendent du développement des structures conceptuelles. En effet, un grand nombre de catégorisations sont motivées par une théorie; de même, la mémorisation dépend des connaissances des individus sur les contenus à mémoriser et la résolution d'un problème dépend des théories qui sous-tendent le domaine sur lequel porte le problème puisque la solution trouvée dépend souvent de la manière dont le contenu du problème est conceptualisé par l'enfant (voir Siegler 1998; Deloache, Miller, & Pierroutsakos, 1998).

7. Représentation, traitement et apprentissage des catégories par l'enfant

7.1. Analytique et holistique

Un débat important dans l'étude de la cognition porte sur le traitement des multiples niveaux auxquels un stimulus est défini. Lorsqu'un individu voit pour la première fois un objet, analyse-t-il d'abord sa structure locale avant d'en reconstruire la structure globale ou bien le traite-t-il globalement, c'est-à-dire comme une totalité, avant d'en distinguer les composants ? Deux conceptions s'opposent à ce sujet. Selon la perspective analytique, l'analyse précède la synthèse alors que l'approche holistique affirme le contraire (Kimchi, 1992; Navon, 1977; Shepp & Ballesteros, 1989). Bien qu'il ne soit pas simple de spécifier ce que sont ces propriétés globales, on admet qu'elles émergent des relations existant entre les composants des stimuli mais qu'elles ne se réduisent pas à ces composants (Kemler, 1989; voir Berger, 1992, pour une présentation générale).

Ce débat a trouvé des échos dans le domaine de la psychologie développementale lorsque les psychologues du développement ont suggéré l'existence d'une relation entre le niveau de développement et le style de traitement, analytique ou holistique, adopté (Kemler, 1989; Smith, 1989; Ward & Scott, 1987; Ward, Vela, & Hass, 1990). Selon des auteurs comme Kemler (1989) les enfants de trois ou quatre ans traitent les stimuli globalement (ou de manière holistique) alors que les enfants plus âgés les analysent en leurs composants. D'autres auteurs, au contraire, pensent les jeunes enfants sont capables d'analyser les stimuli.

A l'origine de cette opposition, des observations montrant que les jeunes enfants semblent utiliser préférentiellement, notamment lorsqu'ils catégorisent, des propriétés des stimuli qui sont décomposées par les adultes. Par exemple, considérons trois flèches A, B, et C variant selon deux dimensions, X, la taille et Y, l'orientation. Les flèches A et B ont la même valeur sur la dimension X (i.e., elles ont la même taille) mais des valeurs très différentes sur la dimension Y (i.e., des orientations très différentes). Par contre, B et C ont des valeurs différentes quoique proches sur chaque dimension (i.e., B et C ont plus ou moins la même orientation et la même taille). Au total, la similarité entre B et C est supérieure à celle entre A et B (Garner, 1974). Les expériences montrent que les enfants plus âgés (et les adultes) classent ensemble A et B qui sont identiques sur la dimension X mais très différents sur la dimension Y. Quant aux enfants de moins de 6 ans, ils classent ensemble les stimuli B et C, résultat qui est interprété comme l'utilisation d'une similarité globale (Cook & Odom, 1988; Kemler, 1989; Smith, 1989). Pour des auteurs comme Kemler (1989), B et C ont été classés ensemble parce que les enfants sont incapables de traiter les dimensions constitutives séparément.

Selon Kemler (1989), on peut distinguer deux types de traitement global à savoir ce qu'elle appelle "holisme fort" notion qu'elle oppose à un "holisme faible". Dans le holisme faible, les individus calculent une similarité globale entre les stimuli à partir de leurs différentes dimensions prises isolément et indépendamment. En d'autres termes, la similarité globale est calculée à partir des dimensions séparées. Par contre, dans le holisme fort, les individus perçoivent réellement une entité globale qui n'est pas le résultat du traitement de propriétés indépendantes. Le holisme fort nie toute réalité aux propriétés particulières.

