
CONCEPTUALISATION ET RELATIONS ABSTRAITES : COMPARAISON ENTRE L'ENFANT DE TROIS ANS ET LE BABOUIN

Dalila BOVET

Language Research Center
Dept of Psychology
Georgia State University
Atlanta, G.A. 30303 — Etats-Unis
Mel : dbovet@hotmail.com

Centre de Recherche en Neurosciences Cognitives
31, chemin Joseph Aiguier
F-13402 Marseille cedex 20 — France

Résumé

Dans une perspective comparative, nous avons proposé à des enfants de trois ans et à des babouins, testés dans des conditions aussi proches que possibles, une série de trois tâches de catégorisation demandant des capacités d'abstraction croissantes, basées sur la classification de Herrnstein (1990).

Les enfants ont su réaliser une catégorisation fonctionnelle (nourriture vs jouets) et un appariement perceptif (classer séparément des paires d'objets semblables et des paires d'objets différents). Ils ne sont cependant pas parvenus à maîtriser la tâche d'appariement conceptuel dans laquelle ils avaient à classer séparément les paires d'objets différents mais appartenant à des catégories semblables (par exemple, une pomme et un gâteau, ou une poupée et un ballon), et les paires d'objets appartenant à des catégories différentes (par exemple, une pomme et une poupée). Il est probable que des enfants de trois ans ne peuvent pas résoudre une tâche aussi complexe, impliquant à la fois des capacités de raisonnement analogiques et des catégories encore abstraites à cet âge.

Les tests réalisés avec des babouins adultes montrent qu'ils sont capables, comme les enfants, de réaliser une catégorisation fonctionnelle d'objets et un appariement perceptif, mais aussi, contrairement aux enfants, d'utiliser un raisonnement analogique pour réaliser un appariement conceptuel. Ce résultat est nouveau par rapport aux données de la littérature qui indiquaient que chez les primates non humains, seuls les singes anthropoïdes pouvaient réaliser ce type de raisonnement.

Abstract

Three-year-old children and adult baboons were tested on three categorization tasks of increasing levels of abstraction, based on Herrnstein's (1990) classification and ranging from functional categorization of objects to conceptual categorization of same/different relations.

The children were able to categorize the objects on a functional basis (food vs. toys) and to use the abstract relation same/different between two objects in a perceptual task. However, they were not able to solve a task of conceptual matching, in which they had to sort in one hand pairs of different objects belonging to the same category (for example, an apple and a banana, or a doll and a ball), and in the other hand, pairs of objects belonging to different categories (for example, an apple and a doll). In fact, the task of conceptual matching requires analogy abilities that seem not enough developed at age three.

Adult baboons were able to master the functional categorization and the perceptual matching, and also, unlike the children, to use analogical abilities to perform the conceptual matching task. This is the first demonstration of conceptual matching in a monkey species, which suggests that these nonhuman primates possess the prerequisites for analogical reasoning, as has previously been reported in great apes.

1. Introduction

L'étude comparative du comportement des humains et des animaux permet d'approfondir nos connaissances, notamment sur les mécanismes cognitifs sous-jacents aux phénomènes de perception, de mémoire ou encore de catégorisation. L'approche comparée nous permet ainsi de mieux définir ce que nous avons en commun avec d'autres animaux, et ce qui nous en sépare. L'étude comparative de la cognition est donc un outil capital pour mieux comprendre la cognition humaine et son évolution. Bien entendu, les processus cognitifs en jeu seront d'autant plus facilement et légitimement comparables si les espèces étudiées sont proches d'un point de vue phylogénétique. Il est par conséquent particulièrement intéressant, pour mieux cerner l'origine phylogénétique et le développement de l'intelligence

humaine, d'étudier nos plus proches cousins, les autres primates. Les différences de capacités cognitives entre des singes et des humains adultes sont souvent trop importantes pour permettre une comparaison équilibrée (les tâches difficiles pour les singes pouvant être évidentes pour les humains). La comparaison entre des singes et des enfants humains (dont le développement cognitif n'est pas encore achevé) permet de réduire cet éventuel fossé en choisissant des classes d'âge chez les participants humains de façon à ce que la tâche proposée ne soit pas triviale pour eux. En replaçant les questions étudiées dans une perspective phylogénétique ou ontogénétique, cette approche leur apporte des éclairages nouveaux.

Nous nous sommes donc intéressés, selon une perspective comparative, aux capacités d'abstraction chez l'enfant et le singe, à travers leurs comportements

de catégorisation. Dans ce but, nous leur avons proposé des tâches de catégorisation impliquant différents niveaux d'abstraction. La catégorisation consiste à regrouper des objets ou des événements partageant un (ou plusieurs) traits communs en classes d'équivalence, ce qui permet de simplifier un environnement complexe et changeant. Il s'agit d'une propriété essentielle de la cognition puisque sans cette capacité, chaque objet ou événement serait perçu comme unique et les généralisations seraient impossibles. La catégorisation est un processus particulièrement intéressant pour l'étude de la cognition. En effet, les comportements de catégorisation peuvent impliquer des niveaux cognitifs très variables, depuis des capacités basiques présentes dans de nombreuses espèces animales, jusqu'à des compétences plus complexes, supposées être propres à l'homme et aux singes anthropoïdes (Thompson et Oden, 1996). Il est donc important, pour l'étude des capacités de catégorisation chez l'humain et chez le singe, d'avoir pour référence une typologie des différents niveaux de catégorisation. Nous avons choisi celle qui convenait le mieux à notre perspective comparative et à l'étude des capacités d'abstraction, à savoir la classification proposée par Herrnstein (1990).

Ainsi, Herrnstein distingue cinq niveaux de catégorisation (correspondant également à des capacités d'abstraction croissantes). Nous ne parlerons ici que des deux niveaux les plus élevés (niveaux 4 et 5), puisque nos expériences portent sur ces derniers niveaux. Nous les avons choisis parce que, toujours selon Herrnstein (1990), certains animaux catégorisent jusqu'au niveau 4, et peuvent éventuellement manifester une capacité d'abstraction pouvant atteindre le niveau 5, celui des relations abstraites. Cependant ce niveau est difficile à atteindre pour un animal : c'est là qu'apparaît un véritable fossé entre la catégorisation humaine et celle des autres animaux.

