



HAL
open science

Apprentissage et généralisation de nouveaux concepts chez l'enfant par la comparaison de stimuli

Yannick Lagarrigue

► **To cite this version:**

Yannick Lagarrigue. Apprentissage et généralisation de nouveaux concepts chez l'enfant par la comparaison de stimuli. Psychologie. Université Bourgogne Franche-Comté, 2022. Français. NNT : 2022UBFCK034 . tel-03852371

HAL Id: tel-03852371

<https://theses.hal.science/tel-03852371v1>

Submitted on 15 Nov 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**THESE DE DOCTORAT DE L'ETABLISSEMENT UNIVERSITE
BOURGOGNE FRANCHE-COMTE**

Ecole doctorale n°554

Ecole doctorale Environnement Santé

Doctorat de Psychologie du Développement

Par

LAGARRIGUE Yannick

**Apprentissage et Généralisation de Nouveaux Concepts
chez l'Enfant par la Comparaison de Stimuli**

Thèse présentée et soutenue à Dijon le 06 Juillet 2022

Composition du Jury :

| | | |
|-----------------------------|--|-----------------------|
| Prof. SANDER, Emmanuel | Professeur, Université de Genève | Président du Jury |
| Prof. CHEVALIER, Nicolas | Professeur, University of Edinburgh | Rapporteur |
| Prof. CLERC, Jérôme | Professeur, Université de Grenoble-Alpes | Rapporteur |
| Prof. HAMPTON, James | Professeur, City University of London | Examineur |
| Prof. THIBAUT, Jean-Pierre | Professeur, Université de Bourgogne | Directeur de thèse |
| Prof. BOUCHEIX, Jean-Michel | Professeur, Université de Bourgogne | Co-directeur de thèse |

Titre : Apprentissage et Généralisation de Nouveaux Concepts Chez l'Enfant par la Comparaison de Stimuli

Mots clés : Apprentissage ; Généralisation ; Comparaison ; Concept ; Développement

Résumé : Pour faire apprendre un nouveau mot à un enfant on lui présente conjointement la forme phonologique de ce mot associée à un référent. A partir de cet unique exemplaire, l'enfant devrait être capable de généraliser le nouveau mot aux autres entités de la même catégorie. L'enfant doit comprendre quelles sont les propriétés de l'exemple qui sont pertinentes pour généraliser correctement le nouveau mot (Murphy, 2002). Ce travail de thèse porte sur les situations d'apprentissage d'un nouveau concept et sa généralisation à de nouveaux stimuli. Pour cela, nous nous intéressons au paradigme de comparaison et aux conséquences des différents paramètres de la tâche sur la généralisation.

Après avoir présenté notre paradigme, nous montrons en quoi la manipulation de facteurs tels que le nombre d'exemplaires, la distance sémantique ou la similarité va affecter la généralisation. Dans une première étude nous testons deux types de comparaisons et montrons que toutes les situations d'apprentissages ne sont pas équivalentes. De plus, la distinctivité des dimensions des stimuli semble affecter directement les performances de généralisation. Dans une deuxième étude, nous explorons les effets de transfert entre deux conditions de comparaison et nos résultats suggèrent que des comparaisons complexes répétées n'amènent pas à un apprentissage progressif. En revanche, utiliser des comparaisons plus simples dans un premier temps aide les enfants à interpréter des comparaisons plus complexes par la suite. Enfin, dans une troisième étude nous établissons un lien entre le fonctionnement exécutif et la généralisation en situation de comparaison avec du matériel familier et non familier. Ces travaux suggèrent que le processus de comparaison dépend davantage de la flexibilité cognitive que du vocabulaire des enfants.

Title: Children's Learning and Generalization of Novel Concepts with Comparison Designs

Keywords: Learning; Generalization; Comparison; Concept; Development.

Abstract: Teaching a new word to children usually consists of the concomitant presentation of its phonological form and an example. It is then expected that they will be able, from this unique example, to generalize the new word to other entities of the same category. They must therefore understand which properties of the example are relevant to correctly generalize the new word (Murphy, 2002). The main objective of this thesis work is to better understand the learning situations of a new concept and its generalization to new stimuli. For this, investigated the comparison paradigm and how variations of the parameters of the task affect generalization.

After presenting our paradigm of interest, we show how the manipulation of factors such as the number of examples, the semantic distance, or the similarity will affect the generalization of nouns, verbs, and adjectives. In the first study, we show that within-category comparisons are more efficient than between-category comparisons. Moreover, comparing objects with distinctive dimensions is more efficient than comparing objects with similar dimensions. In a second study, we explore transfer effects between two comparison conditions and our results suggest that repeated complex comparisons do not lead to progressive learning. On the contrary, using simpler comparisons at first helps children to interpret more complex comparisons later. Finally, in a third study, we establish a link between executive functions and generalization in a situation of comparison with familiar and unfamiliar material. These studies suggest that the comparison process depends more on children's cognitive flexibility than on their language knowledge.



ÉCOLE DOCTORALE
Environnements - Santé
Bourgogne | Franche-Comté



UNIVERSITÉ
BOURGOGNE FRANCHE-COMTÉ

Université Bourgogne Franche-Comté

32, avenue de l'Observatoire

25000 Besançon

REMERCIEMENTS

Tout d'abord je tiens à remercier Nicolas Chevalier et Jérôme Clerc qui m'ont fait l'honneur d'accepter d'être rapporteurs de cette thèse. Je me réjouis sincèrement de pouvoir bénéficier de leurs commentaires éclairés sur mon travail. Merci également aux examinateurs de cette thèse, James Hampton et Emmanuel Sander, pour le temps qu'ils accordent à mes recherches et leur expertise scientifique.

Je tiens à remercier mon directeur et mon co-directeur de thèse, Jean-Pierre Thibaut et Jean-Michel Boucheix, pour leur encadrement et la transmission de leurs connaissances. Il va sans dire que cette thèse n'aurait pas été la même si je n'avais pu bénéficier de leur expertise et je leur en suis grandement reconnaissant.

Merci au Laboratoire d'Etude de l'Apprentissage et du Développement (LEAD) qui m'a proposé un environnement propice à la recherche et m'a permis de mener à bien les projets présentés dans cette thèse mais également d'autres collaborations tout aussi stimulantes. Un grand merci à Bénédicte Poulin-Charronnat qui m'a accordé sa confiance en m'accueillant dans le laboratoire.

Je remercie également l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) pour son support financier sans lequel ce travail n'aurait pas pu voir le jour.

Un sincère et immense remerciement à toutes les écoles qui m'ont reçu et aux parents qui ont donné leur accord pour que leurs enfants participent à mes projets de recherche. J'adresse ma gratitude à tous les enseignants qui se sont investis et qui ont pris de leur temps pour que je puisse mener mes expérimentations dans leur classe. Un grand merci à tous les enfants qui ont accepté participer à mes expériences, et à Yoshi pour m'avoir aidé à les convaincre.

Merci également à l'ensemble des étudiants et vacataires impliqués dans ces études. Sans leur contribution il m'aurait fallu trois ans de plus pour collecter l'ensemble des données présentées dans ce manuscrit.

Merci à l'Expérimentarium, notamment à Coralie Biguzzi, pour m'avoir donné l'opportunité de présenter mes travaux à un public très varié et dans des contextes souvent inattendus. Je me souviendrai toujours de ces expériences de vulgarisation parfois improbables. Cela m'a permis à la fois de prendre du recul sur mes travaux mais aussi de rencontrer de nombreux doctorants de différentes disciplines avec qui les échanges furent toujours très riches.

Je remercie chaleureusement tous mes collègues doctorants ou anciens doctorants du laboratoire, Damien Foinant, Iva Saban, Claudia Iorio, Eleanor Stansbury, Gaëtan Thiebaut, Julie Ferreira, Julie Torres, Florian Fizaine, Zahra Kazemi Saleh, Thomas Jacquet, Laurie Porte, Laure-Hélène Canette, Camille Bordeau, Guillaume Chevet et Joris Perra. Merci à tous pour les réunions jeunes chercheurs, les discussions scientifiques et les nombreux conseils mais également pour les bières, les badmintons, l'escalade, les tennis, les prison island, les escape game et autres activités qui furent indispensables pour garder une santé mentale intacte malgré le ciel (souvent) gris de Dijon.

Une grande pensée à Jessica Tallet pour m'avoir fait découvrir une passion inconditionnée pour la recherche et être une source d'inspiration sans limite. Je n'en serais pas là où j'en suis aujourd'hui sans elle. J'espère que nous aurons l'occasion de collaborer encore longtemps.

Je tiens également à exprimer ma plus profonde gratitude à mes proches. Cette thèse ne serait pas ce qu'elle est sans toute ma famille et mes amis. Titi, Sophie, Jules, Greg, Valentine, même si nos parcours respectifs nous ont répartis tout autour de la planète vous serez toujours les plus proches dans mon cœur. Merci à toute ma famille, vous m'avez toujours soutenu, même lorsque j'ai dû partir loin de vous. Merci pour tout ce que vous m'avez transmis, vos conseils et votre amour.

Enfin, je remercie toutes celles et ceux qui ont contribué à ce travail et qui m'ont soutenu pendant ces trois ans.

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---|-----------|
| LISTE DES TABLEAUX..... | 1 |
| LISTE DES FIGURES | 2 |
| INTRODUCTION GÉNÉRALE..... | 4 |
| PRÉAMBULE..... | 5 |
| RÉFÉRENCES | 11 |
| | |
| CHAPITRE 1 – APPRENDRE ET GENERALISER DE NOUVEAUX NOMS : LES LEÇONS DE LA COMPARAISON. UNE REVUE DE LITTERATURE. | 17 |
| PREAMBULE..... | 18 |
| RÉSUMÉ | 19 |
| INTRODUCTION | 20 |
| La comparaison et l'apprentissage des noms | 22 |
| Mécanismes explicatifs de la comparaison..... | 27 |
| L'intérêt des situations de comparaisons au-delà de l'apprentissage des noms..... | 28 |
| Synthèse | 29 |
| Dynamique de la comparaison | 30 |
| CONCLUSION | 32 |
| RÉFÉRENCES | 33 |
| | |
| CHAPITRE 2 – APPRENTISSAGE ET GENERALISATION DU LEXIQUE PAR COMPARAISON : LES MECANISMES DE L'EXPANSION CONCEPTUELLE | 38 |
| PREAMBULE..... | 39 |
| RESUME | 40 |
| INTRODUCTION | 41 |
| Les noms, les verbes et les adjectifs | 43 |
| La comparaison | 45 |
| Les effets des deux types de comparaison pour l'apprentissage de chaque type de mot | 53 |
| Les modifications liées au matériel | 58 |
| Synthèse et conclusion..... | 68 |
| RÉFÉRENCES | 72 |

**CHAPITRE 3 – QUEL TYPE DE COMPARAISON ET QUELLE DISTINCTIVITÉ
POUR GÉNÉRALISER EFFICACEMENT UN NOUVEAU MOT.....78**

| | |
|--------------------------|-----|
| PREAMBULE..... | 79 |
| RESUME | 80 |
| INTRODUCTION..... | 81 |
| EXPERIMENT 1..... | 86 |
| DISCUSSION | 97 |
| EXPERIMENT 2..... | 99 |
| DISCUSSION | 104 |
| GENERAL DISCUSSION | 105 |
| RÉFÉRENCES..... | 111 |

**CHAPITRE 4 – DES BASES SOLIDES FACILITENT LA COMPREHENSION :
UNE SEQUENCE DE COMPARAISON PROGRESSIVE EN DIFFICULTE115**

| | |
|-------------------|-----|
| PREAMBULE..... | 116 |
| INTRODUCTION..... | 118 |
| METHODS | 122 |
| RESULTS | 124 |
| DISCUSSION..... | 129 |
| CONCLUSION | 130 |
| RÉFÉRENCES..... | 131 |

**CHAPITRE 5 – LE ROLE DES FONCTIONS EXECUTIVES DANS LA
COMPARAISON POUR LA GENERALISATION DE NOUVEAUX NOMS.....133**

| | |
|-------------------|-----|
| PREAMBULE..... | 134 |
| RESUME | 136 |
| INTRODUCTION..... | 137 |
| EXPERIMENT 1..... | 144 |
| EXPERIMENT 2..... | 156 |
| RÉFÉRENCES..... | 165 |

DISCUSSION GENERALE.....173

| | |
|--|-----|
| Quel type de comparaison utiliser pour généraliser efficacement ?..... | 174 |
| Quels types de stimuli comparer pour généraliser efficacement ?..... | 176 |

| | |
|--|-----|
| Si la comparaison met en avant des dimensions pertinentes, quels effets ont des comparaisons répétées ?..... | 177 |
| Le lien entre la comparaison et le développement cognitif | 178 |
| La comparaison et le biais pour la forme..... | 179 |
| Au delà de l'apprentissage du langage | 180 |
| CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES | 181 |
| REFERENCES..... | 184 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|------------|
| Tableau 1. Illustration des différentes conditions de comparaison pour les trois types de mots étudiés. | 53 |
| Tableau 2. Abbreviations for the height experimental conditions | 89 |
| Tableaux 3a & 3b. Chi squares results for younger and older children. | 104 |
| Tableau 4. Participants' characteristics and scores for each task. | 153 |
| Tableau 5. Correlation matrix controlled for age between <i>categorization</i> , vocabulary, and executive functions (working memory, inhibition, and cognitive flexibility). | 154 |
| Tableau 6. Goodness of fit of the linear model..... | 155 |
| Tableau 7. Participants' characteristics and scores for each task. | 158 |
| Tableau 8. Correlation matrix controlled for age between generalization, vocabulary, and executive functions (working memory, inhibition, and cognitive flexibility). | 159 |
| Tableau 9. Goodness of fit of the regression linear model. | 160 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|--|-----|
| Figure 1. Illustration du paradigme de généralisation de nom avec et sans comparaison..... | 24 |
| Figure 2. Exemple de stimuli utilisés par Augier & Thibaut (2013)..... | 26 |
| Figure 3. Illustration d'une situation expérimentale de comparaison (intra-catégorielle) et de non-comparaison dans le cas de l'apprentissage d'un nouveau nom..... | 47 |
| Figure 4. Sample stimulus sets, and instructions used in the eight experimental conditions that crossed the two factors: Distinctiveness (low or high) and Comparison (1 or 2 examples vs 0 or 1 Contrast)..... | 91 |
| Figure 5. Mean percentage of texture-based categorization as a function of the condition of comparison and distinctiveness..... | 94 |
| Figure 6. Mean percentage of texture-based categorization as a function of the condition of comparison and age..... | 95 |
| Figure 7. Percentage of children who were either texture-consistent, shape-consistent, or inconsistent for each age group (Old and Young) in each experimental condition..... | 97 |
| Figure 8. Mean percentage of texture-based categorization as a function of the condition of distinctiveness..... | 101 |
| Figure 9. Percentage of children who were either texture-consistent, shape-consistent, or inconsistent for each age group (Old and Young) in each experimental condition..... | 102 |
| Figure 10. Example of sample stimulus sets and instructions used in the two levels of distinctiveness..... | 123 |
| Figure 11a et 11b. Young/Old children mean percentage of texture based-categorization in the practice and the transfer phase for the three conditions: High-Low (H-L), Low-Low (L-L) and Low-High (L-H)..... | 126 |
| Figure 12. Percentage of young children who were either texture-consistent, shape-consistent, or inconsistent for each phase in each condition..... | 128 |
| Figure 13. Example of a trial of the categorization task..... | 147 |
| Figure 14. Example of the "2-list" sorting task with three items..... | 148 |
| Figure 15. Example of one trial of the Dimension Change Card Sort (DCCS) task..... | 150 |
| Figure 16. Example of two trials for the animal Stroop..... | 151 |
| Figure 17. Example of a trial of the categorization task..... | 157 |

PRODUCTIONS SCIENTIFIQUES ASSOCIÉES A LA THÈSE

Cette thèse comporte les articles suivants qui ont été soumis, publiés ou sont en préparation.

Chapitre 1.

Lagarrigue Y., Thibaut J.-P. (2021) Apprendre et généraliser de nouveaux noms : les leçons de la comparaison. Une revue de la littérature. *Enfance*.

Chapitre 2.

Lagarrigue Y., Stansbury E., Thibaut J.-P. (*in preparation*). Apprentissage et généralisation du lexique par comparaison : les mécanismes de l'expansion conceptuelle.

Chapitre 3.

Lagarrigue, Y., & Thibaut, J.-P. (*in preparation*). Learning novel names with multiple examples: dimensional distinctiveness and comparison formats.

Chapitre 4.

Lagarrigue, Y., & Thibaut, J.-P. (2021). *Solid ground makes solid understandings: does simple comparison pave the way for more complex comparisons?*. In T. Fitch, C. Lamm, H. Leder, and K. Tebmar-Raible (Eds.), Proceedings of the 43th Annual Conference of the Cognitive Science Society, pp. 2726-2732. Virtual.

Chapitre 5.

Lagarrigue, Y., & Thibaut, J.-P. (*in preparation*). The implication of preschoolers' executive functions in the comparison process for word generalization.

L'introduction et la discussion générale sont également basées sur ces articles.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

PRÉAMBULE

Le langage est une aptitude complexe que nous utilisons quotidiennement sans effort. Comparé aux autres espèces, une des spécificités de notre capacité à communiquer est que nous sommes non seulement capables de parler d'éléments concrets mais également d'éléments abstraits. En effet, les mots peuvent correspondre tout autant à des objets concrets qu'à des concepts tels que la morale, le pouvoir ou la justice. Ces notions sont indispensables à la vie en société telle que nous la connaissons. Par exemple, le concept de justice ne fait sens que s'il est universellement partagé par l'ensemble de la population. En tant qu'adulte nous utilisons ces notions sans effort, pourtant il nous a fallu les apprendre lorsque nous étions enfants. Comment se fait l'apprentissage du langage et des concepts associés aux différents mots ? L'un des objectifs de ce travail de thèse consiste à répondre à cette question et plus précisément à comprendre quelles sont les situations qui facilitent l'apprentissage de nouveaux concepts. Ainsi, au sein du vaste domaine de l'apprentissage du langage, nous avons centré notre travail sur le développement conceptuel et plus précisément sur la manière dont les enfants généralisent de nouveaux mots.

C'est aux alentours de deux ans que le langage se développe le plus. A cet âge les enfants apprennent en moyenne neuf nouveaux mots par jour et ils comprennent leur signification avec très peu d'expositions (e.g., Carey & Bartlett, 1978; Heibeck & Markman, 1987). Ces chiffres sont très impressionnants sachant que cet apprentissage ne consiste pas simplement à reproduire la forme phonologique des mots mais également à comprendre quels sont les concepts qui leurs sont associés. Par exemple si je vous présente l'un des mots suivants : Buxi, Youma ou Dajo, vous pourrez apprendre à dire ces nouveaux mots mais vous n'aurez pas accès à leur signification. Une des méthodes les plus efficaces pour enseigner la signification d'un nouveau mot consiste à en montrer un exemple. C'est pourquoi un outil très utilisé comme support de l'apprentissage du langage est l'imagier. Il s'agit de livres qui contiennent des images que l'adulte montre à l'enfant en indiquant le mot auquel elles correspondent. Par exemple l'adulte va pointer une image de pomme et dire qu'il s'agit d'un fruit. Pour apprendre la signification du mot « fruit », l'enfant doit d'abord comprendre à quoi exactement fait référence l'adulte, puis quelles sont les propriétés de cet élément qui font de lui un fruit. Ainsi, on découpe généralement l'apprentissage lexical en deux grands moments : associer une forme phonologique à un référent puis généraliser le nouveau mot.

D'une façon générale lorsqu'on apprend un nouveau mot il est introduit avec un nombre limité d'exemplaires. Or, un apprentissage efficace est censé permettre l'utilisation de ce mot pour un nombre virtuellement illimité de référents. En effet, au-delà de l'utilisation d'un mot pour un nombre restreint de référents connus, par exemple des pommes similaires à celle de l'imager, utiliser un mot de manière productive signifie l'utiliser pour des stimuli jamais rencontrés auparavant. Etudier les représentations que se font les enfants lorsqu'ils apprennent un nouveau mot n'est pas une tâche aisée car il n'existe aucun moyen direct d'investigation de ses constructions mentales. Néanmoins, grâce à des tâches qui se basent sur de la généralisation lexicale, nous pouvons avoir des idées sur la conceptualisation qu'établissent les enfants au moment de l'apprentissage du vocabulaire.

Ce qui est particulièrement difficile dans ce processus de généralisation est que les dimensions perceptives et saillantes telles que la forme ou la couleur ne sont pas systématiquement pertinentes (Murphy, 1982, 2002). Si une cuillère à café et une cuillère à soupe peuvent être appelées par le même terme de cuillère, c'est qu'elles partagent des similitudes de forme. Cependant, un labrador et un caniche sont beaucoup moins ressemblants et pourtant ils peuvent tous les deux être dénommés par le terme de chien. Ainsi, ce sont parfois des dimensions plus conceptuelles (ou l'essence des objets, voir les travaux de Gelman, 1999, 2003, 2013; Gelman & Medin, 1993) qui vont permettre de regrouper des éléments sous un même terme. Cette catégorisation, taxonomique, correspond au fait de mettre ensemble des éléments qui ont des propriétés communes (Murphy, 2002).

D'après Rosch et al. (1976), les objets peuvent être catégorisés selon plusieurs niveaux hiérarchiques. Par exemple un chien peut être identifié comme étant un animal, un Labrador ou un chien. Le niveau de base est le niveau le plus fréquemment utilisé, dans ce cas « chien ». Le terme « animal » correspond au niveau superordonné et le terme Labrador au niveau subordonné. La vision classique de ces niveaux de catégorisation est dite hiérarchique car les membres d'une même catégorie subordonnée sont également membres d'une même catégorie base, eux-mêmes membres d'une même catégorie superordonnée. A contrario, l'inverse n'est pas systématiquement vrai. Du fait de ce principe d'inclusion, deux membres d'une catégorie subordonnée (par exemple : deux labradors) partagent davantage de propriétés que des membres d'une catégorie supérieure, de base (deux chiens) et superordonnée (deux animaux). Par exemple deux chiens qui font tous deux partie d'une

même catégorie de base (chien) vont davantage se ressembler qu'un chien et un kangourou qui font partie d'une même catégorie superordonnée (mammifère). De la même manière, une vache et un chien vont se ressembler davantage qu'un chien et un oiseau qui peuvent tous les deux êtres appelés des animaux.

Les similitudes perceptives sont fréquemment choisies comme support de généralisation par les enfants (voir par exemple Gentner & Namy, 1999; Namy & Gentner, 2002). Plusieurs études ont en effet montré qu'en l'absence d'indices extérieurs, les enfants ont tendance à utiliser les propriétés les plus saillantes, telles que la forme ou la couleur, pour généraliser un nouveau mot (Imai et al., 1994; Jones & Smith, 1993; Landau et al., 1988). Ainsi, les premières catégorisations de l'enfant se font majoritairement sur la base de propriétés perceptives, basées sur les ressemblances physiques des objets, telles que la forme ou la couleur (Behl-Chadha, 1996; Quinn et al., 1993). Ces catégorisations primaires sont efficaces et économiques mais ne permettent pas d'apprendre des catégories basées sur des dimensions qui sont moins saillantes perceptivement, ou qui n'ont pas de support perceptif. De plus, elles peuvent mener à des généralisations erronées. Par exemple, si on présente à des enfants entre trois et six ans, une pomme puis qu'on leur demande lequel entre une banane et un ballon peut être appelé avec le même mot que celui qui désigne la pomme, ils vont majoritairement sélectionner le ballon (Gentner & Namy, 1999).

Une autre difficulté dans le processus de généralisation est que selon la classe lexicale du mot appris, ce ne sont pas les mêmes types de caractéristiques qui vont être pertinentes. Dans le cas des noms, il faut comprendre quelles sont les dimensions fondamentales des entités qui peuvent porter ce nom (Murphy, 2002). Ces dimensions peuvent être perceptivement saillantes, comme la forme ou la couleur, ou au contraire peu saillantes voire conceptuelles. Dans le cas des verbes, c'est la relation prédicative, souvent entre deux arguments (un acteur et un patient) qui doit être abstraite de la scène présentée (Childers, 2020; Childers & Tomasello, 2006). De plus, les propriétés qui sous-tendent leur référence sont souvent instables car dynamiques et peu visibles. C'est également différent dans le cas des adjectifs puisque les propriétés qui doivent être intégrées n'existent pas indépendamment des objets qui les portent. Pour généraliser correctement un adjectif, il faut isoler la propriété ciblée par celui-ci et ignorer toutes les autres propriétés du stimulus d'apprentissage (Au & Laframboise, 1990a, 1990b; Booth & Waxman, 2009; Graham et al., 2005; Waxman & Booth, 2001). Au vu des spécificités liées aux contraintes cognitives

de chaque catégorie lexicale, des différences dans les performances de généralisation peuvent être anticipées. Si nous évoquons la généralisation des verbes et des adjectifs dans le second chapitre, nous nous sommes principalement intéressés aux noms d'objet dans le cadre de nos travaux.

L'enjeu central de ce travail de thèse est de comprendre les situations de généralisation de nouveaux mots et les paramètres qui facilitent les réponses basées sur des dimensions conceptuellement pertinentes. Dans ce cadre les travaux récents ont montré que la présentation de deux exemples d'apprentissage, plutôt qu'un exemple unique, aident les enfants à dépasser les dimensions saillantes non pertinentes et à utiliser des dimensions plus pertinentes, même si elles sont moins saillantes, pour généraliser un nouveau mot (Augier & Thibaut, 2013; Gentner & Namy, 1999; Namy et al., 2007; Namy & Gentner, 2002). Les mécanismes de ces situations de comparaison sont encore mal connus à ce jour. L'objectif de ce travail de thèse est de contribuer à leur compréhension en étudiant d'une part les paramètres de la situation qui influencent les performances et d'autre part les facteurs individuels qui sont liés au processus de comparaison. En effet, à la différence des situations sans comparaison qui nécessitent, lors de la généralisation, de trouver un stimulus analogue à l'exemple, les situations de comparaison nécessitent de manipuler les informations présentées pour arriver à une abstraction des dimensions pertinentes et engendrent donc des coûts cognitifs (Augier & Thibaut, 2013; Boucheix et al., 2013). Sur base de cette idée, ce travail de thèse a été élaboré autour de deux axes d'analyse : d'une part les effets des caractéristiques des stimuli présentés et d'autre part la capacité des enfants à utiliser les informations disponibles.

Après une revue des questions sur la comparaison (Chapitre 1 et 2), nous montrons que les situations de comparaison peuvent, selon les caractéristiques des stimuli utilisés, engendrer de façon plus ou moins efficace des généralisations conceptuellement fondées (Chapitre 3). Lorsque les concepts à appréhender sont plus complexes ou que les situations de comparaison sont plus difficiles à interpréter, nous posons l'hypothèse que construire une séquence de comparaison à difficulté progressive permet d'accéder aux dimensions pertinentes (Chapitre 4). De plus, au-delà de la difficulté des stimuli utilisés, l'efficacité du processus de comparaison dépend également des compétences exécutives des enfants. (Chapitre 5).

Le **premier chapitre** constitué d'un article théorique publié dans *Enfance* étend cette introduction. Il présente plus en détail le paradigme de comparaison qui servira de

base à l'ensemble des expérimentations rapportées dans cette thèse. Il présente également l'intérêt de ce type de situations pour la généralisation de nouveaux noms ainsi que certaines de ses limites. Nous montrons par exemple que l'augmentation du nombre d'exemplaires n'augmente pas systématiquement la performance des plus jeunes, car elle augmente aussi les coûts de ces comparaisons.

Dans le second chapitre constitué d'une revue de question plus large de la littérature, nous analysons le rôle de la comparaison pour trois types de mots : les noms, les verbes et les adjectifs. L'objectif est de montrer en quoi les paramètres des situations de comparaison vont contraindre de façon spécifique la généralisation de chaque type de mots. Nous présentons également les différences entre les comparaisons intra-catégories qui consistent à présenter deux objets de la même catégorie et les comparaisons inter-catégories qui consistent à présenter deux objets de catégories distinctes ainsi que les travaux sur les stratégies de comparaison utilisées et sur la façon dont elles sont influencées par les paramètres de la situation.

Les effets de la similarité entre les stimuli d'apprentissage sur les performances de généralisation rapportés dans le deuxième chapitre sont évalués expérimentalement dans le **troisième chapitre**. Plus précisément, nous testons les effets de la distinctivité des dimensions composant les stimuli et comment ce facteur affecte les deux types de comparaison. Dans les deux études présentées dans cet article, les objets utilisés ont été construits spécifiquement pour la tâche sur la base d'une dimension saillante mais non pertinente, la forme et d'une dimension moins saillante mais conceptuellement pertinente. Dans la première étude, la similarité est manipulée de façon globale et dans la deuxième étude elle est manipulée de façon indépendante sur chacune des deux dimensions. Les résultats répliquent et confirment les prédictions théoriques proposées dans le chapitre précédent.

Le **quatrième chapitre** est basé sur les résultats du chapitre précédent montrant que les situations de comparaison dans lesquelles les stimuli utilisés se ressemblent sont plus difficiles que les situations de comparaison dans lesquelles ils sont distinctifs. Dans l'étude présentée dans le chapitre 4, nous testons si une séquence de comparaisons, de difficulté progressive, partant de stimuli distinctifs, aiderait les enfants à comprendre quelle est la dimension pertinente dans le cas où les stimuli ne sont pas distinctifs. Les expériences de ce chapitre poursuivent deux objectifs : confirmer les résultats précédents qui montrent que

comparer des objets peu distinctifs n'est pas très efficace et montrer que si les enfants arrivent à extraire la dimension pertinente dans une situation de comparaison, ils seront capables de réutiliser cette dimension dans une situation de comparaison plus complexe.

Les chapitres 2, 3 et 4 abordent le débat sur le type de ressources cognitives impliquées dans la résolution des situations de comparaison sans le traiter directement. Dans le **cinquième chapitre**, nous apportons une contribution empirique novatrice sur la question en montrant le lien entre les performances de généralisation en situation de comparaison et les fonctions exécutives. Deux expériences sont présentées dans lesquelles nous avons testé des enfants de 4 ans sur une tâche de généralisation en situation de comparaison soit avec des objets familiers, soit avec des objets non familiers, ainsi que sur quatre tâches qui évaluent respectivement la flexibilité cognitive, la mémoire de travail, l'inhibition et le vocabulaire. Nos données suggèrent que des processus cognitifs tels que la flexibilité cognitive sont impliqués dans la comparaison alors que ce n'est pas le cas du vocabulaire.

Sur l'ensemble du manuscrit, 7 expériences sont présentées. Elles ont impliqué plus de 1000 enfants entre trois et six ans. Bien que toutes les expériences aient été construites avec du matériel très similaire, il est important de noter que l'ensemble de leurs résultats converge, ce qui est encourageant quant à leur généralisation.

RÉFÉRENCES

- Alfieri, L., Nokes-Malach, T. J., & Schunn, C. D. (2013). Learning Through Case Comparisons : A Meta-Analytic Review. *Educational Psychologist, 48*(2), 87-113. <https://doi.org/10.1080/00461520.2013.775712>
- Andrews, G., & Halford, G. S. (2002). A cognitive complexity metric applied to cognitive development. *Cognitive Psychology, 67*.
- Ankowski, A. A., Vlach, H. A., & Sandhofer, C. M. (2013). Comparison Versus Contrast : Task Specifics Affect Category Acquisition. *Infant and Child Development, 22*(1), 1-23. <https://doi.org/10.1002/icd.1764>
- Augier, L., & Thibaut, J.-P. (2013). The benefits and costs of comparisons in a novel object categorization task : Interactions with development. *Psychonomic Bulletin & Review, 20*(6), 1126-1132. <https://doi.org/10.3758/s13423-013-0436-x>
- Baddeley, A. (2007). Working Memory, Thought, and Action. OUP Oxford.
- Bassano, D. (2000a). La constitution du lexique : Le développement lexical précoce. *L'acquisition du langage, 1*, 137-168.
- Bassano, D. (2000b). Early development of nouns and verbs in French : Exploring the interface between lexicon and grammar. *Journal of Child Language, 27*(3), 521-559. <https://doi.org/10.1017/S0305000900004396>
- Berman, R. A. (1988). Word class distinctions in developing grammars. *Categories and processes in language acquisition, 45-72*.
- Booth, A. E., & Waxman, S. R. (2003). Mapping Words to the World in Infancy : Infants' Expectations for Count Nouns and Adjectives. *Journal of Cognition and Development, 4*(3), 357-381. https://doi.org/10.1207/S15327647JCD0403_06
- Booth, A. E., & Waxman, S. R. (2009). A Horse of a Different Color : Specifying With Precision Infants' Mappings of Novel Nouns and Adjectives. *Child Development, 80*(1), 15-22. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2008.01242.x>
- Bornstein, M. H., Cote, L. R., Maital, S., Painter, K., Park, S.-Y., Pascual, L., Pêcheux, M.-G., Ruel, J., Venuti, P., & Vyt, A. (2004). Cross-Linguistic Analysis of Vocabulary in Young Children : Spanish, Dutch, French, Hebrew, Italian, Korean, and American English. *Child Development, 75*(4), 1115-1139. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2004.00729.x>
- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. MIT press.