Même si une série de résultats (Kemler Nelson, 1984) semble indiquer que certaines structures catégorielles favorisent l'obtention de performances de classification compatibles avec le holisme, plusieurs auteurs pensent au contraire que le jeune enfant peut analyser les stimuli en dimensions. La différence entre jeunes enfants et enfants plus âgés porte plutôt sur ce que font les deux groupes d'enfants de ces dimensions. Smith (1989) suggère que la représentation des stimuli ne varie guère pendant le développement. Ce qui se modifie avec l'âge, c'est le statut que les individus attribuent à l'identité (par exemple, deux objets de 5 centimètres sont identiques sur la dimension taille) ainsi que leurs capacités d'attention sélective. Chez le jeune enfant, les objets sont représentés comme plus ou moins semblables et, dans ce contexte, l'identité est simplement une similarité très forte. Pour les

enfants plus âgés, au contraire, l'identité prend plus d'importance dans une comparaison entre deux stimuli qu'une similarité, fut-elle importante. Ainsi les enfants plus âgés, comme les adultes, rassembleront deux objets qui ont exactement la même taille, mais une orientation très différente, plutôt que deux objets qui ont une taille et une orientation semblables mais non identiques.

Pour Cook et Odom (1988, 1992), les dimensions des stimuli sont perçues à tous les âges. Cependant des différences de sensibilité aux dimensions constitutives expliquent les performances obtenues par les enfants de différentes classes d'âge. Par exemple, Cook et Odom (1988) ont présenté des carrés dont la taille et la couleur variaient d'un stimulus à l'autre. Une ligne noire dont l'orientation était elle-aussi variable était connectée à chaque carré. Les trois dimensions variables des stimuli (taille, couleur, et orientation) étaient facilement identifiables. On déterminait par une épreuve préalable de classification libre quelle dimension était a priori plus saillante pour chaque enfant. Les résultats montrent que les enfants de 4 ans apprennent plus facilement une dimension pertinente pour la catégorisation lorsque cette dimension est la plus saillante a priori que lorsque la dimension de catégorisation est a priori moins saillante. Pour les adultes, par contre, les performances d'apprentissage ne se distinguent pas en fonction de la saillance a priori des dimensions.

Dans quelle mesure ces différentes conceptions expliquent-elles le développement de la catégorisation est une question empirique. En fait, la plupart des données récentes indiquent que les enfants sont capables d'isoler des dimensions des stimuli (voir, par exemple, les travaux de Stiles et collaborateurs, Akshoomoff & Stiles, 1995a et b; Mendoza Feeney & Stiles, 1996; Tada & Stiles, 1996). Ce qui semble différencier les jeunes enfants des enfants plus âgés, c'est la manière dont ils intègrent les dimensions d'un stimulus. Thibaut (1995, 1998a) montre que les enfants les plus jeunes sont capables de segmenter des stimuli, i.e. de les analyser, en un ensemble de composantes mais que la cohérence de leurs segmentations diffère de celle de l'adulte. Dans ces expériences, on présente une série de formes inconnues censées appartenir à la même catégorie (voir Figure 3a). On demande aux enfants de les segmenter en leurs parties constitutives en les coloriant. Les résultats montrent que les enfants segmentent les formes comme le font les adultes : ils identifient plus ou moins le même nombre de composantes que les adultes et donnent des segmentations relativement cohérentes. Cependant la cohérence de leurs segmentations présentent des différences avec les segmentations des adultes. Les adultes semblent donner la primauté au respect des relations entre les traits, c'est à dire à

la position relative des traits les uns par rapport aux autres dans les formes. Par exemple, dans les formes de la figure 3a, les adultes placeront toujours F4 au-dessus de F5, F6 plus bas que F5 et à droite de F7. Si, dans un stimulus X, la forme d'un trait donné (par exemple, F4) ressemble plus à celle du trait F7 du stimulus Y qu'à celle du trait F4 de ce même Y, l'adulte identifiera ces deux parties comme deux instances du trait F4; ils favorisent donc d'abord la cohérence positionnelle plutôt qu'une cohérence fondée sur la ressemblance physique entre différentes parties (notez qu'aucune référence à une quelconque partie des stimuli n'est faite lors de la présentation de la tâche. Il appartient aux participants de segmenter comme ils le souhaitent.) Les enfants ne procèdent pas toujours de la sorte et leurs segmentations reposent souvent sur des similarités locales. Dans l'exemple ci-dessus, ils pourraient segmenter F4 de X et F7 de Y comme deux instances du même trait; ce faisant ils privilégient une cohérence fondée sur des similitudes perceptives locales au détriment d'une cohérence basée sur la position relative des parties dans les stimuli. Le nombre d'incohérences de l'enfant augmente si on leur présente des stimuli qui n'ont pas de forme globale en commun, comme c'est le cas dans la Figure 3b, alors que le nombre d'incohérences produites par les adultes pour ces mêmes stimuli n'augmente pas. Ce résultat semble indiquer que, privés de certains indices, les enfants, contrairement aux adultes, n'arrivent plus à coordonner les différents aspects qui contribuent à définir les stimuli d'une catégorie. Dans le cas présent, le partage d'une même forme générale par les stimuli est un indice puissant permettant de localiser les éléments des stimuli. Cet exemple montre que l'enfant a de réelles capacités d'analyse mais qu'il n'est pas toujours capable de coordonner les sources d'information mises à sa disposition, notamment lorsqu'elles sont contradictoires.