Le niveau 4 correspond à une catégorisation conceptuelle. Deux critères doivent être respectés selon Herrnstein (1990) pour pouvoir parler de catégorisation conceptuelle. Le premier critère implique une généralisation rapide des traitements à l'ensemble des exemplaires de la classe. Le second critère nécessite que les capacités de catégorisation ne soient pas limitées à une similarité perceptive entre les items à classer (ce qui différencie donc la catégorisation fonctionnelle de la catégorisation perceptive plus souvent étudiée, qui ne correspond qu'au niveau 3 de la classification de Herrnstein). Le niveau 4 s'applique ainsi à la catégorisation d'objets alimentaires par rapport à des objets non alimentaires. De telles capacités de catégorisation conceptuelle ont été démontrées chez le chimpanzé (Savage-Rumbaugh *et al.*, 1980). Chez les singes non anthropoïdes, une seule expérience du même type a été réalisée (avec des macaques) par Fabre-Thorpe *et al.* (1998). Les sujets ont été capables de discriminer des photos représentant des aliments d'autres photographies ne représentant pas des aliments, mais ces singes étaient testés avec des aliments qu'ils ne connaissaient pas tous; il est donc probable que les macaques se soient plutôt fondés sur les caractéristiques perceptives des objets présentés pour catégoriser les photos, puisqu'ils n'avaient pas l'expérience des objets ou des aliments qu'ils ont cependant correctement classés.

Une expérience de catégorisation fonctionnelle portant sur de jeunes enfants a été réalisée par Ross (1980). L'auteur présente à des enfants de 12 à 24 mois des figurines en plastiques, "meubles" ou "nourriture". Les enfants, testés grâce à la méthode de préférence visuelle, montrent un temps de regard supérieur lors d'un changement de catégorie. Ce test semble bien faire appel à une catégorie fonctionnelle puisque les objets d'une même catégorie peuvent en principe n'avoir aucune ressemblance perceptive entre eux.

Cependant, d'autres recherches indiquent que les jeunes enfants catégorisent plus facilement sur une base perceptive que fonctionnelle. Tomikawa et Dodd (1980) ont par exemple présenté à des enfants de 2-3 ans des objets dont les caractéristiques perceptives et fonctionnelles variaient indépendamment. Même lorsque l'accent est mis sur la fonction des objets, la grande majorité des participants classent les objets en fonction de leurs caractéristiques perceptives. Par exemple, les enfants préfèrent ranger ensemble une vraie poire avec une poire artificielle plutôt qu'avec une orange, bien que l'expérimentateur leur ait fait goûter les vrais fruits et leur ait montré que les fruits artificiels ne pouvaient pas être mangés. Plusieurs auteurs ont montré que le fait d'utiliser des catégories permettait aux enfants des 3 ans d'inférer des propriétés non visibles, et que cette inférence se faisait plus facilement lorsque la catégorisation réalisée était conceptuelle que lorsqu'il s'agissait d'une catégorisation perceptive (Gelman et Markman, 1987).

Le niveau 5 de Herrnstein se rapporte à la catégorisation de relations abstraites. Ces relations ne concernent pas les exemplaires eux-mêmes, mais les relations entre les concepts. Les membres de la classe A peuvent être plus grands, plus rapides, au-dessus, différents etc. par rapport aux membres de la classe B. La relation abstraite la plus fréquemment étudiée est sans doute la relation d'identité ou de différence. La littérature en psychologie comparée fournit de nombreux exemples de la maîtrise de relations abstraites par des animaux appartenant à plusieurs groupes zoologiques (Roitblat et von Fersen, 1992; Thompson, 1995; Zayan et Vaclair, 1998). Mais ces exemples n'apportent pas nécessairement la preuve de la présence du niveau 5 d'abstraction défini par Herrnstein (1990), puisque, selon cet auteur, ce niveau ne concerne plus les exemplaires de la catégorie, mais renvoie aux relations entre les concepts. Donc, la relation d'identité, par exemple, doit être établie non plus entre deux stimuli, mais bien entre deux catégories. Aussi, selon Premack (1983), un sujet amené à manipuler des relations entre des relations est confronté à des situations cognitivement plus complexes que lorsqu'il traite de relations entre des objets donnés. Ainsi, dans le cas de l'appariement relationnel (ou conceptuel), le sujet doit décider par exemple si une paire de balles est perçue ou est jugée comme étant équivalente (en termes d'identité) à une paire de chaussures, ou si un cadenas et une tasse entretiennent la même relation (de non-identité) que un crayon et une boîte. Dans une expérience réalisée par Thompson *et al.* (1997), des chimpanzés adultes, préalablement entraînés à utiliser des symboles pour indiquer que deux objets étaient pareils ou différents ont pu maîtriser la tâche consistant à choisir entre deux paires celle pour laquelle les deux objets présentés entretenaient la même relation que ceux du modèle (par exemple, choisir

entre deux paires BB et EF, la paire BB si le modèle donné consistait en une paire AA, et la paire EF si le modèle était une paire CD. Cependant les macaques ont systématiquement échoué à résoudre ce type de tâche (Thompson et Oden, 1996). Les enfants humains sont capables de résoudre cette tâche vers 5 ans (Thompson, 1995).

Le but de nos expériences est de comparer les capacités de singes non anthropoïdes, les babouins à celles d'enfants de trois ans testés dans la réalisation des mêmes problèmes. Nous avons choisi cette classe d'âge car il s'agit d'un âge intermédiaire entre celui où les enfants sont capables de réaliser une catégorisation fonctionnelle (un an) et l'âge où nous savons qu'ils pouvaient réaliser un appariement conceptuel (5 ans). Notre but est également de montrer que, contrairement à ce que rapporte la littérature, des singes non anthropoïdes comme les babouins sont capables, dans

un contexte approprié de jugement catégoriel (c'est à dire en utilisant des catégories ayant une signification biologique), de maîtriser une tâche d'appariement conceptuel en formant une relation d'identité ou de différence entre deux catégories fonctionnelles.

Pour réaliser cet objectif, nous avons présenté aux sujets une série de trois tâches, de niveaux d'abstraction croissants (cf. Figure 1):

Première tâche : catégorisation fonctionnelle nourriture/non-nourriture

Deuxième tâche : relation pareil/différent entre deux objets (appariement perceptif)

Troisième tâche : relation pareil/différent entre les deux catégories préalablement utilisées (appariement conceptuel)







Tâche	Catégories		Types de relations
	Nourriture	Non-nourriture	
Expérience 2: Catégorisation conceptuelle (Niveau 4)			$p \in N$ $b \in N$ $c \notin N$ $t \notin N$
Expérience 2: Appariement perceptif	Pareil 	Différent 	$p = p$ $c = c$ $c \neq p$ $b \neq t$
Expérience 3: Appariement conceptuel (Niveau 5)	Pareil 	Différent 	$b = p$ $c = t$ $c \neq p$ $b \neq t$

Figure 1 — Tâches à maîtriser au cours des trois expériences.

\in : appartient à ; $=$: identité physique ou catégorielle ; N : nourriture, p : pomme, b : banane, c : cadenas, t : tasse

2. Expériences

2.1. Méthode

2.1.1. Sujets

Enfants — 24 enfants répartis en deux groupes.