- Childers, J. B. (2008). The Structural Alignment and Comparison of Events in Verb Acquisition. 681-686.
- Childers, J. B. (2011). Attention to multiple events helps two-and-a-half-year-olds extend new verbs. *First Language*, 31(1), 3-22. <https://doi.org/10.1177/0142723710361825>
- Childers, J. B., Hirshkowitz, A., & Benavides, K. (2014). Attention to Explicit and Implicit Contrast in Verb Learning. *Journal of Cognition and Development*, 15(2), 213-237. <https://doi.org/10.1080/15248372.2013.768245>
- Childers, J. B., Paik, J. H., Flores, M., Lai, G., & Dolan, M. (2017). Does Variability Across Events Affect Verb Learning in English, Mandarin, and Korean? *Cognitive Science*, 41(S4), 808-830. <https://doi.org/10.1111/cogs.12398>
- Childers, J. B., Porter, B., Dolan, M., Whitehead, C. B., & McIntyre, K. P. (2020). Does children's visual attention to specific objects affect their verb learning? *First Language*, 40(1), 21-40. <https://doi.org/10.1177/0142723719875575>
- Childers, J. B., & Tomasello, M. (2006). Are Nouns Easier to Learn Than Verbs? Three Experimental Studies. In K. Hirsh-Pasek & R. M. Golinkoff, *Action meets word : How children learn verbs* (p. 311). Oxford University Press.
- Christie, S., & Gentner, D. (2010). Where Hypotheses Come From : Learning New Relations by Structural Alignment. *Journal of Cognition and Development*, 11(3), 356-373. <https://doi.org/10.1080/15248371003700015>
- Clark, E. V. (1995). *The lexicon in acquisition* (Vol. 65). Cambridge University Press.
- Clark, E. V. (2009). *First Language Acquisition*. Cambridge University Press.
- Frye, D., David Zelazo, P., & Burack, J. A. (1998). Cognitive Complexity and Control : I. Theory of Mind in Typical and Atypical Development. *Current Directions in Psychological Science*, 7(4), 116-121. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.ep10774754>
- Gentner, D. (1983). Structure-mapping : A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7(2), 155-170. [https://doi.org/10.1016/S0364-0213\(83\)80009-3](https://doi.org/10.1016/S0364-0213(83)80009-3)
- Gentner, D., Anggoro, F. K., & Klibanoff, R. S. (2011). Structure Mapping and Relational Language Support Children's Learning of Relational Categories. *Child Development*, 82(4), 1173-1188. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2011.01599.x>
- Gentner, D., & Colhoun, J. (2010). Analogical Processes in Human Thinking and Learning. In B. Glatzeder, V. Goel, & A. Müller (Éds.), *Towards a Theory of Thinking* (p. 35-48). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-03129-8_3

- Gentner, D., & Medina, J. (1998). Similarity and the development of rules. *Cognition*, 65(2), 263-297. [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(98\)00002-X](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(98)00002-X)
- Gentner, D., & Namy, L. L. (1999). Comparison in the Development of Categories. *Cognitive Development*, 14(4), 487-513. [https://doi.org/10.1016/S0885-2014\(99\)00016-7](https://doi.org/10.1016/S0885-2014(99)00016-7)
- Gentner, D., & Namy, L. L. (2006). Analogical Processes in Language Learning. *Current Directions in Psychological Science*, 15(6), 297-301. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2006.00456.x>
- Gentner, D., & Toupin, C. (1986). Systematicity and surface similarity in the development of analogy. *Cognitive Science*, 10(3), 277-300. [https://doi.org/10.1016/S0364-0213\(86\)80019-2](https://doi.org/10.1016/S0364-0213(86)80019-2)
- Golinkoff, R. M., & Hirsh-Pasek, K. (2008). How toddlers begin to learn verbs. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(10), 397-403. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.07.003>
- Graham, S. A., Namy, L. L., Gentner, D., & Meagher, K. (2010). The role of comparison in preschoolers' novel object categorization. *Journal of Experimental Child Psychology*, 107(3), 280-290. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.04.017>
- Hammer, R., Bar-Hillel, A., Hertz, T., Weinshall, D., & Hochstein, S. (2008). Comparison processes in category learning: From theory to behavior. *Brain Research*, 1225, 102-118. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2008.04.079>
- Hammer, R., Diesendruck, G., Weinshall, D., & Hochstein, S. (2009). The development of category learning strategies: What makes the difference? *Cognition*, 112(1), 105-119. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2009.03.012>
- Hammer, R., Hertz, T., Hochstein, S., & Weinshall, D. (2009). Category learning from equivalence constraints. *Cognitive Processing*, 10(3), 211-232. <https://doi.org/10.1007/s10339-008-0243-x>
- Haryu, E., Imai, M., & Okada, H. (2011). Object Similarity Bootstraps Young Children to Action-Based Verb Extension. *Child Development*, 82(2), 674-686. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01567.x>
- Hoff, E. (2013). *Language Development*. Cengage Learning.
- Imai, M., Gentner, D., & Uchida, N. (1994). Children's theories of word meaning: The role of shape similarity in early acquisition. *Cognitive Development*, 9(1), 45-75. [https://doi.org/10.1016/0885-2014\(94\)90019-1](https://doi.org/10.1016/0885-2014(94)90019-1)

- Klibanoff, R. S., & Waxman, S. R. (2000). Basic Level Object Categories Support the Acquisition of Novel Adjectives : Evidence from Preschool-Aged Children. *Child Development, 71*(3), 649-659. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00173>
- Kotovsky, L., & Gentner, D. (1996). Comparison and Categorization in the Development of Relational Similarity. *Child Development, 67*(6), 2797-2822. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.1996.tb01889.x>
- Landau, B., Smith, L. B., & Jones, S. (1992). Syntactic context and the shape bias in children's and adults' lexical learning. *Journal of Memory and Language, 31*(6), 807-825. [https://doi.org/10.1016/0749-596X\(92\)90040-5](https://doi.org/10.1016/0749-596X(92)90040-5)
- Landau, B., Smith, L. B., & Jones, S. S. (1988). The importance of shape in early lexical learning. *Cognitive development, 3*(3), 299-321.
- Lawson, C. A. (2017). The Influence of Task Dynamics on Inductive Generalizations : How Sequential and Simultaneous Presentation of Evidence Impacts the Strength and Scope of Property Projections. *Journal of Cognition and Development, 18*(4), 493-513. <https://doi.org/10.1080/15248372.2017.1339707>
- Maguire, M. J., Hirsh-Pasek, K., Golinkoff, R. M., & Brandone, A. C. (2008). Focusing on the relation : Fewer exemplars facilitate children's initial verb learning and extension. *Developmental Science, 11*(4), 628-634. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00707.x>
- Murphy, G. L. (2002). *The big book of concepts*. MIT Press.
- Murphy, G. L., & Medin, D. L. (1985). *The role of theories in conceptual coherence. 92*(3), 289-316. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.92.3.289>
- Namy, L. L., & Clepper, L. E. (2010). The differing roles of comparison and contrast in children's categorization. *Journal of Experimental Child Psychology, 107*(3), 291-305. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.05.013>
- Namy, L. L., & Gentner, D. (2002). Making a silk purse out of two sow's ears : Young children's use of comparison in category learning. *Journal of Experimental Psychology: General, 131*(1), 5.
- Namy, L. L., Gentner, D., & Clepper, L. E. (2007). How close is to close ? Alignment and perceptual similarity in children's categorization. *Cognition, Brain and Behavior, 11*, 647-659.

- Oakes, L. M., & Ribar, R. J. (2005). A Comparison of Infants' Categorization in Paired and Successive Presentation Familiarization Tasks. *Infancy*, 7(1), 85-98. https://doi.org/10.1207/s15327078in0701_7
- Poulin-Dubois, D., Frank, I., Graham, S. A., & Elkin, A. (1999). The role of shape similarity in toddlers' lexical extensions. *British Journal of Developmental Psychology*, 17(1), 21-36. <https://doi.org/10.1348/026151099165131>
- Quine, W. V. O. (1960). *Word and Object* (M.I.T Press). M.I.T.
- Richland, L. E., Morrison, R. G., & Holyoak, K. J. (2006). Children's development of analogical reasoning : Insights from scene analogy problems. *Journal of Experimental Child Psychology*, 94(3), 249-273. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2006.02.002>
- Rosch, E., & Lloyd, B. B. (1978). *Cognition and categorization*.
- Scott, R. M., & Fisher, C. (2012). 2.5-Year-olds use cross-situational consistency to learn verbs under referential uncertainty. *Cognition*, 122(2), 163-180. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2011.10.010>
- Snape, S., & Krott, A. (2018). The benefit of simultaneously encountered exemplars and of exemplar variability to verb learning. *Journal of Child Language*, 45(6), 1412-1422. <https://doi.org/10.1017/S0305000918000119>
- Son, J. Y., Smith, L. B., & Goldstone, R. L. (2011). Connecting instances to promote children's relational reasoning. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108(2), 260-277. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.08.011>
- Stansbury, E., Witt, A., & Thibaut, J.-P. (2019). Children's Generalization of Novel Object Names in Comparison Contexts : An eye tracking analysis. *Proceedings of the 41th Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 2871-2877.
- Stansbury, E., Witt, A., & Thibaut, J.-P. (2020). Generalization of novel object names in comparison contexts in a yes-no paradigm by young children. When the rate of stimulus presentation matters. *Proceedings of the 42th Annual Meeting of the Cognitive Science Society (Eds.)*, 2288-2294.
- Stolt, S., Haataja, L., Lapinleimu, H., & Lehtonen, L. (2008). Early lexical development of Finnish children: A longitudinal study. *First Language*, 28(3), 259-279. <https://doi.org/10.1177/0142723708091051>

- Tardif, T., Shatz, M., & Naigles, L. (1997). Caregiver speech and children's use of nouns versus verbs : A comparison of English, Italian, and Mandarin. *Journal of Child Language*, 24(3), 535-565. <https://doi.org/10.1017/S030500099700319X>
- Thibaut, J.-P., French, R., & Vezneva, M. (2010). The development of analogy making in children : Cognitive load and executive functions. *Journal of Experimental Child Psychology*, 106(1), 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.01.001>
- Thibaut, J.-P., Stansbury, E., & Witt, A. (2018). Generalization of novel names for relations in comparison settings : The role of conceptual distance during learning and at test. *Livre/Conférence Proceedings of the 40th Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 1114-1119.
- Thibaut, J.-P., & Witt, A. (2015). Young children's learning of relational categories : Multiple comparisons and their cognitive constraints. *Frontiers in Psychology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00643>
- Thibaut, J.-P., & Witt, A. (2017). Generalizing novel names in comparison settings : Role of conceptual distance during learning and at test. *CogSci 2017 : 39th Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 3314-3319. <https://hal-univ-bourgogne.archives-ouvertes.fr/hal-01573610>
- Vlach, H. A., Ankowski, A. A., & Sandhofer, C. M. (2012). At the same time or apart in time? The role of presentation timing and retrieval dynamics in generalization. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 38(1), 246.
- Waxman, S. R., & Booth, A. E. (2001). Seeing Pink Elephants : Fourteen-Month-Olds' Interpretations of Novel Nouns and Adjectives. *Cognitive Psychology*, 43(3), 217-242. <https://doi.org/10.1006/cogp.2001.0764>
- Waxman, S. R., & Klibanoff, R. S. (2000). The role of comparison in the extension of novel adjectives. *Developmental Psychology*, 36(5), 571-581. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.36.5.571>
- Waxman, S. R., Lidz, J. L., Braun, I. E., & Lavin, T. (2009). Twenty four-month-old infants' interpretations of novel verbs and nouns in dynamic scenes. *Cognitive Psychology*, 59(1), 67-95. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2009.02.001>

**CHAPITRE 1 – APPRENDRE ET GÉNÉRALISER DE NOUVEAUX
NOMS : LES LEÇONS DE LA COMPARAISON. UNE REVUE DE
LITTÉRATURE.**

PRÉAMBULE

Le premier chapitre est constitué d'un article théorique qui rappelle les contraintes de l'apprentissage du langage, notamment le biais pour la forme qui stipule qu'entre deux dimensions les enfants vont majoritairement sélectionner la forme pour généraliser un nouveau mot. Ensuite il présente le paradigme de comparaison et fait une synthèse des études qui ont utilisé ce type de situations pour la généralisation de nouveaux noms.

Ce chapitre a deux objectifs. Tout d'abord, il présente le cadre théorique général dans lequel cette thèse a été réalisée : l'apprentissage du langage du point de vue du développement conceptuel. Ensuite il expose de façon précise le paradigme de comparaison qui sera utilisé dans les chapitres suivants et dans l'ensemble des expérimentations décrites dans ce manuscrit. Celui-ci consiste à présenter deux exemples d'apprentissages afin d'initier un processus de comparaison qui facilite la détection et l'utilisation de dimensions conceptuellement pertinentes pour généraliser un nouveau mot. Dans un deuxième temps, ce chapitre montre les résultats principaux obtenus avec ce type de paradigme pour la généralisation. Son objectif n'est pas de présenter une revue exhaustive de la littérature sur le sujet mais d'introduire les études spécifiques qui ont influencé notre travail. La principale théorie explicative des mécanismes de la comparaison, l'alignement progressif, y est également présentée et discutée. Cette théorie propose que lorsque deux objets sont introduits avec le même nom cela va induire leur alignement sur des dimensions saillantes telles que la forme ou la couleur puis progressivement vers des dimensions moins saillantes telles que la fonction ou la texture, et ainsi faciliter leur utilisation pour généraliser un nouveau mot.

RÉSUMÉ

Lorsqu'ils apprennent un nouveau mot, les jeunes enfants doivent abstraire les dimensions pertinentes, parfois peu saillantes pour utiliser correctement ce mot, alors que les dimensions saillantes ne sont pas toujours pertinentes. Cette revue de question porte sur le rôle positif de la présentation simultanée de deux exemples (ou plus) d'une même catégorie. Pour la détection des dimensions pertinentes, une présentation simultanée s'avère souvent plus efficace que la présentation d'un exemplaire unique ou la présentation séquentielle de plusieurs exemplaires d'apprentissage. Les études que nous recensons et présentons ici montrent que les situations dans lesquelles les exemples sont regroupés sous un terme commun sont plus efficaces que celles où les exemples ne sont pas nommés (ou nommés avec des termes différents). La comparaison porte sur le cas de noms d'objets mais aussi de noms pour des relations (par exemple voisin, addition). Nous montrons également que l'augmentation du nombre d'exemplaires n'augmente pas systématiquement la performance des plus jeunes, car elle augmente aussi les coûts de ces comparaisons. La synthèse présente les mécanismes explicatifs de l'efficacité d'une comparaison, notamment celui de l'alignement.

Mots clés : Généralisation, Comparaison, Nom, Concept, Enfants

INTRODUCTION

Un très grand nombre d'études a été consacré à l'apprentissage du lexique, notamment dans sa dimension conceptuelle (Barrett, 2017; Bassano, 2000, 2000/03; Bassano et al., 2005, 2020, pour des revues de question). Parmi les premiers mots compris par l'enfant entre neuf et douze mois se trouve une grande proportion de noms. Les premières compréhensions de l'enfant se traduisent par des comportements systématiques envers des objets-cible lorsque le mot (le nom) correspondant est prononcé. Par exemple, l'enfant regarde, touche ou saisit un camion parmi d'autres objets "non-camion" lorsque le nom "*camion*" est prononcé. Ces premiers indices de compréhension ne signifient pas pour autant que la représentation conceptuelle associée au mot soit équivalente à celle des adultes. Durant la petite enfance, les enfants utilisent de nouveaux mots de manière inappropriée lorsqu'on compare cette utilisation à celle des mots équivalents par l'adulte. Par exemple, ils peuvent les sur-généraliser ou les sous-généraliser (Reich, 1976).

Désigner et utiliser quelques référents familiers à la suite de leur évocation lexicale par l'adulte ne signifie pas l'utilisation généralisée correcte d'un mot. De très nombreuses études se sont intéressées à la compréhension et au développement de diverses classes de mots (adjectifs, verbes, noms communs, noms relationnels) et de nombreuses théories tentent d'expliquer cette compréhension et ce développement (on verra sur ces points, les contributions de Clark, 2017 ou Tomasello, 2009, parmi de nombreuses autres). Ces travaux vont au-delà des objectifs de notre revue de question qui analysera le rôle de la comparaison dans la conceptualisation et la généralisation de noms.

La généralisation de noms et la question de leur référence

Les tâches de généralisation constituent souvent le cœur méthodologique des études sur le développement des représentations conceptuelles associées aux mots. Généralement, pendant une première phase d'apprentissage, on présente des stimuli et on leur associe un nom. Lors du transfert, on présente de nouveaux stimuli et l'enfant doit choisir celui ou ceux qu'il considère comme équivalents aux stimuli présentés durant l'apprentissage. La généralisation correcte de ces mots est liée au phénomène cognitif plus général qu'est le traitement et l'interprétation des similitudes entre objets (Goldstone, 1994; Goldstone & Son, 2012). En effet, au-delà de l'utilisation d'un mot pour un nombre restreint de référents (objets ou situations) connus, utiliser un mot de manière productive signifie l'utiliser pour des stimuli jamais rencontrés auparavant et donc les généraliser à des entités

conceptuellement équivalentes. Ces tâches de généralisation nous permettent d'inférer les représentations conceptuelles que l'enfant a construites concernant la catégorie des objets qui ont le même nom.

Contraintes sur l'apprentissage lexical

Les études développementales décrivent ce phénomène de généralisation de deux manières distinctes. D'une part, un grand nombre d'études attribuent un rôle central à des contraintes cognitives ou spécifiques au langage, qui permettraient aux enfants de réduire l'ensemble des référents possibles à une seule possibilité référentielle. Ces contraintes sur le développement lexical ont reçu l'attention des chercheurs depuis les années 1980. Elles ont fait l'objet d'un nombre important de publications et ont largement contribué à structurer l'étude du développement lexical. Notre approche est complémentaire et non contradictoire avec celle des contraintes, raison pour laquelle nous présentons rapidement cette dernière. A l'origine, la question philosophique et empirique de la référence des mots est notamment celle des noms d'objets. Selon Quine (1960) l'enfant qui apprend le langage se trouve dans la situation d'un anthropologue qui tenterait d'apprendre une langue inconnue, ou d'un locuteur dont chaque mot peut recevoir un nombre virtuellement infini de significations possibles. Si je pointe le doigt vers « un livre » posé sur une table, à quoi fais-je référence : au livre, à la table ou à une propriété du livre ? Si je désigne l'ordinateur ouvert en touchant l'écran et en disant « ordinateur », est-ce que je fais référence à l'ordinateur complet ou seulement à l'écran ? Dans un ouvrage classique, Markman (1989) considère que les situations d'apprentissage lexical sont des situations d'induction à partir desquelles les enfants doivent généraliser un nouveau mot sur la base d'un ensemble limité de stimuli d'apprentissage. Il n'est pas concevable que l'enfant teste les dimensions de la situation ou de l'objet une par une jusqu'à la découverte de celles qui sont pertinentes. Les auteurs imaginent donc des contraintes lexicales qui diminuent l'ensemble des possibilités, comme (1) *la contrainte de l'objet total* selon laquelle un nouveau nom d'objet réfère à la totalité de l'objet plutôt qu'à une partie de celui-ci, (2) *la contrainte d'exclusivité mutuelle*, qui veut qu'un nouveau nom désigne en priorité dans un ensemble d'objets celui dont le locuteur ne connaît pas le nom, (3) *la contrainte taxonomique* selon laquelle on généralise un nouveau nom à des objets reliés taxonomiquement plutôt qu'à un stimulus thématiquement relié : « un dax » nom attribué à un chien sera généralisé à une vache plutôt

qu'à une niche ou de la nourriture pour chien. *La contrainte du biais pour la forme* a fait l'objet de centaines de publications impossibles à toutes résumer ici (Imai et al., 1994; Jones & Smith, 1993; Sloutsky, 2010; Smith et al., 2002). Elle stipule que les similitudes de formes (same shape) seraient privilégiées et guideraient les généralisations de mots (par exemple, Landau et al., 1988).

Cette contrainte a été étudiée dans un paradigme de généralisation lexicale reposant sur la présentation d'un objet et de ce nom (i.e., ceci est un « dax ») suivie par celle d'autres objets ressemblant à l'inducteur sur des dimensions différentes (l'un la forme, l'autre la texture, un troisième la couleur) et une requête en généralisation (« montre-moi un autre dax »). De nombreux résultats montrent que les jeunes enfants généralisent le nom à des objets de même forme plutôt que de même texture ou de même couleur. Ce biais a donné lieu à de nombreuses variantes expérimentales montrant que l'enfant de deux ans est sensible à la nature du nom : comptable ou non, c'est un dax, c'est du dax (Soja et al., 1992). Il est aussi sensible à l'environnement syntaxique dans lequel le nom est inclus (Landau et al., 1992), à la présence de certaines propriétés, comme la présence d'yeux (les enfants de trois ans généralisent un nouveau nom sur la base de la texture lorsque l'objet a des yeux) (Jones et al., 1991), et qu'il est spécifiquement lexical et appris (Smith et al., 2002a). D'autres études ont montré que la préférence pour la forme pouvait recevoir d'autres interprétations plus générales (Diesendruck et al., 2003; Diesendruck & Bloom, 2003) et /ou qu'elle est en compétition avec d'autres indices (Gelman et al., 1998). Tous ces travaux montrent que le même phénomène de généralisation des nouveaux noms, ici sur base de la forme, peut se manifester sous différents aspects, être modulé par la présence d'informations multiples et se modifie au cours du temps. Cette question passionnante mérite un traitement approfondi qui n'a pas sa place ici, puisque nous parlons maintenant d'un paradigme susceptible de favoriser la généralisation des mots basés sur des concepts dans laquelle la forme ne joue pas un rôle central ou ne joue que le rôle d'une propriété non pertinente.

LA COMPARAISON ET L'APPRENTISSAGE DES NOMS

La forme d'un objet est parfois trompeuse, notamment lorsqu'elle est conceptuellement non pertinente alors que les dimensions conceptuellement pertinentes sont peu saillantes (c'est le cas, par exemple pour la texture, des déformations globales des objets, ou lorsque des parties des objets sont pertinentes). D'autre part, il a été montré que des similitudes (ou des

différences) qui ne sont pas conceptuellement pertinentes peuvent interférer avec la découverte des propriétés moins saillantes mais pertinentes. Par exemple, ce n'est pas parce qu'un pull et une chaise sont de la même couleur qu'ils appartiennent à une même catégorie (Diesendruck & Bloom, 2003; Gershkoff-Stowe & Rakison, 2005; Hammer et al., 2008; Murphy, 2002). La généralisation des nouveaux noms repose aussi souvent sur des propriétés profondes (deep properties) associées à l'essence de ces entités (Gelman, 2003; Gelman & Markman, 1986; Keil, 1992) ou des propriétés fonctionnelles des objets (Kemler Nelson, et al., 2000a, 2000b). Par exemple, le nom "mammifère" peut être accolé à des animaux très différents dont les ressemblances peuvent être trompeuses : même si la baleine partage de nombreuses similarités avec les poissons, il s'agit d'un mammifère (voir (Gelman, 2003; Gelman & Wellman, 1991; Imai et al., 1994; Sloutsky, 2010).

Attribuer un même nom à deux objets ou plus, présentés simultanément, augmente la similitude perçue entre ces objets (Sloutsky, 2003; Sloutsky & Fisher, 2004) et invite à comparer ces objets afin d'en trouver les caractéristiques communes (Gentner & Rattermann, 1991; Graham et al., 2010a; Kimura et al., 2018). Par cette comparaison, les jeunes enfants peuvent saisir plus facilement des propriétés qui, en l'absence de comparaison, seraient difficiles à percevoir. En effet, les enfants de trois et quatre ans sont d'abord attirés par les caractéristiques saillantes des objets (Gentner & Medina, 1998; Gentner & Namy, 1999). Les situations de comparaison sont de ce fait un format d'apprentissage riche qui contribue à la découverte de propriétés moins perceptives, conceptuelles, ou plus profondes, telles que des propriétés relationnelles ou non saillantes (Goldstone et al., 2010; Thibaut, 1991). Cet effet de la comparaison est bien documenté chez les enfants entre trois et six ans dont le système catégoriel est en plein développement (Gentner & Namy, 1999; Graham et al., 2010; Namy & Clepper, 2010; Namy & Gentner, 2002; Thibaut & Witt, 2015 voir Alfieri et al., 2013 pour une revue de la littérature).

DÉFINITION DU PARADIGME D'ÉTUDE

Le paradigme le plus utilisé pour étudier la généralisation chez les enfants consiste à leur présenter l'image d'un objet et à leur demander laquelle, parmi deux nouvelles présentations d'objets, va avec la première (voir Figure 1). Le plus souvent, une des deux nouvelles images de transfert ressemble à l'item (aux items) d'apprentissage, mais n'appartient pas à une même catégorie taxonomique (choix perceptif) tandis que l'autre ne ressemble pas à l'item d'apprentissage mais appartient à la même catégorie taxonomique (choix taxonomique). Par exemple, Gentner et Namy (1999) ont opposé, chez des enfants de quatre ans, une situation dans laquelle un seul exemple était présenté (situation de non-comparaison) à une situation dans laquelle deux exemples étaient présentés (situation de comparaison). Leurs résultats montrent que la proportion de réponses taxonomiques était largement plus élevée en situation de comparaison qu'en situation de non-comparaison.

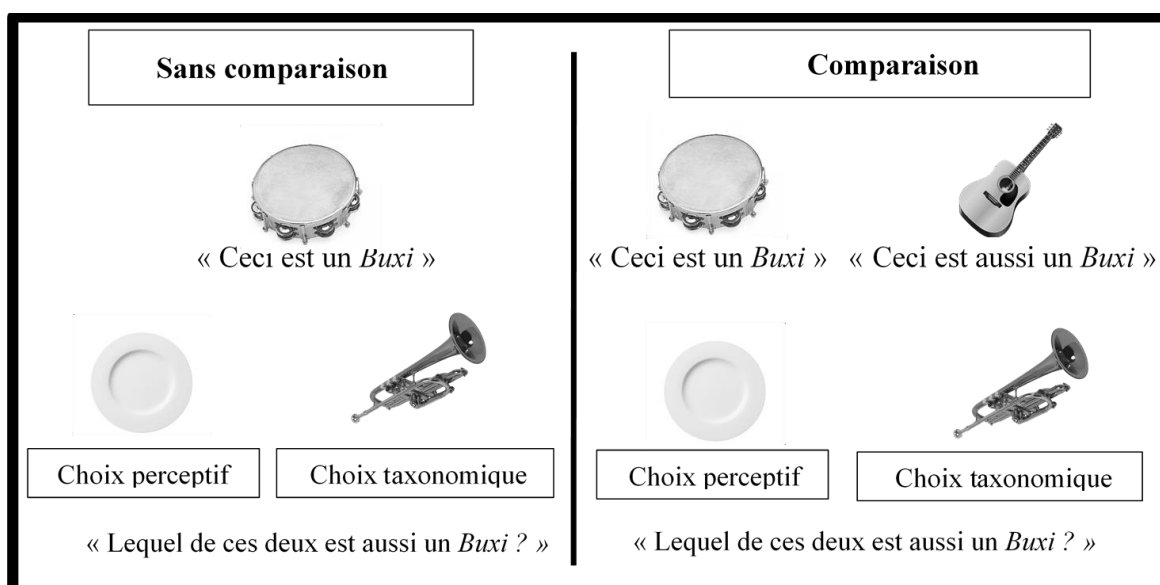


Figure 1. Illustration du paradigme de généralisation de nom avec et sans comparaison.

RÔLE DU NOMBRE D'EXEMPLAIRES

Si la présentation simultanée de deux exemples appartenant à une même catégorie semble faciliter la détection de caractéristiques communes, une hypothèse raisonnable serait qu'un plus grand nombre d'exemples augmente les choix conceptuels plutôt que perceptifs puisque chaque nouveau stimulus renforce la convergence vers la dimension pertinente. Cependant, augmenter le nombre d'items augmente également le nombre de comparaisons possibles et la nécessité de les intégrer en une vue globale, ce qui a un coût cognitif qui

pourrait affecter les performances des jeunes enfants. Augier et Thibaut (2013) ont étudié les effets du nombre d'exemples (un, deux ou quatre) sur la généralisation de nom chez des enfants de quatre ans et de six ans. Leurs résultats révèlent une interaction entre l'âge et le nombre d'exemplaires. Les enfants de six ans généralisent plus souvent sur la base de la dimension conceptuelle, avec quatre exemples plutôt que deux, alors que les plus jeunes ne bénéficient pas de l'augmentation du nombre d'exemples. Le processus de comparaison génère donc des coûts cognitifs qui doivent être pris en compte dans les situations d'apprentissage avec les jeunes enfants. Cet effet a été confirmé par Thibaut et Witt (2015) avec des enfants entre deux et quatre ans, dans une expérience similaire portant sur des noms de relation (voir plus bas). Ils ont présenté deux, trois ou quatre exemples illustrant une relation à des enfants de trois ans. Les résultats montrent de meilleures performances avec trois exemples qu'avec quatre. Cet effet a été confirmé par Thibaut et Witt (2015) dans une expérience similaire portant sur des noms de relation (voir plus bas). Ils ont présenté deux, trois ou quatre exemples illustrant une relation à des enfants de trois ans. Les résultats montrent de meilleures performances avec trois exemples qu'avec quatre.

AU-DELÀ DES NOMS D'OBJETS FAMILIERS ET DES NOMS D'OBJETS

Dans le cas de nouveaux noms, la plupart des preuves disponibles sur le développement ont été obtenues avec des objets familiers (par exemple, un vélo, une paire de lunettes, une planche à roulettes). La comparaison a également été étudiée avec des stimuli non familiers, créés autour de dimensions saillantes mais non pertinentes sur le plan conceptuel telles que la forme, et des dimensions peu saillantes mais conceptuellement pertinentes telles que la texture (Deng & Sloutsky, 2016). L'intérêt de ce matériel est que les sujets ne peuvent pas s'appuyer sur leurs connaissances préalables des objets et la tâche permet de tester quelles sont les conditions qui permettent la détection de la dimension unificatrice. Augier et Thibaut (2013) et Graham et al. (2010) ont utilisé ce type d'objets (voir Figure 2 pour un exemple des objets utilisés) avec des enfants de quatre ans. Leurs résultats ont confirmé ceux obtenus dans les situations précédentes avec des généralisations sur la dimension non pertinente saillante, la forme, dans les cas sans comparaison, et des généralisations sur la dimension pertinente et peu saillante, la texture, dans les cas avec comparaison.

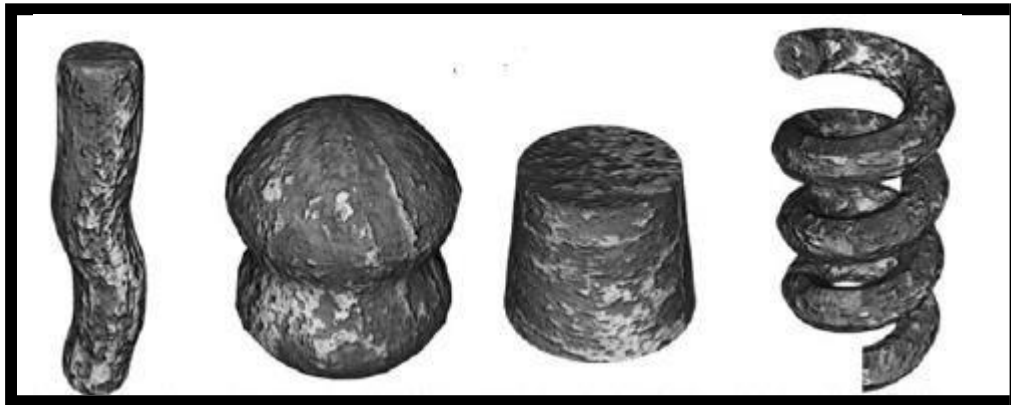


Figure 2. Exemple de stimuli utilisés par Augier & Thibaut (2013).

LES NOMS RELATIONNELS

Tous les noms ne réfèrent pas à des objets stables et identifiables. Le cas des *noms relationnels* est intéressant de ce point de vue puisque ces noms désignent les relations entre des objets, et non les objets eux-mêmes, comme « collègues », « voisins », « mère ». Ces noms désignent des catégories dont les membres ne partagent pas de propriétés perceptuelles stables mais plutôt une structure relationnelle. De nombreuses entités sans grande ressemblance perceptible sont dites « voisines » uniquement parce qu'elles sont proches l'une de l'autre. Ces mots, très fréquents, apparaissent plus tardivement parce qu'ils se réfèrent à une structure relationnelle entre des entités très hétérogènes perceptivement et conceptuellement.

Leur complexité est un défi pour les enfants et les situations de comparaison semblent intéressantes pour les appréhender. Gentner et al. (2011) ont contrasté plusieurs conditions de comparaison de noms relationnels comme dans « X est le dax pour Y » et comparé leur efficacité respective chez des enfants de trois à six ans. Deux paires d'apprentissage construites avec des objets familiers reliés par une relation familière (par exemple, « coupe le (ou la) »), le premier étant l'opérateur (par exemple, un couteau), l'autre l'entité (par exemple, une orange). Au test, une nouvelle entité (par exemple, une feuille de papier) était introduite avec trois options, l'une reliée relationnellement (une paire de ciseaux), une taxonomique (une pile de feuilles de papier) et une option thématique (un crayon). Les enfants devaient désigner « le *dax* du morceau de papier » (condition nom relationnelle) ou « celui qui va avec le morceau de papier » (condition sans nom). Les auteurs montrent que les conditions de comparaison avec un nom relationnel sont plus efficaces que les conditions sans comparaison et/ou sans nom relationnel. Ce résultat

montre à nouveau l'importance de la comparaison et de la présence d'un nom. Thibaut et Witt (2015) ont confirmé ces résultats avec des enfants entre deux et quatre ans, mais en montrant que la distance sémantique entre les exemples et le nombre d'exemples d'apprentissage (2, 3 ou 4) jouent également un rôle.

MECANISMES EXPLICATIFS DE LA COMPARAISON

Dans une situation sans comparaison, toutes les propriétés saillantes d'un stimulus semblent pouvoir être utilisées comme support de généralisation. Cette difficulté a donné lieu à l'hypothèse des contraintes sur l'apprentissage du lexique, telles que le biais pour la forme, l'objet total ou le principe d'exclusivité mutuelle (Markman, 1989). Ces contraintes sont nées de la nécessité de trouver un moyen de réduire le nombre d'hypothèses que devrait tester un enfant pour saisir la référence d'un nom. Les situations de comparaison sont une invitation à comparer les stimuli. Cette comparaison peut expliquer, en partie, comment les enfants de trois et quatre ans vont pouvoir (tenter) de les encoder de manière plus profonde (Namy & Gentner, 2002; Thibaut & Witt, 2015).

Lorsqu'un seul stimulus est présenté, les enfants doivent le comparer à des représentations de stimuli antérieurs, situation dont on connaît la moindre efficacité. Cette moindre efficacité peut s'expliquer par un encodage de stimuli isolés successifs. Les sujets encodent les stimuli sous la forme de leurs dimensions les plus saillantes et négligent probablement assez largement les moins saillantes (comme la texture ou des propriétés moins visibles), qui restent hors du focus attentionnel par manque de saillance. La comparaison d'un nouveau stimulus avec le ou les précédents se fera souvent sur la base de ces dimensions d'encodage. Il est difficile de tester des dimensions sur les représentations d'objets vus antérieurement si ces dimensions n'ont pas été encodées pour les stimuli antérieurs. Par contre, la comparaison de stimuli présents simultanément permet de considérer les dimensions les plus saillantes puis de leur donner moins de poids lorsqu'elles n'unifient pas l'emploi du nom et de poursuivre pour trouver d'autres dimensions qui permettraient d'unifier ces stimuli.

La théorie de l'alignement structurel progressif donne un cadre possible à la comparaison (Gentner, 1983; Kotovsky & Gentner, 1996). Lorsque deux éléments sont présentés avec le même nom, ils sont d'abord comparés sur leurs similitudes perceptives superficielles comme la forme, la couleur ou la taille, puis, progressivement sur des

caractéristiques de plus en plus profondes et conceptuelles. Les caractéristiques des objets seraient alors mises en correspondance, une par une, des plus superficielles aux plus profondes, afin de trouver le maximum de similitudes possibles. Un grand nombre de similitudes perceptives entre les objets d'apprentissage inciterait les enfants à chercher des similitudes conceptuelles. Au fur et à mesure de la comparaison, les caractéristiques non communes ou non comparables (c'est-à-dire qui n'ont pas d'éléments équivalents entre les deux objets) seraient rejetées alors que les caractéristiques communes seraient conservées pour former une représentation plus uniforme et plus abstraite des deux représentations (Gentner & Medina, 1998).

L'INTERET DES SITUATIONS DE COMPARAISONS AU-DELA DE L'APPRENTISSAGE DES NOMS

Dans cette revue de questions nous nous sommes centrés sur les études ayant investigué les situations de comparaison dans le cadre de l'apprentissage de nouveaux noms. Dans l'ensemble des expériences citées ci-dessus, des représentations d'objets étaient utilisées pour guider l'apprentissage du nouveau mot, mais qu'en est-il des mots qui ne peuvent pas être représentés concrètement ? qu'en est-il par exemple des mots tels que « Justice », « Pouvoir » ou « Sagesse » ? Ces noms qui réfèrent à des entités plus abstraites que les noms généralement utilisés dans les études sur le lexique sont peu ou mal connus des enfants de trois ou quatre ans. Afin de les représenter dans le cadre d'une étude, il faudrait donc présenter non plus des représentations d'objets uniques mais de scènes entières. Ces stimuli seraient plus difficiles à appréhender par les enfants car composés de plusieurs objets multidimensionnels et de plusieurs relations possibles entre ces objets, avec le concept à percevoir très peu saillant. Les études précédentes ont montré qu'augmenter le nombre ou la complexité des stimuli (c'est à dire des stimuli dont les dimensions pertinentes sont peu saillantes alors que les dimensions non pertinentes sont très saillantes) engendre des coûts cognitifs difficiles à gérer par les enfants les plus jeunes (Augier et Thibaut 2013).

De plus, tout un autre pan de la littérature s'est intéressé à l'apprentissage d'autres types de mots tels que les adjectifs (Klibanoff & Waxman, 2000), les verbes d'action (Childers & Paik, 2009; Haryu et al., 2011c) ou les noms décrivant des relations spatiales (Christie & Gentner, 2010). Toutes ces expériences montrent la supériorité des situations de comparaison par rapport aux situations de non-comparaison pour la généralisation de nouveaux mots. De la même manière que pour les noms, on retrouve de façon systématique

des effets bénéfiques de l'utilisation d'un nom pour désigner les objets par rapport à des situations où ils ne le sont pas. Les avantages de la comparaison sur l'apprentissage ont été également démontrés dans d'autres domaines conceptuels que le langage. Dans un domaine relativement proche, on peut par exemple évoquer l'apprentissage des structures grammaticales (Morgan et al., 1989). Dans ces tâches, les enfants doivent extraire des relations à partir de la comparaison de différents exemples d'une même structure grammaticale implémentée sur des objets et/ou actions différentes.

Au-delà du langage, les comparaisons peuvent également être appliquées dans le cadre éducatif. En effet, l'enseignement se concentre aujourd'hui sur l'acquisition de concepts relationnels et nécessite que les apprenants développent des représentations de connaissances très flexibles pour pouvoir utiliser avec succès ces concepts. Dans ce cadre, les études de Rittle- Johnson et al. (2007, 2009) ont par exemple montré que les situations de comparaison facilitent l'utilisation, par les enfants, de notions mathématiques telles que les équations algébriques ou les estimations de quantité. Ces expériences montrent aussi que les bénéfices de la comparaison ne sont pas réservés aux jeunes enfants mais s'appliquent également à des étudiants plus âgés voire aux adultes, comme le montre l'expérience de (Kok et al., 2013).