7.2. Apprentissage de nouveaux concepts

La plus grande partie de ce chapitre a été consacrée au développement des structures catégorielles (hiérarchie des catégories, prototypie) et à quelques grands domaines de développement (mondes biologique, physique, et psychologiques). Ces descriptions ont montré que tous les enfants ont, à des degrés divers, des connaissances structurées sur des domaines complexes. On vient de voir que les enfants sont capables d'analyser les stimuli même s'ils ne traitent pas nécessairement les dimensions des stimuli comme le fait l'adulte. Dans quelle mesure sont-ils capables ou incapables d'apprendre de nouveaux concepts, compte tenu des limites de leurs capacités d'attention sélective

(Shepp, 1989; Smith, 1989) ou de la présence de dimensions non pertinentes (Cook & Odom, 1988; Thibaut, 1995, 1998a) ? En d'autres termes quelles sont les caractéristiques d'une situation qui peuvent favoriser le traitement des stimuli et la découverte de nouveaux traits de catégorisation.

Il semble que le type de traitement de l'information par l'enfant limite les concepts qu'il est susceptible d'apprendre. Complémentairement, la complexité d'un concept ainsi que l'âge auquel il peut être acquis dépendent de la manière dont les dimensions à abstraire sont présentées (Thibaut, 1997a, 1998b). La difficulté à abstraire une règle de catégorisation dépend également de la présence (ou l'absence) des aspects dits non pertinents pour la classification. En effet, un ensemble d'entités du monde réel peut généralement se décrire en termes d'un grand nombre de dimensions. Certaines d'entre elles sont pertinentes pour distinguer des ensembles de stimuli, d'autres non. Pour prendre un exemple simple, si un individu doit distinguer les croix des astérisques, considérer la couleur des stimuli est inutile surtout si les mêmes couleurs sont utilisées dans les deux catégories de stimuli.

Thibaut (1997a, 1998b) a montré que les caractéristiques non pertinentes pour la catégorisation peuvent empêcher l'abstraction des caractéristiques pertinentes. L'enfant doit apprendre à classer des formes inconnues en deux catégories distinctes (voir Figure 4a). La catégorie A se caractérise par l'agencement "1 patte à gauche et 3 pattes à droite" alors que la catégorie B se caractérise par l'agencement "2 pattes à gauche, 2 pattes à droite". Les formes sont composées, soit de pattes fines dont une est relevée vers la droite, soit de pattes plus épaisses, toutes verticales. Ces caractéristiques (fines, épaisses, verticales ou relevée vers la droite) ne distinguent pas les stimuli des catégories A et B puisqu'elles sont présentes en proportion identique dans les deux catégories. Les résultats indiquent que c'est seulement à l'âge de 10 ans qu'une grande majorité d'enfants découvre le critère de classification.

Ce critère de classification (1-3 pattes et 2-2 pattes) est-il intrinsèquement trop compliqué pour les enfants de quatre et six ans ? Une recherche ultérieure a montré que les enfants de 4 ans pouvaient apprendre à classer correctement selon le critère ci-dessus lorsqu'on simplifie les stimuli, c'est-à-dire lorsque toutes les pattes des stimuli sont verticales et ont la même épaisseur (voir Figure 4b). Il est probable que, dans la première expérience, l'échec des enfants à abstraire la règle soit dû à l'attention qu'ils portent aux aspects saillants mais non pertinents des stimuli.

Ces résultats suggèrent qu'on ne peut conclure, à partir d'un échec, que les enfants sont incapables d'apprendre un concept à un âge donné tant qu'on n'est pas certain que cet apprentissage n'a pas été contaminé par des dimensions non pertinentes. La recherche de conditions favorables à l'apprentissage est d'autant plus importante que les enfants sont capables de généraliser les concepts appris dans une condition simplifiée à des stimuli plus complexes. Par exemple, des enfants de 6 ans qui ont appris à distinguer les stimuli 1-3 et 2-2 dans la version simplifiée évoquée ci-dessus généralisent correctement leur apprentissage aux stimuli de la Figure 4c. Or, dans cette version, les enfants ne parviennent pas à distinguer les stimuli 1-3 versus 2-2 avant l'âge de 11 ans lorsqu'ils doivent l'apprendre sans passer par la version simplifiée.