Groupe 1 : 7 garçons et 5 filles, dont les âges au début de l'expérience sont compris entre 2 ans et 6 mois à 3 ans et 7 mois. Ces enfants sont en première année d'école maternelle à l'école Alphonse Baudin (Paris, XI^{ème} arrondissement).

Groupe 2 : 8 garçons et 4 filles, dont les âges au début de l'expérience sont compris entre 3 ans et 3 ans et 8 mois. Ces enfants sont inscrits en première année d'école maternelle à l'école Jean Giono de Miramas (Bouches-du-Rhône).

Tous les participants sont entraînés ou testés pendant les heures de classe, dans un coin de la salle de classe, de façon à ce que lorsqu'un sujet est testé, les autres enfants ne puissent pas voir les objets qui lui sont présentés. Les enfants sont volontaires pour participer aux tests. L'ensemble des expériences réalisées avec les enfants a duré 8 mois.

Babouins — Quatre babouins (*Papio anubis*) adultes nés en captivité: deux mâles, Sylvestre (16 ans) et Balthazar (13 ans), et deux femelles, Espérance (8 ans) et Ida (4;5 ans). Ces animaux vivent en groupes sociaux (un mâle et 6 à 8 femelles) dans des parcs de 35 m² comprenant une partie intérieure et une partie extérieure à la Station de Primatologie du CNRS à Rousset (Bouches-du-Rhône). Ils reçoivent leur ration quotidienne de nourriture (fruits, légumes, et aliments concentrés pour singes) à la fin de la journée et ont de l'eau disponible en permanence. Ces sujets n'avaient jamais participé à aucune expérience auparavant. Chaque animal est entraîné ou testé environ une heure par jour, cinq jours par semaine. L'ensemble des expériences réalisées avec les babouins a duré 18 mois.

2.2.2. Stimuli

Enfants — Les stimuli sont constitués de photographies découpées suivant leur contour dans des documents publicitaires et collées sur des rectangles de carton blancs de 11x12 cm. Ces photographies représentent deux objets appartenant à deux catégories: objets alimentaires (fruits, légumes, plats cuisinés, gâteaux, confiseries, etc.) d'une part et jouets variés (poupées, animaux en peluche, véhicules, personnages, bâtiments,

etc.) d'autre part. A chaque présentation d'une nouvelle photo, l'expérimentateur s'assure que l'image est correctement reconnue en demandant à l'enfant de la nommer.

Babouins — Les stimuli sont des objets réels appartenant à deux catégories: des objets alimentaires (fruits, légumes, autres végétaux, céréales, gâteaux, confiseries) d'une part et des objets non alimentaires (objets naturels ou manufacturés, de formes, couleurs, et matériaux (verre, bois, plastique, tissu, papier, bois, métal) variés. Tous ces objets ont été laissés dans les parcs des babouins avant les expériences afin qu'ils puissent les manipuler et, éventuellement, les manger.

Pour les enfants comme pour les babouins, les objets sont sélectionnés de façon à ce que les stimuli appartenant à une même catégorie n'aient pas plus de ressemblances (sur le plan perceptif) entre eux que les objets appartenant à deux catégories différentes. Nous avons choisi de présenter aux babouins des objets réels et non des photographies, la reconnaissance d'images n'étant pas assurée chez des singes non accoutumés à en voir (Bovet et Vauclair, 2000). Un tel problème ne se posant pas avec des enfants de trois ans, des photographies ont été utilisées avec les participants humains pour des raisons pratiques.

2.1.3. Procédure

Enfants — Les enfants sont testés en utilisant deux méthodes différentes. La première (groupe 1) a été choisie parce qu'elle permet de tester d'une manière aussi proche que possible les enfants et les babouins ; la seconde (groupe 2) parce qu'elle est plus proche des habitudes des enfants de 3 ans.

Groupe 1. Le dispositif est constitué d'un panneau comportant une fenêtre rectangulaire en plexiglas derrière laquelle sont présentés les stimuli et deux clefs de réponse (balles suspendues à des ficelles), le sujet devant tirer l'une ou l'autre ficelle en fonction des catégories ou relations présentées. Le dispositif comprend également une ouverture ronde munie de rideaux derrière lesquels apparaît une marionnette lorsque la réponse de l'enfant est correcte. L'expérimentateur place une image (ou une paire d'images, suivant l'expérience) derrière la fenêtre et demande à l'enfant de tirer une ficelle. Lorsque l'enfant tire la ficelle correcte, le renforcement est constitué par l'apparition d'une marionnette qui bat des mains en félicitant l'enfant et lui donne un autocollant en forme d'animal. Sinon, l'expérimentateur dit à l'enfant "Ce n'est pas la bonne ficelle. Essaie encore". Lorsque l'enfant a appris la ficelle à tirer pour une photographie (ou paire de photographies) donnée (c'est à dire lorsqu'il obtient 8 réponses correctes sur 10 présentations d'une images données, le stimulus étant présenté en alternance avec d'autres photos pour éviter une automatisation des réponses), l'expérimentateur présente une nouvelle image (ou paire d'images). Dans les résultats rapportés ici, nous n'avons pris en compte que la première réponse à la présentation d'une nouvelle image (ou paire d'images). Lors du passage d'une expérience à la suivante, l'expérimentateur explique à l'enfant qu'il s'agit d'un nouveau jeu.

Groupe 2. Les participants sont assis derrière une table sur laquelle sont posées deux boîtes en carton. L'expérimentateur présente à l'enfant 30 images (ou

paire d'images collées sur une feuille de papier) une par une en lui demandant de mettre les images qui vont bien ensemble dans la même boîte. Le choix de la boîte dans laquelle placer la première image est laissée à l'enfant. Il est ensuite félicité s'il range les images dans les boîtes en fonction de leur appartenance catégorielle, et corrigé dans le cas contraire. La justification donnée est alors "Cette image va mieux avec celles de cette boîte-là". Les seuls renforcements donnés au cours de cette expérience sont les encouragements et les félicitations chaleureuses de l'expérimentateur. Lors du passage d'une expérience à la suivante, l'expérimentateur explique à l'enfant qu'il s'agit d'un nouveau jeu.

Babouins — Les sujets sont testés grâce à un dispositif de même type que celui utilisé avec les enfants du groupe 1, accroché pendant les expériences aux barreaux du parc où ils vivent. Au début de chaque essai, l'expérimentateur place un objet (ou deux objets, suivant l'expérience) derrière la vitre en Plexiglas. Si le singe tire la ficelle correcte, il est récompensé par un morceau de fruit et un nouvel objet est immédiatement présenté. Si la réponse est erronée, le sujet n'est pas récompensé. Chaque item est, si nécessaire, l'objet d'un entraînement jusqu'à obtenir 8 bonnes réponses sur 10 présentations successives (1 à 3 présentations d'anciens objets sont intercalées entre chacune de ces 10 présentations, afin d'éviter une automatisation des réponses). Les résultats prennent en compte la première réponse à la présentation de chaque nouvel objet.