SYNTHESE

Dans cette revue, nous avons présenté la littérature sur l'apport des situations de comparaison de plusieurs exemplaires d'apprentissage pour l'apprentissage de nouveaux noms chez les jeunes enfants (trois-quatre ans) et comment ces situations favorisent l'accès aux similarités conceptuelles, en particulier dans le cas où des informations saillantes s'avèrent conceptuellement non pertinentes pour généraliser un nouveau nom. Il semble que les enfants s'appuient initialement sur des caractéristiques saillantes telles que la forme et intègrent progressivement des informations moins saillantes obtenues grâce à la comparaison. Dans les principaux facteurs qui ont un rôle dans la comparaison, la dénomination des objets incite probablement les enfants à initier le processus de comparaison et facilite ainsi la généralisation basée sur des dimensions pertinentes même si elles sont peu saillantes (Namy & Gentner, 2002). Nous avons également montré que la comparaison des exemples d'une même catégorie donne lieu à des généralisations plus conceptuellement motivées que la présentation de contre-exemples issus de catégories

différentes. Les indices en faveur des dimensions communes aux objets de même catégorie sont plus efficaces que les dimensions communes à des catégories contrastives. Bien que notre revue ne concerne que l'apprentissage de noms, les bénéfices des situations de comparaison se retrouvent dans de nombreux domaines et à tous les âges, comme le montre la méta-analyse de Alfieri et al. (2013). Dans cet article, les auteurs ont étudié les effets de quinze facteurs différents qui pourraient influencer les effets de la comparaison. Leurs résultats montrent que l'objectif (demander explicitement à l'apprenant de chercher des similarités et des différences), le principe (donner le principe unificateur avant la comparaison), le contenu (utiliser un matériel perceptif) et le délai (tester les apprenants immédiatement après la comparaison) sont les quatre facteurs dont l'effet est le plus élevé. Si certains de leurs résultats concordent avec les nôtres, par exemple concernant l'effet modéré de l'utilisation d'un contraste, il est important de rappeler qu'ils concernent de nombreux domaines d'apprentissage qui ne sont pas traités dans notre revue.

Dans le cadre de l'apprentissage du nom, les effets des situations de comparaison mériteraient de nouvelles investigations expérimentales. D'un côté, nous avons décrit le biais pour la forme comme un biais de généralisation spontané des jeunes enfants, de l'autre, les études sur la comparaison montrent que cette préférence pour la forme décroît lorsque les exemplaires d'apprentissage disponibles invalident son importance conceptuelle. Ces deux questions, biais pour la forme et comparaison, n'ont pourtant, à notre connaissance, jamais été mises en relation. L'utilisation des situations d'apprentissage qui illustrent le biais pour la forme dans un contexte de comparaison devrait permettre de montrer qu'il est possible de diminuer la prééminence de ce biais dans les situations de généralisation lexicale.

DYNAMIQUE DE LA COMPARAISON

Les situations de comparaison décrites ci-dessus reposent toutes sur la manipulation de différents facteurs, chacune donnant des différences dans les proportions de réponses fondées sur les concepts et sur la forme. En revanche, elles ne permettent pas de décrire la dynamique temporelle de la tâche, à savoir l'organisation temporelle de la prise d'information menant à une décision (Thibaut & French, 2016). La manipulation du nombre de stimuli et des dimensions constitutives de ceux-ci permet certainement d'appréhender les facteurs influençant le produit de la tâche, mais nullement son organisation. Pour ceci, des indices temporels sont nécessaires. Dans des travaux récents, nous avons commencé à

appliquer les techniques d'analyses que nous avons développées dans Thibaut et French (2016) et French et al. (2017) aux tâches de comparaison. Dans une étude récente, (Stansbury et al., 2019) ont montré que les enfants suivent une des deux stratégies à priori plausibles, stratégies décrites pour d'autres tâches conceptuelles comme l'analogie. La première repose sur la comparaison des items d'apprentissages entre eux, suivie par la comparaison de ceux-ci avec chacune des options présentées sans comparaison de celles-ci entre elles. La seconde prédirait une comparaison des items d'apprentissage suivie par une comparaison des options entre elles, afin de vérifier celle qui possède les caractéristiques extraites pour les items d'apprentissage. Les résultats montrent que les enfants, quel que soit leur âge (cinq ou sept ans) suivent la première stratégie. Les analyses *online* de ce type permettent aussi de suivre le décours de l'intégration des informations (des items) et de décrire ce qui caractérise une erreur ou une bonne réponse (voir Stansbury, Witt, & Thibaut, 2019). Dans un article en cours, nous développons la question des stratégies et de l'intégration d'autres types de mots.

La portée éducationnelle des travaux présentés ici ne peut être négligée. Un grand nombre d'ouvrages à destination des enfants de tous âges est basé sur le principe de la désignation. Or, à y regarder de près, la plupart de ces ouvrages notamment les imagiers ne présentent qu'une seule image des objets dont les enfants doivent apprendre le nom, ou des scènes aux objets multiples (« inter-catégorie »), mais sans structure (cf. « les outils du maçon », « les animaux de la ferme »). La présentation de stimuli à comparer en situation bien contrôlée semble une modalité d'apprentissage conceptuel efficace, à combiner avec d'autres dimensions maintenant classiques dans l'étude du développement, comme le contrôle du statut de prototypie des exemplaires (Murphy, 2002; Rosch & Lloyd, 1978). Elle pourrait aussi être utilisée dans le cas d'apprentissage conceptuels pour des populations avec déficits. Malgré les contraintes cognitives qui pèsent sur ces populations (déficits des fonctions exécutives notamment) et qui pourraient contrecarrer l'exploration et l'intégration systématique des informations durant la comparaison, il semble que ces populations puissent en bénéficier. Dans un article récent, Witt et al. (2020) montrent que des enfants déficients intellectuels (légers) bénéficient tout autant, sinon plus, de la comparaison que des enfants en développement typique appariés sur l'âge mental, dans l'apprentissage des noms d'objet et de relation référent à des objets et des relations connus (i.e., apprendre les mots d'une langue pratiquée par un alien). Bien entendu, il reste à

généraliser ces résultats à des populations dont les déficits seraient plus marqués et des objets ou des relations moins familières. A ce stade, nous pouvons faire l'hypothèse que les populations étudiées peuvent bénéficier de la comparaison pour peu que le matériel reste familier.

CONCLUSION

Les études classiques sur le développement et la généralisation lexicale ont eu essentiellement recours à une méthode de présentation de stimuli isolés ou présentés séquentiellement. Les ouvrages destinés aux enfants sont eux-aussi souvent construits autour de stimuli isolés ou juxtaposés sans principe d'apprentissage clairement affirmés. Les données que nous avons présentées semblent indiquer que les situations de comparaison, par l'alignement des représentations des objets et la présence de noms, permettent l'optimisation de la construction des représentations conceptuelles. Il semble donc pertinent d'utiliser cette méthode. Cependant il apparaît indispensable de la calibrer en tenant compte des caractéristiques cognitives des sujets auxquels les apprentissages sont destinés. En effet, une situation trop complexe, par exemple car elle comporte trop de stimuli à comparer, ne produira pas nécessairement de meilleurs résultats qu'une situation plus simple.

RÉFÉRENCES

- Alfieri, L., Nokes-Malach, T. J., & Schunn, C. D. (2013). Learning Through Case Comparisons : A Meta-Analytic Review. *Educational Psychologist*, 48(2), 87-113. <https://doi.org/10.1080/00461520.2013.775712>
- Augier, L., & Thibaut, J.-P. (2013). The benefits and costs of comparisons in a novel object categorization task : Interactions with development. *Psychonomic bulletin & review*, 20(6), 1126-1132.
- Barrett, M. (2017). Early lexical development. In *The handbook of child language* (p. 361-392). Blackwell.
- Bassano, D. (2000a). La constitution du lexique : Le développement lexical précoce. *L'acquisition du langage*, 1, 137-168.
- Bassano, D. (2000b). Early development of nouns and verbs in French : Exploring the interface between lexicon and grammar. *Journal of Child Language*, 27(3), 521-559. <https://doi.org/10.1017/S0305000900004396>
- Bassano, D., Labrell, F., & Bonnet, P. (2020). Le Développement du langage de production en français (DLPF) entre 18 et 42 mois : Une synthèse. *Enfance*, 2(2), 151-174.
- Bassano, D., Labrell, F., Champaud, C., Lemétayer, F., & Bonnet, P. (2005). Le dlpf : Un nouvel outil pour l'évaluation du développement du langage de production en français. *Enfance*, 57(2), 171-208.
- Childers, J. B., & Paik, J. H. (2009). Korean-and English-speaking children use cross-situational information to learn novel predicate terms. *Journal of Child Language*, 36(1), 201-224.
- Christie, S., & Gentner, D. (2010). Where Hypotheses Come From : Learning New Relations by Structural Alignment. *Journal of Cognition and Development*, 11(3), 356-373. <https://doi.org/10.1080/15248371003700015>
- Clark, E. V. (2017). Later lexical development and word formation. In *The handbook of child language* (p. 393-412). Wiley Online Library.
- Deng, W., & Sloutsky, V. M. (2016). Selective attention, diffused attention, and the development of categorization. *Cognitive Psychology*, 91, 24-62. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2016.09.002>
- Diesendruck, G., & Bloom, P. (2003). How specific is the shape bias? *Child development*, 74(1), 168-178.

- Diesendruck, G., Hammer, R., & Catz, O. (2003). Mapping the similarity space of children and adults' artifact categories. *Cognitive Development, 18*(2), 217-231.
- French, R. M., Glady, Y., & Thibaut, J.-P. (2017). An evaluation of scanpath-comparison and machine-learning classification algorithms used to study the dynamics of analogy making. *Behavior Research Methods, 49*(4), 1291-1302. <https://doi.org/10.3758/s13428-016-0788-z>
- Gelman, S. A. (2003). *The essential child: Origins of essentialism in everyday thought*. Oxford Series in Cognitive Dev.
- Gelman, S. A., Croft, W., Fu, P., Clausner, T., & Gottfried, G. (1998). Why is a pomegranate an apple? The role of shape, taxonomic relatedness, and prior lexical knowledge in children's overextensions of apple and dog. *Journal of Child Language, 25*(2), 267-291. <https://doi.org/10.1017/S0305000998003420>
- Gelman, S. A., & Markman, E. M. (1986). Categories and induction in young children. *Cognition, 23*(3), 183-209.
- Gelman, S. A., & Wellman, H. M. (1991). Insides and essences : Early understandings of the non-obvious. *Cognition, 38*(3), 213-244.
- Gentner, D. (1983). Structure-mapping : A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science, 7*(2), 155-170. [https://doi.org/10.1016/S0364-0213\(83\)80009-3](https://doi.org/10.1016/S0364-0213(83)80009-3)
- Gentner, D., Anggoro, F. K., & Klibanoff, R. S. (2011). Structure mapping and relational language support children's learning of relational categories. *Child Dev, 1173-1188*.
- Gentner, D., & Medina, J. (1998). Similarity and the development of rules. *Cognition, 65*(2), 263-297. [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(98\)00002-X](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(98)00002-X)
- Gentner, D., & Namy, L. L. (1999). Comparison in the Development of Categories. *Cognitive Development, 14*(4), 487-513. [https://doi.org/10.1016/S0885-2014\(99\)00016-7](https://doi.org/10.1016/S0885-2014(99)00016-7)
- Gentner, D., & Rattermann, M. J. (1991). *Language and the Career of Similarity. Technical Report No. 533*. <https://eric.ed.gov/?id=ED333349>
- Gershkoff-Stowe, L., & Rakison, D. H. (2005). *Building Object Categories in Developmental Time*. Psychology Press.
- Goldstone, R. L. (1994). The role of similarity in categorization : Providing a groundwork. *Cognition, 52*(2), 125-157. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(94\)90065-5](https://doi.org/10.1016/0010-0277(94)90065-5)
- Goldstone, R. L., Day, S., & Son, J. Y. (2010). Comparison. In *Towards a theory of thinking* (p. 103-121). Springer.

- Goldstone, R. L., & Son, J. Y. (2012). Similarity. *The Oxford Handbook of Thinking and Reasoning*. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199734689.013.0010>
- Graham, S. A., Namy, L. L., Gentner, D., & Meagher, K. (2010). The role of comparison in preschoolers' novel object categorization. *Journal of Experimental Child Psychology*, *107*(3), 280-290. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.04.017>
- Hammer, R., Bar-Hillel, A., Hertz, T., Weinshall, D., & Hochstein, S. (2008). Comparison processes in category learning: From theory to behavior. *Brain Research*, *1225*, 102-118. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2008.04.079>
- Haryu, E., Imai, M., & Okada, H. (2011). Object Similarity Bootstraps Young Children to Action-Based Verb Extension: Object Similarity Scaffolds Verb Extension. *Child Development*, *82*(2), 674-686. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01567.x>
- Imai, M., Gentner, D., & Uchida, N. (1994). Children's theories of word meaning: The role of shape similarity in early acquisition. *Cognitive Development*, *9*(1), 45-75. [https://doi.org/10.1016/0885-2014\(94\)90019-1](https://doi.org/10.1016/0885-2014(94)90019-1)
- Jones, S. S., & Smith, L. B. (1993). The place of perception in children's concepts. *Cognitive Development*, *8*(2), 113-139.
- Jones, S. S., Smith, L. B., & Landau, B. (1991). Object properties and knowledge in early lexical learning. *Child development*, *62*(3), 499-516.
- Keil, F. C. (1992). *Concepts, kinds, and cognitive development*. mit Press.
- Kemler Nelson, D. G., Frankenfield, A., Morris, C., & Blair, E. (2000). Young children's use of functional information to categorize artifacts: Three factors that matter. *Cognition*, *77*(2), 133-168.
- Kemler Nelson, D. G., Russell, R., Duke, N., & Jones, K. (2000). Two-year-olds will name artifacts by their functions. *Child development*, *71*(5), 1271-1288.
- Kimura, K., Hunley, S. B., & Namy, L. L. (2018). Children's use of comparison and function in novel object categorization. *Journal of Experimental Child Psychology*, *170*, 161-176. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.12.016>
- Klibanoff, R. S., & Waxman, S. R. (2000). Basic level object categories support the acquisition of novel adjectives: Evidence from preschool-aged children. *Child development*, *71*(3), 649-659.

- Kok, E. M., de Bruin, A. B., Robben, S. G., & van Merriënboer, J. J. (2013). Learning radiological appearances of diseases: Does comparison help? *Learning and Instruction, 23*, 90-97.
- Kotovskiy, L., & Gentner, D. (1996). Comparison and Categorization in the Development of Relational Similarity. *Child Development, 67*(6), 2797-2822. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.1996.tb01889.x>
- Landau, B., Smith, L. B., & Jones, S. (1992). Syntactic context and the shape bias in children's and adults' lexical learning. *Journal of Memory and Language, 31*(6), 807-825. [https://doi.org/10.1016/0749-596X\(92\)90040-5](https://doi.org/10.1016/0749-596X(92)90040-5)
- Landau, B., Smith, L. B., & Jones, S. S. (1988). The importance of shape in early lexical learning. *Cognitive development, 3*(3), 299-321.
- Markman, E. M. (1989). *Categorization and naming in children: Problems of induction*. MIT Press.
- Morgan, J. L., Meier, R. P., & Newport, E. L. (1989). Facilitating the acquisition of syntax with cross-sentential cues to phrase structure. *Journal of Memory and Language, 28*(3), 360-374. [https://doi.org/10.1016/0749-596X\(89\)90039-9](https://doi.org/10.1016/0749-596X(89)90039-9)
- Murphy, G. L. (2002). *The big book of concepts*. MIT Press.
- Namy, L. L., & Clepper, L. E. (2010). The differing roles of comparison and contrast in children's categorization. *Journal of Experimental Child Psychology, 107*(3), 291-305. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.05.013>
- Namy, L. L., & Gentner, D. (2002). Making a silk purse out of two sow's ears: Young children's use of comparison in category learning. *Journal of Experimental Psychology: General, 131*(1), 5.
- Quine, W. V. O. (1960). *Word and Object* (M.I.T Press). M.I.T.
- Reich, P. A. (1976). The early acquisition of word meaning. *Journal of Child Language, 3*(1), 117-123.
- Rittle-Johnson, B., & Star, J. R. (2007). Does comparing solution methods facilitate conceptual and procedural knowledge? An experimental study on learning to solve equations. *Journal of Educational Psychology, 99*(3), 561.
- Rittle-Johnson, B., & Star, J. R. (2009). Compared with what? The effects of different comparisons on conceptual knowledge and procedural flexibility for equation solving. *Journal of Educational Psychology, 101*(3), 529.
- Rosch, E., & Lloyd, B. B. (1978). *Cognition and categorization*.

- Sloutsky, V. M. (2003). The role of similarity in the development of categorization. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(6), 246-251. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(03\)00109-8](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(03)00109-8)
- Sloutsky, V. M. (2010). From perceptual categories to concepts : What develops? *Cognitive science*, 34(7), 1244-1286.
- Sloutsky, V. M., & Fisher, A. V. (2004). When Development and Learning Decrease Memory : Evidence Against Category-Based Induction in Children. *Psychological Science*, 15(8), 553-558. <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2004.00718.x>
- Smith, L. B., Jones, S. S., Landau, B., Gershkoff-Stowe, L., & Samuelson, L. (2002). Object name learning provides on-the-job training for attention. *Psychological science*, 13(1), 13-19.
- Soja, N. N., Carey, S., & Spelke, E. S. (1992). Perception, ontology, and word meaning. *Cognition*, 45(1), 101-107. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(92\)90025-D](https://doi.org/10.1016/0010-0277(92)90025-D)
- Stansbury, E., Witt, A., & Thibaut, J.-P. (2019). Children's Generalization of Novel Object Names in Comparison Contexts : An eye tracking analysis. *Proceedings of the 41th Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 2871-2877.
- Thibaut, J.-P. (1991). Récurrence et variations des attributs dans la formation des concepts. *Unpublished doctoral thesis, University of Liège, Liège.*
- Thibaut, J.-P., & French, R. M. (2016). Analogical reasoning, control and executive functions : A developmental investigation with eye-tracking. *Cognitive Development*, 38, 10-26. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2015.12.002>
- Thibaut, J.-P., & Witt, A. (2015). Young children's learning of relational categories : Multiple comparisons and their cognitive constraints. *Frontiers in Psychology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00643>
- Tomasello, M. (2009). The usage-based theory of language acquisition. In *The Cambridge handbook of child language* (p. 69-87). Cambridge Univ. Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511576164.005>
- Witt, A., Comblain, A., & Thibaut, J.-P. (2020). Do typically and atypically developing children learn and generalize novel names similarly : The role of conceptual distance during learning and at test. *Research in Developmental Disabilities*, 104, 103720. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2020.103720>

**CHAPITRE 2 – APPRENTISSAGE ET GÉNÉRALISATION DU
LEXIQUE PAR COMPARAISON : LES MÉCANISMES DE
L’EXPANSION CONCEPTUELLE**

PRÉAMBULE

Le second chapitre est également basé sur un article théorique et étend la revue de question présentée précédemment. Dans cet article nous présentons les effets de la modulation de différents paramètres liés aux situations de comparaison et montrons en quoi ces modifications vont contraindre la généralisation de trois types de mots : les noms, les verbes et les adjectifs. Nous nous intéressons notamment à la variation du nombre d'exemple, à la familiarité des stimuli présentés, à leur distance sémantique et à leur distinctivité. Avec des résultats d'études utilisant l'analyse du regard, nous proposons des hypothèses de mécanismes du processus de comparaison. Nous investiguons de façon plus avancée que dans le premier chapitre les processus à l'œuvre dans les situations de comparaison. Nous étendons notre littérature pour montrer qu'au-delà des noms, les verbes et les adjectifs sont également plus facilement généralisés lorsque des situations de comparaison sont mises en place. Cependant, vu les spécificités et contraintes liées à la généralisation de chaque type de mot, les mécanismes de la comparaison ne sont pas strictement identiques pour toutes les catégories lexicales. A notre connaissance les autres types de mots tels que les pronoms ou les adverbes n'ont pas été étudiés dans ce cadre.

RÉSUMÉ

Notre revue théorique porte sur le rôle de la comparaison de stimuli durant l'apprentissage lexical et la structuration conceptuelle sous-jacente. De nombreuses études ont montré que cet apprentissage lexical est facilité dans les situations d'apprentissage qui impliquent de la comparaison de stimuli par rapport aux situations qui n'en impliquent pas. Les situations qui impliquent de la comparaison consistent à présenter soit deux items associés au même mot et porteurs de la/des même(s) dimension(s) pertinente(s) (comparaison intra-catégorie) soit deux items qui diffèrent sur la/les dimension(s) pertinente(s) (comparaison inter-catégorie). Dans cette revue, nous analysons le rôle de ces deux types de comparaison pour l'apprentissage de trois types de mot : les noms, les verbes et les adjectifs. Ensuite, nous analysons pour chacune de ces catégories lexicales, les effets des différents facteurs qui influencent la comparaison, tels que la familiarité des stimuli ou la similarité entre les stimuli. Nous présentons également les travaux sur les stratégies de comparaison utilisées et sur la façon dont elles sont influencées par les paramètres de la tâche.

Mots-clés : Apprentissage, Généralisation, Comparaison, Lexique.

INTRODUCTION

L'apprentissage du langage est une phase décisive du développement de l'enfant. Cet apprentissage a un aspect quantitatif (le nombre de mots connus) et un aspect qualitatif (maîtrise conceptuelle du mot) (Bassano, 2000a, 2000b; Clark, 1995, 2009; Hoff, 2013). L'enjeu central d'un apprentissage lexical et conceptuel est l'extension du nouveau mot à un nombre illimité de référents potentiels. Par exemple, pour apprendre le nom « oiseau » à un enfant, l'adulte va lui montrer une hirondelle dans le ciel et lui dire « Regarde, c'est un oiseau ». L'enfant doit alors comprendre que ce terme peut à la fois s'appliquer à l'exemple désigné par l'adulte, une hirondelle, mais également à un aigle ou une autruche. C'est-à-dire que pour connaître et utiliser correctement le nom « oiseau », l'enfant va devoir déduire quelles sont les caractéristiques qui supportent la généralisation du nom. De la même manière, pour faire apprendre le verbe « voler », l'adulte énoncera « Regarde l'oiseau vole » et l'enfant va non seulement devoir comprendre que le mot « vole » fait référence à l'action effectuée par l'oiseau et non à l'oiseau lui-même ou à ses caractéristiques, mais également discerner quelles sont les propriétés de l'action cible pour pouvoir généraliser ce verbe à d'autres situations ou entités (ex : un avion). Pour faire apprendre l'adjectif « rouge », l'adulte dira « Regarde l'oiseau rouge » et l'enfant devra associer ce mot à une des propriétés de l'oiseau et non à l'objet lui-même ou à l'action qu'il effectue. De plus, il est nécessaire que l'enfant comprenne quelle est la propriété ciblée par le mot pour pouvoir le généraliser à d'autres entités (une voiture rouge).

L'enjeu central de notre revue de questions est de comprendre quelles sont les situations qui favorisent la généralisation correcte d'un nouveau mot dans le cas de trois catégories lexicales : les noms, les verbes et les adjectifs. Pour cela, nous centrons notre revue sur les tâches d'apprentissage lexical, généralement des tâches de généralisation, dont le but est de cerner les dimensions considérées par l'enfant comme conceptuellement pertinentes. Dans ces tâches, on présente un objet, une scène ou une action simultanément à la production d'un mot. Ensuite, on présente plusieurs objets, scènes ou actions parmi lesquels l'enfant choisit celui ou ceux auxquels généraliser le mot.

L'imagier pour enfant, qui combine l'image d'un objet et la présentation de son nom, en est une illustration typique. Cette situation est proposée comme suffisante pour permettre une utilisation ultérieure adéquate de ce mot. Toutefois, généraliser dans cette situation peut s'avérer hasardeux car les stimuli utilisés sont multidimensionnels et chaque

dimension ou combinaison de dimensions pourrait être, a priori, le support de la généralisation (voir le célèbre exemple de « gavagai » de Quine, 1960). Comprendre quelles sont les situations qui promeuvent des généralisations lexicales basées sur des dimensions pertinentes est donc une question cruciale pour l'apprentissage du langage. Une piste particulièrement intéressante pour faciliter l'apprentissage d'un nouveau mot et son utilisation adéquate consiste à présenter simultanément plusieurs stimuli d'apprentissage. En effet, de nombreuses expériences montrent que ce type de présentation conduit à une généralisation lexicale plus efficace, c'est-à-dire plus proche de l'utilisation du mot correspondant par l'adulte, que les situations classiques d'apprentissage souvent basées sur un seul stimulus d'apprentissage à la fois (voir par exemple Gentner & Namy, 2006). La littérature utilisant ce type de paradigme est relativement riche mais très éparse et aucune revue, à notre connaissance, n'a rassemblé l'ensemble des études du domaine pour comprendre comment les paramètres des situations de comparaison influencent la généralisation selon les types de mots. Cela constituera l'objectif central de notre revue.

Dans ce document, nous analyserons les paramètres qui influencent les situations de comparaison et la manière dont elles contribuent à contraindre la signification des mots, notamment lorsque les dimensions pertinentes, c'est-à-dire celles qui doivent être le support de la généralisation lexicale, ne sont pas saillantes. Nous centrerons notre analyse sur les noms, les verbes et les adjectifs, car les autres classes lexicales telles que les pronoms, les conjonctions ou les prépositions n'ont pas ou peu été étudiées dans ce contexte par les chercheurs. Nous étudierons plus précisément les mécanismes de la comparaison et l'influence des paramètres de ce type de situation pour l'apprentissage de trois catégories lexicales, afin d'établir la généralité du phénomène ainsi que les conditions dans lesquelles cet avantage se manifeste selon les types de mots.

Après avoir présenté les particularités de chacune des trois catégories lexicales que nous allons étudier et les mécanismes des situations de comparaison dans le cadre de l'apprentissage lexical, nous synthétiserons les travaux utilisant cette méthode de présentation pour chacune de ces catégories. Nous poursuivrons par une analyse des informations utilisées et/ou utilisables dans les situations de comparaison et terminerons en évoquant les variables psychologiques susceptibles d'influencer les résultats des activités de comparaison et l'organisation de la recherche de l'information durant ces comparaisons.

LES NOMS, LES VERBES ET LES ADJECTIFS

Les noms

Les noms d'objets réfèrent à des entités statiques, spatio-temporellement stables, dont les caractéristiques peuvent être analysées dans la durée. Ils sont acquis et produits très rapidement, dès le début du développement du langage (Golinkoff & Hirsh-Pasek, 2008; Poulin-Dubois et al., 1999) et sont fréquents entre 8 et 16 mois (Gentner et al., 2011). Ils réfèrent majoritairement à des membres typiques plutôt que non typiques d'une catégorie (ex : une pomme plutôt qu'un ananas pour la catégorie des fruits) et à des catégories de niveau de base (ex : chien) plutôt que des catégories des niveaux subordonnés (ex : labrador) ou superordonnés (ex : mammifère) (Murphy, 2002; Rosch & Lloyd, 1978). Pour généraliser et donc utiliser correctement et de façon totale un nom, il faut comprendre quelles sont les dimensions fondamentales des entités qui peuvent porter ce nom. Ces dimensions peuvent être perceptivement saillantes, comme la forme ou la couleur, ou au contraire peu saillantes voire conceptuelles.

L'apprentissage des noms relationnels est plus complexe car ces derniers désignent des relations entre des entités, c'est à dire qu'ils ne font pas référence aux entités elles-mêmes mais à leur connexion. Par exemple, deux entités proches l'une de l'autre peuvent être considérées comme « voisines », « amies » ou « collègues ». Les noms relationnels sont généralement appris un peu plus tard que les noms d'objets, entre 17 et 30 mois (Gentner et al., 2011). Pour généraliser et utiliser correctement et de façon totale un nom de relation, il faut déterminer la nature du lien qui retranscrit cette relation. Cela peut parfois être difficile, notamment pour les enfants les plus jeunes. On sait par exemple que dans les tâches d'analogies qui nécessitent de détecter des relations communes, les enfants de moins de dix ans ont tendance à choisir les entités similaires aux stimuli d'apprentissage plutôt que les entités représentant la même relation cible (ex : Gentner & Toupin, 1986; Richland et al., 2006; Thibaut et al., 2010).

Les verbes

Les verbes désignent des actions, c'est-à-dire des relations prédicatives, souvent entre deux arguments (un acteur et un patient). Ils sont plus difficiles à apprendre que les noms (Bornstein et al., 2004; Tardif et al., 1997) et apparaissent plus tardivement dans le lexique, c'est-à-dire vers 20 mois (Childers & Tomasello, 2006). En effet, les propriétés qui sous-

tendent leur référence sont souvent instables et peu visibles. Lorsqu'un adulte désigne un oiseau à un enfant en indiquant « L'oiseau vole », ce dernier doit comprendre que le mot « vole » fait référence à l'action effectuée par l'oiseau au moment où la phrase est prononcée et qu'il ne vole pas en permanence. Les verbes partagent donc en partie les difficultés associées aux noms de relation (voir ci-dessus). Comme eux, le verbe peut qualifier une relation entre deux arguments (un agent et un patient) et la « mise en relation » peut être effectuée par des agents très différents et dans des contextes différents. Par exemple pour le verbe *ouvrir*, à partir de « Lucie ouvre la porte », on peut modifier l'agent « Marius ouvre la porte », l'objet « Lucie ouvre la fenêtre » voire le type d'ouverture (reposant sur des mouvements différents) « Lucie ouvre un pot de confiture ». Les contextes présentant le verbe *ouvrir* peuvent donc être très variés. Booth et Waxman (2009) ont montré qu'à partir de 24 mois les enfants ont acquis qu'un verbe fait référence à une action alors qu'un nom se rapporte à un objet mais qu'ils éprouvent davantage de difficultés à généraliser les verbes.

Les adjectifs

Les adjectifs réfèrent à des propriétés des objets et n'existent pas indépendamment des objets qui les portent. Ils renvoient à des propriétés observables (ex : noir, cassé) ou non (ex : rapide, sucré), transitionnelles (content, fatigué) ou stables (gentil, sage) (Graham et al., 2005). Etant donné que la capacité à associer une forme adjectivale à une propriété se développe après la capacité à associer un nom à un objet (Booth & Waxman, 2009; Waxman & Booth, 2001), les adjectifs apparaissent dans le langage des enfants plus tard que les noms et les verbes (Berman, 1988; Stolt et al., 2008). Pour généraliser correctement un adjectif, les enfants doivent isoler la propriété ciblée par celui-ci et ignorer toutes les autres propriétés du stimulus d'apprentissage. Ainsi, lorsqu'un adulte présente une voiture bleue à un enfant, son objectif est de faire comprendre que *bleue* fait référence à la couleur de la voiture et pas la voiture elle-même ou à une autre de ses caractéristiques (une même voiture mais d'une autre couleur ne peut pas être qualifiée de bleue). Tout comme pour les verbes, une généralisation correcte nécessite de dépasser l'entité qui porte l'adjectif pour percevoir la caractéristique cible.

Au vu des spécificités liées aux contraintes cognitives de chaque catégorie lexicale, des différences dans les performances de généralisation et dans les effets de la comparaison

peuvent être anticipées. Après avoir présenté le principe des situations de comparaison, nous verrons comment il a été décliné pour chacune de ces classes lexicales.

LA COMPARAISON

Le paradigme de comparaison

Afin d'expliquer le principe des situations de comparaison, nous partons d'un exemple avec les noms, la catégorie lexicale la plus étudiée dans le cadre de ce paradigme, pour l'adapter ensuite aux deux autres catégories lexicales : les verbes et les adjectifs. De façon à utiliser une terminologie commune pour les trois types de mots, nous utilisons le terme « catégorie » (ou catégoriel) au sens général d'un ensemble d'entités qui peuvent être regroupées sous un même mot. Par exemple, l'ensemble des objets qui portent les propriétés des fruits appartiennent à la catégorie des *fruits*, l'ensemble des actions de courir font partie de la catégorie des actions *courir* et l'ensemble des entités qui portent la propriété qui correspond à la couleur jaune font partie de la catégorie des éléments *jaunes*.

Classiquement, pour étudier la généralisation, on utilise un paradigme dans lequel on présente un seul stimulus (ex : une batte de baseball) auquel on associe un pseudo-nom « Ceci est un *zatu*. Regarde le bien ». Ensuite, dans la phase test, ou transfert, on présente plusieurs nouveaux stimuli et on demande à l'enfant de sélectionner celui auquel on peut attribuer le nom associé au stimulus d'apprentissage (« Regarde bien ces objets. Lequel d'entre eux est aussi un *zatu* ? »). Généralement, les items de transfert contrastent au moins deux options de réponse : un objet qui présente de nombreuses similitudes perceptives avec le stimulus d'apprentissage mais n'appartient pas à la même catégorie taxonomique (ex : un stylo) et un autre objet qui ne présente pas ou peu de similitudes perceptives avec le stimulus de la première phase mais appartient à la même catégorie taxonomique (ex : une raquette de tennis de la catégorie « équipement sportif »). Parfois, un troisième choix appartenant à la même catégorie thématique que le stimulus d'apprentissage est utilisé pour dissocier les similitudes contextuelles des relations taxonomiques (ex : des chaussures de sport, voir Figure 3). La réponse de l'enfant indique s'il base l'extension du nouveau mot sur des traits perceptuels, conceptuels ou thématiques. A noter que quelle que soit la classe grammaticale, l'introduction du mot pendant la présentation des stimuli d'apprentissage donne de meilleurs résultats lors de la généralisation qu'une présentation sans cette lexicalisation.

Dans le cas de l'apprentissage de verbes, on présente une scène (dynamique) associée à un pseudo-verbe (ex : Paul qui lance une balle). On demande ensuite à l'enfant de généraliser le nouveau mot à un événement qu'il doit choisir parmi plusieurs propositions. En général une de ces propositions met en scène le même acteur (ou le même contexte) que dans la situation d'apprentissage mais avec une action différente (ex : Paul qui pose une balle) et une autre met en scène un acteur (ou un contexte) différent de la situation d'apprentissage mais avec une même action (ex : Pierre qui lance une pierre). Le choix de l'enfant indique s'il généralise le nouveau verbe sur l'acteur, le contexte ou l'action (Childers, 2008).

Dans le cas de l'apprentissage d'adjectifs, on présente à l'enfant un objet associé à un nouvel adjectif (ex : une voiture bleue). Il lui est demandé ensuite de généraliser le nouveau mot à un autre objet parmi plusieurs propositions. Généralement une de ces propositions est un objet différent du stimulus d'apprentissage mais qui comporte la propriété cible (ex : une fourchette bleue) et l'autre proposition est un objet similaire au stimulus d'apprentissage excepté sur la propriété cible (ex : une voiture verte). Le choix de l'enfant indique s'il généralise le nouvel adjectif à un objet similaire en tous points sauf sur la propriété cible, ou à un objet qui diffère en tout excepté sur la propriété cible (Klibanoff & Waxman, 2000).

Les situations « avec comparaison » sont semblables à ceci près que deux stimuli d'apprentissage, au moins, sont proposés. Deux types de comparaison peuvent être distingués, les comparaisons intra-catégorie dans lesquelles les stimuli d'apprentissage sont lexicalisés avec le même mot et les comparaisons inter-catégories dans lesquelles les stimuli d'apprentissage ne sont pas lexicalisés avec le même mot. Ces deux types de comparaison peuvent être utilisés pour l'apprentissage des noms avec deux objets issus de la même catégorie cible ou issus de catégories différentes. Ils peuvent aussi être utilisés pour l'apprentissage des verbes avec deux scènes illustrant l'action cible mais avec des caractéristiques différentes ou deux scènes avec des caractéristiques similaires mais une action différente. Enfin ils peuvent être employés pour l'apprentissage des adjectifs, avec deux objets différents mais possédant la propriété cible ou deux objets identiques excepté sur la propriété cible. Nous reviendrons sur les effets de ces comparaisons pour chaque type de mot après avoir expliqué les mécanismes généraux de celles-ci.