On voit que les capacités d'analyse sont présentes chez le jeune enfant qui a pu abstraire des informations pertinentes à partir des stimuli qui lui sont présentés. Cependant, les jeunes enfants portent parfois leur attention sur d'autres aspects des stimuli que les adultes et échouent dans l'apprentissage de nouveaux concepts. Attribuer cet échec à la saillance des dimensions non pertinentes n'est qu'une partie de l'explication. En effet, généralement les premières hypothèses des enfants plus âgés ou des adultes portent également sur ces dimensions saillantes. Une fois qu'elles s'avèrent non pertinentes, ils testent d'autres dimensions et trouvent la règle de catégorisation. Pourquoi les jeunes enfants ne parviennent-ils pas à trouver des dimensions moins saillantes ?

Différents facteurs peuvent expliquer ces échecs que l'on peut décrire en termes d'une incapacité à filtrer l'ensemble des dimensions des stimuli. Comme nous l'avons vu, cette incapacité ne résulte pas d'une difficulté intrinsèque des concepts à apprendre mais résulte des contraintes de la tâche sur le traitement des stimuli.

Premièrement, pendant l'apprentissage, on présente les stimuli un par un. Pour découvrir une dimension pertinente qui, a priori n'est pas saillante, il faut comparer la représentation du stimulus actuel avec les représentations des stimuli précédents. Or, 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. Pour découvrir la règle, il faut modifier l'encodage des stimuli mémorisés. Le rôle d'un encodage non pertinent a été démontré dans d'autres domaines du développement cognitif, comme la résolution de problèmes. Dans ce cas, les

enfants échouent parce qu'ils partent d'une représentation incorrecte du problème à résoudre (McCloskey & Kaiser, 1984).

Deuxièmement, le manque de flexibilité mentale qui semble être une caractéristique des jeunes enfants (Dempster, 1992) joue ici un rôle négatif dans la découverte de nouvelles dimensions des stimuli. En d'autres termes, si les jeunes enfants inhibent plus difficilement les dimensions non pertinentes qu'ils ont sélectionnées, notamment les plus saillantes, la découverte de nouvelles dimensions pertinentes en sera compromise.

Troisièmement, la création de nouveaux traits par les enfants peut s'avérer moins puissante parce que leurs connaissances préalables sont moins étendues que celles des enfants plus âgés. Comme la solution à de nouveaux problèmes repose souvent sur l'adaptation d'anciennes solutions, plus le nombre de celles-ci est élevé, plus la probabilité de trouver une nouvelle solution à partir des anciennes est important.

Enfin, si, pour découvrir de nouvelles dimensions, les enfants doivent générer une nouvelle description des stimuli, il faut qu'ils la conservent en mémoire pour la comparer aux stimuli suivants. Une fois qu'une hypothèse s'est révélée incorrecte, elle doit être rejetée au profit de nouvelles. Si les stimuli peuvent être décrits selon un nombre important de dimensions, l'enfant doit se souvenir des hypothèses incorrectes déjà testées pour en éviter la répétition. Ceci nécessite l'exploration systématique, c'est-à-dire planifiée, des stimuli. Il est probable que le développement incomplet des capacités de planification, qui se poursuit jusqu'à l'âge de 12 ans, contribue aux échecs de l'enfant (Siegler, 1998 pour une revue de la littérature).

Ces facteurs contribuent probablement aux difficultés que les auteurs ont décrites comme des capacités d'analyse moindres chez le jeune enfant. Ces capacités d'analyse nécessaires à la conceptualisation ne sont donc pas un tout qui apparaît à un moment donné. Le niveau de développement de ces dimensions du fonctionnement cognitif interagit avec la structure des stimuli. Lorsque cette structure devient plus complexe, i.e., lorsque le nombre de dimensions potentielles augmente, ou lorsque des dimensions saillantes sont non pertinentes, l'enfant doit planifier ses comparaisons de manière plus systématique, doit inhiber un plus grand nombre de dimensions saillantes non pertinentes et doit générer un plus grand nombre de nouvelles solutions.

Plusieurs types d'informations peuvent orienter la recherche des dimensions pertinentes par l'enfant et, parmi celles-ci, les théories naïves dont un des rôles présumé est de diriger le développement conceptuel. Par exemple, si un enfant doit apprendre à classer des stimuli qui lui sont présentés comme un ensemble d'animaux, les dimensions qu'il va rechercher seront probablement différentes de celles qu'il rechercherait si on lui présente ces nouveaux stimuli comme des outils. Dans d'autres cas, le rôle des connaissances a priori pourrait s'avérer négatif, notamment lorsque ces connaissances mettent au premier plan des propriétés non pertinentes pour l'apprentissage des nouvelles entités.