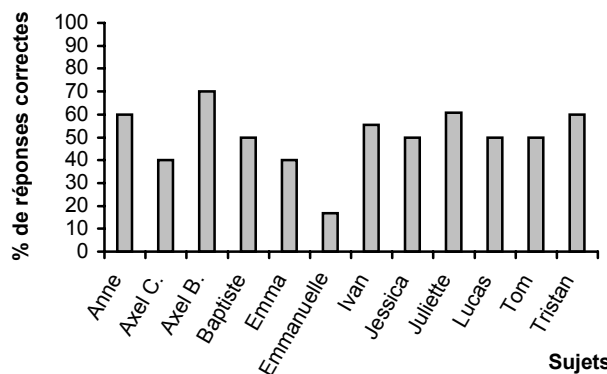


Figure 2 — Performances des enfants du groupe 1 à la première présentation de chaque paire de photographies dans l'expérience 1.

2.2. Résultats

2.2.1. Expérience 1 : catégorisation nourriture vs non-nourriture)

Enfants — a) Catégorisation avec le dispositif de réponses conditionnelles

La discrimination initiale entre les deux premiers objets a demandé en moyenne 80 essais. Entre 10 et 23 images au total ont été présentées par participant, en fonction de la rapidité avec laquelle il apprenait et de son assiduité à participer aux expériences. Les enfants n'ont manifestement pas généralisé la propriété (tirer une ficelle donnée) apprise sur quelques photographies aux suivantes. Ils continuaient, lors de la présentation d'une nouvelle image, à tirer une ficelle au hasard, ce qui se reflète dans les résultats résumés sur la figure 2 : le

pourcentage de réponses correctes n'est significativement différent du hasard pour aucun des participants.

b) Catégorisation en rangeant les images dans les boîtes

Trente images (15 aliments et 15 jouets) ont été présentées à chaque participant. La majorité des enfants (9 sur 12) ont obtenu des résultats significativement différents du hasard qui montrent qu'ils ont compris la tâche (Figure 3). De plus, plusieurs enfants ont commenté spontanément tout en classant les images "C'est à manger" ou "C'est un jouet".

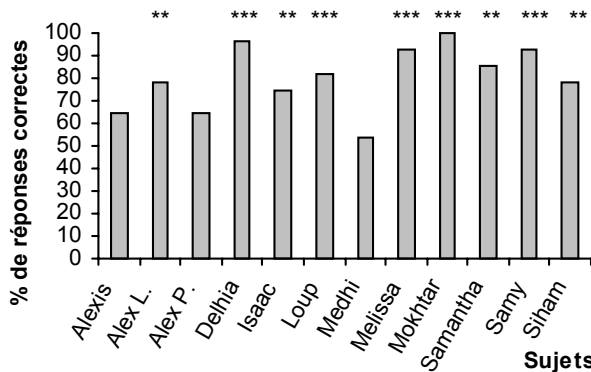


Figure 3 — Performances des enfants du groupe 2 à la première présentation de chaque paire de photographies dans l'expérience 1. ***: $p < 0,001$; **: $p < 0,01$; *: $p < 0,05$

Babouins — La discrimination initiale entre les deux premiers objets est relativement difficile, puisque les babouins ont eu besoin de 1460 essais en moyenne pour apprendre la tâche. Mais une fois cette discrimination acquise, la généralisation de la catégorisation est rapide et les taux de réponses correctes sont très élevés pour tous les animaux puisqu'ils vont de 86,2% à 97,5%, comme le montre la Figure 4 (pour plus de détails, voir Bovet et Vauclair, 1998).

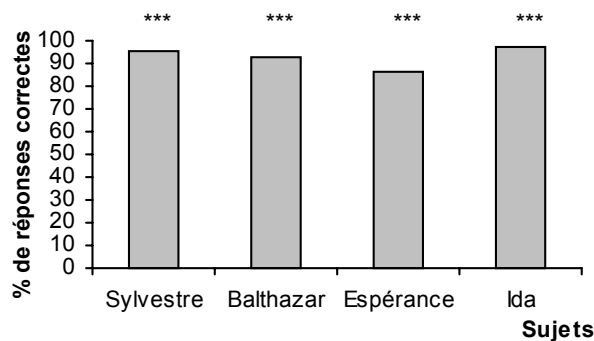


Figure 4 — Performances des babouins à la première présentation de chaque objet dans l'expérience 1. ***: $p < 0,001$; **: $p < 0,01$; *: $p < 0,05$

2.2.2. Expérience 2 : appariement perceptif

Enfants — a) Appariement perceptif avec le dispositif de réponses conditionnelles

La réponse de discrimination entre deux images semblables et deux images différentes avec les deux premières paires d'objets a demandé en moyenne 98 essais. Dix enfants sont parvenus à acquérir cette discrimination. Cinq enfants ont réussi à généraliser la tâche d'appariement perceptif à de nouvelles paires d'objets, après avoir réalisé en moyenne 40 essais et vu entre 0 et 2 paires d'objets supplémentaires. Ces sujets ont obtenu des résultats significatifs montrant qu'ils ont bien compris la discrimination pareil /différent (Figure 5). Ces cinq sujets ont eu à traiter en tout 30 combinaisons différentes. Les enfants qui n'ont pas compris la tâche étaient limités par les capacités de leur mémoire (puisqu'on ne leur présentait une nouvelle paire qu'après que la réponse à donner pour les précédentes ait été apprise) et ont vu entre 4 et 14 combinaisons différentes d'images.

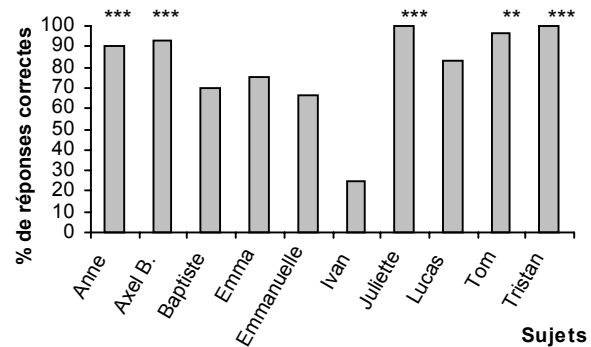


Figure 5 — Performances des enfants du groupe 1 à la première présentation de chaque paire de photographies dans l'expérience 2. ***: $p < 0,001$; **: $p < 0,01$; *: $p < 0,05$

b) Appariement perceptif en classant les feuilles dans des boîtes.

Les sujets sont les 12 enfants du groupe 2 testés dans l'expérience 1 b. Trente feuilles (15 portant deux images semblables, 15 portant deux images différentes) ont été présentées à chaque sujet. Le pourcentage global de réponses correctes est significativement différent du hasard pour 6 enfants sur 12 (Figure 6).