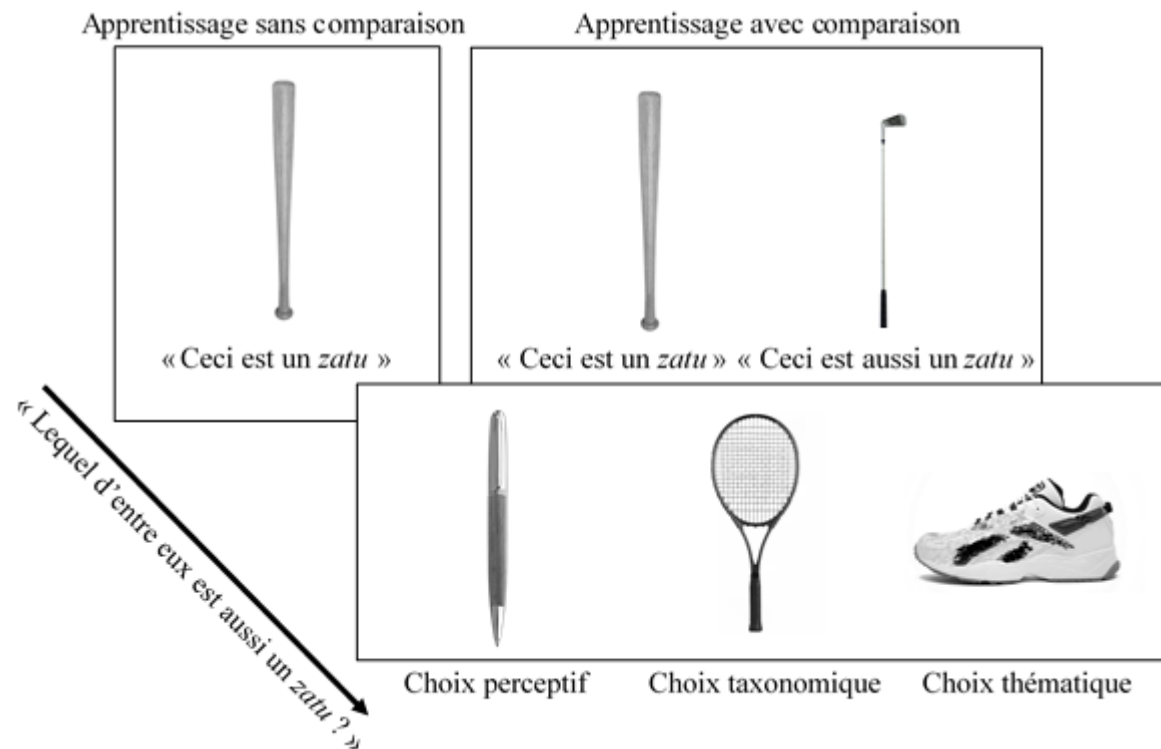


Figure 3. Illustration d'une situation expérimentale de comparaison (intra-catégorielle) et de non-comparaison dans le cas de l'apprentissage d'un nouveau nom.

Les mécanismes de la comparaison

L'objectif des situations de comparaison est de renforcer les informations en faveur des dimensions pertinentes pour la généralisation. Autrement dit, elles permettent de diminuer la proportion de réponses basées sur des dimensions non pertinentes en leur donnant moins de poids et de faciliter le repérage et l'utilisation d'autres dimensions plus pertinentes.

Etant donné le nombre quasiment infini de dimensions qui pourraient être utilisées pour décrire les objets, comparer toutes les dimensions des stimuli d'apprentissage serait particulièrement coûteux d'un point de vue temporel et cognitif. Il semble donc raisonnable de penser qu'une première étape, avant d'initier la comparaison, consiste à sélectionner des dimensions qui pourraient être pertinentes. Cette question n'a jamais été étudiée dans le cadre de la comparaison mais elle a fait l'objet de nombreuses discussions dans la littérature de la catégorisation. Deux facteurs pourraient ainsi influencer cette sélection : les connaissances à priori et les propriétés des stimuli (voir Murphy, 2002 pour une présentation du débat). On peut dire par exemple d'une pomme et d'une fourchette qu'elles sont toutes les deux sur Terre, soumises à la gravité, et qu'elles peuvent être touchées et

vues, pourtant ces dimensions ne sont généralement pas considérées comme pertinentes pour généraliser le nouveau mot. Si ces dimensions sont automatiquement perçues comme non pertinentes pour la catégorisation, on peut légitimement penser qu'elles n'entrent pas dans le processus de comparaison. D'autre part, il existe une hiérarchie dans les dimensions utilisées pour la généralisation selon leur saillance. Plus une dimension est saillante, plus elle sera utilisée comme support de la généralisation (voir par exemple Carey, 1985). Par exemple, la forme est plus souvent le support de la généralisation de nom que la taille ou la texture (Imai et al., 1994; Landau et al., 1988). Cette saillance joue également un rôle dans le processus de comparaison puisque d'après la théorie de l'alignement progressif (Kotovsky & Gentner, 1996), les premières dimensions qui sont alignées au cours de la comparaison sont les dimensions les plus saillantes. D'après cette théorie, comparer deux items d'apprentissage consiste à mettre en correspondance leurs caractéristiques une par une, des plus superficielles et perceptives aux plus profondes et conceptuelles. Au fur et à mesure de la comparaison, certaines caractéristiques sont rejetées alors que d'autres sont conservées pour former une représentation plus uniforme et plus abstraite des deux représentations (Gentner & Medina, 1998). Par exemple, présenter une pomme Golden et une poire comme des « *dajo* », va initier un processus de comparaison qui consiste à aligner ces deux objets sur des dimensions perceptives telles que la forme et la couleur, puis progressivement sur des caractéristiques plus conceptuelles telles que la comestibilité et l'origine. Ainsi, cette comparaison fera ressortir le fait que ces deux objets n'ont pas la même forme mais qu'ils sont de même couleur et qu'ils sont tous les deux comestibles et naturels. Ces trois dimensions communes vont ensuite être utilisées pour sélectionner une des réponses parmi celles proposées.

Après cela, l'enfant va chercher parmi les objets tests, celui qui comporte le plus grand nombre de ces dimensions considérées comme potentiellement pertinentes. Dans le cas où un des items tests comporte la totalité ou une majorité de ces dimensions (ex : un citron) et l'autre aucune (ex : une fourchette), la réponse devrait porter sur le premier. En revanche, dans le cas où les deux items tests possèdent autant de dimensions communes avec le stimulus d'apprentissage (ex : une balle jaune et un gâteau), l'enfant devra opérer une hiérarchisation dans les dimensions potentiellement pertinentes. A noter que la hiérarchisation donnée aux caractéristiques est dynamique et dépend non seulement des connaissances des enfants mais aussi du type d'items d'apprentissage présentés et du type de comparaison. Par exemple, Landau et al. (1992) ont montré que, dès trois ans, selon la

structure du mot que l'on utilise (« buxi » ou « buxisé »), cette hiérarchie évolue et ne donne pas le même type de réponses. Lorsque le mot cible ressemble à un nom (« buxi ») les enfants, vont privilégier la forme sur la couleur ou la texture pour le généraliser. A l'inverse, lorsque le mot cible ressemble à un adjectif (« buxisé »), les enfants vont majoritairement le généraliser à un autre objet possédant les mêmes propriétés (couleur, texture).

Les comparaisons intra-catégorie

Les situations d'apprentissage lexical impliquant deux items d'apprentissage (aussi appelées exemples) à comparer et introduits par un même mot (nom, verbe ou adjectif) sont appelées comparaisons intra-catégorie. Il est important de rappeler que dans ce manuscrit le terme de catégorie désigne l'idée de plusieurs éléments placés dans le même ensemble et qui partagent des caractéristiques communes. Par exemple il est possible de classer une fourchette et un couteau dans la catégorie des « couverts ». De la même manière, « ouvrir la porte » et « ouvrir la boîte » vont dans la catégorie des actions « d'ouvrir » et une voiture bleue et une fourchette bleue entrent dans la catégorie des choses « bleues ». Dans les situations de comparaison intra-catégorie, au moins deux items d'apprentissage sont introduits avec le même mot avec l'objectif de faire comprendre que les similitudes entre les stimuli d'apprentissage peuvent être des critères diagnostiques potentiels.

Dans le cas des noms, on va associer deux objets dans une même catégorie par le même mot. Par exemple, pour la catégorie des fruits on va présenter une pomme et une poire (« Celui-ci est un *zatu*, celui-là est aussi un *zatu* »). Dans le cas des verbes d'action, on va présenter deux scènes présentant la même action mais dans des contextes différents avec le même mot (« Celui-ci *zatusé*. Celui-là *zatusé* aussi »). Par exemple, pour illustrer l'action « lancer » on va montrer une scène dans laquelle Paul lance un ballon et une autre scène dans laquelle Paul lance un caillou (ou dans laquelle Pierre lance un ballon). Dans le cas des adjectifs, on va employer le même mot pour désigner deux objets différents en tous points sauf sur la caractéristique cible. Par exemple, pour la couleur « jaune », on va présenter une pomme Golden et une poire (« Celui-ci est *zatusé* et celui-là est aussi *zatusé* »). Quel que soit le type de mot, le principe des comparaisons intra-catégorie est toujours le même : si un même mot est appliqué à deux (ou plus) entités il ne peut correspondre qu'à une (ou plusieurs) caractéristique(s) qu'elles ont en commun. L'objectif

de ce type de comparaison est donc de mettre en avant les caractéristiques communes entre les stimuli d'apprentissage.

Pour l'apprentissage de noms dans les situations de comparaison intra-catégorie, Hammer et al. (2008) ont montré que plus les objets présentés sont différents plus le processus de comparaison est informatif. Ainsi, pour faire apprendre le mot fruit à un enfant, il sera très informatif de lui montrer une poire et un ananas car seules les dimensions communes entre les deux (le fait qu'ils soient des végétaux, comestibles, sucrés) sont pertinentes pour catégoriser un nouvel élément dans cette catégorie. A l'inverse, les différences telles que la couleur, la taille ou la forme pourront être jugées non pertinentes. Autrement dit, plus le nombre de dimensions sur lesquelles les objets présentés diffèrent augmente, plus la comparaison devient informative. C'est pour cette raison que présenter deux objets identiques en comparaison intra-catégorie s'avère peu efficace (Namy et al., 2007).

L'analyse proposée par Hammer et ses collègues (2008) pour les noms d'objets peut également s'appliquer aux adjectifs et aux verbes. Dans le cas des adjectifs, en situation de comparaison intra-catégorie l'enfant doit déduire que les propriétés qui diffèrent entre les items d'entraînement ne sont pas celles qui sont désignées par le nouvel adjectif, mais que celui-ci réfère plutôt à une propriété commune. Dans le cas des verbes, l'enfant doit déduire que les éléments du contexte qui diffèrent entre les items d'entraînement ne sont pas ceux qui sont désignés par le nouveau verbe mais que celui-ci réfère plutôt à l'action similaire entre les stimuli d'apprentissage. Théoriquement, le principe de Hammer et al. (2008) pour l'apprentissage de noms semble donc s'appliquer à l'apprentissage des verbes et des adjectifs : plus les stimuli d'apprentissage diffèrent sur un grand nombre de dimensions et plus la comparaison est informative.

Les comparaisons inter-catégories

Lorsque les items d'apprentissage sont introduits comme venant de catégories différentes, on parle de comparaison inter-catégories. Dans ce cas, au moins un des items d'apprentissage appartient à la catégorie cible, possède la propriété cible ou représente l'action cible et au moins un des items d'apprentissage n'appartient pas à la catégorie cible, n'a pas la propriété cible ou ne correspond pas à l'action cible.

Dans le cas des noms on va introduire deux objets avec deux mots différents. Par exemple, pour la catégorie des fruits on va présenter une pomme Golden (« Celui-ci est un

zatu. ») et une balle de tennis (« Celui-là est un *buxi.* »). Dans le cas des verbes, on va introduire, avec deux mots différents, deux scènes présentant des contextes/acteurs identiques mais une action différente (« Celui-ci *zatusé.* Celui-là *daxisé* »). Par exemple, pour illustrer l'action « lancer » on va montrer une scène dans laquelle Paul lance un ballon et une autre scène dans laquelle Paul pose un ballon. Dans le cas des adjectifs, on va introduire avec deux mots différents deux objets identiques en tous points excepté sur la propriété cible. Par exemple, pour la couleur « jaune », on va présenter une pomme Golden et une pomme Granny Smith (« Celui-ci est *zatusé.* Celui-là est *daxisé* »).

Quel que soit le type de mot, le principe des comparaisons inter-catégorie est toujours le même : si deux mots différents sont appliqués à deux (ou plus) entités ils ne peuvent correspondre à aucune caractéristique qu'elles ont en commun. L'objectif de ce type de comparaison est donc de montrer la non-pertinence des caractéristiques communes entre les stimuli d'apprentissage (Hammer et al., 2008). Le contraste peut être introduit soit comme un non-membre de la catégorie cible (« Celui-ci est un *zatu.* Celui-là n'est pas un *zatu.* » ; « Celui-ci est *zatusé.* Celui-là n'est pas *zatusé.* » ; « Celui-ci *zatusé.* Celui-là ne *zatusé* pas. »), soit comme membre d'une autre catégorie (« Celui-ci est un *zatu* et celui-là est un *dax.* » ; « Celui-ci est *zatusé* et celui-là est *daxisé.* » ; « Celui-ci *zatusé* et celui-là *daxisé.* »). D'après Hammer et al. (2008), dans les situations de comparaison inter-catégorie (ou contraste) pour l'apprentissage de noms, plus les objets présentés se ressemblent, plus la situation est informative. Ainsi, présenter un fruit et un non-fruit qui se ressemblent beaucoup, comme une pomme rouge et un ballon rouge, est très informatif car cela permet d'exclure toutes les dimensions communes (la couleur, la forme, la taille) des dimensions diagnostiques. En effet, être rond, rouge et tenir dans la main ne permet pas de dire s'il s'agit d'un fruit. On notera que savoir que certaines dimensions ne sont pas diagnostiques ne nous dit pas lesquelles, parmi les dimensions restantes, le sont.

L'analyse proposée par Hammer et ses collègues pour les noms d'objets peut également s'appliquer aux adjectifs et aux verbes. Le nouveau mot ne fait alors plus référence à l'objet lui-même mais à une de ses propriétés pour les adjectifs et à une action pour les verbes. Dans le cas des adjectifs, en situation de comparaison inter-catégorie l'enfant doit déduire que les propriétés qui sont similaires entre les items d'entraînement ne sont pas celles qui sont désignées par le nouvel adjectif mais que celui-ci réfère plutôt à une de leurs différences. Par exemple si une pomme Golden est présentée comme *zatusée* et

une poire est présentée comme buxisée, zatusée ne peut référer qu'à des dimensions qui diffèrent entre ces deux éléments (la forme ou la taille par exemple). Dans le cas des verbes, l'enfant doit déduire que les éléments similaires entre les scènes d'entraînement ne sont pas ceux qui sont désignés par le nouveau verbe mais que celui-ci réfère plutôt à la différence entre les deux scènes. Théoriquement, le principe de Hammer et al. (2008) pour l'apprentissage de nom devrait s'appliquer à l'apprentissage des verbes et des adjectifs : plus les stimuli d'apprentissage diffèrent sur un grand nombre de dimensions et moins la comparaison est informative. Par exemple dire qu'une pomme et qu'une chaise ne font pas partie de la même catégorie n'est pas très informatif.

L'ensemble des situations de non-comparaison, de comparaison intra-catégorie et de comparaison inter-catégorie pour les trois types de mots étudiés est repris dans le tableau 1.

Tableau 1. Illustration des différentes conditions de comparaison pour les trois types de mots étudiés.

| Type de comparaison | | Nom (un Zatu = « Pomme ») | | Verbe (zatuser = « Lancer ») | | Adjectif (C'est zatusé = Jaune ») | |
|---------------------|--------|--|---------------------|--|-----------------------------|--|------------------------|
| | | Ce que l'on dit | Ce que l'on montre | Ce que l'on dit | Ce que l'on montre | Ce que l'on dit | Ce que l'on montre |
| Aucune | Item 1 | Ceci est un <i>zatu</i> | Une pomme Golden | Il zatuser | Paul qui lance un ballon | C'est <i>zatusé</i> | Une pomme Golden |
| Intra-catégorie | Item 1 | C'est un <i>zatu</i> | Une pomme Golden | Il zatuser | Paul qui lance un ballon | C'est <i>zatusé</i> | Une pomme Golden |
| | Item 2 | Lui aussi c'est un <i>zatu</i> | Une poire | Lui aussi il <i>zatuser</i> | Pierre qui lance un caillou | Celui-ci aussi est <i>zatusé</i> | Une poire |
| Inter-catégorie | Item 1 | C'est un <i>zatu</i> | Une pomme Golden | Il zatuser | Paul qui lance un ballon | C'est <i>zatusé</i> | Une pomme Golden |
| | Item 2 | Celui-ci ce n'est pas un <i>zatu</i> // Celui-ci est un <i>dax</i> | Une balle de tennis | Lui il ne <i>zatuser</i> pas. // Lui il <i>daxiser</i> | Paul qui pose un ballon | Celui-ci n'est pas <i>zatusé</i> // Celui-ci est <i>daxé</i> | Une pomme Granny Smith |

LES EFFETS DES DEUX TYPES DE COMPARAISON POUR L'APPRENTISSAGE DE CHAQUE TYPE DE MOT

Le cas des noms

En 2009, Hammer et al. ont mesuré la quantité d'informations apportées par chaque type de comparaison, intra-catégorie et inter-catégorie, et ont mesuré leurs effets dans une tâche de généralisation de nom chez des adultes, des enfants de 6 à 9 ans et des enfants de 10 à

14 ans. Pour cela, ils ont créé des stimuli (des créatures inconnues multidimensionnelles) regroupés en catégories sur la base de quatre caractéristiques binaires : la couleur des yeux (bleu ou jaune), la forme de la queue (droite ou tordue), la couleur de la fourrure (jaune ou verte) et la couleur de la peau (bleu ou orange). Dans la phase d'entraînement, deux créatures étaient affichées simultanément sur un écran. En fonction de la condition expérimentale, celles-ci étaient présentées soit comme issues de la même catégorie (condition intra-catégorie), soit comme venant de deux catégories différentes (condition inter-catégorie). Dans la phase test, les participants devaient décider si les deux créatures faisaient partie de la même catégorie ou non. Les auteurs ont contrôlé la quantité d'information délivrée par chacun de ces deux types de comparaison en répertoriant toutes les hypothèses possibles (seize) de catégorisation et en comptant le nombre d'hypothèses éliminées par chaque type de comparaison. Ils ont mis en place des situations de comparaison inter-catégorie et intra-catégorie qui permettaient d'éliminer le même nombre d'hypothèses et ont comparé leurs effets sur les performances de catégorisation. Leurs résultats montrent que tous les groupes d'âge ont correctement catégorisé les créatures pendant la phase test lorsque l'apprentissage était réalisé en comparaison intra-catégorie. En revanche pour la comparaison inter-catégorie, seuls les adultes et les enfants de dix ans et plus ont correctement classé les tests alors que les enfants de six ans ont répondu au hasard. Vu que les quantités d'informations apportées par les deux types de comparaison étaient équivalentes, Hammer et al. (2009) en ont conclu que l'utilisation des dimensions de contraste n'est mature qu'à partir de dix ans.

D'autres études ont répliqué ce résultat montrant une faible influence des items de contraste (Ankowski et al., 2013 ; Augier & Thibaut, 2013 ; Lagarrigue & Thibaut, *en préparation*) pour l'apprentissage d'un nouveau nom chez des enfants préscolaires. Dans ces études, les auteurs ont comparé des situations de comparaison inter-catégories à des situations de non-comparaison et n'ont pas mis en évidence de différences ou bien minimes. A noter que dans les études de Namy et Clepper (2010) et de Lagarrigue et Thibaut (*en préparation*) les comparaisons inter-catégories ont amélioré les performances lorsqu'elles étaient précédées de comparaisons intra-catégories. Ce qui suggère que pour bénéficier des informations de contraste, les enfants ont d'abord besoin de comparer des objets issus de la même catégorie.

Il existe deux façons d'introduire le contraste. Soit le premier stimulus d'apprentissage est présenté en tant que membre d'une catégorie (« Celui-ci est un dajo »)

et le deuxième stimulus d'apprentissage est présenté en tant que « non-dajo »). Soit le premier stimulus d'apprentissage est introduit en tant que dajo et le deuxième en tant que buxi. A notre connaissance, aucune étude n'a comparé directement les effets des deux manières d'introduire les stimuli de contraste.

Pour résumer, nous avons montré dans cette section que si les comparaisons intra-catégories semblent très efficaces pour l'apprentissage d'un nouveau nom, ce n'est pas ou peu le cas des comparaisons inter-catégories. Au vu des contraintes spécifiques d'apprentissage et de généralisation des verbes et des adjectifs, on peut penser que ce résultat ne s'applique pas à ces catégories lexicales. Effectivement, dans les deux sections suivantes, nous montrerons que les études de généralisation de verbes et d'adjectifs dans le cadre de comparaisons intra et inter-catégories sont efficaces.

Le cas des verbes

Dans le cas des verbes, les études qui ont utilisé des situations de comparaison inter-catégorie sont rares. De plus, l'information de contraste était souvent précédée d'une phase comparaison intra-catégorie ce qui rend difficile la compréhension des effets des comparaison inter-catégorie.

Dans une série d'expériences avec des enfants de 3 ans et demi, l'étude de Childers et al. (2014) répond à cette question. Dans une première expérience, les auteurs ont comparé une condition de comparaison inter-catégorie implicite (le premier stimulus d'apprentissage *zatusse* alors que le deuxième *daxisse*) à une condition de comparaison inter-catégorie explicite (le premier stimulus d'apprentissage *zatusse* et le deuxième *ne zatusse pas*) et à une condition sans comparaison. Dans les trois conditions l'expérimentateur montrait deux actions différentes avec le même objet. Ensuite, il donnait les objets à l'enfant et lui demandait de reproduire l'action. Les résultats montrent que dans les deux conditions de comparaison inter-catégorie les enfants reproduisaient correctement l'action réalisée par l'expérimentateur plus souvent que dans la condition contrôle. Cela montre qu'à la différence de l'apprentissage des noms, l'apprentissage des verbes bénéficie de comparaison inter-catégorie.

Dans une autre expérience, les expérimentateurs ont montré des événements illustrant la même action et des événements illustrant une action différente à des enfants de 2 ans et demi, 3 ans et demi et 4 ans et demi. Autrement dit, les enfants pouvaient réaliser

des comparaisons intra-catégorie et des comparaisons inter-catégories. Les résultats montrent que les performances des enfants de deux ans et demi sont meilleures que celle des enfants de trois ans et demi de l'expérience précédente avec seulement des comparaisons inter-catégories. Plus précocement encore, l'étude de Waxman et al. (2009) montre que dès 24 mois, les enfants généralisent correctement un verbe à une action similaire à celle présentée en apprentissage mais avec un objet différent, lorsque les deux sources d'informations sont cumulées. Par exemple, pour faire apprendre aux enfants le verbe « lancer », on peut leur montrer une personne A qui lance une pierre puis une personne B qui lance une balle puis la personne A qui ramasse une pierre. Il semble donc que de la même manière que pour l'apprentissage de noms, l'apprentissage de verbes soit facilité par la combinaison des deux types de comparaison. Cependant, ces résultats ne nous disent pas si les enfants peuvent bénéficier de comparaisons inter-catégories lorsque celles-ci ne sont pas associées à des comparaisons intra-catégories.

Le cas des adjectifs

Pour les adjectifs, Waxman & Klibanoff (2000) ont montré dans deux expériences que présenter plusieurs objets similaires en tous points excepté sur la propriété à généraliser (ex : une chaise verte et la même chaise mais bleue, comparaison inter-catégorie) ou deux objets différents en tous points excepté sur la propriété à généraliser (un verre transparent et une assiette transparente, comparaison intra-catégorie) facilite la détection de la propriété cible. Dans la première expérience, un des objets à comparer avait une propriété (ex : transparent) tandis que l'autre objet d'apprentissage bien qu'identique avait la valeur « inverse » (opaque) de cette propriété. Nous sommes donc dans le cas d'une comparaison inter-catégorie. Les objets étaient introduits avec un pseudo-adjectif (« Regarde celui-ci, il est *zatusé*. », « Regarde, celui-là il est *daxé* »). Au test, les enfants devaient choisir entre deux objets (un transparent et un opaque) celui auquel on pouvait attribuer l'adjectif cible (« C'est lequel qui est aussi *zatusé* ? »). Les résultats montrent que par rapport à une condition sans comparaison qui ne facilite pas la généralisation, présenter deux stimuli d'apprentissage contrastés aide les enfants de trois ans à généraliser le nouvel adjectif sur la base de la propriété cible. Dans la seconde expérience, Waxman & Klibanoff (2000) ont présenté deux items différents (un insecte rouge brillant et un insecte bleu brillant) mais partageant la même propriété cible : brillant. Les enfants devaient ensuite choisir entre deux objets (un hippopotame rouge brillant et un hippopotame bleu mat) celui qui présentait la

propriété cible. Les résultats montrent que par rapport à une condition sans comparaison qui ne facilite pas la généralisation, présenter deux stimuli d'apprentissage illustrant la propriété cible aide les enfants de trois ans à généraliser correctement le nouvel adjectif. Ces études montrent ainsi qu'à la différence des noms, les deux types de comparaison, intra-catégorie et inter-catégorie, sont efficaces pour l'apprentissage d'adjectifs. Cependant, on ne peut pas conclure, à l'inverse de l'apprentissage des noms, à la supériorité d'un type de comparaison sur l'autre car ils n'ont pas été directement opposés.

Synthèse des trois types de mots

Dans les sections précédentes, nous avons montré que les trois types de mots que nous avons illustrés ne bénéficient pas de la même manière des différents types de comparaison. Dans le cas des noms, les résultats suggèrent que seules les comparaisons intra-catégories augmentent la proportion de généralisations conceptuellement motivées alors que dans le cas des adjectifs et des verbes, c'est également le cas des comparaisons inter-catégories. Cette différence peut s'expliquer par le fait que les comparaisons sont plus efficaces lorsque les objets présentés appartiennent à la même catégorie taxonomique que le stimulus d'apprentissage alors que ce n'est pas le cas pour les noms. En effet, dans le cas des adjectifs et des verbes, les situations de contrastes impliquent des objets de la même catégorie taxonomique que le stimulus d'apprentissage alors que ce n'est pas le cas pour les noms. Or, d'après la théorie de l'alignement progressif (Gentner, 1983), plus les situations partagent de similarités, plus la comparaison est efficace, et deux objets de la même catégorie partagent généralement plus de similarités que deux objets de catégories différentes.

Au-delà du type de comparaison effectué, plusieurs autres facteurs peuvent influencer les effets de la comparaison. D'abord nous verrons les effets liés aux modifications du matériel utilisé, c'est-à-dire la familiarité, la similarité et la distance sémantique entre les entités présentées. Puis nous présenterons les effets liés aux paramètres de la tâche, c'est-à-dire le nombre d'items d'entraînement, le nombre d'items tests et la temporalité de la présentation des items.

LES MODIFICATIONS LIEES AU MATERIEL

La familiarité des stimuli utilisés

L'expansion lexicale repose d'une part sur l'utilisation d'un mot déjà connu à de nouveaux objets et d'autre part à l'apprentissage de nouveaux termes basés sur des concepts pas encore maîtrisés. Etant donné que dans la plupart des études, les auteurs utilisent du matériel connu et familier des enfants (un chapeau, un gâteau, un vélo ; voir par exemple Namy & Gentner, 2002), ces derniers peuvent s'appuyer sur leurs connaissances préalables pour réaliser la tâche. La recherche de la réponse ne consiste donc plus à construire un nouveau concept mais plutôt à chercher dans les concepts déjà maîtrisés celui qui peut s'appliquer aux stimuli d'apprentissage et à l'un des objets tests. En réponse à cette critique, les auteurs de ces études expliquent que les items utilisés ne correspondent pas nécessairement à des catégories préexistantes dont le nom est connu par l'enfant. Par exemple, Gentner et Namy (1999) utilisent un vélo et un tricycle comme items d'apprentissage qui, en anglais, ne sont réunis dans aucune catégorie lexicale. Malgré cela il est difficile d'imaginer que les réponses des enfants ne dépendent pas de leurs connaissances préalables des objets présentés. C'est pour cela que des études avec du matériel non familier aux enfants ont été réalisées (Augier & Thibaut, 2013; Graham et al., 2010 ; Lagarrigue & Thibaut, *en préparation*). Ces études n'ont été réalisées que dans le cadre de l'apprentissage de nouveaux noms.

Dans ces études les stimuli ont été créés pour l'expérience sur la base d'une dimension saillante mais non pertinente, la forme, et d'une dimension peu saillante mais conceptuellement pertinente, la texture. Les résultats obtenus avec ces stimuli ont confirmé ceux obtenus avec le matériel familier : dans les situations sans comparaison, les généralisations sont basées sur la dimension saillante mais non pertinente, la forme, alors que dans les conditions avec comparaison, les généralisations sont basées sur la dimension pertinente mais peu saillante, la texture. Une situation de comparaison permet, par alignement des stimuli, l'émergence de dimensions qui n'auraient pas été prises en compte autrement. On retrouve ici aussi le résultat précédent selon lequel les situations de comparaison inter-catégories ne sont pas très efficaces pour la généralisation de nom. Ces résultats suggèrent que quelles que soient les connaissances préalables des enfants sur les stimuli utilisés, les situations de comparaison intra-catégorie sont favorables à une généralisation basée sur des dimensions pertinentes.

A notre connaissance, aucune étude n'a étudié les effets de la comparaison sur la généralisation d'adjectifs et de verbes en utilisant du matériel non familier. L'idée de ces expériences serait de vérifier que les effets de la comparaison sont les mêmes quelle que soit la familiarité avec le support de la généralisation. Dans le cas des verbes il faudrait que les deux scènes présentées illustrent une même action non verbalisable par un verbe existant et dans le cas des adjectifs, il faudrait que les deux entités présentées possèdent une même propriété qui ne pourrait pas être verbalisée par un adjectif existant. Etant donné que dans le cas des noms, il n'y a pas de différence à utiliser du matériel familier et du matériel non familier, on peut s'attendre à ce que cela n'affecte pas non plus la comparaison dans le cas des adjectifs et des verbes.

La similarité entre les stimuli comparés

Quand peut-on considérer que deux stimuli sont similaires ? C'est une question importante sachant que selon le statut donné à la dimension concernée dans la comparaison, celle-ci sera rejetée ou non. La similarité des stimuli présentés joue donc un rôle décisif. Les méthodes d'évaluation de celle-ci entre deux éléments a fait l'objet de nombreuses études et controverses qui ne sont pas l'objet du présent article. Traditionnellement, elle est évaluée par des personnes indépendantes à l'étude à qui on demande de noter sur une échelle de Likert à quel point les deux éléments sont semblables. Nous considérons de ce fait que plus deux objets partagent de caractéristiques perceptives, plus ils se ressemblent.

Le cas des noms

Avec des objets créés à partir de formes et de textures différentes, Lagarrigue et Thibaut (*en préparation*) ont manipulé la ressemblance entre les objets dans une tâche de généralisation de noms avec et sans comparaison. Dans une première expérience, ils ont utilisé soit des objets dont les formes et les textures étaient globalement similaires, soit des objets dont les formes et les textures étaient globalement peu similaires. Leurs résultats montrent que lorsque les objets présentés sont similaires, les enfants, notamment de moins de cinq ans, bénéficient beaucoup moins du processus de comparaison que lorsque les objets présentés sont peu similaires (voir Figure 4, chapitre 3). Dans une deuxième expérience, ils ont manipulé la ressemblance entre les formes et entre les textures de façon indépendante. Leurs résultats montrent que la similarité de la dimension saillante mais non pertinente (la forme) importe moins que la similarité de la dimension pertinente. En effet,

les enfants faisaient davantage de choix de textures lorsque cette dimension était très distinctive, quelle que soit la similarité de la forme. Des textures moins distinctives ont donné soit des sélections basées sur la forme, soit des choix aléatoires, en fonction du caractère distinctif de la forme. D'une part, ces résultats montrent que même si les stimuli d'apprentissage n'ont pas la même forme, le processus d'alignement progressif peut avoir lieu et être efficace. Et d'autre part les différences de performance entre les conditions de distinctivité suggèrent que la structure des items, et donc la facilité avec laquelle les jeunes enfants les analysent dans leurs constituants (ex : Smith, 1989), joue un rôle central. Ceci est important pour caractériser les conditions de comparaison efficaces.

Le cas des verbes

La similarité entre les événements présentés au test et les événements d'apprentissage peut varier sur une ou plusieurs des dimensions tels que les acteurs impliqués, l'objet utilisé pour l'action, l'action elle-même ou le résultat de l'action. Haryu et al. (2011) ont montré que présenter deux objets similaires utilisés pour l'action entre les événements d'apprentissage et l'un des événements tests facilite la généralisation du verbe chez des enfants de 3-4 ans. Un premier groupe, qui comparait deux occurrences d'une même action exécutées avec des objets de même taille et de même forme (lancer une pierre et lancer une balle) a obtenu les meilleures performances de généralisation qu'un second groupe d'enfants qui comparait deux exemples d'une même action où les objets différaient par la taille et la forme (lancer une pierre et lancer un avion en papier). Les auteurs en ont conclu que les similitudes attirent l'attention sur des points communs, comme c'est le cas pour les noms, et permettent d'initier le processus de comparaison. En effet, ces résultats suggèrent que les enfants qui arrivent à aligner un objet ou un acteur dans un contexte avec ce même objet ou ce même acteur dans un autre contexte, arrivent plus facilement à comprendre quelles sont les relations entre l'acteur et l'objet et ainsi à comprendre à quoi fait référence le verbe.

D'autres études ont porté sur l'étude de l'effet de la variabilité des événements d'apprentissage en faisant varier l'acteur de l'action (Childers et al., 2017; Scott & Fisher, 2012), l'action et l'objet de l'action (Snape & Krott, 2018), l'outil utilisé pour exercer l'action (Childers et al., 2020) et l'objet sur lequel s'exerce l'action (Childers et al., 2020). Certaines de ces études montrent que les variations font parfois baisser les performances des enfants. Par exemple, dans l'étude de Maguire et al. (2008), les enfants de deux ans et demi ont eu plus de difficultés à apprendre un nouveau verbe lorsqu'on leur montrait deux

événements d'apprentissage dans lesquels les acteurs variaient que lorsqu'on leur montrait deux événements avec le même acteur. Dans cette étude, la moitié des enfants voyaient quatre acteurs différents réaliser une action pendant la phase d'apprentissage et l'autre moitié voyaient le même acteur réaliser quatre fois la même action. Au test, les enfants voyaient deux nouveaux acteurs réaliser soit l'action vue pendant l'apprentissage, soit réaliser une autre action. Les résultats montrent que les réponses des enfants étaient au-dessus du hasard dans les deux conditions mais significativement meilleures dans la condition avec un seul acteur pendant l'apprentissage.

A l'inverse, d'autres études ont montré qu'une trop grande similarité entre les événements à comparer peut « annuler » l'effet positif de la comparaison de plusieurs événements. Par exemple, dans l'étude de Childers (2011) les deux événements présentés à l'apprentissage étaient identiques. Les résultats montrent que dans ce cas les enfants généralisent le nouveau verbe à des actions strictement identiques à celle vue durant l'apprentissage mais ne généralisent pas à des événements différents. Ainsi, une variabilité minimum est nécessaire pour que les enfants arrivent à généraliser correctement un nouveau verbe.

Le cas des adjectifs

A notre connaissance, aucune étude n'a manipulé la ressemblance entre les objets dans le cadre de généralisation d'adjectifs avec situation de comparaison. Plusieurs études ont manipulé le niveau de catégorisation entre les objets présentés dans des situations de comparaison intra-catégorie. C'est-à-dire que les auteurs ont comparé les effets de situations de comparaison qui impliquaient soit des objets de la même catégorie de base, soit des objets de la même catégorie superordonnée. Les résultats de ces études sont présentés dans la section suivante sur la distance sémantique. Manipuler la ressemblance entre les items présentés dans une situation de comparaison inter-catégorie semble peu intéressant puisque contraster une voiture bleue et une pomme rouge n'informe pas du tout sur la propriété cible.