En résumé, on s'aperçoit que, outre la représentation des stimuli, le traitement que l'enfant peut en faire évolue également. Il importe cependant de souligner que les travaux auxquels nous venons de faire allusion portent sur des enfants de 4 ans et plus, un âge auquel les enfants ont déjà appris des milliers de catégories, y compris des catégories subordonnées ou superordonnées. Malgré les limitations de ses capacités de traitement, le jeune enfant a abstrait un nombre impressionnant d'invariants lui permettant de catégoriser d'une manière adéquate l'environnement qui l'entoure.

Pour expliquer l'intégralité du développement conceptuel, il faudrait mettre en relation les limitations cognitives de chaque âge et montrer comment elles permettent ou limitent l'apprentissage de certains concepts. Par exemple, les difficultés des bébés à conceptualiser des catégories très variables (voir plus haut, l'exemple de la catégorie des chiens) peut, notamment, s'expliquer en termes d'une incapacité à filtrer les aspects non pertinents associés à un ensemble de stimuli trop différents les uns des autres. L'accroissement des ressources cognitives permet sans doute un meilleur filtrage des informations qui parviennent à l'enfant et la découverte d'invariants nouveaux qui auparavant restaient invisibles pour l'enfant attiré par d'autres aspects des stimuli.

REFERENCES

- Akshoomoff, N.A. & Stiles, J. (1995). Developmental trends in visuospatial analysis and planning : I. Copying a complex figure. Neuropsychology, 9, 364-377.
- Akshoomoff, N.A. & Stiles, J. (1995). Developmental trends in visuospatial analysis and planning : II. Memory for a complex figure. Neuropsychology, 9, 378-389.
- Anglin, J.M. (1977). Word, object and conceptual development. New York: Norton.
- Avis, J., & Harris, P. L. (1991). Belief-desire reasoning among Baka children. Child Development, 62, 460—467.
- Barsalou, L.W. (1987). The instability of graded structure. In U. Neisser (Ed.), Concepts and conceptual development (pp. 101-140). Cambridge: Cambridge University Press.
- Bauer, P.J. & Fivush, R. (1992). Construing event representations : Building on a foundation of variations and enabling relations. Cognitive Development, 7, 381-401.
- Berger, C (1992). Perception analytique et globale. Année Psychologique, 92, 105-136.
- Berger, C. (1997). Categorisation, formation de concepts et induction: Role des informations perceptives et conceptuelles chez le jeune enfant. Année Psychologique, 97, 495-517.
- Bomba, P.C., & Siqueland, E.R. (1983). The nature and structure of infant form categories. Journal of Experimental Child Psychology, 35, 294-328.
- Callanan, M. A. (1985). How parents label objects for young children: The role of input in the acquisition of category hierarchies. Child Development, 56, 508—523.
- Carey, S. (1985). Conceptual change in childhood. Cambridge, MA: MIT Press.
- Carey, S. (1991). Knowledge acquisition: Enrichment or conceptual change? In S. Carey & R. Gelman (Eds.), The epigenesis of mind: Essays on biology and cognition (pp. 257—291). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Chumbley, J. (1986). The roles of typicality, instance dominance and category dominance in verifying category membership. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 12, 257-267.
- 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. (1993). Les représentations cognitives privilégiées : typicalité et niveau de base. Lille : Presses Universitaires de Lille.
- Cordier, F., & Dubois, D. (1981). Typicalité et représentation cognitive. Cahiers de Psychologie Cognitive, 1, 299-333.
- Deloache, J.S., Miller, K.F., & Pierroutsakos, S.L. (1998). Reasoning and problem solving. In W. Damon (Ed.). Handbook of Child Psychology : Cognition, Perception, & Language (Vol. 2, pp. 801-850). New York : John Wiley.
- Dempster, F. N. (1982). The rise and fall of the inhibitory mechanism: Toward a unified theory of cognitive development and aging. Developmental Review, 12, 45—75.
- Dubois, D. (1983). Analyse de 22 catégories sémantiques du français: organisation catégorielle, lexicale et représentation. L'Année Psychologique, 83, 465-489.
- Eimas, P. (1994). Categorization in early infancy and the continuity of development. Cognition, 50, 83-93.
- Estes, D., & Woolley, J. D. (1989). Children's understanding of mental phenomena. In H. Reese (Ed.), Advances in child development and behavior (pp. 41—87). New York Academic Press.
- Fivush, R., Kuebli, J., & Clubb, P.A. (1992). The structure of events and event representations : Developmental analysis. Child Development, 63, 188-201.
- Flavell, J. H., Flavell, E. R., & Green, F. L. (1983). Development of the appearance-reality distinction. Cognitive Psychology, 15, 95—120.
- Flavell, J. H., Flavell, E. R., Green, F. L., & Korfmacher, J. E. (1990). Do young children think of television images as pictures or as real objects? Journal of Broadcasting and Electronic Media, 34, 399—417.
- Garner, W.R. (1974). The processing of information and structure. Potomac, MD: Lawrence Erlbaum
- Gelman, S.A. (1988). The development of induction within natural kind and artifact categories. Cognition, 20, 65-95.