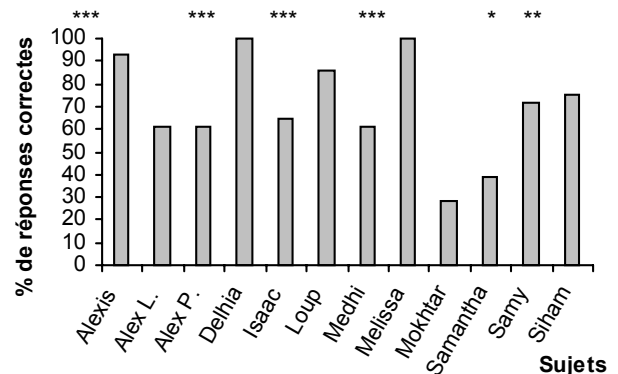


Figure 6 — Performances des enfants du groupe 2 à la première présentation de chaque paire de photographies dans l'expérience 2. ***: $p < 0,001$; **: $p < 0,01$; *: $p < 0,05$

Babouins — La réponse de discrimination entre deux objets semblables et deux objets différents avec les deux premières paires d'objets a demandé en moyenne 5426 essais. Il a fallu en moyenne 4195 essais et 12 objets supplémentaires aux babouins pour généraliser à de nouvelles paires d'objets. Le pourcentage global de réponses correctes à la première présentation de chaque paire d'objets est élevé chez les quatre sujets. Ces scores montrent qu'ils ont parfaitement compris la tâche (pour plus de détails, voir Bovet, 1998).

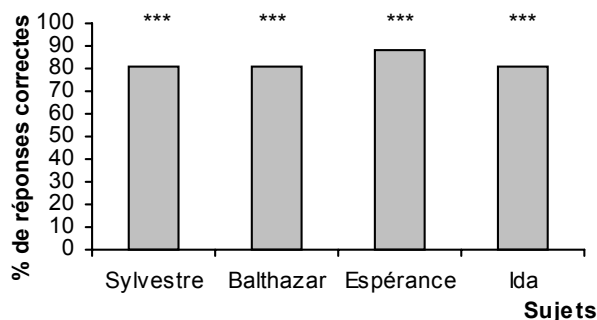


Figure 7 — Performances des babouins à la première présentation de chaque objet dans l'expérience 2.

***: $p < 0,001$; **: $p < 0,01$; *: $p < 0,05$

2.2.3. Expérience 3 : appariement conceptuel

Enfants — a) appariement conceptuel avec le dispositif de réponses conditionnelles

Les sujets sont quatre enfants ayant compris les tâches de catégorisation nourriture vs jouets et d'appariement perceptif, avec le dispositif de réponses conceptuelles. Les enfants sont entraînés tout d'abord avec quatre photographies, deux aliments et deux jouets. Les autres consignes et renforcements sont les mêmes que précédemment. Lorsque l'enfant maîtrise la tâche, c'est-à-dire lorsqu'il réalise 8 réponses correctes sur 10 essais consécutifs, d'autres exemplaires sont rajoutés.

L'apprentissage de cette nouvelle tâche s'est révélé très difficile pour les enfants. Les sujets essayaient en vain de comprendre la règle ou se référaient à l'épreuve précédente. Ce manque, pour eux, de cohérence, a rendu plus long l'apprentissage des six combinaisons réalisables avec quatre objets différents. Les deux enfants qui ont réussi à apprendre par cœur la ficelle à tirer pour ces 6 combinaisons (après respectivement 256 et 191 essais) ont répondu au hasard lorsqu'une nouvelle photographie leur a été proposée en combinaison avec les quatre photographies de l'entraînement: Tom a obtenu deux réponses correctes, et Juliette une seule, sur les quatre nouvelles combinaisons ainsi réalisées.

b) Appariement conceptuel en classant les images dans des boîtes

Trente feuilles (15 portant deux images de la même catégorie, 15 portant deux images de catégories différentes) ont été présentées à chacun des enfants du groupe 2. Aucun des enfants n'est parvenu à comprendre la tâche et à ranger les feuilles correctement. Certains enfants ont essayé de revenir aux règles des expériences précédentes. Les résultats obtenus ne sont pas significativement différents du hasard (Figure 8).

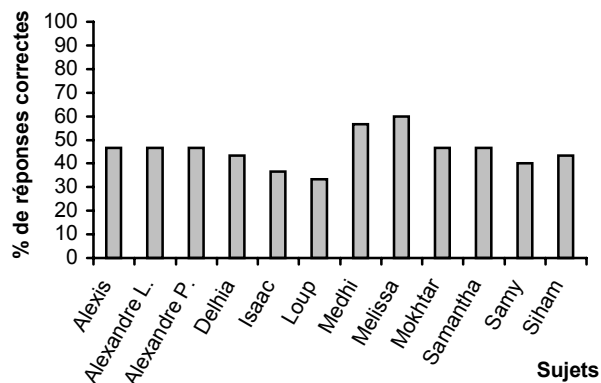


Figure 8 — Performances des enfants du groupe 2 à la première présentation de chaque paire de photographies dans l'expérience 3.

Babouins — Cette expérience a été réalisée avec les deux mâles testés au cours des expériences 1 et 2, les deux femelles ayant mis bas au cours de l'expérience, elles se sont désintéressées des tâches proposées. Au total, 36 objets (18 "nourriture" et 18 "non-nourriture") ont été proposés aux sujets. Toutes les combinaisons possibles entre objets différents ont été réalisées. Il a fallu au total 17851 essais à Sylvestre, 11300 à Balthazar, et 15 objets à Sylvestre, 13 à Balthazar avant de maîtriser la tâche. Cependant, les deux sujets ont obtenu avec la totalité des objets présentés un score élevé (supérieur à 85%) qui montrent que les singes ont résolu cette tâche d'appariement conceptuel.

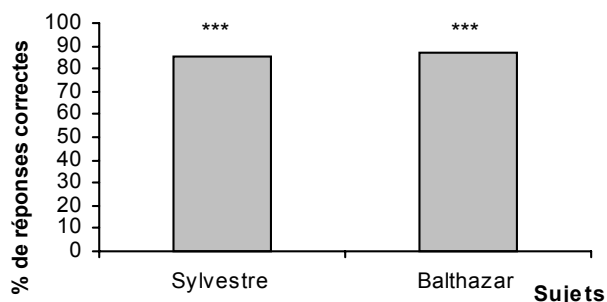


Figure 9 — Performances des babouins pour la première présentation de chaque paire d'objets (expérience 3). ***: $p < 0,001$

3. Discussion

3.1. Catégorisation fonctionnelle

Cette tâche est maîtrisée rapidement par les babouins. Elle peut également être maîtrisée rapidement par les enfants, à condition cependant d'adapter la méthode. On constate donc une première différence: les enfants, contrairement aux babouins, n'ont pas généralisé la discrimination des premiers stimuli aux suivants avec le dispositif de réponses conditionnelles. Il est intéressant de noter que la difficulté pour les enfants vient ici de la méthode utilisée et non de la tâche proprement dite. Ces résultats soulignent la nécessité de s'assurer que les tests sont adaptés et portent bien sur la capacité que l'on souhaite tester, et uniquement sur celle-ci, avant de conclure à propos des résultats d'une expérience.