Synthèse des trois types de mots

Ces études montrent qu'il y a un compromis dans la ressemblance entre les stimuli d'apprentissage et la potentielle généralisation qui en sera faite. Plus les objets présentés en apprentissage se ressemblent, plus il sera facile de percevoir les dimensions communes

mais cela risque de limiter la variabilité des items auxquels le terme pourra être généralisé. D'une part, la proximité entre les objets ou situations d'apprentissage permet d'attirer l'attention des enfants sur les dimensions pertinentes et de repérer facilement les aspects conceptuels identiques. D'autre part, la variabilité des événements permet l'élaboration d'une représentation de la variation possible des dimensions non pertinentes et une généralisation à des situations plus largement différentes. Par exemple, montrer une pomme Granny et une pomme Golden pour illustrer la catégorie des fruits risque de limiter l'utilisation du mot fruit seulement aux pommes. A l'inverse, montrer une pomme et un ananas rend plus compliqué l'extraction de dimensions communes mais illustre davantage la variabilité de la catégorie cible.

A noter que dans les études présentées ici, c'est la ressemblance entre les objets utilisés et non la similarité entre les adjectifs et les verbes qui a été contrôlée. Pour ces deux catégories lexicales, aucune étude à notre connaissance n'a étudié les effets de la comparaison en manipulant la ressemblance entre deux actions (ex : dactylographier et jouer du piano, comparé à dactylographier et lancer un objet) ou entre deux adjectifs (ex : bleu ciel et bleu roi, comparé à bleu roi et rouge magenta).

La distance entre les items de la tâche

Un autre paramètre étudié pour mieux comprendre les tâches de comparaison-généralisation est la distance entre les items d'apprentissage et entre les items d'apprentissage et les items tests. Cette notion de distance se décline différemment selon les types de mots. Dans le cas des noms, on parle de distance sémantique pour évoquer à la fois le nombre de dimensions qui distinguent deux objets et le degré de proximité sur chacune de ces dimensions. Plus ce nombre ou ce degré sont élevés plus les domaines conceptuels sont éloignés. Dans le cas des verbes, les auteurs distinguent des actions dites « simples » ou « complexes ». Dans le cas des adjectifs les auteurs ont plutôt manipulé le niveau de catégorisation entre les objets utilisés.

Le cas des noms

Dans le cas des noms, plusieurs études ont considéré l'effet de la distance sémantique entre les items. Thibaut et Witt (2017, voir également Thibaut & Witt, 2015, pour les termes relationnels), ont proposé une tâche de comparaison pour l'apprentissage de catégories taxonomiques à des enfants de quatre et six ans, avec deux items d'apprentissage et trois

items de transfert où l'un était un objet de même catégorie taxonomique, un autre était un objet perceptivement similaire des items d'apprentissage et le dernier un objet lié aux items d'apprentissage par une relation thématique. Les auteurs ont manipulé la distance sémantique entre les items d'apprentissage en présentant soit des paires d'items taxonomiquement proches (ex : une pomme rouge et une pomme verte) soit des paires plus éloignées (ex : une pomme rouge et une cerise). Ils ont également manipulé la distance entre les items d'apprentissage et l'item cible taxonomiquement relié (ex : une cible proche comme une banane ou une cible éloignée comme de la viande).

Les performances de généralisation étaient meilleures pour des items d'apprentissage éloignés. De plus, une interaction entre l'âge et la distance de généralisation a révélé une meilleure généralisation taxonomique dans la condition de généralisation éloignée et des items d'apprentissages éloignés chez les enfants les plus âgés, différence absente chez les plus jeunes. Comme le soulignent Augier & Thibaut (2013), la généralisation à un item éloigné est cognitivement plus coûteuse et pour cette raison moins accessible aux enfants de quatre ans. Une autre interprétation, non exclusive, serait que la généralisation éloignée repose sur une représentation plus inclusive, plus abstraite (c'est-à-dire plus détachée des items d'apprentissage) que les enfants de quatre ans n'ont pas encore construite.

Le cas des verbes

Dans le cas des verbes, Childers et al. (2017) a rapporté une interaction entre la similarité des événements à comparer et la complexité des actions ciblées. Dans leur étude, les enfants de deux ans et demi voyaient plusieurs événements d'apprentissage. Ces événements étaient soit effectués par le même acteur, soit effectués par trois acteurs différents. Lorsque l'action est dite simple elle n'implique pas d'objet (ex : se taper la tête avec la main). Il y a une seule source de variation possible. Lorsque l'action est dite complexe elle implique non seulement des parties du corps mais aussi des objets (ex : taper avec un marteau). Il y a donc deux sources de variations potentielles, le mouvement et l'objet, qui jouent en parallèle. Dans le premier cas, faire comparer des événements avec des acteurs différents améliore les performances de généralisation par rapport à des comparaisons réalisées avec le même acteur. En revanche, lorsque l'action est complexe varier d'acteur diminue les performances. Cette contradiction apparente est le signe que les

interactions entre les paramètres des tâches et leurs effets sur les performances ou les stratégies des sujets sont subtiles. Il faut que les stimuli d'apprentissage soient le plus diversifiées possible pour permettre l'élaboration de la représentation conceptuelle la plus riche et souple possible sans pour autant que les situations de comparaison soient trop complexes.

Le cas des adjectifs

Booth & Waxman (2003) ont montré que si les deux types de comparaison (intra et inter) sont présents conjointement pour l'apprentissage, les enfants généralisent le nouvel adjectif sur la propriété cible quel que soit le niveau de catégorisation (subordonné, de base ou superordonné) qui unit les objets d'apprentissage. Pour cela, elles ont utilisé un protocole dans lequel elles montraient quatre stimuli d'apprentissage de la même catégorie présentant la dimension cible (ex : ils étaient tous de la même couleur). Dans une des conditions, les quatre stimuli d'apprentissage, par exemple quatre chevaux marrons, faisaient partie de la même catégorie de base. Dans une seconde condition, ces quatre stimuli faisaient partie de la même catégorie superordonnante (ex : quatre animaux différents marrons). Ensuite un autre stimulus d'apprentissage issu d'une autre catégorie superordonnante (ex : une pomme) et présentant une propriété contrastive (ex : rouge) était introduit. Tous les objets étaient présentés avec un pseudo-mot. Au test les enfants devaient choisir entre une chaise marron (un objet d'une autre catégorie que celle des items d'apprentissage mais avec la même propriété cible) et un animal bleu (un élément de la même catégorie que les items d'apprentissage mais qui ne présente pas la propriété cible). Leurs résultats montrent que, quel que soit le niveau de catégorisation des objets présentés à l'apprentissage, les enfants généralisent le nouvel adjectif à l'objet qui porte la propriété cible (i.e., la chaise marron).

Ces résultats sont cependant contradictoires avec ceux de Waxman et Klibanoff (2000) qui ont également manipulé le niveau de catégorisation des items d'apprentissage, soit de la même catégorie de base, soit de mêmes catégories superordonnées (un insecte rouge brillant et un chien bleu brillant). Leurs résultats montrent de meilleures performances lorsque les deux stimuli d'apprentissage sont issus de la même catégorie de base que lorsqu'ils sont issus de la même catégorie superordonnée.

La différence entre ces deux expériences peut s'expliquer par le fait que dans l'étude de Booth et Waxman (2003), les enfants étaient placés dans une situation qui permettait à la fois de faire des comparaisons intra-catégorie et des comparaisons inter-catégories alors

que dans l'étude de Klibanoff et Waxman (2000), les enfants ne pouvaient faire que des comparaisons intra-catégories. Cela suggère que si le lien de catégorisation entre les objets présentés joue un rôle, il interagit probablement avec le type de comparaisons. Cependant, trop peu d'études ont été réalisées dans ce domaine pour répondre avec certitude à cette question.

Synthèse des trois types de mots

Dans le cas des noms, la généralisation à des objets conceptuellement distants est favorisée par l'augmentation de la distance conceptuelle entre les objets utilisés à l'apprentissage (Gentner et al., 2011; Thibaut et al., 2018; Thibaut & Witt, 2015, 2017). Pour les verbes, la différence entre les événements d'apprentissage favorise également la généralisation à des situations plus lointaines, à condition que la difficulté générée par les variations des paramètres de la tâche reste dans les limites des capacités cognitives des sujets (Childers, 2011; Childers et al., 2017). Pour les adjectifs, comparer des objets de catégories basiques différentes limite la généralisation sauf si un nombre plus élevé de stimuli d'apprentissage est présenté. On retrouve donc dans les trois types de mots les mêmes résultats que pour la similarité, il y a un compromis entre la proximité des situations d'apprentissage et l'élaboration d'une représentation plus abstraite de l'information. Ces résultats suggèrent que la capacité à traiter les informations présentées dans les situations de comparaison dépend des ressources cognitives de l'enfant.

Au-delà des types de stimuli présentés, la façon dont ils sont introduits influence également les performances des enfants. Dans la section suivante, nous considérerons les paramètres qui influencent les mécanismes cognitifs et les stratégies de résolution mises en place dans les situations de comparaison. Nous partirons de l'hypothèse que lorsque la manipulation d'un paramètre d'une tâche modifie les performances des sujets, l'interprétation des différences observées permet de faire des hypothèses sur les mécanismes cognitifs en jeu et/ou les stratégies de résolution utilisées.

L'organisation de la tâche

Par rapport à des tâches de généralisation sans comparaison, les situations de comparaison sont cognitivement complexes. Le participant ne doit plus seulement trouver un analogue au stimulus d'apprentissage mais comprendre quelle relation unit les objets d'exemple ; et généraliser cette relation à un nouveau stimulus. L'étude des mouvements oculaires peut

nous renseigner sur l'organisation de la résolution de ces tâches et sur le rôle que l'enfant attribue aux différents stimuli. Par exemple, dans l'étude de Childers et al. (2020), les enfants regardent plus longtemps l'outil quand celui-ci change d'un événement à l'autre mais se détournent de cet outil si celui-ci reste identique d'une réalisation de l'action à l'autre. En outre, dans la condition du changement d'outil, leurs performances sont corrélées avec la longueur des temps de regard sur l'outil. La variabilité semble donc attirer l'attention des sujets sur les éléments pertinents pour la généralisation et influencer leurs stratégies de résolution et leurs performances.

Stansbury et al. (2019) ont également étudié le mouvement des yeux dans une étude sur la généralisation de noms dans laquelle la distance sémantique entre les items d'apprentissage variait (comme dans l'étude de Thibaut et Witt 2017 présentée précédemment). Les auteurs ont segmenté les essais en trois tranches de temps (début, milieu, fin) afin d'appréhender le décours temporel de l'attention portée aux différents stimuli. Ils ont testé deux hypothèses d'organisation possible de la recherche d'information. La première prédisait que les enfants regardent d'abord les stimuli d'apprentissage puis comparent les items de transfert entre eux pour décider lequel est la solution conceptuelle. La seconde prédisait que les enfants comparent d'abord les items d'apprentissage entre eux, puis chaque item de transfert séparément à ces items d'apprentissage, sans que les options proposées soient comparées entre elles. Les résultats montrent que les sujets suivent cette dernière organisation avec la recherche d'une relation entre les items d'apprentissage, confrontée ensuite à chaque option. Les auteurs appellent cette stratégie une stratégie d'alignement, la première étant dénommée stratégie de projection d'une solution (Gentner & Colhoun, 2010).

L'organisation temporelle de présentation des items

Plusieurs études (Christie & Gentner, 2010; Lawson, 2017; Oakes & Ribar, 2005; Son et al., 2011; Vlach et al., 2012) ont étudié l'effet de l'organisation temporelle de présentation des items d'apprentissage. Leurs résultats montrent dans la plupart des cas un plus grand nombre de généralisations conceptuelles avec une présentation simultanée plutôt qu'avec une présentation séquentielle. Ainsi, c'est la comparaison directe des stimuli d'apprentissage présentés simultanément qui permet de diriger l'attention vers des similitudes et pas uniquement la présentation de plusieurs stimuli d'apprentissage. Vlach et al. (2012) suggèrent que des présentations simultanées allègent les contraintes mnésiques

et donc cognitives des participants, ce qui facilite la généralisation. A l'inverse, les présentations séquentielles nécessitent de récupérer en mémoire les dimensions encodées des stimuli présentés précédemment, altérant ainsi les performances de généralisation. En effet, cette récupération privilégie les dimensions d'encodage saillantes qui ne sont pas nécessairement les dimensions pertinentes ciblées par l'apprentissage, l'alignement des stimuli lors de la comparaison permettant au contraire l'émergence de ces dimensions peu saillantes.

La plupart des auteurs décrivent le paradigme de comparaison sous la forme d'une étape d'apprentissage, suivie par une étape de généralisation. Cependant, on peut se demander si l'apprentissage et la généralisation ne sont pas davantage liés puisque les enfants pourraient modifier leur conceptualisation durant la généralisation. Stansbury et al. (2020) ont manipulé le format de présentation des items de transfert, séquentielle ou simultanée, et montrent que la présentation simultanée donne des performances supérieures à la présentation séquentielle chez des enfants de quatre ans. Les choix opérés par les enfants semblent suggérer qu'ils comparent les items de généralisation aux items d'apprentissage et que ces comparaisons ultérieures conduisent à modifier leur représentation durant la généralisation. Cette interprétation dynamique de la généralisation est compatible avec les résultats de Stansbury et al. (2019) qui, via l'analyse des mouvements oculaires, révèlent la présence de comparaisons entre items d'apprentissage et items de généralisation.

Ces résultats conduisent à des hypothèses sur le décours de la construction de la représentation mentale du concept cible. Soit, la représentation est extraite de la comparaison des seuls items d'apprentissage et est le seul support de la généralisation ultérieure : les participants généralisent à un objet qui a les mêmes caractéristiques que celles extraites à partir des items d'apprentissage. Soit, les sujets élaborent leur représentation avec les informations extraites de l'apprentissage mais aussi celles issues des comparaisons avec les items de généralisation. Ils construisent leur représentation progressivement, après avoir étudié l'ensemble des éléments de la tâche et de façon à créer une représentation qui intègre les items d'apprentissage et les informations venues des options proposées. Cette dernière hypothèse semble compatible avec les résultats précédents et présente une vision de la construction dynamique de la représentation qui s'adapterait aux items de généralisation.

L'effet du nombre d'items à comparer

Dès l'instant où plusieurs stimuli sont impliqués dans une comparaison, leur nombre peut influencer la manière dont ils seront traités et intégrés dans la généralisation ultérieure. Augier et Thibaut (2013) ont fait varier le nombre d'items à comparer (items d'apprentissages) présentés à des enfants de quatre et six ans. Les expérimentateurs ont confronté des situations de comparaison à deux ou quatre items d'apprentissages. Alors que les enfants de quatre ans généralisent le nouveau mot de la même façon avec deux ou quatre items d'apprentissage, ceux de six ans ont obtenus de meilleures performances de généralisation avec quatre items d'apprentissage. En effet, rajouter des stimuli d'apprentissage augmente certes le nombre d'informations convergentes, mais aussi le coût cognitif de la situation (Andrews & Halford, 2002; Augier & Thibaut, 2013; Frye et al., 1998), notamment par le nombre de comparaisons à effectuer et à intégrer. Ce résultat a été répliqué par Thibaut et Witt (2015) dans le cas de noms de relation. Le fait que le nombre d'items à comparer interagisse avec l'âge suggère que le développement cognitif affecte les performances de comparaison.

SYNTHESE ET CONCLUSION

Dans cette revue de questions, nous avons montré que les situations de comparaison par rapport aux situations de non-comparaison facilitent l'apprentissage des trois classes lexicales considérées, les noms, les verbes et les adjectifs. La contribution des deux types de comparaison analysés, intra-catégorie et inter-catégorie, varie selon le type de mot à apprendre. Si les situations de comparaison intra-catégorielle sont efficaces pour les trois classes de mots, les situations de comparaison inter-catégorie ont surtout montré des effets positifs pour l'apprentissage de nouveaux adjectifs et de nouveaux verbes alors qu'ils se sont révélés plus limités pour l'apprentissage de noms, du moins dans les situations d'apprentissage considérées ici.

Les résultats montrent également que l'efficacité de la comparaison dépend de la similarité sémantique des stimuli d'apprentissage : des entités d'apprentissage peu semblables sémantiquement rendent plus difficile la détection des dimensions pertinentes à certains âges mais contribuent aussi à une généralisation plus large. Enfin, les analyses des mouvements oculaires indiquent qu'une comparaison efficace consiste d'abord à rechercher les traits conceptuels qui unifient les items d'apprentissage avant de les comparer à chaque option proposée pour la généralisation. En effet, les erreurs se

caractérisent notamment par une exploration moins systématique des items d'apprentissage mais aussi des items test. Les interactions entre l'âge et les paramètres de la tâche montrent que la complexité optimale de la comparaison dépend aussi des caractéristiques cognitives des enfants : les gains de la comparaison peuvent diminuer ou disparaître lorsque la complexité sémantique et procédurale de la tâche outrepassé les caractéristiques cognitives des enfants d'un âge donné (Augier & Thibaut, 2013; Thibaut & Witt, 2015).

L'étude des paramètres influençant la comparaison-généralisation des stimuli dans l'apprentissage de nouveaux mots permet de traduire ces tâches en mécanismes cognitifs et en stratégies de résolution. Les interactions observées entre l'âge et les paramètres de la tâche peuvent signifier l'implication des fonctions exécutives. En effet, la comparaison dans les tâches d'apprentissage lexical nécessite une recherche des propriétés profondes (par opposition à superficielles) visant à extraire les informations pertinentes pour la généralisation comme l'indique les différences entre les profils de mouvements oculaires pour les bonnes et des mauvaises réponses. Augmenter la distance sémantique entre les items d'apprentissage semble favoriser la généralisation conceptuelle. Une distance plus importante permettrait de construire un espace sémantique plus large là où des items d'apprentissage sémantiquement proches limiteraient cet espace. En revanche, l'augmentation de la distance peut rendre l'appréhension des traits pertinents plus complexe notamment pour les enfants plus jeunes. Il y a donc un optimum de variabilité sémantique à l'apprentissage pour chaque groupe d'âge qui dépend du nombre d'items comparés, du nombre de comparaisons nécessaires à la saisie des traits pertinents, à leur saillance. Cet optimum, selon nous, se définit largement en termes des compétences exécutives des enfants ciblés par la tâche.

Limites

Bien que certaines études sur l'apprentissage d'un nouveau nom aient été réalisées avec du matériel non-familier, la plupart des recherches ont été faites avec des items familiers des enfants. Dans ces études, on étudie comment les enfants privilégient des dimensions conceptuelles pertinentes plutôt que des dimensions perceptives non pertinentes pour la généralisation. Nous savons que ce n'est pas un problème de connaissances puisque les études contrôles indiquent que les enfants sont capables d'utiliser des dimensions peu saillantes comme support de généralisation lorsqu'elles ne sont pas en compétition avec des

dimensions perceptives saillantes. Avec cette perspective, les situations de comparaison permettent à l'enfant d'utiliser de façon optimale ses connaissances préalables plutôt qu'élaborer de nouvelles dimensions. Les approches utilisant du matériel non familier, c'est-à-dire d'éléments pour lesquels les enfants n'ont aucune connaissance à priori, interrogent plutôt la façon dont ils construisent de nouvelles dimensions conceptuelles. Les deux types d'études, celles utilisant des stimuli familiers et celles reposant sur des stimuli non familiers, étudient donc deux axes de la généralisation. Cependant, ces dernières restent trop peu nombreuses, limitées à des dimensions perceptives simples et, souvent, à des catégories de niveau de base. Elles n'ont pas encore été utilisées pour étudier les effets de la comparaison dans l'apprentissage d'adjectifs ou de verbe.

Les analyses portant sur la contribution respective des comparaisons intra-catégorie et inter-catégories (ou contraste) proposées par Hammer et al. (2008, 2009) ont été illustrées par des situations expérimentales d'apprentissage très contrôlées et, souvent, avec des stimuli artificiels créés à partir d'un nombre limité de dimensions (ex : la forme, la couleur et la texture). Lorsque l'on présente un objet de contraste qui montre la non-pertinence d'un ou plusieurs critères (la forme et la couleur), cette information permet de déduire la valeur diagnostique de l'autre dimension (la texture) car l'espace des dimensions est limité. Cette opération devient impossible dans le réel où les stimuli peuvent être décrits en termes d'un nombre infini de dimensions (Murphy & Medin, 1985, pour une discussion). L'analyse du contraste reste à faire dans des situations hautement multidimensionnelles ou en manipulant le nombre de dimensions des stimuli. Enfin, si les études ont porté sur les noms d'objet et de relation, sur les verbes et des adjectifs nommant des propriétés perceptives d'objets, à notre connaissance, il n'y a pas d'étude systématique de mots appartenant à d'autres classes grammaticales.

Perspectives

Plusieurs axes de perspectives peuvent être envisagés dans le cadre de la comparaison. Premièrement, l'implication des fonctions exécutives n'a été testée, à ce jour, que par la manipulation des poids exécutifs des tâches. Une approche psychométrique classique, complémentaire, pourrait être envisagée. La manipulation des fonctions exécutives est également une option. Une possibilité serait de bloquer la mise à jour (updating) afin d'étudier son rôle, en augmentant les contraintes sur la mémoire de travail en utilisant une

double tâche, tel que cela est classiquement réalisé pour aborder cette question (Baddeley, 2007).

Deuxièmement, nous avons évoqué à plusieurs reprises l'asymétrie entre les conditions intra-catégorie et inter-catégorie dans le cas des noms. A l'heure actuelle, aucune étude n'a comparé directement les effets de ces deux conditions pour l'apprentissage des verbes ou des adjectifs. Si les deux types de comparaison sont efficaces pour ces deux classes de mots, on ne peut pas conclure quant à la supériorité de l'une sur l'autre. Nous pourrions donc imaginer une étude qui répondrait à cette question et qui confirmerait, ou non, que les deux types de comparaison sont aussi efficaces pour les verbes et les adjectifs.

Troisièmement, les études sur l'apprentissage des verbes reposent sur une présentation dynamique des stimuli car les différentes étapes des événements d'entraînement ne peuvent être présentées autrement que simultanément. Pour les noms, la présentation séquentielle des items d'apprentissage produit des résultats moins convaincants qu'une présentation simultanée. En revanche, dans le cas des noms relationnels, on pourrait comparer une présentation dynamique de la relation à une comparaison statique afin d'évaluer les mérites de chacune.

Enfin, de manière générale, les recherches sur l'apprentissage du langage par la comparaison pourraient bénéficier des recherches équivalentes en dehors de ce domaine, que ce soit dans la littérature sur les apprentissages scolaires ou des apprentissages d'une expertise. De nombreux facteurs ont été étudiés comme le montre la méta-analyse d'Alfieri et al. (2013). Cette analyse suggère l'influence de facteurs contextuels, comme le délai ou l'existence d'une explication du contenu. Certains de ces facteurs pourraient faire l'objet d'une application dans le domaine langagier.

RÉFÉRENCES

- Alfieri, L., Nokes-Malach, T. J., & Schunn, C. D. (2013). Learning Through Case Comparisons : A Meta-Analytic Review. *Educational Psychologist*, 48(2), 87-113. <https://doi.org/10.1080/00461520.2013.775712>
- Andrews, G., & Halford, G. S. (2002). A cognitive complexity metric applied to cognitive development. *Cognitive Psychology*, 67.
- Ankowski, A. A., Vlach, H. A., & Sandhofer, C. M. (2013). Comparison Versus Contrast : Task Specifics Affect Category Acquisition. *Infant and Child Development*, 22(1), 1-23. <https://doi.org/10.1002/icd.1764>
- Augier, L., & Thibaut, J.-P. (2013). The benefits and costs of comparisons in a novel object categorization task : Interactions with development. *Psychonomic Bulletin & Review*, 20(6), 1126-1132. <https://doi.org/10.3758/s13423-013-0436-x>
- Baddeley, A. (2007). *Working Memory, Thought, and Action*. OUP Oxford.
- Bassano, D. (2000a). La constitution du lexique : Le développement lexical précoce. *L'acquisition du langage*, 1, 137-168.
- Bassano, D. (2000b). Early development of nouns and verbs in French : Exploring the interface between lexicon and grammar. *Journal of Child Language*, 27(3), 521-559. <https://doi.org/10.1017/S0305000900004396>
- Berman, R. A. (1988). Word class distinctions in developing grammars. *Categories and processes in language acquisition*, 45-72.
- Booth, A. E., & Waxman, S. R. (2003). Mapping Words to the World in Infancy : Infants' Expectations for Count Nouns and Adjectives. *Journal of Cognition and Development*, 4(3), 357-381. https://doi.org/10.1207/S15327647JCD0403_06
- Booth, A. E., & Waxman, S. R. (2009). A Horse of a Different Color : Specifying With Precision Infants' Mappings of Novel Nouns and Adjectives. *Child Development*, 80(1), 15-22. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2008.01242.x>
- Bornstein, M. H., Cote, L. R., Maital, S., Painter, K., Park, S.-Y., Pascual, L., Pêcheux, M.-G., Ruel, J., Venuti, P., & Vyt, A. (2004). Cross-Linguistic Analysis of Vocabulary in Young Children : Spanish, Dutch, French, Hebrew, Italian, Korean, and American English. *Child Development*, 75(4), 1115-1139. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2004.00729.x>
- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. MIT press.

- Childers, J. B. (2008). *The Structural Alignment and Comparison of Events in Verb Acquisition*. 681-686.
- Childers, J. B. (2011). Attention to multiple events helps two-and-a-half-year-olds extend new verbs. *First Language*, 31(1), 3-22. <https://doi.org/10.1177/0142723710361825>
- Childers, J. B., Hirshkowitz, A., & Benavides, K. (2014). Attention to Explicit and Implicit Contrast in Verb Learning. *Journal of Cognition and Development*, 15(2), 213-237. <https://doi.org/10.1080/15248372.2013.768245>
- Childers, J. B., Paik, J. H., Flores, M., Lai, G., & Dolan, M. (2017). Does Variability Across Events Affect Verb Learning in English, Mandarin, and Korean? *Cognitive Science*, 41(S4), 808-830. <https://doi.org/10.1111/cogs.12398>
- Childers, J. B., Porter, B., Dolan, M., Whitehead, C. B., & McIntyre, K. P. (2020). Does children's visual attention to specific objects affect their verb learning? *First Language*, 40(1), 21-40. <https://doi.org/10.1177/0142723719875575>
- Childers, J. B., & Tomasello, M. (2006). Are Nouns Easier to Learn Than Verbs? Three Experimental Studies. In K. Hirsh-Pasek & R. M. Golinkoff, *Action meets word : How children learn verbs* (p. 311). Oxford University Press.
- Christie, S., & Gentner, D. (2010). Where Hypotheses Come From : Learning New Relations by Structural Alignment. *Journal of Cognition and Development*, 11(3), 356-373. <https://doi.org/10.1080/15248371003700015>
- Clark, E. V. (1995). *The lexicon in acquisition* (Vol. 65). Cambridge University Press.
- Clark, E. V. (2009). *First Language Acquisition*. Cambridge University Press.
- Frye, D., David Zelazo, P., & Burack, J. A. (1998). Cognitive Complexity and Control : I. Theory of Mind in Typical and Atypical Development. *Current Directions in Psychological Science*, 7(4), 116-121. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.ep10774754>
- Gentner, D. (1983). Structure-mapping : A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7(2), 155-170. [https://doi.org/10.1016/S0364-0213\(83\)80009-3](https://doi.org/10.1016/S0364-0213(83)80009-3)
- Gentner, D., Anggoro, F. K., & Klibanoff, R. S. (2011). Structure Mapping and Relational Language Support Children's Learning of Relational Categories. *Child Development*, 82(4), 1173-1188. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2011.01599.x>

- Gentner, D., & Colhoun, J. (2010). Analogical Processes in Human Thinking and Learning. In B. Glatzeder, V. Goel, & A. Müller (Éds.), *Towards a Theory of Thinking* (p. 35-48). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-03129-8_3
- Gentner, D., & Medina, J. (1998). Similarity and the development of rules. *Cognition*, *65*(2), 263-297. [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(98\)00002-X](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(98)00002-X)
- Gentner, D., & Namy, L. L. (1999). Comparison in the Development of Categories. *Cognitive Development*, *14*(4), 487-513. [https://doi.org/10.1016/S0885-2014\(99\)00016-7](https://doi.org/10.1016/S0885-2014(99)00016-7)
- Gentner, D., & Namy, L. L. (2006). Analogical Processes in Language Learning. *Current Directions in Psychological Science*, *15*(6), 297-301. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2006.00456.x>
- Gentner, D., & Toupin, C. (1986). Systematicity and surface similarity in the development of analogy. *Cognitive Science*, *10*(3), 277-300. [https://doi.org/10.1016/S0364-0213\(86\)80019-2](https://doi.org/10.1016/S0364-0213(86)80019-2)
- Golinkoff, R. M., & Hirsh-Pasek, K. (2008). How toddlers begin to learn verbs. *Trends in Cognitive Sciences*, *12*(10), 397-403. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.07.003>
- Graham, S. A., Namy, L. L., Gentner, D., & Meagher, K. (2010). The role of comparison in preschoolers' novel object categorization. *Journal of Experimental Child Psychology*, *107*(3), 280-290. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.04.017>
- Hammer, R., Bar-Hillel, A., Hertz, T., Weinshall, D., & Hochstein, S. (2008). Comparison processes in category learning: From theory to behavior. *Brain Research*, *1225*, 102-118. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2008.04.079>
- Hammer, R., Diesendruck, G., Weinshall, D., & Hochstein, S. (2009). The development of category learning strategies : What makes the difference? *Cognition*, *112*(1), 105-119. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2009.03.012>
- Hammer, R., Hertz, T., Hochstein, S., & Weinshall, D. (2009). Category learning from equivalence constraints. *Cognitive Processing*, *10*(3), 211-232. <https://doi.org/10.1007/s10339-008-0243-x>
- Haryu, E., Imai, M., & Okada, H. (2011). Object Similarity Bootstraps Young Children to Action-Based Verb Extension. *Child Development*, *82*(2), 674-686. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01567.x>
- Hoff, E. (2013). *Language Development*. Cengage Learning.

- Imai, M., Gentner, D., & Uchida, N. (1994). Children's theories of word meaning : The role of shape similarity in early acquisition. *Cognitive Development*, 9(1), 45-75. [https://doi.org/10.1016/0885-2014\(94\)90019-1](https://doi.org/10.1016/0885-2014(94)90019-1)
- Klibanoff, R. S., & Waxman, S. R. (2000). Basic Level Object Categories Support the Acquisition of Novel Adjectives : Evidence from Preschool-Aged Children. *Child Development*, 71(3), 649-659. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00173>
- Kotovsky, L., & Gentner, D. (1996). Comparison and Categorization in the Development of Relational Similarity. *Child Development*, 67(6), 2797-2822. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.1996.tb01889.x>
- Landau, B., Smith, L. B., & Jones, S. (1992). Syntactic context and the shape bias in children's and adults' lexical learning. *Journal of Memory and Language*, 31(6), 807-825. [https://doi.org/10.1016/0749-596X\(92\)90040-5](https://doi.org/10.1016/0749-596X(92)90040-5)
- Landau, B., Smith, L. B., & Jones, S. S. (1988). The importance of shape in early lexical learning. *Cognitive development*, 3(3), 299-321.
- Lawson, C. A. (2017). The Influence of Task Dynamics on Inductive Generalizations : How Sequential and Simultaneous Presentation of Evidence Impacts the Strength and Scope of Property Projections. *Journal of Cognition and Development*, 18(4), 493-513. <https://doi.org/10.1080/15248372.2017.1339707>
- Maguire, M. J., Hirsh-Pasek, K., Golinkoff, R. M., & Brandone, A. C. (2008). Focusing on the relation : Fewer exemplars facilitate children's initial verb learning and extension. *Developmental Science*, 11(4), 628-634. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00707.x>
- Murphy, G. L. (2002). *The big book of concepts*. MIT Press.
- Murphy, G. L., & Medin, D. L. (1985). *The role of theories in conceptual coherence*. 92(3), 289-316. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.92.3.289>
- Namy, L. L., & Clepper, L. E. (2010). The differing roles of comparison and contrast in children's categorization. *Journal of Experimental Child Psychology*, 107(3), 291-305. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.05.013>
- Namy, L. L., & Gentner, D. (2002). Making a silk purse out of two sow's ears : Young children's use of comparison in category learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 131(1), 5.

- Namy, L. L., Gentner, D., & Clepper, L. E. (2007). How close is to close? Alignment and perceptual similarity in children's categorization. *Cognition, Brain and Behavior*, *11*, 647-659.
- Oakes, L. M., & Ribar, R. J. (2005). A Comparison of Infants' Categorization in Paired and Successive Presentation Familiarization Tasks. *Infancy*, *7*(1), 85-98. https://doi.org/10.1207/s15327078in0701_7
- Poulin-Dubois, D., Frank, I., Graham, S. A., & Elkin, A. (1999). The role of shape similarity in toddlers' lexical extensions. *British Journal of Developmental Psychology*, *17*(1), 21-36. <https://doi.org/10.1348/026151099165131>
- Quine, W. V. O. (1960). *Word and Object* (M.I.T Press). M.I.T.
- Richland, L. E., Morrison, R. G., & Holyoak, K. J. (2006). Children's development of analogical reasoning : Insights from scene analogy problems. *Journal of Experimental Child Psychology*, *94*(3), 249-273. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2006.02.002>
- Rosch, E., & Lloyd, B. B. (1978). *Cognition and categorization*.
- Scott, R. M., & Fisher, C. (2012). 2.5-Year-olds use cross-situational consistency to learn verbs under referential uncertainty. *Cognition*, *122*(2), 163-180. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2011.10.010>
- Snape, S., & Krott, A. (2018). The benefit of simultaneously encountered exemplars and of exemplar variability to verb learning. *Journal of Child Language*, *45*(6), 1412-1422. <https://doi.org/10.1017/S0305000918000119>
- Son, J. Y., Smith, L. B., & Goldstone, R. L. (2011). Connecting instances to promote children's relational reasoning. *Journal of Experimental Child Psychology*, *108*(2), 260-277. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.08.011>
- Stansbury, E., Witt, A., & Thibaut, J.-P. (2019). Children's Generalization of Novel Object Names in Comparison Contexts : An eye tracking analysis. *Proceedings of the 41th Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 2871-2877.
- Stansbury, E., Witt, A., & Thibaut, J.-P. (2020). Generalization of novel object names in comparison contexts in a yes-no paradigm by young children. When the rate of stimulus presentation matters. *Proceedings of the 42th Annual Meeting of the Cognitive Science Society (Eds.)*, 2288-2294.
- Stolt, S., Haataja, L., Lapinleimu, H., & Lehtonen, L. (2008). Early lexical development of Finnish children: A longitudinal study. *First Language*, *28*(3), 259-279. <https://doi.org/10.1177/0142723708091051>

- Tardif, T., Shatz, M., & Naigles, L. (1997). Caregiver speech and children's use of nouns versus verbs : A comparison of English, Italian, and Mandarin. *Journal of Child Language*, 24(3), 535-565. <https://doi.org/10.1017/S030500099700319X>
- Thibaut, J.-P., French, R., & Vezneva, M. (2010). The development of analogy making in children : Cognitive load and executive functions. *Journal of Experimental Child Psychology*, 106(1), 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.01.001>
- Thibaut, J.-P., Stansbury, E., & Witt, A. (2018). Generalization of novel names for relations in comparison settings : The role of conceptual distance during learning and at test. *Livre/Conférence Proceedings of the 40th Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 1114-1119.
- Thibaut, J.-P., & Witt, A. (2015). Young children's learning of relational categories : Multiple comparisons and their cognitive constraints. *Frontiers in Psychology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00643>
- Thibaut, J.-P., & Witt, A. (2017). Generalizing novel names in comparison settings : Role of conceptual distance during learning and at test. *CogSci 2017 : 39th Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 3314-3319. <https://hal-univ-bourgogne.archives-ouvertes.fr/hal-01573610>
- Vlach, H. A., Ankowski, A. A., & Sandhofer, C. M. (2012). At the same time or apart in time? The role of presentation timing and retrieval dynamics in generalization. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 38(1), 246.
- Waxman, S. R., & Booth, A. E. (2001). Seeing Pink Elephants : Fourteen-Month-Olds' Interpretations of Novel Nouns and Adjectives. *Cognitive Psychology*, 43(3), 217-242. <https://doi.org/10.1006/cogp.2001.0764>
- Waxman, S. R., & Klibanoff, R. S. (2000). The role of comparison in the extension of novel adjectives. *Developmental Psychology*, 36(5), 571-581. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.36.5.571>
- Waxman, S. R., Lidz, J. L., Braun, I. E., & Lavin, T. (2009). Twenty four-month-old infants' interpretations of novel verbs and nouns in dynamic scenes. *Cognitive Psychology*, 59(1), 67-95. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2009.02.001>

**CHAPITRE 3 – QUEL TYPE DE COMPARAISON ET QUELLE
DISTINCTIVITÉ POUR GÉNÉRALISER EFFICACEMENT UN
NOUVEAU MOT**

PRÉAMBULE

Le troisième chapitre est basé sur un article empirique qui sera soumis prochainement pour publication. Nous nous basons sur les conclusions des chapitres précédents qui montrent que les deux types de comparaison n'entraînent pas les mêmes processus d'inclusion et d'exclusion des dimensions selon leur statut, similaire ou différent. Dans ces études nous étudions comment la distinctivité, qui correspond aux différences physiques qui permettent d'identifier certaines dimensions comme similaires ou différentes, va impacter le processus de comparaison. Nous faisons l'hypothèse que la distinctivité va modifier le statut des dimensions et influencer différemment chaque type de comparaison. Pour cela nous testons les effets d'une situation de comparaison intra-catégorie, d'une situation de comparaison inter-catégorie, d'une situation sans comparaison et d'une situation qui combine des comparaisons intra et inter-catégories dans deux conditions de distinctivité : faible ou élevée. Nos résultats montrent à la fois un effet du développement et de la distinctivité sur les performances de généralisation en situation de comparaison. Les enfants les plus jeunes bénéficient moins de la comparaison que les enfants les plus âgés et celle-ci est plus efficace lorsque les objets utilisés sont très différents les uns des autres que lorsqu'ils se ressemblent.