- Gelman, S.A. (1996). Concepts and theories. In R. Gelman & T. Au (Eds.), Perceptual and cognitive development (pp. 117-150). San Diego : Academic Press, 1996.
- Gelman, S. A., & Markman, E.M. (1986). Categories and induction in young children. Cognition, 23, 183—209.
- Gopnik, A., & Astington, J. W. (1988). Children's understanding of representational change and its relation to the understanding of false belief and the appearance-reality distinction. Child Development, 59, 26—37.
- Gopnik, A., & Meltzoff, A.N. (1997). Words, thoughts, and theories. Cambridge, MA: MIT Press.
- Hadwin, J., & Perner, J. (1991). Pleased and surprised: Children's cognitive theory of emotion. British Journal of Developmental Psychology, 9, 215—234.
- Hickling, A. K., & Gelman, S. A. (1995). How does your garden grow? Early conceptualization of seeds and their place in the plant growth cycle. Child Development, 66, 856—876.
- Holland, J.H., Holyoak, K.J., Nisbett, R.E., & Thagard, P.R. (1986). Induction. Cambridge, MA: MIT Press.
- Horton, M.S. & Markman, E.M. (1980). Developmental differences in the acquisition of basic and superordinate categories. Child Development, 51, 708-719
- Jolicoeur, P., Gluck, M.A., & Kosslyn, S.M. (1984). Pictures and names : making the connection. Cognitive Psychology, 16, 243-275.
- Jones, S., & Smith, L. (1993). The place of perception in children's concepts. Cognitive Development, 8, 113-139.
- Keil, F. C. (1979). Semantic and conceptual development: An Ontological perspective. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Keil, F. C. (1989). Concepts, kinds, and cognitive development. Cambridge, MA: MIT Press.
- Keil, F. C. (1994). The birth and nurturance of concepts by domains: The origins of concepts of living things. In L. A. Hirschfeld & S. A. Gelman (Eds.), Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture (pp. 234—254). New York: Cambridge University Press.
- Kemler Nelson, D.G. (1984). The effect of intention on what concepts are acquired. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 23, 734-759.

- Kemler, D. G. (1989). The nature and occurrence of holistic processing. In B. E Shepp & S. Ballesteros (Eds.), Object perception (pp. 357-386). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Kemler, D.G. (1990). When experimental findings conflict with everyday observations: Reflections on children's category learning. Child Development, 61, 606-610.
- Kimchi, R. (1992). Primacy of wholistic processing and global/local paradigm: A critical review. Psychological Bulletin, 112, 24-38.
- Kuhn, D., & Siegler, R. (1998) (Eds.). Handbook of Child Psychology : Cognition, Perception, & Language (Vol. 2). New York : John Wiley.
- Kuhn, T. (1969). La structure des révolutions scientifiques. Paris: Flammarion.
- Lecuyer, R., Pêcheux, M.-G., & Streri, A. (1994). Le développement cognitif du nourrisson (Vol. 1). Paris : Nathan.
- Lecuyer, R., Streri, A., & Pêcheux, M.-G. (1996). Le développement cognitif du nourrisson (Vol. 2). Paris : Nathan.
- Mandler, J.M. (1992) How to build a baby : II. Conceptual primitives. Psychological Review, 99, 587-604.
- Markman, E.M. (1989). Categorization and naming in children. Cambridge: MIT Press.
- Massey, C. M., & Gelman, R. (1988). Preschooler's ability to decide whether a photographed unfamiliar object can move itself. Developmental Psychology, 24, 307—317.
- McCloskey, M.E., & Glucksberg, S. (1978). Natural categories : well defined or fuzzy sets ? Memory & Cognition, 6, 462-472.
- Medin, D.L., & Smith, E.E. (1984). Concepts and concepts formation. Annual Review of Psychology, 35, 114-138.
- Mendoza Feeney, S. & Stiles, S. (1996). Spatial analysis : an examination of preschoolers' perception and construction of geometric patterns. Developmental Psychology, 32, 933-941.
- Mervis, C.B., & Crisafi, M.A. (1982). Order of acquisition of subordinate-, basic-, and superordinate-level categories. Child Development, 53, 258-266.
- Mervis, C.B., & Pani, J.R. (1980). Acquisition of basic object categories. Cognitive Psychology, 12, 496-522.