Mais quelle est donc la raison de cette difficulté rencontrée par les enfants et non par les singes ? Elle pourrait provenir précisément du fait que les enfants sont déjà entraînés à la logique et au langage. En effet, des enfants de deux - trois ans sont habitués à ce qu'on leur explique ce qu'ils doivent faire. Ils ont donc davantage tendance à attendre des consignes ou des explications qu'à chercher par eux-mêmes une éventuelle propriété commune entre des objets pour lesquels la réponse qu'on leur indique comme "la bonne" est la même. Il en va différemment lorsque la consigne est plus claire. Aussi, quand on leur demande de "mettre ensemble les choses qui vont ensemble", ils savent qu'il faut chercher une propriété commune aux objets qui doivent être regroupés dans la même boîte. Les babouins n'ont pas eu les mêmes difficultés car ils ne s'attendent évidemment pas à recevoir des explications ; par contre, que ce soit dans la nature ou en captivité, ils ont fréquemment besoin d'être capables dans des situations positives un peu différentes de trouver le point commun à ces situations (et ce qui dans leur comportement a pu amener la gratification). Par ailleurs, la première méthode choisie demandait aux sujets de relier entre eux des phénomènes qui ne l'étaient pas nécessairement: il n'y a pas de lien de cause à effet entre le fait de voir une image, de tirer une ficelle, et de recevoir une récompense. Là aussi, cette arbitrarité a pu gêner les enfants (alors qu'il peut leur paraître raisonnable de ranger des images et d'être félicités pour un classement correct) ; les singes sont probablement plus accoutumés à traiter une suite d'événements contigus dont ils ne cherchent pas les causalités profondes.

Quant à la rapidité des singes comme des enfants à généraliser correctement la catégorisation apprise sur quelques exemples seulement, elle est probablement due au fait qu'il s'agit dans les deux espèces de catégories déjà existantes et certainement motivantes, du fait de leur importance dans la vie quotidienne.

3.2. Appariement perceptif

La relation pareil/différent n'a pu être maîtrisée par les babouins qu'après un long entraînement. Il leur a en particulier fallu un nombre considérable d'exemplaires avant de comprendre la tâche. Pour les enfants, les résultats sont comparables quelle que soit la méthode (contrairement à ce que nous avons vu dans pour la catégorisation fonctionnelle) : certains d'entre eux ont compris la tâche très rapidement (après un apprentissage avec seulement deux paires d'objets). Il a fallu à d'autres sujets quelques paires d'objets supplémentaires, mais globalement les scores sont stables: la majorité des enfants comprennent dès les premiers exemplaires, ou ne comprennent pas du tout.

Le fait que les enfants réussissent cette tâche même lorsque le dispositif de réponses conditionnelles est utilisé (alors que ce n'était pas le cas pour la catégorisation fonctionnelle) peut sans doute s'expliquer par une certaine évidence de la propriété "pareil", par rapport à la propriété "nourriture". La majorité des enfants ont en effet dit spontanément au cours de l'expérience 7, souvent avant même d'avoir compris que c'était précisément la propriété à utiliser, "C'est pareil !" ou "C'est pas pareil !". Il est par contre rare, dans l'expérience 1, que les enfants disent avant d'avoir

compris la tâche "C'est pour manger" ou "C'est pour jouer": leur remarques spontanées se référaient plus précisément à l'objet représenté sur la photo, par exemple: "Oh, des chocolats, j'adore ça" ou "J'ai la même petite voiture à la maison". Il est donc probable qu'une tâche impliquant l'utilisation du dispositif de réponses conditionnelles soit réalisable par les enfants quand les catégories à discriminer sont évidentes (pareil/différent), mais que pour des catégories plus difficiles pour eux (nourriture vs jouets), ils aient besoin d'une méthode de classement plus explicite (ranger les images dans des boîtes) pour y parvenir.

La différence observée entre les enfants et les babouins pour ce qui est du nombre d'exemples nécessaires à la compréhension de la tâche peut probablement également s'expliquer par l'accès ou non au langage: les enfants ont l'habitude d'entendre et d'utiliser correctement des mots (et donc des concepts) comme "c'est pareil" ou "c'est les mêmes". Nous les avons fréquemment entendus spontanément utiliser ces termes pendant leurs activités habituelles à l'école. Ils avaient par exemple un jeu de loto comportant des images où les enfants devaient identifier les cartes portant la même image que celles qu'ils avaient devant eux.

Les singes eux n'avaient jamais été entraînés à utiliser ces concepts. La capacité à comparer deux stimuli pour juger s'ils sont équivalents (par exemple, deux cris provenant du même individu, comme l'ont montré Cheney et Seyfarth, 1988) peut être utile dans la nature. Cependant une telle capacité n'implique pas forcément un jugement explicite d'identité comme celui qui est demandé dans notre expérience. On peut donc supposer que les singes ont dû apprendre à expliciter cette relation au cours de l'expérience, ce qui explique qu'il leur a fallu assez longtemps avant d'être capables de maîtriser la tâche d'appariement physique.

3.3. Appariement conceptuel

Enfin, la tâche d'appariement conceptuel, la plus cruciale car exigeant des capacités d'abstraction importante, est celle qui montre la différence la plus évidente (et la plus surprenante) entre les enfants et les babouins : si les deux babouins testés sont parvenus, après un entraînement considérable, à maîtriser cette dernière tâche, aucun des enfants n'a pu y parvenir, quelle que soit la méthode utilisée. Il semble donc qu'il s'agisse là d'une vraie différence, qui ne soit pas due à une variabilité individuelle ou à un artefact méthodologique.

La plus grande difficulté de la tâche d'appariement conceptuel, telle que nous l'avons présentée à nos sujets, réside dans le fait d'abstraire une règle complexe, basée sur la relation existant entre les concepts, à partir d'exemples. En l'absence d'explication, le sujet doit découvrir la relation existant entre deux objets-échantillons A et B (par exemple, appartenance à une même catégorie), puis la relation existant entre deux autres objets-échantillons C et D (par exemple, appartenance à des catégories différentes), et enfin décider pour deux objets G et F si la relation qu'ils entretiennent est la même que celle qui existe entre A et B, ou entre C et D (la seule différence dans nos expériences avec ce schéma théorique porte sur le nombre d'échantillons qui pouvait être plus élevé).

Il s'agit donc d'une tâche d'analogie.