Dans une deuxième étude nous étudions de façon plus spécifique les effets de la distinctivité en la manipulant de façon distincte entre les dimensions qui composent les objets. Ainsi, les objets que nous avons utilisés avaient soit des formes et des textures distinctives, soit des formes ressemblantes et des textures distinctives, soit des formes distinctives et des textures ressemblantes, soit des formes et des textures distinctives. Nos résultats montrent que les situations de généralisation sont plus efficaces lorsque la dimension conceptuellement pertinente, i.e. la texture, est distinctive, quelle que soit la distinctivité de la dimension non pertinente. Cela signifie que la comparaison est plus efficace lorsque les objets utilisés avaient des textures très différentes les unes des autres, peu importe la distinctivité de la forme. On peut donc penser que lorsque les enfants comparent deux objets, une fois qu'ils ont compris que la forme n'était pas pertinente, la majeure difficulté réside dans le fait de trouver une autre dimension potentiellement pertinente pour généraliser le nouveau mot.

RÉSUMÉ

Dans deux expériences nous étudions le rôle de la distinctivité dans la comparaison pour la généralisation de nouveaux noms avec des objets non familiers. Dans la première expérience nous étudions les interactions entre le type de comparaison et la distinctivité des stimuli. Dans la première expérience nous opposons des situations de comparaison et de non comparaison, et manipulons le type de comparaison, intra-catégorie et inter-catégorie, chez des enfants de 3 à 4 ans et des enfants de 5 à 6 ans. Dans les cas où les stimuli étaient distinctifs, les deux groupes d'enfants ont bénéficié des situations de comparaison intra-catégorie par rapport aux situations de non comparaison et de comparaison inter-catégories. Dans le cas où les stimuli étaient peu distinctifs, seuls les enfants les plus âgés ont bénéficié des comparaisons intra-catégorie. La seconde expérience considère la distinctivité de chacune des dimensions isolément, la forme et la texture. Nos résultats montrent qu'en situation de comparaison la distinctivité de la dimension non saillante mais pertinente, ici la texture, affecte davantage les performances de généralisation que la distinctivité de la dimension saillante mais non pertinente.

Mots clés : Généralisation; Comparaison; Distinctivité; Développement conceptuel.

INTRODUCTION

Children progressively build categories that enable them to make sense of our multi-dimensional world. When they learn words associated with these categories, they must find out information that characterizes category members and distinguish them from entities from other categories (e.g., see Murphy, 2002 for review) (and distinguish the category from other categories). For example, the animals adults call “dogs” are characterized by a set of structural (e.g., four legs, presence of tails, head, etc.), textural, and auditory properties, by colors, and by their behavior. One difficulty lies in the variability of most of these dimensions across dogs. Usually, no dimension in itself is diagnostic, color, shape, texture, or other properties, even though the distance/width of variation is limited (e.g., for dogs, color may vary from white to black with shades of gray and brown but there are no blue or green dogs).

How children make sense of these objects’ dimensions and interpret novel word meanings is a crucial question. A large body of experiments suggests that salient perceptual features play a central role in children’s early categorization and word naming (e.g., Imai et al., 1994; Jones & Smith, 1993, 2002; Sloutsky, 2010). In this respect, it has been shown that when young children learn new names they are biased by objects shape and they extend the novel name to stimuli with the same shape as the learning stimuli rather than stimuli with the same texture, size, or color (e.g., Imai et al., 1994; Kucker et al., 2019; Landau et al., 1988; Smith et al., 1996). This is because they have learned that in many cases, shape is a more relevant feature for naming object than texture, color or size (Landau et al., 1988; Smith et al., 2002).

However, in many cases, salient similarities, including shape, might not be conceptually relevant and categorization of novel noun extension is driven by nonobvious properties. The presence of low saliency but relevant properties in novel name extension motivates understanding how these non-salient but conceptually relevant properties are best perceived (over salient but irrelevant ones) (e.g., see (Gelman, 2003; Imai et al., 1994; Sloutsky, 2010). The present studies assess the role of comparisons in building conceptually based representations for novel nouns. Indeed, an increasing number of studies demonstrate that providing children with an opportunity to compare several instances – at least two – of the same category favor conceptually based learning and novel word generalization over irrelevant perceptual similarities (Childers & Paik, 2009; Gentner & Namy, 1999; Klibanoff

& Waxman, 2000a). The key to this proposal is that item comparison increases the saliency of conceptual commonalities that children might otherwise ignore.

The role of comparison in novel name learning

In comparison situations, two or more learning items are introduced simultaneously together with their name. In their seminal study, Gentner and Namy (1999) used pictures of objects from familiar categories and tested 4-year-olds in a novel-name extension task. In a no-comparison case, for example, an apple was introduced as a *blicket* and children extended the new label (“show me which one is also a *blicket*”) to a perceptually similar object (e.g., a balloon) rather than to a taxonomically related but perceptually dissimilar object (e.g., a banana). Importantly, this pattern was reversed for children in the comparison condition (e.g., an apple and a pear, both labeled as *blickets*) with a majority of children selecting the taxonomically related option.

In language learning, the benefits of comparison on novel word learning have been shown in several conceptual domains such as object names (e.g. (Augier & Thibaut, 2013; Graham et al., 2010; Namy & Gentner, 2002), names for parts (Gentner et al., 2007), adjectives (Klibanoff & Waxman, 2000; Waxman & Klibanoff, 2000), action verbs (Childers, 2020; Childers & Paik, 2009; Haryu et al., 2011), relational nouns (e.g. Gentner et al., 2011; Thibaut & Witt, 2015) or labels for spatial relations (Christie & Gentner, 2010).

How do comparisons facilitate conceptualization? It has been argued that comparisons, in contrast with no comparison formats, help to discover less salient perceptual properties or hidden deep conceptual properties such as relations or non-salient perceptual properties (e.g., Gentner, 1983; Gentner & Namy, 1999; Goldstone et al., 2010; Thibaut, 1991). When two items are compared, their dimensions are placed in correspondence to see if they are similar or different (see (Hammer et al., 2008, 2009, for discussion). In the context of the structural alignment theory (Gentner, 1983; Markman & Gentner, 1993) posit that comparisons result in the alignment of the compared stimuli with the noun acting as an invitation to compare the associated stimuli. Perceptual surface similarities are first aligned. Further comparisons would lead to a progressive emergence of deeper, less superficial, similarities until a maximal consistent match between stimuli is reached. Thus, surface similarities are the impulse on which children build deeper, less obvious, similarities.

However, understanding which factors make comparisons so effective is an open empirical question. For example, dimensions' saliency influences whether or not they will be noticed and how they will be interpreted (Mathy et al., 2013). Also, the stimulus' characteristics, for example, the ease or difficulty in analyzing its conceptual dimensions, determine children's success in aligning two stimuli along a conceptually relevant dimension. Our two experiments raise this key question. The status of the stimuli involved in comparison might also modulate the role similarities play in comparison. Similarities can be found in comparisons between stimuli belonging to the same category (i.e., within-category comparisons) or to contrast categories (i.e., between-category comparisons of stimuli that do not share the same name). The role of within and between-category comparisons will be studied in the first experiment.

The role of stimulus distinctiveness in comparison designs

Previous novel name learning studies have shown that comparison and no-comparison conditions differ significantly in their effectiveness. This difference is not all or none with no-comparison conditions eliciting 100% (or close to) of perceptually based answers and comparison conditions eliciting 100% (or close) of conceptually based choices. Rather, in several studies, the comparison and no-comparison conditions significantly differ one from another by a 15% to 30% difference in conceptually based choices. For example, Gentner and Namy's (Exp 2, 1999) paper showed that four-year-old children were mostly at the chance (46% of conceptually based choices) in the no-comparison case and gave mostly correct answers (on average 62%) in the comparison case (the variability between stimuli in the comparison case was large i.e. between 35% to 75% of conceptually-based, correct, choices). The experiments were based on familiar objects (e.g., cycles, skates, glasses), and the novel names had to be generalized to a taxonomically related item in competition with a perceptually similar object (see above). The observed results might have resulted from knowledge of the existing taxonomic relation, from the saliency of perceptual similarity, or both. In other studies, comparison situations differ in the amount of information to be integrated, which might differentially affect cognitive costs. For example, Thibaut and Witt (2015) showed that with three-year-old children, learning situations with three training items led to better results than with two or even four items (see also Augier & Thibaut, 2013).

Cognitive costs involved in comparisons might also be related to the structure of the stimuli themselves. As mentioned above, there is a bias towards shape in novel name generalization. However, shape itself and the conceptually relevant properties might be more or less easy to analyze and contribute differently to the stimuli distinctiveness (Shepp et al., 1987; Smith, 1989). Distinctiveness refers to differences between stimuli (Hammer & Diesendruck, 2005). According to Hammer and Diesendruck (2005) “The physical differences between stimuli, that is, their distinctiveness, affect people’s (...) ability to discriminate between stimuli or to perceive them as similar” (p. 138). Distinctiveness might affect novel noun generalization, as argued by Tek et al. (2012): when dimension distinctiveness among objects is low, the demand on memory and attention is increased and young children, therefore, have greater difficulty extending a label. More precisely, they showed that with objects with highly distinct dimensions, two-year-olds selected the shape match more often than with objects with low distinct dimensions. According to Cimpian and Markman (2005), shapes used in most studies are very simple and very distinctive. This could have made the dimension of shape more salient and may have led children to believe they were being taught shape terms. They showed that with more complex, less distinctive shapes the rate of shape-based answers decreased in favor of taxonomic responses. Previous studies have also shown that young children perceive less distinctive stimuli as a holistically more similar one to the other and more difficult to parse into their dimensions (e.g., Shepp et al., 1987; Smith, 1989; Smith & Kemler, 1978). Overall, the latter results suggest that when dimensions’ distinctiveness is low, it might be more difficult to perceive objects as similar or different or to perceive in what terms they are similar or different. Such difficulties could influence the attentional weight a dimension receives (i.e., commonality or difference).

Sources of evidence: Commonalities and differences in the comparison process

When multiple learning items must be aligned, they either belong to the same category or different categories. Does the information conveyed by the common features play the same conceptual role in both cases? Hammer and colleagues (2008, 2009) argued that it is not the case.

When the two learning items are introduced as members of the same category (i.e., with the same novel name, “This one is a dax. This one is a dax TOO.”), a situation called within-category comparison, common features contribute to the target category. For

instance, introducing two unfamiliar red objects with the same noun, but which differ along their other characteristics such as their shape or texture directs attention towards their common characteristic, color. Moreover, properties that distinguish the two stimuli can be considered irrelevant in the word extension process. Formally, within-category comparisons (e.g., two items called “dax”) emphasize commonalities between the stimuli to be compared (e.g., all the daxes have the property i) and decrease the importance of properties that distinguish stimuli within a category (e.g., dax 1 has feature j, dax 2 not, thus feature j does not characterize the dax category).

When the two learning items are introduced as members of different categories (with different novel names, “This one is a *dax*. This one is NOT a *dax*.”), a situation called between-category comparison, the common feature(s) do not distinguish the two categories (e.g., the dax and the non-dax have property k”). As Hammer (2015) puts it, common features between categories X and Y are not very informative because they do not discriminate them and provide no clue to the features that distinguish them. In this case, features that contribute to differentiate the two examples can be relevant to define the target category since it helps to distinguish the two categories (e.g., dax has feature j, but not non-dax, thus feature j might be characteristic of the dax category).

Therefore, depending on the kind of comparison (within- or between- category), the information conveyed by similarities and differences differ and children must interpret them accurately. And finally, they must compare all the available stimuli and store in memory the output of the comparison (i.e., “dimension A is potentially relevant; dimension B is not”). In the case of novel names, most of the available evidence has been obtained in a within-category paradigm. Among the very few studies that have directly pitted within- and between-category comparisons, Namy and Clepper (2010) considered familiar items as in Gentner and Namy (1999). In the between-category (called contrast) conditions, the authors designated the contrast category items as “not a dax”. They found no effect of contrast in a no-comparison condition (e.g., a bicycle introduced as a *dax* and a stimulus from another category, e.g., barbells as *not a dax*). In the comparison condition, although contrast boosted taxonomically based answers, the benefits were limited. Augier and Thibaut (2013) observed the reverse pattern with artificial stimuli defined around a non-salient target dimension (texture) and a salient irrelevant dimension (shape): they observed a slightly detrimental effect of the contrast in the comparison condition when this condition

was contrasted with the within-category comparison condition. Thus, the evidence is that contrast can play both small positive and negative effects in novel name learning. Here, we will focus on interactions between types of comparison (within or between) and distinctiveness.

The Present Study

Though previous studies revealed significantly better performance in comparison than in no-comparison conditions, they also witnessed variability between studies in overall performance and variability between stimuli within each study. Here we focus on one source of variability, features' distinctiveness, and investigate whether variations influence performance in comparison and no-comparison designs. We hypothesize that it will be more difficult to analyze low distinctive objects. If so, the additional difficulty should impact the alignment process feature discovery and creation (Schyns et al., 1998). To the best of our knowledge, no study has manipulated distinctiveness in this way in a novel object name task with comparison.

In two experiments, we used unfamiliar stimuli varying in their shape and texture (as in Augier & Thibaut, 2013) and capitalized on the a priori saliency of shape for novel names generalizations (see (Kucker et al., 2019, for discussion). In contrast, the texture was considered as a conceptually relevant but less salient dimension.

In the first experiment, we contrasted comparison and no-comparison conditions with two levels of distinctiveness. We also focused on the status of the compared stimulus (within or between category) because, as suggested above, within and between categories alignments do not allow for the same conclusions. In the second experiment, we only kept one comparison condition, but we separated more systematically the contribution of the irrelevant and the relevant dimensions, shape, and texture.

EXPERIMENT 1

In the first experiment, we manipulated stimulus distinctiveness (high vs. low). We also manipulated the status of the stimuli involved in the comparisons, within-category versus between-category comparisons versus no-comparison conditions. We compared two age groups, four-year-old and five-year-old, because most previous studies on comparison involved at least one of these two ages, and previous studies have revealed a difference between them (e.g., Graham et al., 2010; Namy & Clepper, 2010).

First, as predicted by former studies, comparison formats should elicit more texture-based generalizations than no-comparison formats.

Second, regarding distinctiveness, two opposite predictions are possible. First, the prevailing view that shape drives children's generalizations (the *shape-saliency hypothesis*) predicts that items with higher distinctive shapes will give more shape-based generalizations. Reasons supporting this view differ slightly but confer that shape overrides other features either because shape interferes more with texture discovery (Tek et al., 2012), or because the shape is more difficult to inhibit (see Augier & Thibaut, 2013; Thibaut & Witt, 2015). This prevalence of shape in the high-distinctiveness should be found in both comparison and no-comparison conditions. However, the opposite hypothesis can be raised, as the *distinctiveness-cost hypothesis*. Indeed, in the low-distinctiveness case similarities and differences might be harder to notice because they are perceived in a more holistic way (Deng & Sloutsky, 2015; Smith & Kemler, 1978) or because of more diffuse attention across dimensions (Deng & Sloutsky, 2015). Thus, children might answer more randomly in the low distinctiveness than in the high distinctiveness comparison conditions because high distinctive dimensions should be aligned more easily (Gentner & Markman, 1994).

Third, based on Augier and Thibaut (2013), we predict that between-category comparison might be more misleading for younger children than for older children because, during the comparison-alignment process, within-category and between-category commonalities have opposite status, which might be difficult to handle for younger children.

Fourth, younger children should answer more randomly than older ones in the low distinctiveness case because of their difficulty to align low distinctiveness stimuli and more shape-based in the high distinctiveness case because of the high saliency of shape.

METHOD

Participants

Four hundred preschoolers participated in this study and were tested individually in a quiet room at their school. They were separated into two age groups: 200 four-year-old (hereafter, younger) (95 females, mean age = 52.2, SD = 5.2m, range: 36-59m) and 200 five-year-old (hereafter, older) (91 females, mean age = 66.8, SD = 4.2m, range: 60-76m). Participants

were randomly assigned to one of the eight experimental conditions with 25 children per condition. Informed consent was obtained from their school and their parents. All experiments followed institutional ethics board guidelines for human research.

Seven sets of five artificial 3D grey-scale objects were created for each of the two levels of distinctiveness, low and high (i.e., a total of fourteen sets). The sets were adapted from Augier and Thibaut (2013). Each set was composed of two standards (i.e., two exemplars introduced as members of the same unfamiliar category), one contrast object (i.e., one exemplar introduced as a non-member of the target category), and two test objects (see Figure 4). The two standards always had the same texture but different shapes. The contrast object had the same shape as one of the two standards but differed from both standards on texture. The first test object, the shape match, had the same shape as one of the two standards (and the same shape as the contrast object in the contrast conditions) but had a different texture. The second test object, the texture match, had the same texture as both standards (and a different texture from the contrast object) but had a different shape (see Figure 4). See Table 2 for the experimental conditions. Finally, we also built unrelated test objects that were used in a control experiment (see below Experiment 1B) to assess the percentage of texture selections when a transfer texture match was pitted against an unrelated object that shared neither texture nor shapes with the standard items so that the texture match was the only matching solution.

Each object was printed on a 12 cm by 9 cm laminated card. The objects' textures and shapes in the low distinctiveness condition were created to be less distinctive (Figure 4, upper panel) than in the high distinctiveness condition (Figure 4, lower panel). The distinctiveness among the stimuli was controlled. We asked seventy-five adults to rate the perceptual distinctiveness of pairs of objects on a 7-point Likert-like scale (ranging from Not distinctive at all to Extremely distinctive). Two ratings were carried out, one for texture distinctiveness the other for shape distinctiveness. We assessed all possible pairs of objects in each set. The order in which the sets were presented was pseudo-randomized within and across participants. On average, different texture-with-same-shaped objects were judged to be significantly less distinctive in the low-distinctiveness set (Mean = 3.48, SD = 1.29) than in the high-distinctiveness set (Mean = 1.67, SD = 1.19, $t(74) = 15.85$, $p < .001$). Different-shape-but-same-texture pairs of objects were also judged to be significantly less distinctive in the low distinctiveness set (Mean = 3.47, SD = 1.19) than in the high-distinctiveness set

(Mean = 1.81, SD = 1.10, $t(74) = 13.82$, $p < .001$). Textures and shapes that were assessed in one set differed from those used in the other sets.

We also created 14 different bi-syllabic labels (pseudo-words). Bi-syllabic pseudo-words are, as shown by Gathercole and Baddeley (1993), easier to remember than monosyllabic pseudo-words. Each of these novel names (Youma, Buxi, Dajo, Zatu, Sepon, Xanto, Vira, Loupo, Sampi, Loga, Kufa, Joru, Rodon, and Budan) was randomly associated with one of the fourteen sets. The names were pseudo-randomized in a counterbalanced design across sets and participants.

Table 2. Abbreviations for the height experimental conditions.

| Condition | Distinctiveness | Number of training examples | Number of contrasts |
|-----------|-----------------|-----------------------------|---------------------|
| H-2-1 | High | 2 | 1 |
| H-2-0 | High | 2 | 0 |
| H-1-1 | High | 1 | 1 |
| H-1-0 | High | 1 | 0 |
| L-2-1 | Low | 2 | 1 |
| L-2-0 | Low | 2 | 0 |
| L-1-1 | Low | 1 | 1 |
| L-1-0 | Low | 1 | 0 |

High-distinctiveness objects (H-2-1)



« This is a *Dajo* » « This is a *Dajo* too »

2 examples
(within-category comparison)



« This is not a *Dajo* »

1 contrast
(between-category comparison)



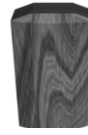
Shape match



Texture match

« Which one of these two is also a *Dajo*? »

High-distinctiveness objects (H-1-1)



« This is a *Dajo* »

1 examples
(No within-category comparison)



« This is not a *Dajo* »

1 contrast
(between-category comparison)



Texture match



Shape match

« Which one of these two is also a *Dajo*? »

High-distinctiveness objects (H-2-0)



« This is a *Dajo* » « This is a *Dajo* too »

2 examples
(within-category comparison)



Shape match



Texture match

« Which one of these two is also a *Dajo*? »

High-distinctiveness objects (H-1-0)



« This is a *Dajo* »

1 examples
(No within-category comparison)



Texture match



Shape match

« Which one of these two is also a *Dajo*? »

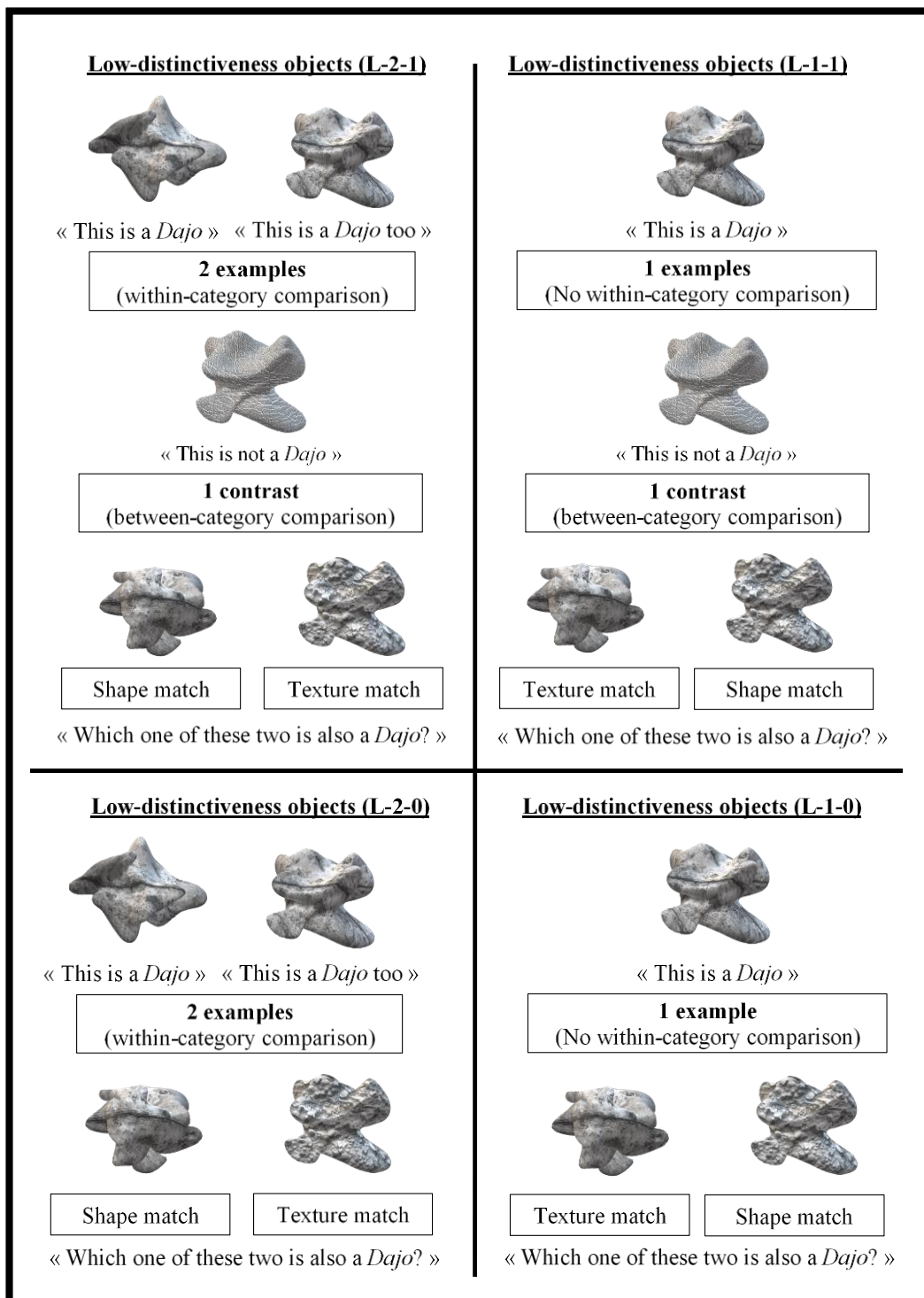


Figure 4. Sample stimulus sets, and instructions used in the eight experimental conditions that crossed the two factors: Distinctiveness (low or high) and Comparison (1 or 2 examples vs 0 or 1 Contrast).

The experimental paradigm was the same forced-choice categorization task as in many former studies in which children had to decide which of two simultaneously presented objects was the same kind as the standard(s). Each child performed two practice trials followed by five experimental trials presented in random order. The design was a 4x2x2 with Comparison (within-and between-category comparison, 2-1, vs. within category-comparison, 2-0; vs. between-category comparison 1-1, vs. no comparison, 1-0) as between-subjects factor and Distinctiveness (low distinctiveness vs. high distinctiveness) and Age (4- or 5-year-old) as a within-subjects factor. The eight experimental conditions defining the materials were named according to the following logic combining condition of distinctiveness (High or Low), and condition of comparison (1-0; 1-1; 2-0; 2-1). For example, High-1-0 means high distinctive stimuli, one standard (no within-category comparison) and no contrast (no between category-comparison), or Low-2-1 means low distinctive stimuli, two standards (within-category comparison), and one contrast (see Table 2).

Procedure

Children were introduced to a puppet called “Yoshi” who “lives very very far away” and were told that Yoshi had some unknown objects with strange names that they would have to learn. The experimenter introduced the first standard with a novel name (e.g., “This is a *Dajo*”) and children were asked to repeat the novel word (see the list of the pseudo-words above). In the two-standards conditions (i.e., the comparison conditions: High-2-0, High-2-1, Low-2-0, and Low-2-1), the second item was introduced with the same label as the first one (e.g., “Look, this is a *Dajo* too; See, they both are *Dajo*.”). The two standards were presented in a row and their location was determined randomly. In the between-category comparison situations, also called contrast situations (High-1-1, High-2-1, Low-1-1, and Low-2-1), a contrast object was introduced below the standard(s) as a non-member of the category (e.g., “This is not a *Dajo*.”). The objects were presented sequentially and left in view. Children were asked to look carefully at the objects. The forced-choice test phase had the same structure in all conditions. Two test objects (i.e., the shape and the texture match) were introduced simultaneously and children were asked to point to the one that had the same name as the two standards (e.g., “Show me which one of these two is also a *Dajo*.”). The test objects were presented in a row and their location was determined pseudo-randomly in a counterbalanced design.

In each condition, the first two trials were considered training trials. In these trials, the experimenter checked that children understood the game by asking them if the second test object could also go with the standards. In case of a positive answer, the experimenter explained that only one of the test objects could go with the standards. During these training trials, some children picked one of the standards so the experimenter had to repeat that the two standards could be called with the same name (e.g., “This one is a Dajo and this one too; they both are Dajo.”) and that he/she was looking for another one that might also be called Dajo. These irrelevant responses were very rare after these two trials.

ANALYSIS AND RESULTS

To assess the effects of comparison, distinctiveness, and age, we first conducted a three-way ANOVA with 2 Age (young vs. old), 4 Comparison (within and between vs. within only vs. between only vs. no comparison), and 2 Distinctiveness (high vs. low distinctiveness) as between-subject factors on the percentage of texture match choices. We estimated the Bayes Factor for these data using Jamovi (Jamovi Project ©) and referred to the decision categories defined by Jeffreys (1998, see also Kass & Raftery, 1995). For each condition, the percentage of texture match choices was also compared to chance (i.e., 50%). Second, we analyzed individual consistency patterns of answers to provide a more precise picture of participants’ distribution of answers. Indeed, identical percentages of responses can correspond to different patterns of answers. For example, 50% of texture choices can correspond to a bimodal distribution or a unimodal distribution. A significance level of 0.05 was adopted for all analyses.

ANOVA analysis

The ANOVA revealed a significant main effect of Comparison (see Figure 5) ($F(3, 384) = 65.40, p < .001, \eta^2_P = .34$). We found a significant interaction between Comparison and Distinctiveness ($F(3, 384) = 6.26, p < .001, \eta^2_P = .05, BF_{10} = 45.3$, which corresponds to very strong evidence in favor of H_1). In order to investigate more precisely the effects of each Comparison condition for each Distinctiveness level, Tukey HSD tests were computed. In both Distinctiveness levels, the percentages of texture choices in the within-comparison conditions (2-0 and 2-1) were significantly higher than in the no within-comparison conditions (1-0 and 1-1) (all $p < .02$). When comparing the two distinctiveness levels, the only significant difference was obtained in the within and between conditions (2-1) ($p < .001$).

To ensure that categorization scores did not result from random choices, comparisons with chance (bilateral t-tests) were conducted on the percentage of texture choices in each Comparison condition. Except in the Low-2-0 condition ($t(49) = 0.791, p = .43, d = 0.11, BF_{10} = 0.21$, which corresponds to substantial support of H_0) texture choices were beyond

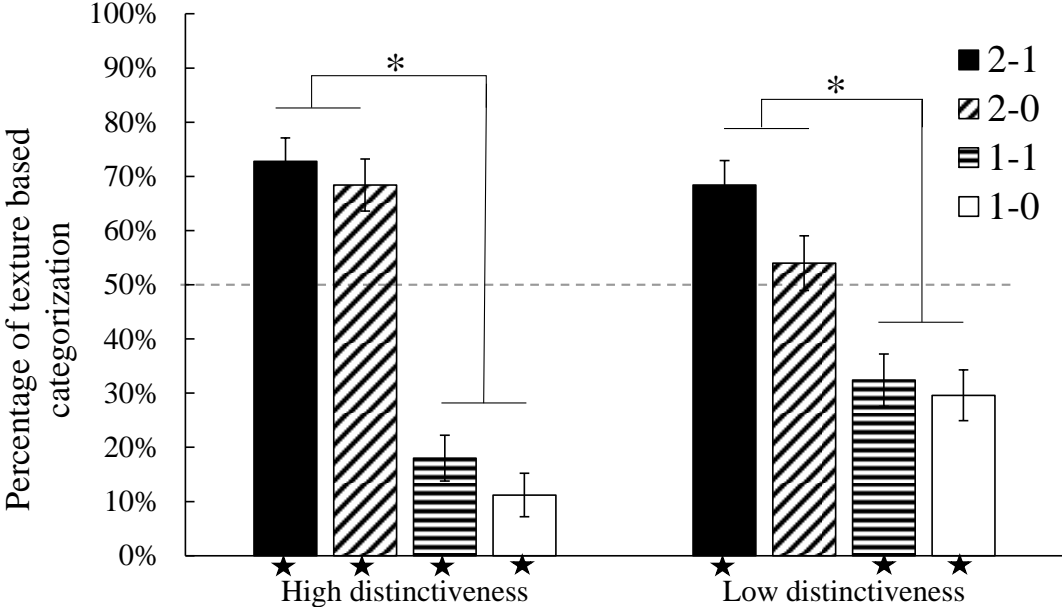


Figure 5. Mean percentage of texture-based categorization as a function of the condition of comparison and distinctiveness. A star at the bottom of a bar means that the corresponding condition significantly differed from chance (50%). Vertical bars represent standard errors.

chance in all the within-comparison conditions. Moreover, in the no within-comparison conditions (1-0 and 1-1), shape choices were above chance ($p < .001$). This chance level comparison was consistent with the ANOVA analysis. Thus, within-category comparisons gave more texture-based classification than in the no-comparison conditions even though this difference was less pronounced in the low-distinctiveness case.

The second important result was the significant interaction between Comparison and Age, showing that the difference between within-comparison and no-comparison conditions were more important for older than for younger children who benefited less from within-comparison than older children (see Figure 6) ($F(3, 384) = 7.11, p < .001, \eta^2_p = .05, BF_{10} > 100$, which corresponds to decisive evidence in favor of H_1). Tukey HSD revealed that older children always benefited from within-comparison conditions (2-0 and 2-1) compared to no within-comparison conditions (1-0 and 1-1) (all $p < .01$). Importantly, this was not the case for the younger children for whom conditions 2-0 and 1-1 did not differ significantly ($p = .10$). Moreover, in the 2-0 condition, older children performed better than

younger children ($p = .009$). Comparisons with chance confirmed these results, older children always benefited from within-comparison conditions (all $p < 0.01$, $BF_{10} > 80$) whereas younger children did not differ from chance in the condition 2-0 ($t(49) = 0.0$, $p = .50$, $d = 0.0$, $BF_{10} = 0.15$). Moreover, in 1-0 and 1-1, texture choices were below chance ($p < .001$) in both age groups. Overall, these analyses revealed that within-category comparisons promoted more texture-based responses than between-category comparison or no-comparison. Moreover, the effects of comparisons were more important in the high-distinctiveness case than in the low-distinctiveness case, and more important for older children than younger children.

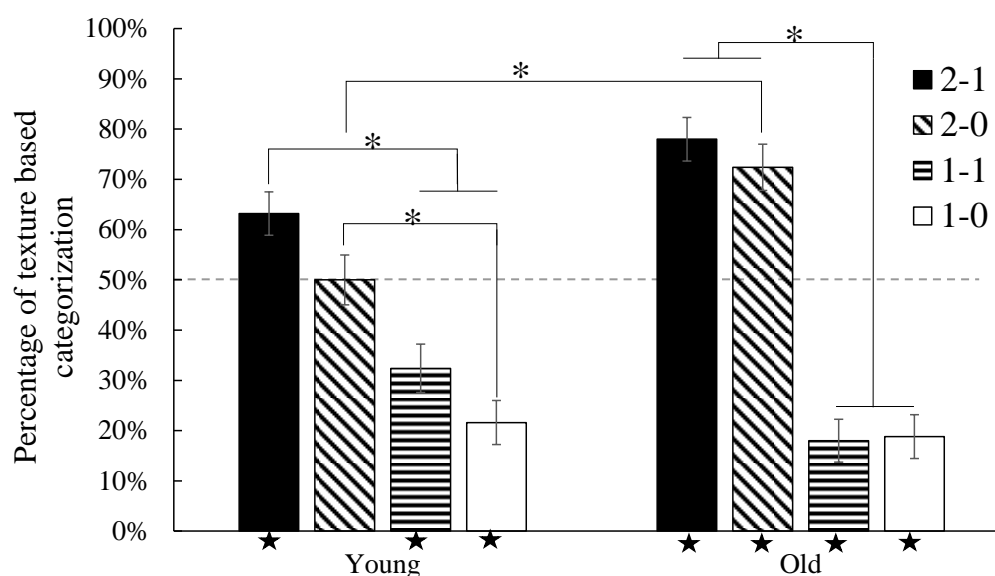


Figure 6. Mean percentage of texture-based categorization as a function of the condition of comparison and age. Stars mean that the percentage of texture categorization in the corresponding condition differs from chance (50%). Vertical bars represent the standard.

Consistency patterns analysis

Individual answer patterns analyses were also performed. Indeed, identical percentages can be obtained with different answer patterns. For example, 50% of texture choices can correspond to random choices across participants but can also reflect a bimodal distribution of shape-consistent children and texture-consistent children. We classified children into three groups, *texture-consistent* when they chose at least four texture matches out of five experimental trials, *shape-consistent* when they chose at least four times the shape matches out of five, and *inconsistent* in other cases. Chi-square tests of independence were then run-

on patterns of consistency using the sequentially acceptable step-up Bonferroni procedure, with an initial alpha level of $p = .05$ (Hochberg, 1988).