- Mervis, C.B., & Rosch, E.H. (1981). Categorization of natural objects. Annual Review of Psychology, 32, 89-115.
- Murphy, G.L. (1991). Parts in object categories. Experiments with artificial categories. Memory & Cognition, 19, 423-436.
- Murphy, G.L., & Brownell, H.H. (1985). Category differentiation in object recognition : typicality constraints on the basic category advantage. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 11, 70-84.
- Murphy, G.L., & Medin, D. (1985). The role of theories in conceptual coherence. Psychological Review, 92, 289-316.
- Murphy, G.L., & Smith, E.E. (1982). Basic-level superiority in picture categorization. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 21, 1-20.
- Murphy, G.L., & Wisniewski, E. (1989). Categorizing objects in isolation and in scenes : what a superordinate is good for. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 15, 572-586.
- Navon, D. (1977). Forest before trees: the precedence of global features in visual perception. Cognitive Psychology, 9, 353-383.
- Nelson, K. (1986). Event knowledge : structures and function in development. Hillsdale, NJ : Erlbaum.
- Nelson, K. (1988). Where do taxonomic categories come from? Human Development, 31, 3-10.
- Nelson, K., & Gruendel, J.M. (1981). Children's scripts. Generalized event representations : Basic building blocks of cognitive development. M.E. Lamb & A.L. Brown (Eds). Advances in development psychology (vol. 1, pp. 21-46). Hillsdale, NJ : Erlbaum.
- Perruchet, P., & Vinter, A. (1998). Learning and development: The implicit knowledge assumption reconsidered. M. Stadler & P. Frensch (Eds.) Handbook of implicit learning. Thousand Oaks, CA: Sage Publications,
- Piaget, J. (1926). La représentation du monde chez l'enfant. Paris, Alcan.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1969). La genèse des structures logiques élémentaires. Neuchâtel: Delachaux et Niestlé.

- Price, D.W., & Goodman, G.S. (1990). Visiting the wizard : Children's memory for a recurrent event. Child Development, 61, 664-80.
- Quinn, P.C. (1987). The categorical representation of visual pattern information by young infants. Cognition, 27, 145-179.
- Quinn, P.C., & Eimas, P.D. (1996a). Perceptual organization and categorization in young infants. In C. Rovee-Collier & L.P. Lipsitt (Eds.), Advances in infancy research (Vol. 10, pp. 1-36). Norwood, NJ: Ablex.
- Quinn, P.C., & Eimas, P.D. (1996b). Perceptual cues that permit categorical differentiation of animal species by infants. Journal of Experimental Child Psychology, 63, 189-211.
- Quinn, P.C., & Eimas, P.D., & Rosenkrantz, S.L. (1993). Evidence for representations of perceptually similar natural categories by 3-month-old and 4-month-old infants. Perception, 22, 463-475.
- Rosch, E.H. (1976). Classification d'objets du monde réel: origine des représentations dans la cognition. In S. Ehrlich & E. Tulving (Eds.), La mémoire sémantique. Bulletin de Psychologie (n° spécial). 242-250.
- Rosch, E.H. (1978). Principles of categorization. In E.H. Rosch & B. Lloyd (Eds.), Cognition and categorization (pp. 27-48). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Rosch, E.H., Mervis, C.B., Gray, W., Johnson, D., & Boyes-Braem, P. (1976). Basic objects in natural categories. Cognitive Psychology, 8, 382-439.
- Schank, R. & Abelson, R. (1977). Scripts, plans, goals and understanding. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Shepp, B. E. (1989). On perceiving objects: Holistic versus featural properties. In B.E. Shepp S. Ballesteros (Eds.) Object perception: structure and process (pp. 203-233). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Shepp, B.E. & Ballesteros, S. (1989) (Eds.). Object perception: structure and process, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Siegler, R.S. (1996). Emerging minds: The process of change in children's thinking. New York : Oxford University Press.
- Siegler, R.S. (1998). Children's thinking. Prentice Hall : Englewood Cliffs.