Les babouins ont bien manifesté leur capacité à effectuer cette analogie. Par contre, les enfants de trois ans n'ont apparemment pas encore atteint un niveau d'abstraction suffisant pour maîtriser cette tâche de raisonnement analogique. Il est possible que, pour ce type de tâche, les capacités cognitives des babouins leur permettent des performances supérieures à des enfants humains âgés de deux à trois ans.

Nous avons relevé plus haut que la tâche d'appariement relationnel (choisir entre deux paires d'objets celle entretenant la même relation que le modèle) n'est accessible qu'à des enfants d'environ 5 ans (Thompson, 1995), ou à des chimpanzés entraînés à manier des symboles (Thompson *et al.*, 1997). Les résultats que nous avons obtenus sont donc en accord avec ceux cités par Thompson (1995) concernant les enfants, mais pas avec ceux concernant les singes non anthropoïdes : en effet, si les macaques testés (Arlinsky, 1992, cité par Thompson et Oden, 1996) se sont révélés incapables de réaliser un appariement relationnel, les babouins ont bien réussi à effectuer l'appariement conceptuel que nous leur avons proposé.

Goswami et Brown (1989) ont montré de manière convaincante que les enfants sont capables de résoudre certaines tâches d'analogie dès l'âge de 3 ans. Cependant, les analogies mises en œuvre dans les expériences de ces auteurs sont fondées sur des transformations physiques simples des mêmes objets comme boîte : boîte ouverte :: bouteille : ? (la bonne réponse étant bouteille ouverte). Même sans explication de la part de l'expérimentateur, un tel schéma est plus évocateur et suscitera plus facilement une stratégie mettant en œuvre un raisonnement analogique qu'une tâche comme celle que nous avons proposée à nos sujets. Selon Goswami et Brown (1989), les difficultés observées par d'autres chercheurs (Piaget *et al.*, 1977; Sternberg et Nigro, 1980; Goldman *et al.* 1982) chez des enfants ayant à résoudre des tâches d'analogie proviennent sans doute en fait d'une incapacité à utiliser les relations proposées. Nos résultats semblent indiquer que, contrairement à l'hypothèse de Goswami (1991), il ne suffit pas que des enfants soient capables de comprendre les relations qui les sous-tendent pour réussir n'importe quelle tâche d'analogie. Il est possible que la relation "appartient à la même catégorie que", qui doit être mise en œuvre dans la tâche d'appariement conceptuel soit relativement abstraite pour des enfants de trois ans. Ces enfants sont pourtant capables de l'utiliser quand il s'agit de ranger des images dans des boîtes (expérience 1). Nous pensons donc que les jeunes enfants sont effectivement capables de réaliser des analogies dans certaines circonstances favorables (comme celles créées par Goswami et Brown), mais ne peuvent plus y parvenir lorsqu'ils doivent utiliser des relations plus complexes ou moins familières, même si ces relations leur sont accessibles dans d'autres contextes.

Les résultats obtenus par les enfants nous conduisent donc à penser que les catégories "nourriture" et "jouets" constituent des catégories plus abstraites qu'il n'y semblerait au premier abord pour des enfants de cet âge. Ces résultats sont en accord avec les observations citées plus haut (Tomikawa et Dodd, 1980; Corrigan et Schommer, 1984), qui montrent la prééminence d'une

catégorisation perceptive sur une catégorisation fonctionnelle. Ils sont également en accord avec les hypothèses de Lucariello *et al.* (1992). Ces derniers auteurs soulignent en effet que chez les enfants de quatre ans les catégories surordonnées formées sont avant tout des catégories dites "slot-filler" (ce que l'on pourrait traduire en français par "case-à-remplir"), c'est-à-dire concernant des objets partageant une fonction dans le contexte restreint d'un événement donné. Les enfants de cet âge n'utiliseraient donc pas des catégories, "nourriture" ou "jouets", mais plutôt de type, "choses pouvant être mangées pour le petit déjeuner" ou "jouets pour le bain". L'enfant forme donc d'abord des catégories d'objets associés dans des conditions qu'il rencontre fréquemment, et ce n'est qu'ensuite que grâce au langage la représentation de la catégorie pourra s'étendre à d'autres contextes (Nelson, 1988). Les stimuli que nous avons présentés aux enfants étant très variés, les contextes dans lesquels ils sont susceptibles de les rencontrer le sont également. Par exemple, dans la catégorie nourriture, on trouve un pot de confiture que l'enfant voit sur la table du petit déjeuner, un poulet rôti associé au déjeuner ou au dîner, une gaufre qui est plus souvent mangée à l'extérieur, ou un hamburger reconnu comme étant mangé "au MacDo". De même, les jouets comprennent des jouets d'extérieur (ballon, tricycle), des jouets pour le bain, des jouets associés au sommeil comme l'ours en peluche, etc. Cette variété des contextes a pu rendre, pour les enfants, les catégories utilisées plus abstraites qu'il n'y paraît au premier abord. Chez les babouins en captivité, le problème ne se pose certainement pas de la même façon puisque leur environnement est très restreint et par conséquent le contexte des événements qu'ils vivent ne varie que très peu.

Un autre facteur susceptible d'influencer les performances des enfants concerne la mobilisation de processus d'inhibition cognitive, qui ont pour fonction de supprimer des éléments cognitifs non utiles à la résolution de la tâche. Ces processus d'inhibition contribuent au développement cognitif de l'enfant puisqu'ils deviennent de plus en plus efficaces avec l'âge. Dempster (1991) a ainsi montré que ces processus d'inhibition jouent un rôle important dans des tests censés mesurer l'intelligence et que leur insuffisance peut expliquer certaines des difficultés rencontrées par des enfants. C'est notamment le cas des tâches d'analogie, où les sujets se focalisent sur certaines propriétés des objets présentés; cette centration peut avoir pour effet de les empêcher de raisonner sur des informations pertinentes à la résolution de la tâche. Des savoirs ou habitudes peuvent être non seulement inutiles mais nuisibles à la résolution de certains problèmes, comme l'explique Houdé (1995). On peut par exemple observer une incapacité à inactiver une action qui a été récompensée. Dans cette perspective, il est possible que les enfants que nous avons testés ne parviennent pas à résoudre la tâche d'appariement conceptuel parce que dans cette tâche, ils ont précisément à inhiber une récompense préalablement renforcée. Ils doivent en effet, par exemple, après avoir été récompensés pour avoir tiré la "bonne" ficelle pour une poupée et une balle, changer de ficelle si la même poupée est présentée avec une pomme, et à nouveau changer de ficelle lorsque la même pomme est présentée avec un gâteau. Lorsque le même objet est présenté deux fois de suite (même si

c'est en association avec un objet différent), l'enfant de trois ans aurait au contraire tendance à tirer la ficelle pour laquelle il a préalablement été récompensé. Il est probable que des phénomènes d'inhibition cognitive, encore immatures chez les enfants de trois ans, pourraient être plus développés chez des babouins adultes. Cette différence dans la maturation des processus d'inhibition cognitive pourrait donc fournir une explication aux performances élevées des babouins par rapport à celles des enfants.