We tested three related questions, that is 1) whether younger participants would be less texture-consistent than older children and in which conditions, 2) which distinctiveness condition would promote more texture-consistent profiles as a function of comparison condition, and, last, 3) which type of comparison conditions would give the higher number of texture-consistent profiles. Both age groups were mostly shape-consistent in the 1-1 and 1-0 conditions and texture-consistent in the 2-0 and 2-1 conditions (>50%), with more inconsistency in the low-distinctiveness case in the younger group, whereas older children were generally texture-consistent in 2-0 and 2-1 conditions (see Figure 7). More precisely, in the high-distinctiveness case, the younger children made more texture-based choices in the within-category comparisons condition compared to between-category comparisons conditions (High-2-0 vs. High-1-1: $p = .02$; and High-2-1 vs. High-1-1: $p < .001$) and no-comparison conditions (High-2-0 vs. High-1-0 $p < .001$ and High-2-1 vs. High-1-0; all $p < .001$). For the younger age group in the low-distinctiveness case, we found the same pattern of results (all $p < .05$) except that the difference between the 2-0 and the 1-1 conditions was not significant ($p > .05$). For the older age group, whatever the level of distinctiveness, children made more texture-based choices in the within-category comparisons condition compared to between-category comparisons conditions and no-comparison conditions (all $p < .001$).

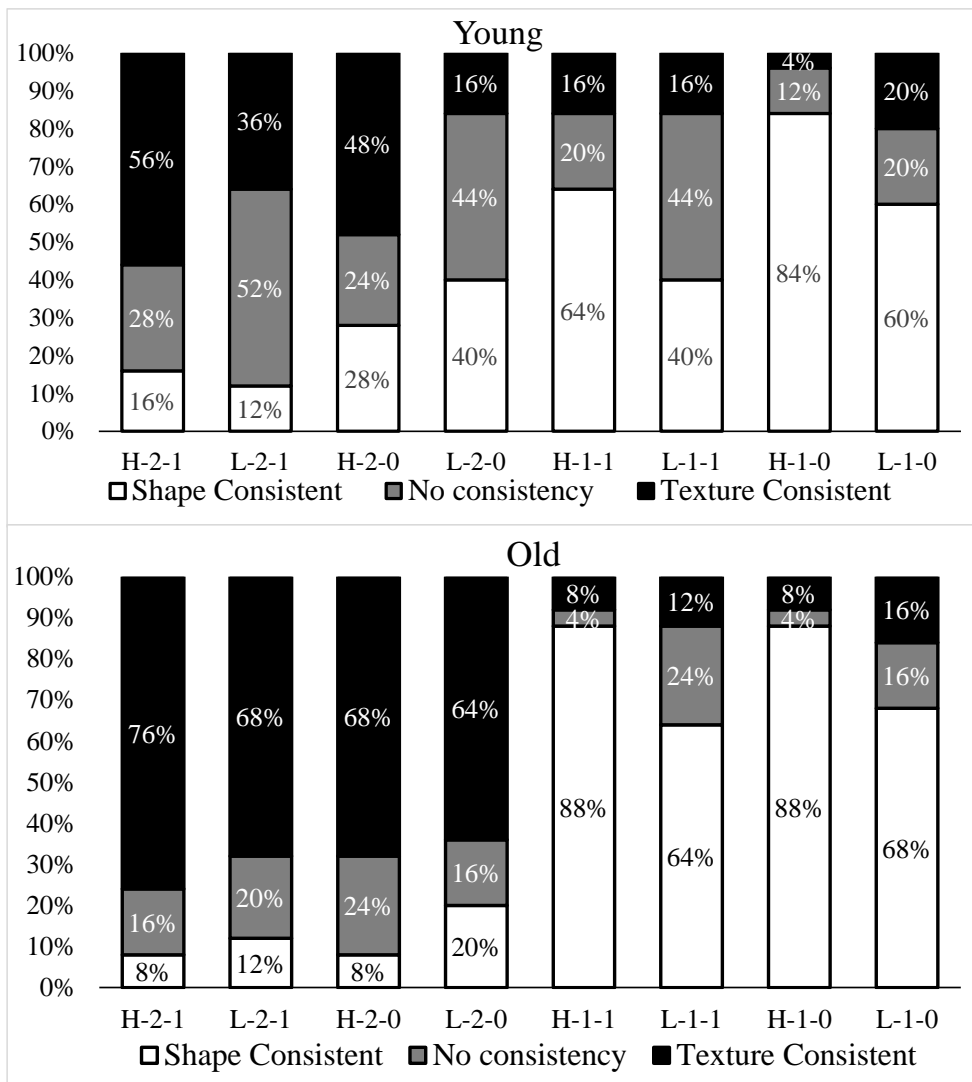


Figure 7. Percentage of children who were either texture-consistent, shape-consistent, or inconsistent for each age group (Old and Young) in each experimental condition. “H” stands for High, and “L” stands for Low.

DISCUSSION

This experiment raised two major issues: the role of distinctiveness in comparison and no-comparison context and the mediation of contrast items. Distinctiveness interacted with comparison with less clear-cut results and consistency profiles in the low-distinctiveness case. This suggests that less distinctive stimuli were more difficult to analyze and thus it was more difficult to notice texture regularities (see Shepp et al., 1987; Smith, 1989). One potential hypothesis was that in this condition shape would have a less detrimental role than in the high distinctiveness case which might have helped participants to find the texture.

This hypothesis was not confirmed, particularly in the younger group. Another important result is that contrast did not favor texture choices in both 1-1 conditions, low and high, where participants were mostly shape consistent, or inconsistent. Whereas older children benefited from all within-category comparison conditions, younger children had more difficulties making sense of the 2-0 low-distinctiveness case, compared to the 2-0 condition in the high distinctiveness condition in which 50% of them were texture consistent. One interpretation is that younger children could succeed to analyze more distinctive stimuli. However, at this stage, given that the two dimensions, shape and texture distinctiveness were correlated, we cannot know whether the cause was that texture was distinctive and thus more salient or because the shape was distinctive and easier to identify and to reject as not relevant. Separating the respective contribution of shape and texture to answer this question is the purpose of Experiment 2.

Control experiment: texture accessibility

We also ran a controlled study with a texture-only condition for both the high and low distinctiveness conditions to test whether our results could be explained in terms of texture accessibility differences across distinctiveness levels. To investigate this question more explicitly, we used a force-choice paradigm as in Experiment 1. We first introduced a standard with a given texture and shape. Then, we displayed two transfer items, one with the same texture but a different shape, the second differed on both texture and shape. Children who perceive texture similarities should choose the same texture items.

A total of 60 preschoolers participated in this control experiment: 30 younger (16 female, mean age = 53.8m, SD = 3.2, range: 48-59m) and 30 older (16 female, mean age = 66.5m, SD = 4.2, range: 60-71m). The procedure and materials were identical to the 1-0 condition in Experiment 1 except that an unrelated item (different texture and different shape) replaced the shape-match object. In both conditions, older (High: Mean = 92.0, SD = 22.4; Low: Mean = 97.3, SD = 7.0) and younger children (High: Mean = 81.3, SD = 23.3; Low: Mean = 81.03, SD = 29.7) selected the texture match in a vast majority of cases and performance was beyond texture choices in the best conditions in Experiment 1. This shows that performance in the low distinctiveness conditions cannot be explained by a failure to detect identical textures.

EXPERIMENT 2

Experiment 1 provided the first evidence regarding the role of distinctiveness in comparison designs. Overall, we found fewer texture-based generalizations for low- than for high-distinctiveness stimuli, especially for younger children in the low 2-0 condition. Experiment 1 tested the hypothesis that texture was less accessible in less distinctive stimuli, which were supposed to be less easily analyzed. Hence, distinctiveness was at the stimulus level. Our results do not allow us to figure out whether one dimension played a more important role in the comparison process than the other or whether they played an equivalent role. In Experiment 2, we investigated the role of each dimension's distinctiveness separately. The same high- and low-distinctive shape and texture as in Experiment 1 were used and were crossed to give four different conditions:

- High-Shape/High-Texture condition in which both shape and texture were distinctive,
- High-Shape/Low-Texture condition in which shape was distinctive but not texture,
- Low-Shape/High-Texture condition in which texture was distinctive but not shape,
- Low-Shape/Low-Texture condition in which both shape and texture were not distinctive.

We expected to replicate the findings of Experiment 1, which is more texture-based responses in the High-Shape/High-Texture condition than in the Low-Shape/Low-Texture condition. We expected the condition High-Shape/Low-Texture to elicit the highest number of same-shape choices, especially for young children, because a less distinctive texture with a more distinctive shape would be harder to find.

We hypothesized that the Low-Shape/High-Texture condition would elicit the highest percentage of texture-based choices because the texture is distinctive but not the shape, so that shape should interfere less with texture discovery. We used the 2-0 condition only. Indeed, we focus on comparison and dimensional distinctiveness and not on contrast items. Also, the no-comparison conditions led to a majority of shape-based answers and response patterns in Experiment 1.

Method

Participants

Two hundred and forty children participated in this study and were tested individually in a quiet room at their school. They were separated into two age groups: 120 second year of kindergarten (hereafter, younger) (75 females, mean age = 55.3, SD = 4.2m, range: 45-64m) and 120 third year of kindergarten (hereafter, older) (66 females, mean age = 69.4, SD = 3.5m, range: 63-76m). They were randomly assigned to one of the four experimental conditions with 30 children per condition. Informed consent was obtained from their school and their parents. All experiments followed institutional ethics board guidelines for research on humans.

Materials

Seven sets of four artificial grey-scale objects depicted on laminated cards were created for each of the four conditions of distinctiveness in the same 2-0 comparison condition as in Experiment 1. The same high- and low-distinctive shapes and textures as in Experiment 1 were used but they were crossed to create the four conditions defined above. Even if we used the same shapes and texture as in Experiment 1, we asked forty-three adults to rate the perceptual distinctiveness of pairs of objects on a 7-point Likert-like scale (ranging from Not distinctive at all to Extremely distinctive). Two ratings were carried out, one for texture distinctiveness the other for shape distinctiveness in both Low-Shape/High-Texture and High-Shape/Low-Texture. The order in which the sets were presented was pseudo-randomized within participants. On average, different-texture-with-same-shape objects were judged to have significantly more distinctive textures ($t(42) = 14.15, p < .001, d = 2.22$) in the Low-Shape/High-Texture set (Mean = 3.84, SD = 1.12) than in the High-Shape/Low-Texture set (Mean = 1.47, SD = 1.15). On the contrary, different-shape-but-same-texture pairs of objects were judged to have significantly more distinctive shapes ($t(42) = 14.53, p < .001, d = 2.22$) in the High-Shape/Low-Texture set (Mean = 3.88, SD = 1.22) than in the Low-Shape/High-Texture set (Mean = 1.35, SD = 0.85). Textures and shapes that were assessed in one set differed from those used in the other sets

As in Experiment 1, the two standards had the same texture but different shapes. The two test objects were the same in the four conditions, a shape match and a texture match were defined as in Experiment 1. We used the same pseudo-words as in Experiment 1.

The procedure

The procedure was the same as in condition 2-0 in Experiment 1.

Analysis and results

We conducted an ANOVA with 2 Ages (young vs. old) and 4 levels of distinctiveness (High-Shape/High-Texture vs. High-Shape/Low-Texture vs. Low-Shape/High-Texture vs. Low-Shape/Low-Texture) as between-subject factors on the percentage of texture match choices. We also analyzed individual consistency patterns of answers to provide a more precise picture of participants' distribution of answers. A significance level of 0.05 was adopted for all analyses.

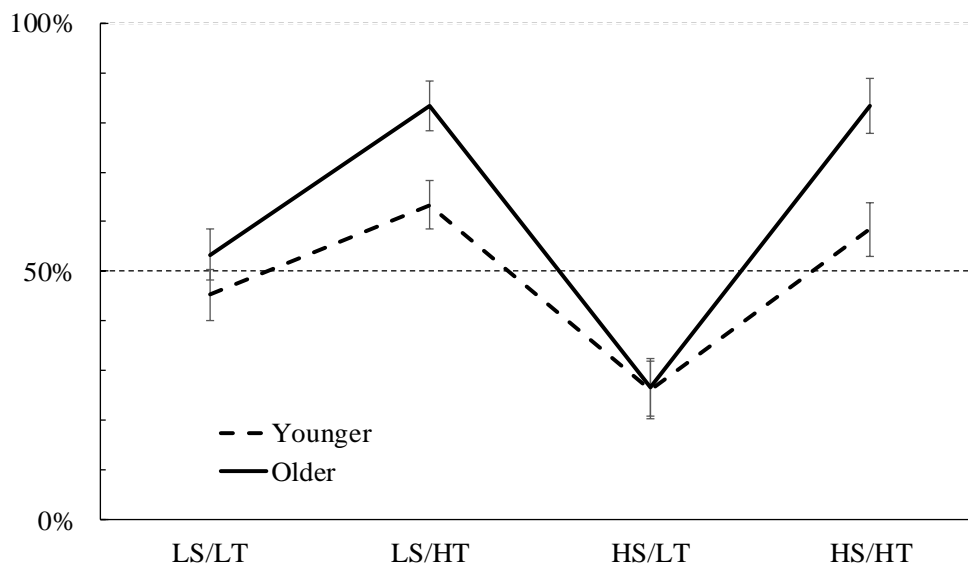


Figure 8. Mean percentage of texture-based categorization as a function of the condition of distinctiveness. LS/LT means Low-Shape/Low-Texture, LS/HT means Low-Shape/High-Texture, HS/LT means High-Shape/Low-Texture, and HS/HT means High-Shape/High-Texture).

ANOVA analysis

The ANOVA did not reveal significant interaction effects (see Figure 8) ($F(3, 232) = 1.69$, $p = .171$, $\eta^2_P = .016$, $BF_{10} = 1.15$, which corresponds to no evidence in favor of H_1 or H_0). However, it revealed a main effect of Age ($F(1, 232) = 9.05$, $p = .003$, $\eta^2_P = .028$, $BF_{10} = 3.7$, which corresponds to anecdotal to substantial evidence in favor of H_1) and of Distinctiveness ($F(3, 232) = 24.40$, $p < .001$, $\eta^2_P = .230$, $BF_{10} > 1000$, which corresponds to decisive evidence in favor of H_1). Post-hoc Tukey also confirmed that there were more texture-based

responses in the High-Shape/High-Texture condition (Mean = 71%) and in the Low-Shape/High-Texture condition (Mean = 73%), which did not differ one from the other, than in the Low-Shape/Low-Texture condition (Mean = 49%, SD = 34%) (all $p < .004$). As expected, there were fewer texture-based responses in the High-Shape/Low-Texture (Mean = 26%) than in all other conditions (all $p < .01$).

Consistency patterns analysis

As in Experiment 1, individual answer patterns were analyzed. Chi-square tests of independence were run on patterns of consistency using the sequentially acceptable step-up Bonferroni procedure, with an initial alpha level of $p = .05$ (Hochberg, 1988).

We tested which of the four levels of distinctiveness would lead to the highest number of texture-consistent participants. The proportion of each level of consistency was compared between age groups. This consistency pattern analysis revealed overall more texture consistent and less shape consistent profiles in older children than in younger children ($p = .002$).

The pattern of consistency was also compared between conditions in each age group (see Figure 9 and Tables 3a and 3b). In younger children, we found more shape consistent

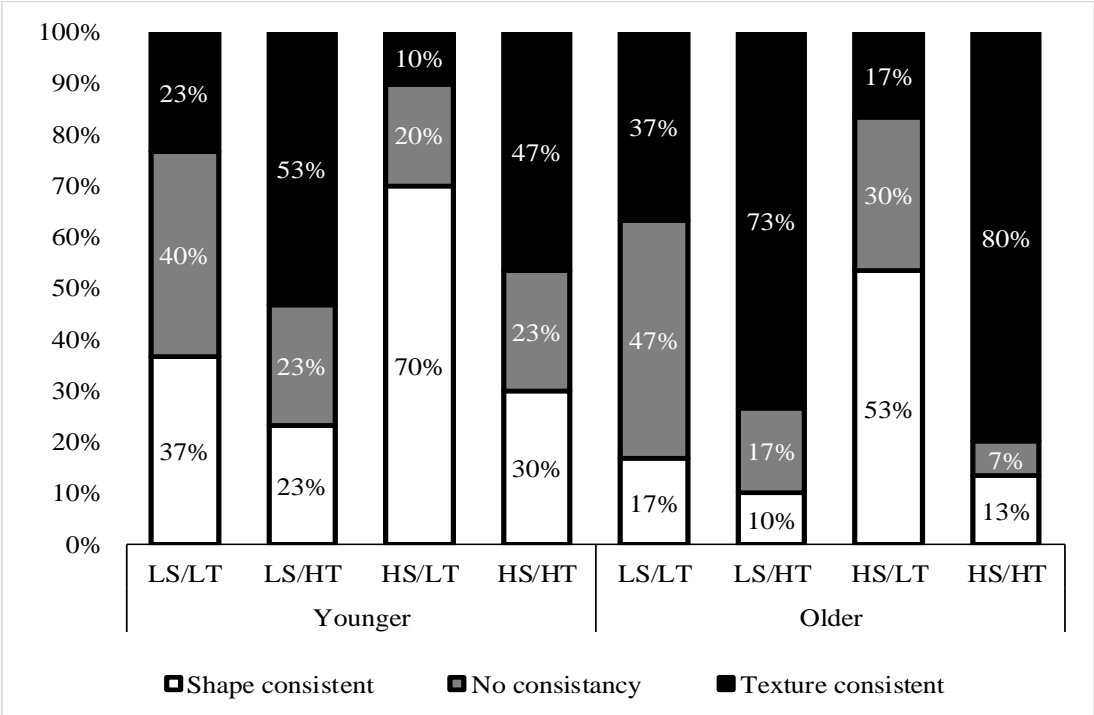


Figure 9. Percentage of children who were either texture-consistent, shape-consistent, or inconsistent for each age group (Old and Young) in each experimental condition.

and less texture consistent in the High-Shape/Low-Texture condition than in all other conditions (see Table 3a for results). The difference between Low-Shape/High-Texture and Low-Shape/Low-Texture was marginally significant. In older children, we found more shape consistent and less texture consistent in High-Shape/Low-Texture condition than in all other conditions (see Table 3b for results). There was also more shape consistent and less texture consistent in the Low-Shape/Low-Texture than in the Low-Shape/High-Texture and the High-Shape/High-Texture.

Table 3a 3b. Chi squares results for younger and older children. LS/LT means Low Shape/Low-Texture, LS/HT means Low-Shape/High-Texture, HS/LT means High-Shape/Low-Texture, and HS/HT means High-Shape/High-Texture). Significant results are written in bold.

| Table 3a: Younger children (χ^2 (2, N = 60)) | | | | |
|---|-------|------------------|------------------|--|
| | LS/HT | LS/LT | HS/HT | HS/LT |
| LS/HT | | 5.73, $p = .057$ | 0.38, $p = .826$ | 15.97, $p < .001$ |
| LS/LT | | | 3.85, $p = .146$ | 6.73, $p = .035$ |
| HS/HT | | | | 12.00, $p = .002$ |
| HS/LT | | | | |

| Table 3b: Older children (χ^2 (2, N = 60)) | | | | |
|---|-------|------------------------------------|--|--|
| | LS/HT | LS/LT | HS/HT | HS/LT |
| LS/HT | | 8.43, $p = .015$ | 1.52, $p = .469$ | 20.74, $p < .001$ |
| LS/LT | | | 13.94, $p < .001$ | 9.10, $p = .011$ |
| HS/HT | | | | 24.10, $p < .001$ |
| HS/LT | | | | |

DISCUSSION

Experiment 2 manipulated the distinctiveness of each dimension separately and was the first attempt to systematically assess the role of distinctiveness in a novel noun learning comparison context. The main purpose was to assess which level of distinctiveness in the relevant dimension texture would be chosen as a function of shape distinctiveness. Capitalizing on the well-established result that shape is salient and often drives early word extension (see introduction). Our four conditions revealed expected and unexpected results. A high level of shape distinctiveness with a low level of texture distinctiveness led to a majority of shape choices despite the strong evidence provided by the training items that shape was not the unifying feature. Interestingly, when the texture was highly distinctive in training items, participants generalized it to novel items whatever the level of distinctiveness of shape. This important result suggests that the dominance of shape disappears when the other dimensions are distinctive. In other words, finding a novel dimension is not only a

matter of inhibition of shape but requires that stimuli are also texturally distinct. We will discuss this more thoroughly in the next section.

GENERAL DISCUSSION

Previous studies documented the power of comparison compared to no-comparison conditions, the role of shape, the importance of a unifying word, or assessed the role of a contrasting item and, most often, with familiar stimuli. This contribution used unfamiliar stimuli and assessed the role of stimulus distinctiveness and interactions with comparison formats, within- or between-category and age. Experiment 1 replicated previous results showing that within comparison conditions led to more novel noun generalizations based on the non-salient but relevant dimension (texture) than no comparison (1-0) and contrast conditions (1-1). Beyond that, it also provided the first evidence regarding the role of distinctiveness in comparison formats with less texture-based generalizations for low-distinctiveness than for high-distinctiveness stimuli. It revealed more clear-cut differences between no-comparison and comparison conditions in older children and the high distinctiveness conditions. Experiment 2 went a step further, investigating how each *dimension's distinctiveness* affects the comparison process. It revealed more texture-based choices when this dimension was highly distinctive, whatever shape distinctiveness. Less distinctive textures gave either more shape-based selections or random choices, depending on the distinctiveness of shape.

We will discuss distinctiveness and comparison formats, and the role of the item status (same-category or between-category comparisons). Then, we will consider the role of each dimension's distinctiveness and its consequences on the output of the comparison process.

The role stimuli's dimension distinctiveness in the comparison process

To the best of our knowledge, this is the first evidence that comparison situations in a novel word generalization task are modulated by stimulus distinctiveness. Our results show that high distinctiveness-plus-comparison was important to direct attention towards texture, particularly in young children.

In both experiments, distinctiveness modulated the effect of comparison. In experiment 1, the difference between comparison and no-comparison conditions was more

clear-cut with distinctive stimuli whereas, in Experiment 2, the contribution of each dimension distinctiveness to generalization was more fully understood. In Experiment 1, the distinctiveness x comparison interaction shows that higher distinctiveness leads to higher texture choices in the two comparison conditions (2-0 and 2-1). Additional evidence from response profiles shows an equivalent level (between 60 and 70%) of texture consistent participants in older children whatever the level of distinctiveness. The profile of data was more uneven in younger children, with more texture-consistent children in the High case (2-0 and 2-1) than in Low 2-0 and 2-1. Thus, younger children had more difficulties than older children in the comparison conditions, particularly in less distinctive stimuli.

At this stage, the results are in favor of the hypothesis that stimuli expected to be more difficult to parse into their dimensions would elicit poor results, rather than in favor of the shape saliency hypothesis that predicted that most salient shapes would attract generalization. In these conditions, the presence of contrast did not seem to make a big difference. However, these results did not tell whether more distinctive textures elicited more texture-based choices or more distinctive shapes were easier to discard as solutions, or both. Experiment 2 gave a clearer picture.

HS-HT and LS-HT gave the best results and have texture high-distinctiveness in common. Differences in shape distinctiveness (high vs. low) made no difference in the level of texture-based choices when textures were distinctive. In contrast, the HS-LT condition led to a majority of shape-based answers and a low level of texture consistency in both age groups. This confirms that low texture distinctiveness leaves the stage to shape when the shape is distinctive. The HS-LT condition draws a clear borderline for comparison effectiveness. Indeed, in this condition, it was easy to notice that shape was different in the two training exemplars and, thus, was a poor unifying dimension, but a majority of children in both age groups selected the shape match, though. Thus, the “irrelevance message” conveyed by shape was not sufficient to elicit a discovery of texture. This confirms the importance of texture distinctiveness in the discovery process. More importantly, this condition sets the limits of within category conditions: despite the availability of two items for comparison, the clear irrelevance of one dimension is not sufficient to find out a relevant one which, nonetheless, is available when the competition with shape is less severe. In this respect, it is interesting to notice that the LS-LT condition led to more texture choices, higher texture consistency, and less shape consistency than HS-LT. This difference in

performance tells us that texture becomes, indeed, more conceptually attainable when shape interferes less.

These results shed more light upon the results obtained for the no-comparison 1-0 and the 1-1 conditions. Both distinctiveness levels led to a majority of shape-based answers in the 1-0 and the 1-1 conditions. This confirms Augier and Thibaut (2013) and generalizes the observation that children do not use the contrast item to reduce the role of shape and switch to another dimension. This is consistent with what was shown by Experiment 2, that is texture must be distinctive to increase texture-based answers and texture consistency. Hence, supplying information via a contrast built around the shape is weak evidence in favor of “another dimension”, at least for our young participants. As noticed by Hammer (2015), knowing that a dimension value (Medin & Smith, 1984; Murphy, 2002) is shared by items from distinct categories suggests that shape does not strongly characterize this category but does not tell that shape is irrelevant for the category itself either.

The only case in which we found benefits of between-category comparison was in the condition 2-1, with younger children who selected the texture match beyond chance in the 2-1 condition but not in the 2-0. More younger children were texture consistent in 2-1 (36%) than in the 2-0 (16%). When both within and between comparisons are available, within-category can play complementary roles: within-category items invite comparisons suggesting that shape is not relevant whereas the contrasting example strengthens this information when it is compared to the two examples of the target category.

What do these results mean in terms of alignment in the comparison conditions? According to Namy and Gentner (2002), a novel name acts as an invitation to compare the stimuli and to align them, first, along with surface similarities, later, as comparisons go on, along with deeper similarities (see introduction). Evaluation of dimensions such as distinctiveness and comparison type allowed us to figure out more clearly the conditions of effectiveness of this comparison process and also how children handle these comparisons. First, since the training examples shared no salient similarities (i.e., no common shape), those surface similarities were not necessary to initiate the comparison process. Second, and most importantly, performance differences between distinctiveness conditions suggest that the structure of the items, hence, the ease which young children parse them with into their constituents (e.g., Smith, 1989) plays a central role. Our data show that the relevant and the irrelevant dimensions play a role and that the output is a matter of subtle interactions

between them. Less distinctive stimuli and/or dimensions seem to be more difficult to align. Regarding shape salience, our data show that its contribution interacts with the distinctiveness of the less salient relevant dimension. Our data confirmed the role of shape in standard no-comparison conditions, but also in some of our comparison conditions. In this respect, the difference between the condition HS-LT (high shape distinctiveness) and the condition HS-HT (both dimensions distinctiveness) shows that a distinctive shape could either lead to a majority of shape choices or a majority of texture choices, depending on the distinctiveness of texture. This is important to characterize conditions of successful alignments.

Augier and Thibaut (2013) and Thibaut and Witt (2015) showed that the number of items introduced in a comparison situation influenced performance, with an optimal number of training stimuli. They interpreted their results in terms of executive functions, arguing that comparisons involve coordinating sources of evidence, handling differentially informative sources of information, which was more difficult for younger children. Augier and Thibaut argued that younger children had difficulties with comparisons involving more items. The present experiment suggests that this executive function reasoning also applies, with more difficulties, in conditions with ambiguous stimuli, or with less distinctive conditions. It can be hypothesized that younger children had more difficulties parsing ambiguous stimuli and rejecting shape (inhibit) when it was more distinctive than the other dimension (HS conditions) and when the texture was less distinctive (LT) or both (HS-LT). Namy et al. (2007) also manipulated the similarity between the stimuli. Four years children were either introduced with similar but different exemplars of a category during learning or nearly identical examples. Children in the latter condition failed to find the core properties of the target category. However, children who viewed similar but not identical exemplars categorized objects based on conceptual similarity. It means that comparing nearly identical exemplars does not account for any concept-based interpretations. In our study, we went further and showed that even when the two examples are not nearly identical, children are not always able to use them for generalization.

Distinctiveness, novel name learning, and levels of categorization

Our data showed that distinctiveness was an important factor in novel name learning, particularly for within-category conditions. What does this mean for novel name learning and, beyond, category learning? Recall that distinctiveness refers to the ease which two

items can be judged with as “different” (Hammer & Diesendruck, 2005). Assessing the role of distinctiveness in learning the category system requires distinguishing several possibilities regarding the stimuli structure. First, the stimuli to categorize in various categories are built around different dimensions (e.g., a chicken and a car), are very distinctive and their constitutive dimensions are easily identified. Second, the stimuli share the same dimensions but differ on dimensions’ values. For example, different types of mammals such as dogs and cats (two basic-level categories), or different types of cats (two subordinate-level categories) are built around the same structural features but differ on their dimension values. For instance, consider dimensions such as the number of legs, head, eyes, ears, tail, body. Contrasting basic level categories such as cats and dogs will reveal the same structural features which widely differ in their instantiations (e.g., cats and dogs, heads, or legs). If we start at the basic level, say cats, different subordinate categories of cats would also be built around the same features, but their instantiations are less distinctive with the other (e.g., Siamese cat and Persian cat leg) resulting in less distinctive entities. At a lower level of classification (e.g., different subtypes of Siamese cats, if any), the same would be even truer, and the various types of Siamese would be less distinctive. As this example suggests different categories share the same structural feature but with different levels of distinctiveness.

Thus, at a more theoretical level, we argue that distinctiveness, as we manipulated it here, could also be associated with taxonomic levels of categorization. In the concept literature, ever since Rosch et al.’s (1976) seminal work, levels of categorization have been mainly conceived and described in terms shared features and basic level categories were defined as categories for which members have the highest number of features in common. It is also widely accepted that basic-level categories are more distinctive than subordinate categories (Murphy, 2002). In this view, different subcategories of apples have many features in common, more than apples and oranges. Following the logic of the present experiments, an addition to this classical description would be that basic level and subordinate level categories could both be built around the same set of features. However, these features would be less distinctive in the subordinate categories than in basic-level categories. For example, to be a poodle rather than a spaniel relies on some types of features (types of hair, barking, etc.), and the instantiations of these features are not very distinctive from the corresponding features in other subcategories of dogs. Applying this reasoning to

“common” basic-level categories would mean that dogs are dogs and not cats because of the presence of common features within the category and of distinctive features between the categories. In our view, different basic-level categories share many features but these features are more distinctive than features defining subordinate level categories (e.g., dogs bark, cats meow, whereas Poodles and Scottish Terrier might differ in subtler barking types). In this sense, our data might provide a new, complementary, interpretation of the basic level advantage in learning, in that more distinctive stimuli (easier to parse into their constituents) give more clear-cut generalization patterns of categorization. In this view, basic-level categories would also be the first to appear, before subordinate categories, because they are more distinctive than subordinate categories. This distinctiveness of the basic level categories would help children to parse the stimuli into their components more easily. Better category grounding would lead to better generalization.

In conclusion, we confirmed the benefits of comparison in the word generalization task but qualified this effect by showing that indistinctive stimuli are more difficult to parse than distinctive ones. Moreover, our data suggest that the distinctiveness of the relevant dimension is of greater importance than the distinctiveness of shape given that the dominance of this dimension disappears when the relevant one is distinctive.

RÉFÉRENCES

- Augier, L., & Thibaut, J.-P. (2013). The benefits and costs of comparisons in a novel object categorization task : Interactions with development. *Psychonomic bulletin & review*, 20(6), 1126-1132.
- Childers, J. B. (Éd.). (2020). *Language and Concept Acquisition from Infancy Through Childhood : Learning from Multiple Exemplars*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-35594-4>
- Childers, J. B., & Paik, J. H. (2009). Korean-and English-speaking children use cross-situational information to learn novel predicate terms. *Journal of Child Language*, 36(1), 201-224.
- Christie, S., & Gentner, D. (2010). Where Hypotheses Come From : Learning New Relations by Structural Alignment. *Journal of Cognition and Development*, 11(3), 356-373. <https://doi.org/10.1080/15248371003700015>
- Cimpian, A., & Markman, E. M. (2005). The Absence of a Shape Bias in Children's Word Learning. *Developmental Psychology*, 41(6), 1003-1019. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.41.6.1003>
- Deng, W., & Sloutsky, V. M. (2015). The development of categorization : Effects of classification and inference training on category representation. *Developmental Psychology*, 51(3), 392.
- Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1993). *Working memory and language* (p. xiii, 266). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Gelman, S. A. (2003). *The essential child : Origins of essentialism in everyday thought*. Oxford Series in Cognitive Dev.
- Gentner, D. (1983). Structure-mapping : A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7(2), 155-170. [https://doi.org/10.1016/S0364-0213\(83\)80009-3](https://doi.org/10.1016/S0364-0213(83)80009-3)
- Gentner, D., Anggoro, F. K., & Klibanoff, R. S. (2011). Structure Mapping and Relational Language Support Children's Learning of Relational Categories. *Child Development*, 82(4), 1173-1188. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2011.01599.x>
- Gentner, D., Loewenstein, J., & Hung, B. (2007). Comparison Facilitates Children's Learning of Names for Parts. *Journal of Cognition and Development*, 8(3), 285-307. <https://doi.org/10.1080/15248370701446434>

- Gentner, D., & Markman, A. B. (1994). Structural Alignment in Comparison : No Difference Without Similarity. *Psychological Science*, 5(3), 152-158. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.1994.tb00652.x>
- Gentner, D., & Namy, L. L. (1999). Comparison in the Development of Categories. *Cognitive Development*, 14(4), 487-513. [https://doi.org/10.1016/S0885-2014\(99\)00016-7](https://doi.org/10.1016/S0885-2014(99)00016-7)
- Goldstone, R. L., Day, S., & Son, J. Y. (2010). Comparison. In *Towards a theory of thinking* (p. 103-121). Springer.
- Graham, S. A., Namy, L. L., Gentner, D., & Meagher, K. (2010). The role of comparison in preschoolers' novel object categorization. *Journal of Experimental Child Psychology*, 107(3), 280-290. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.04.017>
- Hammer, R. (2015). Impact of feature saliency on visual category learning. *Frontiers in psychology*, 6, 451.
- Hammer, R., Bar-Hillel, A., Hertz, T., Weinshall, D., & Hochstein, S. (2008). Comparison processes in category learning : From theory to behavior. *Brain Research*, 1225, 102-118. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2008.04.079>
- Hammer, R., & Diesendruck, G. (2005). The role of dimensional distinctiveness in children's and adults' artifact categorization. *Psychological Science*, 16(2), 137-144.
- Hammer, R., Hertz, T., Hochstein, S., & Weinshall, D. (2009). Category learning from equivalence constraints. *Cognitive Processing*, 10(3), 211-232. <https://doi.org/10.1007/s10339-008-0243-x>
- Haryu, E., Imai, M., & Okada, H. (2011). Object similarity bootstraps young children to action-based verb extension. *Child Development*, 82(2), 674-686.
- Hochberg, Y. (1988). A sharper Bonferroni procedure for multiple tests of significance. *Biometrika*, 75(4), 800-802. <https://doi.org/10.1093/biomet/75.4.800>
- Imai, M., Gentner, D., & Uchida, N. (1994). Children's theories of word meaning : The role of shape similarity in early acquisition. *Cognitive Development*, 9(1), 45-75. [https://doi.org/10.1016/0885-2014\(94\)90019-1](https://doi.org/10.1016/0885-2014(94)90019-1)
- Jeffreys, H. (1998). *Theory of probability* (3rd ed). Clarendon Press ; Oxford University Press.
- Jones, S. S., & Smith, L. B. (1993). The place of perception in children's concepts. *Cognitive Development*, 8(2), 113-139.
- Jones, S. S., & Smith, L. B. (2002). How children know the relevant properties for generalizing object names. *Developmental Science*, 5(2), 219-232. <https://doi.org/10.1111/1467-7687.00224>

- Kass, R. E., & Raftery, A. E. (1995). Bayes Factors. *Journal of the American Statistical Association*, 90(430), 773-795. <https://doi.org/10.1080/01621459.1995.10476572>
- Klibanoff, R. S., & Waxman, S. R. (2000). Basic level object categories support the acquisition of novel adjectives: Evidence from preschool-aged children. *Child development*, 71(3), 649-659.
- Kucker, S. C., Samuelson, L. K., Perry, L. K., Yoshida, H., Colunga, E., Lorenz, M. G., & Smith, L. B. (2019). Reproducibility and a unifying explanation: Lessons from the shape bias. *Infant Behavior and Development*, 54, 156-165. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2018.09.011>
- Landau, B., Smith, L. B., & Jones, S. S. (1988). The importance of shape in early lexical learning. *Cognitive development*, 3(3), 299-321.
- Markman, A. B., & Gentner, D. (1993). Structural Alignment during Similarity Comparisons. *Cognitive Psychology*, 25(4), 431-467. <https://doi.org/10.1006/cogp.1993.1011>
- Mathy, F., Haladjian, H., Laurent, E., & Goldstone, R. (2013). Similarity-Dissimilarity Competition in Disjunctive Classification Tasks. *Frontiers in Psychology*, 4. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2013.00026>
- Medin, D. L., & Smith, E. E. (1984). Concepts and concept formation. *Annual review of psychology*, 35(1), 113-138.
- Murphy, G. L. (2002). *The big book of concepts*. MIT Press.
- Namy, L. L., & Clepper, L. E. (2010). The differing roles of comparison and contrast in children's categorization. *Journal of Experimental Child Psychology*, 107(3), 291-305. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.05.013>
- Namy, L. L., & Gentner, D. (2002). Making a silk purse out of two sow's ears: Young children's use of comparison in category learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 131(1), 5.
- Namy, L. L., Gentner, D., & Clepper, L. E. (2007). How close is to close? Alignment and perceptual similarity in children's categorization. *Cognition, Brain and Behavior*, 11, 647-659.
- Rosch, E., Mervis, C. B., Gray, W. D., Johnson, D. M., & Boyes-Braem, P. (1976). Basic objects in natural categories. *Cognitive Psychology*, 8(3), 382-439. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(76\)90013-X](https://doi.org/10.1016/0010-0285(76)90013-X)

- Schyns, P. G., Goldstone, R. L., & Thibaut, J.-P. (1998). The development of features in object concepts. *Behavioral and Brain Sciences*, *21*(1), 1-17. <https://doi.org/10.1017/S0140525X98000107>
- Shepp, B. E., Barrett, S. E., & Kolbet, L. L. (1987). The development of selective attention : Holistic perception versus resource allocation. *Journal of Experimental Child Psychology*, *43*(2), 159-180.
- Sloutsky, V. M. (2010). From perceptual categories to concepts : What develops? *Cognitive science*, *34*(7), 1244-1286.
- Smith, L. B. (1989). A model of perceptual classification in children and adults. *Psychological review*, *96*(1), 125.
- Smith, L. B., Jones, S. S., & Landau, B. (1996). Naming in young children : A dumb attentional mechanism? *Cognition*, *60*(2), 143-171.
- Smith, L. B., Jones, S. S., Landau, B., Gershkoff-Stowe, L., & Samuelson, L. (2002). Object name learning provides on-the-job training for attention. *Psychological science*, *13*(1), 13-19.
- Smith, L. B., & Kemler, D. G. (1978). Levels of experienced dimensionality in children and adults. *Cognitive Psychology*, *10*(4), 502-532.
- Tek, S., Jaffery, G., Swensen, L., Fein, D., & Naigles, L. R. (2012). The shape bias is affected by differing similarity among objects. *Cognitive Development*, *27*(1), 28-38. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2011.09.009>
- Thibaut, J.-P. (1991). Réurrence et variations des attributs dans la formation des concepts. *Unpublished doctoral thesis, University of Liège, Liège.*
- Thibaut, J.-P., & Witt, A. (2015). Young children's learning of relational categories : Multiple comparisons and their cognitive constraints. *Frontiers in Psychology*, *6*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00643>
- Waxman, S. R., & Klibanoff, R. S. (2000). The role of comparison in the extension of novel adjectives. *Developmental Psychology*, *36*(5), 571-581. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.36.5.571>.