- Smiley, S.S., & Brown, A.L. (1979). Conceptual preference for thematic or taxonomic relations : a nonmonotonic age trend from preschool to old age. Journal of Experimental Child Psychology, 28, 249-257.
- Smith, C., Carey, S., & Wisner, M. (1985). On differentiation: a case study of the development of the concepts of size, weight and density. Cognition, 21, 177-237.
- Smith, E.E. (1989). Concepts and induction. In M. Posner (Ed.), Foundations of cognitive science (pp. 501-526). Cambridge, MA: MIT Press.
- Smith, E.E., & Medin, D. (1981). Categories and concepts. Cambridge: Harvard University Press.
- Smith, E.E., Balzano, G.J., & Walker, J.M. (1978). Nominal and semantic process in picture categorization. In J. Cotton & R. Klatzky (Eds.), Semantic factors in cognition (pp. 137-168). Potomac: Erlbaum.
- Smith, E.E., Shoben, E.J., & Rips, L.J. (1974). Structure and process in semantic memory : a featural model for semantic decisions. Psychological Review, 81, 214-241.
- Smith, L.B. (1989). A model of perceptual classification in children and adults. Psychological Review, 96, 125-144.
- Spelke, E. S. (1991). Physical knowledge in infancy. In S. Carey & R. Gelman (Eds.), The epigenesis of mind: Essays on biology and cognition (pp. 133—169). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Spelke, E. (1994). Initial knowledge : six suggestions. Cognition, 50, 431-445.
- Springer, K., & Keil, F. C. (1991). Early differentiation of causal mechanisms appropriate to biological and nonbiological kinds. Child Development, 61, 767—781.
- Springer, K., Nguyen, T., & Samaniego, R. (1996). Early understanding in age- and environment-related noxiousness in biological kinds: Evidence for a naive theory. Cognitive Development, 11, 65—82.
- Tada, W.L. & Stiles, J. (1996). Developmental change in children's analysis of spatial patterns. Developmental Psychology, 32, 951-970.
- Tanaka, J., & Taylor, M. (1991). Object categories and expertise : is the basic level in the eye of the beholder ? Cognitive Psychology, 23, 457-482.

- Thibaut, J.P. (1995) The abstraction of relevant features by children and adults: the case of visual stimuli. Proceedings of the Seventeenth Annual Conference of the Cognitive Science Society (pp. 194-199). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Thibaut, J.P. (1997a) When children fail to learn new categories: the role of irrelevant features. In M.G. Shafto & P. Langley (Eds.) Proceedings of the Nineteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society (pp. 745-750). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Thibaut, J.P. (1997b). Similarité et catégorisation. L'Année Psychologique, 97, 701-736.
- Thibaut, J.P. (1998a). The segmentation of visual stimuli by children and adults. Manuscript soumis pour publication.
- Thibaut, J.P. (1998b) The role of irrelevant features in concept learning by children. Manuscript soumis pour publication.
- Thibaut, J.P., & Schyns, P.G. (1995). The development of feature spaces for similarity and categorization. Psychologica Belgica, 35, 167-185.
- Van Mechelen, I., Hampton, J., Michalski, R.S., & Theuns, P. (Eds.) (1993). Categories and concepts. Londres : Academic Press.
- Ward, T.B. (1989). Analytic and holistic modes of processing in category learning. In B.E. Shepp S. Ballesteros (Eds.) Object perception: structure and process (pp. 387-419). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- 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 modes of learning family-resemblance concepts. Memory & 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.
- Wellman, H. M., & Banerjee, M. (1991). Mind and emotion: Children's understanding of the emotional consequences of beliefs and desires. British Journal of Developmental Psychology, 9, 191—124.
- Wellman, H. M., & Gelman, S. A. (1992). Cognitive development: Foundational theories of core domains. Annual Review of Psychology, 43, 337—375.

- Wellman, H. M., & Gelman, S.A. (1998). Knowledge acquisition in foundational domains. In W. Damon (Ed.) Handbook of Child Psychology (Vol. 2, pp. 523-573). 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.
- Wimmer, H., & Perner, J. (1983). Beliefs about beliefs: Representation and constraining function of wrong beliefs in young children's understanding of deception. Cognition, 13, 103—128.
- Yuill, N. (1984). Young children's coordination of motive and outcome in judgments of satisfaction and morality. British Journal of Developmental Psychology, 2, 73—81.