4. Conclusion

Cette étude comparative nous a permis de mettre en évidence plusieurs résultats nouveaux. Tout d'abord, nous pouvons faire une remarque méthodologique importante. Il nous a paru logique au départ d'utiliser la même procédure pour les deux espèces. Cependant, nous nous sommes aperçus dès la première expérience que la comparaison des capacités cognitives pouvait être faussée précisément par le fait même que des méthodes identiques étaient utilisées: les capacités des enfants sont alors sous-estimées. Il peut donc, dans certains cas, être nécessaire d'adapter les tâches à chaque espèce. Notre étude nous a également permis de montrer d'intéressantes disparités cognitives entre des babouins adultes et des enfants de trois ans, pouvant être dues à des capacités de raisonnement analogique plus développées chez le babouin adulte que chez le jeune enfant, au fait que les enfants de trois ans ont déjà un accès au langage, instrument que les babouins ne possèdent pas, ainsi qu'aux différences de maturation de leurs processus d'inhibition cognitive. D'autres recherches portant plus précisément sur ces problèmes seraient nécessaires pour affiner ces résultats. Enfin, cette étude contribue à approfondir les connaissances disponibles sur les capacités cognitives des singes non anthropoïdes. Nous avons en effet montré que les babouins étaient capables de réaliser un jugement d'équivalence entre des relations, ce qui implique une forme de raisonnement analogique. Jusqu'alors, les données de la littérature indiquaient que seuls les singes anthropoïdes et les enfants étaient capables de réaliser ce type de raisonnement.

Remerciements.

Les recherches rapportées dans cet article ont été possibles grâce à une bourse de la Fondation Lilly en 1999.

Références bibliographiques

- [Bovet, 1998] Bovet, D. (1998). Catégorisation d'objets et perceptions de relations chez les babouins. *Primatologie*. 1, 269-284.
- [Bovet et Vauclair, 1998] Bovet, D., Vauclair, J. (1998). Functional categorization of objects and of their pictures in baboons (*Papio anubis*). *Learning & Motivation*, 29, 309-322.
- [Bovet et Vauclair, 2000] Bovet, D., Vauclair, J. Picture recognition in animals and in humans: a review. *Behavioral Brain Research*, 109, 143-165.
- [Cheney et Seyfarth, 1988] Cheney, D.L., Seyfarth, R.M. (1988). Assessment of meaning and the detection of unreliable

signals by vervet monkeys. *Animal Behaviour*. 36, 477-486.

[Corrigan et Schommer, 1984] Corrigan, R., Schommer, M. (1984). Form versus function revisited: the role of social input and memory factors. *Child Development*. 55, 1721-1726.

[Dempster, 1991] Dempster, F.N. (1991). Inhibitory processes: a neglected dimension of intelligence. *Intelligence*. 15, 157-173.

[Fabre-Thorpe et al., 1998] Fabre-Thorpe, M., Richard, G., Thorpe, S.J. (1998). Rapid categorization of natural images by rhesus monkeys. *Neuroreport*. 9, 303-308.

[Gelman et Markman, 1987]. Gelman, S.A., Markman, E.M. (1987). Young children's inductions from natural kinds: the role of categories and appearances. *Child Development*. 51, 708-719.

[Goldman et al., 1982] Goldman, S.R., Pellegrino, J.W., Parseghian, P., Sallis, R. (1982). Developmental and individual differences in verbal analogical reasoning. *Child Development*. 53, 550-559.

[Goswami, 1991] Goswami, U. (1991). Analogical reasoning: what develops? A review of research and theory. *Child Development*. 62, 1-22.

[Goswami et Brown, 1989] Goswami, U., Brown, A.L. (1989). Melting chocolate et melting snowmen: analogical reasoning et causal relations. *Cognition*. 35, 69-95.

[Herrstein, 1990] Herrstein, R.J. (1990). Levels of stimulus control: a functional approach. *Cognition*. 37, 133-166.

[Houdé, 1995] Houdé, O. (1995). *Rationalité, développement et inhibition*. PUF : Paris.

[Lucariello et al. 1992] Lucariello, J., Kyratzis, A., Nelson, K. (1992). Taxonomic knowledge: what kind and when? *Child Development*. 63, 978-998.

[Nelson, 1988] Nelson, K. (1988). Where do taxonomic categories come from? *Human Development*. 31, 3-10.

[Piaget et al., 1977] Piaget, J., Montangero, J., Billeter, J. 1977. Les corrélats. In Piaget J. (ed.) *L'abstraction réfléchissante*, PUF : Paris.

[Premack, 1983] Premack, D. (1983). The codes of man and beasts. *The Behavioral and Brain Sciences* 6, 125-167.

[Roitblat et von Fersen, 1992] Roitblat, H.L., von Fersen, L. (1992). Comparative cognition: representations and processes in learning and memory. *Annual Review of Psychology*. 43, 671-710.

[Ross, 1980] Ross, G.S. (1980). Categorization in 1- and 2-year-olds. *Developmental Psychology*. 16, 391-396.

[Savage-Rumbaugh et al., 1980] Savage-Rumbaugh, E.S., Rumbaugh, D.M., Smith, S.T., Lawson, J. (1980). Reference: the linguistic essential. *Science*. 210, 92-925.

[Sternberg et Nigro, 1980] Sternberg, R.J., Nigro, G. (1980). Developmental patterns in the solution of verbal analogies. *Child Development*. 51, 27-38.

[Thompson, 1995] Thompson, R.K.R. (1995). Natural and relational concepts in animals. In Roitblat H. and Meyer J.A. (eds.) *Comparative Approaches of Cognitive Sciences*. MIT Press : Cambridge, MA. 175-224.

[Thompson et Oden, 1996] Thompson, R.K.R., Oden, D.L. (1996). A profound disparity revisited: Perception and judgment of abstract identity relations by chimpanzees, human infants, and monkeys. *Behavioural Processes*. 35, 149-161.

[Thompson et al., 1997] Thompson, R.K.R., Oden, D.L., Boysen, S.T. (1997). Language-naïve chimpanzees (Pan troglodytes) judge relations between relations in a conceptual matching-to-sample task. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*. 23, 31-43.

[Tomikawa et Dodd, 1980] Tomikawa, S.A., Dodd, D.H. (1980). *Early word meanings: perceptually or functionally based?* *Child Development*. 51,1103-1109.

[Zayan et Vauclair, 1998] Zayan, R., Vauclair, J. 1998. *Categories as paradigms for comparative cognition.* *Behavioural Processes*. 42, 87-99.