**CHAPITRE 4 – DES BASES SOLIDES FACILITENT LA
COMPREHENSION : UNE SEQUENCE DE COMPARAISON
PROGRESSIVE EN DIFFICULTE**

PREAMBULE

La première partie de ce quatrième chapitre est composé d'un article de congrès publié dans les proceedings reviewés du Annual Meeting of the Cognitive Science Society. Cet article s'appuie sur les résultats de l'expérience précédente qui montre que les situations de comparaison dans lesquelles les stimuli utilisés se ressemblent sont plus difficiles que les situations de comparaison dans lesquelles ils sont distinctifs. Sur cette base, nous tentons de voir si, dans un apprentissage d'un nouveau nom, une séquence de comparaisons de difficulté progressive et partant de stimuli distinctifs aiderait les enfants à comprendre quelle est la dimension pertinente dans le cas où les stimuli ne sont pas distinctifs. Pour cela nous avons manipulé la distinctivité de façon globale, c'est-à-dire que les objets utilisés avaient des formes et des textures distinctives ou peu distinctives. Tout comme dans le chapitre précédent nous avons utilisé une tâche de généralisation en situation de comparaison. Trois groupes expérimentaux divisés en deux groupes d'âges, 3-4 ans et 5-6 ans ont été mis en place. Dans le premier, les enfants devaient dénommer des stimuli distinctifs dans un premier temps puis des stimuli peu distinctifs dans un deuxième temps. Dans le second groupe, ils voyaient des stimuli peu distinctifs dans les deux phases de l'expérience. Et dans le troisième, ils voyaient des stimuli peu distinctifs puis des stimuli distinctifs.

La première partie de l'expérience réplique les résultats du chapitre 3, c'est-à-dire qu'en situation de comparaison les stimuli distinctifs sont plus facilement généralisés que les stimuli non distinctifs. Dans la seconde partie de l'expérience, seuls les enfants qui ont d'abord comparé des stimuli distinctifs ont réussi à généraliser les nouveaux mots sur la dimension pertinente. Cela signifie qu'une fois que la texture a été perçue comme une dimension pertinente les enfants arrivent à l'utiliser quelle que soit la distinctivité des stimuli. En revanche, des comparaisons répétées avec des stimuli peu distinctifs n'améliore pas la performance. Ces patterns de résultats sont observés dans les deux groupes d'âges étudiés, bien que la performance des enfants plus âgés soit plus élevée dans l'ensemble.

RESUME

Dans cette expérience, nous avons étudié le rôle de la distinctivité des dimensions des stimuli sur la généralisation de nouveaux noms en situation de comparaison. Nous avons manipulé la séquence de difficulté des essais, en commençant soit par des essais plus difficiles, soit par des essais plus faciles. Pour y parvenir, nous avons manipulé la distinctivité des stimuli présentés dans les premiers essais de comparaison et les essais de transfert ultérieurs. Les résultats ont montré que lorsque des stimuli distinctifs sont comparés dans la première phase, les performances de comparaisons ultérieures avec des stimuli peu distinctifs sont améliorées. En revanche, la répétition de comparaisons avec des stimuli peu distinctifs n'a pas entraîné d'amélioration au fur et à mesure des essais. Nos données montrent également que la réponse au premier essai est un bon prédicteur de la performance générale des enfants, y compris dans la seconde phase de l'expérience. Nous interprétons ces résultats en termes de coûts différentiels de comparaison pour différents niveaux de distinction et d'abstraction d'une condition à une autre.

Mots clés : Généralisation, Apprentissage de mots, Comparaison, Transfert, Distinctivité

INTRODUCTION

Children learn novel words in situations in which they encounter a target stimulus and a word, for example, a dog and its name, “Look, this is a dog”. Later on, they will have to use this novel word despite broad dissimilarities (contextual and perceptual) between new dogs and the first one. When they learn novel nouns, children’s challenge is to sample properties that are central for categories the nouns refer to (Murphy, 2002). Indeed, in many novel noun learning situations, irrelevant superficial and salient similarities or differences can be more cognitively prominent than variations of more relevant dimensions. The present paper compares several novel noun learning conditions in terms of their respective level of generalization.

Learning a novel word consists in finding out which features are relevant to decide whether or not a new object is also a member of a target category (Gentner & Namy, 1999; Jones & Smith, 1993). Former studies have shown that young children often extend novel object names according to their shape (e.g., Imai et al., 1994; Landau et al., 1988; Smith et al., 1996). Given that shape or other salient features can be conceptually irrelevant, understanding which situations facilitate generalizations based on relevant but non salient properties is a crucial issue for concept development.

In the context of novel noun generalization, it has been repeatedly shown that the opportunity to compare several learning examples (at least two) of a taxonomic category (e.g., apple and pear for fruits) associated with a common novel name, help children to generalize novel words taxonomically rather than perceptually (Augier & Thibaut, 2013; Gentner & Namy, 1999, Graham et al., 2010). In contrast, no-comparison situations tend to favor perceptually based word extensions (e.g., Imai et al. 1994). For example, if children are presented with an apple introduced with a pseudoword (e.g., “This is a buxi”) and asked which one between a banana (taxonomic match) and a balloon (perceptual match) could also be a “buxi”, they point to the perceptual match (the balloon) beyond chance. In contrast, if they are presented with an apple and a pear introduced with the same pseudoword (e.g., “This is a buxi”, “This is also a buxi”), children select the taxonomic match beyond chance (Gentner & Namy, 1999).

However, a recent meta-analysis on the effects of comparison showed that all comparison situations are not always associated with better performance (Alfieri et al., 2013). For instance, Thibaut and Witt (2015) manipulated the number of training items

(two, three or four pairs illustrating the relation). Three training pairs gave the best performance whereas, surprisingly, four pairs significantly decreased performance (see also Augier & Thibaut, 2013; Simms et al., 2018, for similar results). The authors argued that the three-pair condition was the best compromise between informativeness and cognitive demands for the targeted age group. Augier and Thibaut (2013) also showed that the effects of comparison are modulated by age, with older children (five- to six-year-old) benefitting more from complex comparison situations than younger children (three- to four-year-old). In the present research, capitalizing on previous results, we introduced comparisons in sequences and manipulated the difficulty of the comparison trials in order to better understand which sequence of comparisons trials would lead to better results. In other words, the question of interest was to understand whether benefits in a first sequence of comparison trials would influence (positively or negatively) following trials.

The role of sequences in learning has already been studied in previous studies but not in the framework of comparison. For example, Carvalho and Goldstone (2014) showed that blocked (i.e., the same stimuli repeated in a row) presentations led to more discoveries of commonalities among objects within the same category than interleaved (i.e., different stimuli interleaved in a sequence) presentations. Another conceptualization of sequences of learning trials is to think of them as a succession of trials, starting with concrete trials followed by less concrete later trials. Goldstone and Son (2005) showed that performance on pattern learning was significantly better in what they called a concreteness fading paradigm, which is supposed to promote more decontextualized representation, hence more transferable. Similarly, Kotovsky and Gentner (1996) showed that four year old who first saw easier instances of a relational similarity, were more able to abstract more difficult instances in later trials that would stay out of reach without the former easier trials. In Gentner et al. (2007), when children were first presented with high-similarity training stimuli, they were better to identify the common part than when they saw low-similarity training stimuli.

One popular interpretation of these experiments is the theory of progressive alignment (Gentner, 1983 ; Gentner & Rattermann, 1991). According to this theory, when children compare two objects, they first find perceptual similarities that ground the comparison and then, discover less salient, deeper commonalities. Our proposal goes further and suggest that the process of comparison induce a change in the representation of

the objects presented that could impact the result of a following process of comparison. More precisely, we examine preschool children's ability to learn and transfer across comparison situations that share a common underlying relevant feature (i.e., texture) which differ in the way it is implemented. If feature alignment is an important step for successful learning from comparisons, then the difficulty of feature alignment in a first phase might influence identification and alignment of those features in a following comparison phase. In our study, we implemented a sequence of comparison trials and manipulated the easiness to identify the relevant feature. The stimuli were defined along two main dimensions, shape, and texture, with shape being the salient but irrelevant feature and texture the less salient but relevant feature.

In a noun generalization task with unfamiliar stimuli, Augier and Thibaut (2013) manipulated age (three- to four-year-old vs. five- to six-year-old) and the dimensions' distinctiveness (high vs. low) in comparison situations. According to Hammer and Diesendruck (2005, p.145) "the physical differences between stimuli, that is, their distinctiveness, affect people's (...) ability to discriminate between stimuli or to perceive them as similar". It means that a dimension (e.g., shape, texture, color) that would not be very different between two stimuli might be very difficult to identify and thus difficult to align. For example, the intuition tells us that a circle and a square are very different shapes, that is they are highly distinctive. In contrast, two oval shapes also differ in their shape, but the difference seem to be less pronounced, hence they have less distinctive shapes. In Augier and Thibaut study, both shape and texture were distinctive (i.e., very different) in the high-distinctive condition and both shape and texture were less distinctive (i.e., less different) in the low-distinctive condition. Their results showed that when the distinctiveness was high, both groups of age benefitted from comparison and achieved high categorization performance. When the distinctiveness was low, older children found the relevant dimension more often than chance in the comparison condition but not younger children. It means that the effects of comparison depend on dimensions' distinctiveness. The authors interpreted their finding in terms of complexity to integrate nonobvious commonalities when the differences were less easily noticed. However, even in the low distinctive case younger children still benefitted from comparison compared to a no-comparison situation. It means that they managed, sometimes, to find the relevant dimensions. In our study we manipulated the dimension's distinctiveness in the same way as Augier and Thibaut (2013) and considered high-distinctiveness comparison as easier

comparison situation than low-distinctiveness comparison (see Figure 10 for an example of the stimuli used).

The present study

Our main research question was whether comparisons not only support immediate taxonomic relation identification but also can confer insight that potentiates future comparisons. As in Augier and Thibaut (2014), we investigated this question in two groups of age four-year-old and five-year-old. We compared three conditions. In the High-Low condition, high-distinctiveness objects were introduced before low-distinctiveness objects. In the Low-High condition, low distinctiveness objects were presented before high distinctiveness objects. In the Low-Low condition, low-distinctiveness objects were presented in both phases. In the High-Low condition, the purpose was to investigate if the understanding of the relevant dimension in the easier situation (high-distinctiveness) would be transferable to a less clear situation of comparison (with low-distinctive objects). The Low-Low condition was supposed to test whether there is a general practice effect, that is if improvements in the second – transfer phase could result from a larger number of practice trials. The purpose of the Low-High condition was to test if the level of abstraction obtained in the low distinctive situation thanks to comparison, compared to a no-comparison situation, would boost performance in easier cases of comparison.

In the first phase of experiment, the practice phase, we expected to replicate Augier and Thibaut (2014) results, i.e., (a) find more texture-based responses in the older group of children (b) In both age groups, better performance with high-distinctiveness objects than low distinctiveness case (c) less benefits of comparison with younger children. Based on the progressive alignment theory suggesting that providing easily alignable dimensions first should help alignment of those features latter on, we predict better performance in the low condition after practice with high-similarity comparisons (High-Low condition). Indeed, if the level of abstraction achieved in the high-distinctive condition is sufficient to be applied in the low condition, comparison with distinctive objects may bootstrap transfer with less salient features' objects. In the Low-Low condition, predictions might differ for older and younger children. Given that only older children found the relevant dimension thanks to comparison in the low-distinctiveness condition, we hypothesized that only them could benefit from repetitive comparison with this level of distinctiveness. Then, children who

fail to find the correct answer in the first trials might also fail in the transfer phase. In the low-high condition, the issue is more open: if comparison led to better abstraction, as shown by Augier and Thibaut, this abstraction might be sufficient to boost later performance in an easier condition. On the other hand, difficulties with this condition might lead to worse performance.

A last purpose was to study whether participants who succeed in the second, transfer, phase found the correct answer early on or progressively. The first possibility would predict a positive correlation between the first trial and the performance in the transfer phase. On the contrary, an incremental view of learning would predict that given that children benefit from comparison, more trials should lead to better performance.

METHODS

Participants

150 preschoolers participated in this study and were tested individually at school. They were split in two age groups: 90 younger (57 females, mean age = 52.83, SD = 5.5m, range: 36-59m) and 60 older (32 females, mean age = 67.86, SD = 4.9m, range: 60-76m). They were randomly assigned to one of the three experimental conditions with 20 children per condition for the older and 30 children per condition for the younger. We recruited less older children because even in the low-distinctiveness condition, they already have good performances so there is not much room for improvement. Informed consent was obtained from their school and their parents. The procedure was in accordance with the Declaration of Helsinki and followed institutional ethics board guidelines for research on humans.

Design

We used a forced-choice categorization task, in which children had to decide which of two simultaneously presented objects was of the same kind as the standards. Each child saw two familiarization trials followed by five practice trials and five transfer trials. No feedbacks were given. Younger and older groups of children participated in one of the three between-subject experimental conditions: High-Low, Low-Low or Low-High. In the High-Low condition, high-distinctiveness objects were introduced in the first phase (i.e., practice phase) and low-distinctiveness objects in the transfer phase. In the Low-Low condition, low-distinctiveness objects were presented in both practice and transfer phases. In the Low-

High condition, low-distinctiveness objects were presented in the practice phase and high-distinctiveness objects in the transfer phase.

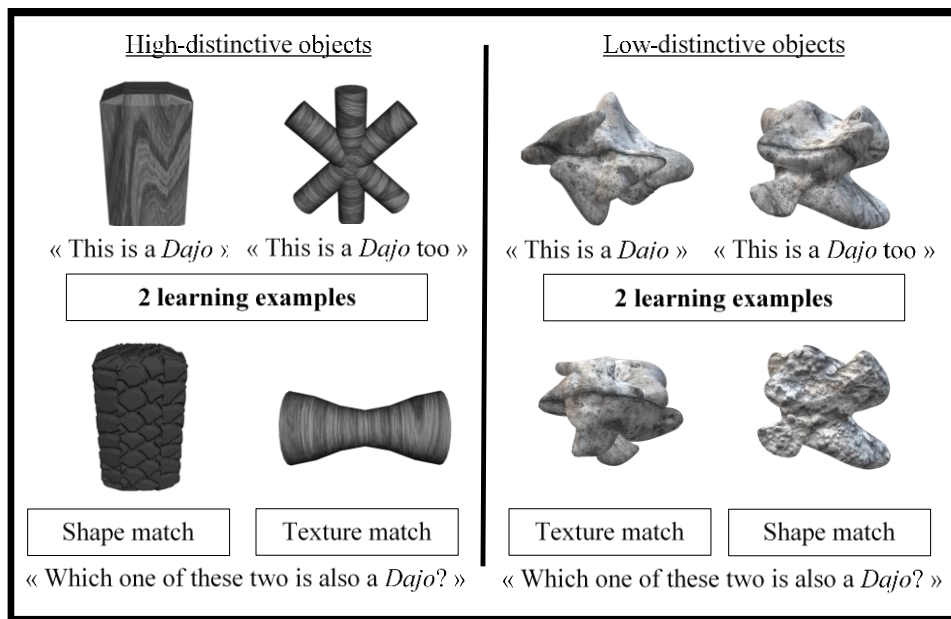


Figure 10. Example of sample stimulus sets and instructions used in the two levels of distinctiveness.

Materials

Twenty-one sets of four artificial grey-scale objects depicted on laminated cards were adapted from Augier and Thibaut (2013), fourteen for the low-distinctiveness condition and seven for the high-distinctiveness condition. Each set was composed of two standards and two test objects. The two standards had the same texture but different shapes (see Figure 10). The first test object, the shape match, had the same shape as one of the two standards but differed in its texture. The other test object, the texture match, had the same texture as both standards but had a different shape (see Figure 10).

Each object was printed on a 12 cm by 9 cm laminated card. The objects' textures and shapes in the low distinctiveness condition were created to be less distinctive (Figure 10, right panel) than in the high distinctiveness condition (Figure 10, left panel). Seventy-five adults rated the distinctiveness of pairs of objects on a 7-point Likert-like scale (ranging from not similar at all to extremely similar). Objects presented in pairs of different-texture-but-same-shape objects were judged to be significantly less distinctive in the low-distinctiveness condition (Mean = 3.48, SD = 1.29) than in the high-distinctiveness condition (Mean = 1.67, SD = 1.19), $t(74) = 15.85, p < .001$. Objects presented in pairs of

different-shape-but-same-texture pairs of objects were judged to be significantly more similar in the low distinctiveness set ($M = 3.47$, $SD = 1.19$) than in the high-distinctiveness set ($M = 1.81$, $SD = 1.10$), $t(74) = 13.82$, $p < .001$. Textures and shapes that were used in one set differed from those used in the other sets. The order in which the sets were presented was pseudo-randomized within and across participants.

We also created twelve different bi-syllabic labels (pseudo-words). Each of these novel names (Youma, Buxi, Dajo, Zatu, Sepon, Xanto, Vira, Loupo, Sampi, Loga, Kufa, and Budan) was randomly associated with one of the twelve sets performed by each child. The names were pseudo-randomized in a counterbalanced design across sets and participants.

Procedure

Children were introduced to the puppet “Yoshi” who “lives very far away”. They were told that Yoshi had some unknown objects with strange names that they would have to learn. The experimenter introduced the first standard with a novel-name (e.g., “This is a Dajo”) and children were asked to repeat the novel word. Then, a second standard was introduced with the same label as the first one (e.g., “This is a Dajo too. They both are Dajo.”). The two standards were presented in a row and their location was determined randomly. Children were asked to look carefully at the objects. In the forced-choice test phase, the two test objects (i.e., the shape and the texture match) were introduced simultaneously and children were asked to point at the one that was also a member of the category (e.g., “Show me which one of these two is also a Dajo.”). The test objects were presented in a row and their location was determined pseudo-randomly.

RESULTS

Anova analysis

We first conducted an ANOVA with 2 Age (young vs. old) and 3 Conditions (High-Low vs. Low-Low vs. Low-High) as between subject factors on the percentage of texture match choices at the transfer phase. Older children made significantly more texture choices (77%, $SD = 32.69$) than younger children (61%, $SD = 35.30$) ($F(1, 144) = 12.42$, $p < .001$, $\eta^2_P = .08$, $BF_{10} = 39.56$). The ANOVA also revealed a significant effect of Condition ($F(2, 144) = 3.67$, $p = .003$, $\eta^2_P = .05$, $BF_{10} = 1.54$). All groups of post-hoc were computed

using separate paired-samples comparison and the sequentially acceptive step-up Bonferroni procedure, with an initial alpha level of .05 (Hochberg, 1988).

To explore more precisely this result on the transfer phase with low-distinctiveness objects, we ran t-tests as post-hoc analysis for each age group. In the younger group, there were more texture-based categorizations in the transfer phase in the High-Low condition ($M = 67\%$, $SD = 33.60$) than in the Low-Low condition ($M = 47\%$, $SD = 30.00$), $t(58) = 2.42$, $p = .019$, $d = .67$, $BF_{10} = 2.88$). This means that in the transfer phase with low-distinctiveness objects, younger children significantly benefited from practice with high-distinctiveness objects (see Figure 11a) which was not the case with earlier practice with low-distinctiveness objects. In the older group (see Figure 11b), there was a marginally significant difference in the percentage of texture-based categorizations in the transfer phase between the High-Low condition ($M = 87\%$, $SD = 24.52$) and the Low-Low condition ($M = 70\%$, $SD = 32.12$, $t(38) = 1.88$, $p = .07$, $d = .60$, $BF_{10} = 1.22$).

In order to explore the effect of a practice phase with high-distinctiveness objects on the performance with low-distinctiveness objects, we ran independent sample t-tests (two-tailed) to compare the practice phase in the Low-High condition and the transfer phase in the High-Low condition in the two-age group. There were not significant differences for younger children (L-H practice phase $M = 51\%$, $SD = 37.39$; H-L transfer phase $M = 67\%$, $SD = 33.7=60$), $t(58) = 0.67$, $p = .507$, $d = .17$, $BF_{10} = 0.32$) and for older children (L-H practice phase $M = 74\%$, $SD = 33.78$; H-L transfer phase $M = 87\%$, $SD = 24.52$, $t(38) = 1.39$, $p = .172$, $d = .44$, $BF_{10} = 0.66$).

In order to explore the effect of a practice phase with low-distinctiveness objects on the performance with low-distinctiveness objects, we ran independent sample t-tests (two-tailed) to compare the practice phase in the Low-High condition and the transfer phase in the Low-Low condition in the two-age group. There were not significant differences for younger children (L-H practice phase $M = 51\%$, $SD = 37.39$; L-L transfer phase $M = 47\%$, $SD = 30.00$), $t(58) = 0.45$, $p = .651$, $d = .12$, $BF_{10} = 0.29$) and older children (L-H practice phase $M = 74\%$, $SD = 33.78$; L-L transfer phase $M = 70\%$, $SD = 32.12$, $t(38) = 0.38$, $p = .703$, $d = .12$, $BF_{10} = 0.33$).

In order to compare the effects of a first practice phase with low-distinctiveness objects on the performance with high-distinctiveness objects, we used an independent sample t-test (two-tailed) to compare the transfer phase in the Low-High condition and the practice phase in the High-Low condition in the two-age group. There were not significant differences for older (H-L practice phase $M = 92\%$, $SD = 18.80$; L-H transfer phase $M = 77\%$, $SD = 41.69$), $t(38) = 1.47$, $p = .151$, $d = .46$, $BF_{10} = 0.72$, or younger children (H-L practice phase $M = 76\%$, $SD = 33.80$; L-H transfer phase $M = 61\%$, $SD = 35.81$), $t(58) = 1.71$, $p = .093$, $d = .44$, $BF_{10} = 0.88$). It suggests that a practice with low-distinctiveness objects did not benefit generalizations with high-distinctiveness objects.

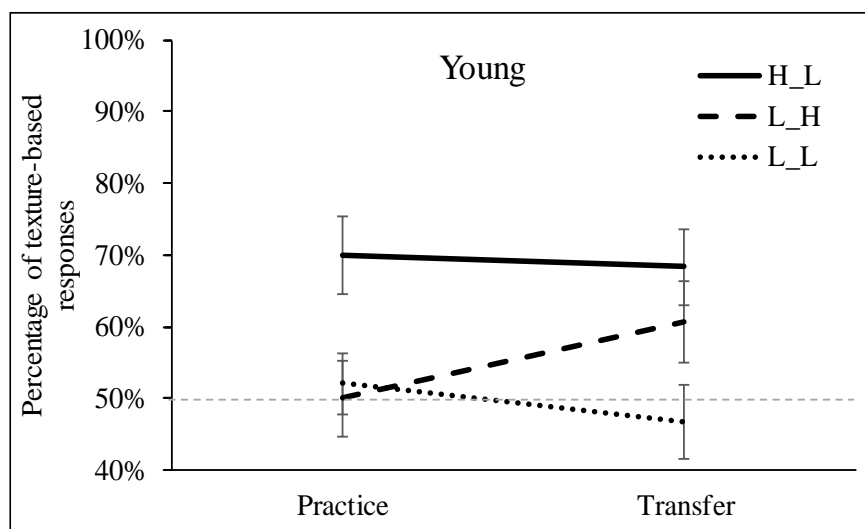


Figure 11a. Young children mean percentage of texture based-categorization in the practice and the transfer phase for the three conditions: High-Low (H-L), Low-Low (L-L) and Low-High (L-H). Vertical bars represent standard error of the mean.

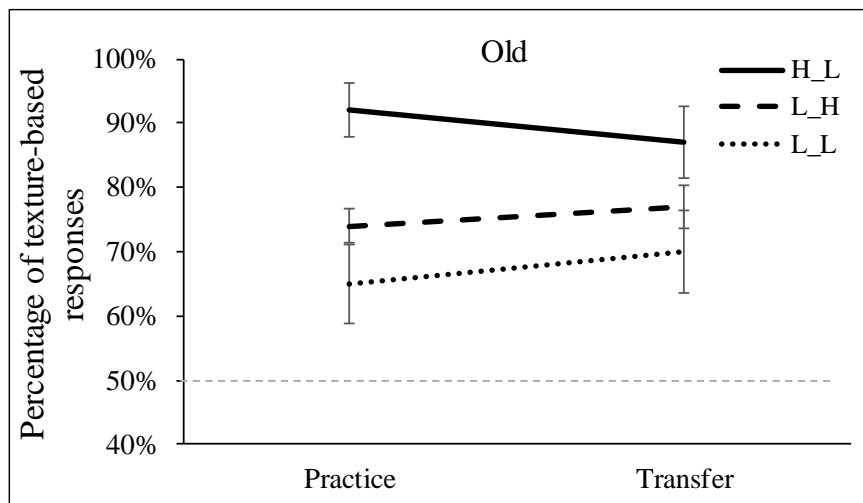


Figure 11b. Old children mean percentage of texture based-categorization in the practice and the transfer phase for the three conditions: High-Low (H-L), Low-Low (L-L) and Low-High (L-H). Vertical bars represent standard error of the mean.

Chance comparisons

We compared the percentage of texture match choices with chance (i.e., 50%) in each phase of learning in the three conditions for the two age groups. For older children all t-tests were significant except in the practice phase in the Low-Low condition ($M = 65\%$, $SD = 37.80$), $t(19) = 1.78$, $p = .09$, $d = .40$, $BF_{10} = 0.87$). For younger children, in the Low-Low condition, t-tests were not significant in both the practice ($M = 55\%$, $SD = 30.50$), $t(29) = 0.96$, $p = .346$, $d = .175$, $BF_{10} = 0.30$) and the transfer phases ($M = 47\%$, $SD = 29.90$), $t(29) = -0.47$, $p = .644$, $d = -.08$, $BF_{10} = 0.22$). In the High-Low condition, the t-tests were significant in both the practice ($M = 76\%$, $SD = 33.80$), $t(29) = 4.21$, $p < .001$, $d = .77$, $BF_{10} = 125.98$) and the transfer phase ($M = 67\%$, $SD = 33.60$), $t(29) = 2.83$, $p = .008$, $d = .52$, $BF_{10} = 5.19$). In the Low-High condition, t-tests were not significant for both the practice ($M = 51\%$, $SD = 37.39$), $t(29) = 0.19$, $p = .847$, $d = .036$, $BF_{10} = 0.19$) and the transfer phase ($M = 61\%$, $SD = 35.81$), $t(29) = 1.63$, $p = .113$, $d = .30$, $BF_{10} = 0.63$).

Pattern analysis

In order to provide a more precise picture of participants' distribution of answers, individual patterns of answers analysis were also performed. Indeed, a mean score can result either from a bimodal distribution of consistency or from a large number of inconsistent

participants plus a small number of consistent participants. Children were categorized as texture-consistent when they chose at least four texture matches (out of five trials) and shape-consistent when they chose at least four times the shape matches (out of five). They were classified as inconsistent in other cases. Chi-square tests of independence were then run on the patterns of consistency of the transfer phase between conditions.

In the younger group, the distribution of the pattern of responses in the transfer phase between the conditions was marginally significant. They were more texture-consistent and less inconsistent in the High-Low condition than in the Low-Low condition ($\chi^2 (2, 60) = 5.71, p = 0.057$) (see Figure 12). In the older group, the distribution of the pattern of responses in the transfer phase between the conditions was significant. Indeed, they were more texture-consistent and less inconsistent in the High-Low condition than in the Low-Low condition ($\chi^2 (2,40) = 7.20, p = 0.027$).

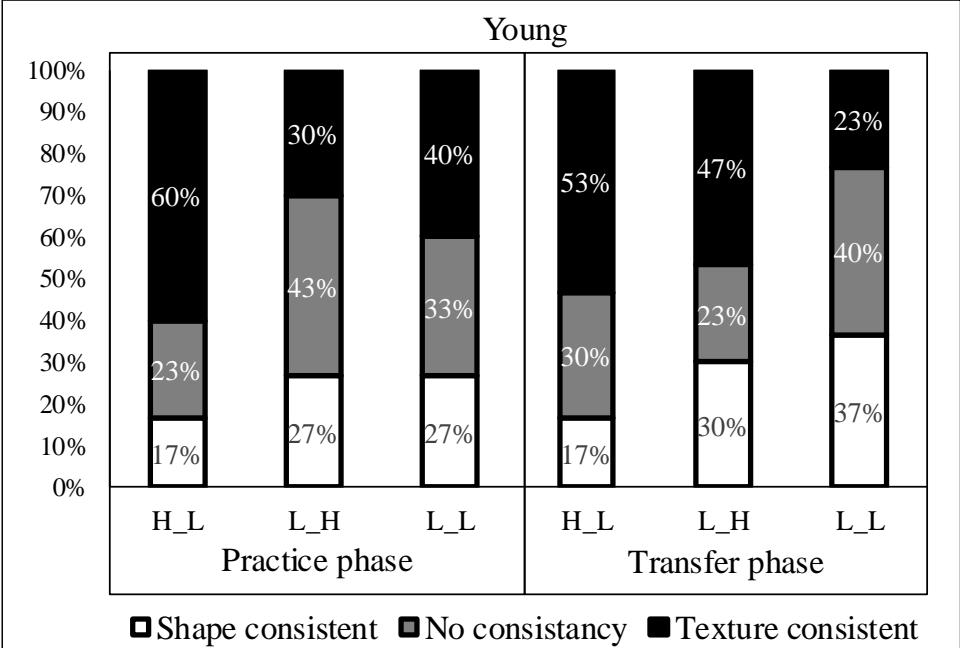


Figure 12. Percentage of young children who were either texture-consistent, shape-consistent, or inconsistent for each phase in each condition.

Correlation’s analysis

Pearson’s correlations between the first practice trial and the mean of the transfer phase were conducted for each condition, to examine whether the first trial would predict the performance in the transfer phase. This analysis was motivated by the contrast between a cumulative-progressive view of learning and an all-or none view of learning. An all-or-none view would predict the first trial to be correlated with the transfer trials scores. For the younger children, the correlation was significant in the three conditions, High-Low

($r(53) = 0.36, p = .007, BF_{10} = 6.60$), Low-High ($r(58) = 0.50, p < .001, BF_{10} = 514$) and Low condition ($r(58) = .51, p < .001, BF_{10} = 417$). We interpret this result in terms of executive function in the general discussion. We did not look at the older group, because the majority of them (17 participants out of 20) were correct on the first practice trial.

DISCUSSION

Former evidence regarding the positive role of comparison in novel name learning has been obtained with comparisons situations that did not assess how a first phase in one condition would influence performance in another condition. In this experiment we examined whether learning to categorize objects at a given distinctiveness level (either low or high) would influence later categorization of high- or low-distinctiveness objects. Overall, our results showed that comparison with high-distinctiveness objects led to better scores in low-distinctiveness object categorization than comparison with low-distinctiveness objects. Correlation analyses showed that the first practice trial predicted transfer performance, providing evidence in favor of an all-or-none view of learning.

In both age groups, we found more texture-based responses in the transfer phase after practice with high distinctiveness objects than after practice with low distinctiveness objects. This result is in line with the notion of progressive alignment suggesting that comparisons children make in a simple domain highlight the relational structure in this domain, which, in turn makes possible even more abstract comparisons (Kotovsky & Gentner, 1996). In our study, children's first exposure to the high-distinctiveness objects allowed them to align texture with texture even in the case of more complex learning objects. This is important because high-distinctiveness objects are likely to be compared and even young children might benefit from this comparison to gains deeper knowledge about them. Indeed, our findings suggest that these high-distinctive objects potentiate following less obvious comparison situations. It suggests that participants encoded texture across trials as a relevant type of feature in this situation, rather than as disconnected tokens. Exemplars of texture might have been stored as a result of stimulus processing, and the code in which these easy cases were stored was applied to new, less obvious, cases.

This result stands in sharp contrast with the Low-Low condition, in which participants could not use the trials of the practice part as additional opportunities to learn texture before the second part occurred. This result suggests that less distinctiveness objects

did not allow any progressive learning that might occur across repeated presentations of the same learning situations (e.g., Scott & Dienes, 2010). This result is surprising because children, especially the older, benefited from comparison with low-distinctiveness objects but they could not use the gained insight for the following trials. It suggests there is a limit of the benefits from repeating comparison situations with the same material.

We also examined the course of learning thanks to the correlation between the first trial and the global performance. A first hypothesis was that once a dimension has been found by participants, they have difficulties to inhibit this first hypothesis or if they were able to inhibit it, they were unable to generate a new description of the objects (i.e., a lack of cognitive flexibility). On the contrary it is possible that learning is composed of trial-and-error testing in which participants try different hypotheses until they converge on the correct one. The significant correlation between the first trial in the practice phase and the mean performance of the transfer part of the experiment speaks in favor of the first hypothesis, that is an explanation in terms of executive functions (see Augier & Thibaut, 2013; Simms et al., 2018). These results suggest a link between the comparison process and cognitive flexibility necessary to apprehend objects from a novel point of view. Moreover, it seems that repeating comparisons situations does not allow for a progressive improvement, and everything is settled after the first trial.

CONCLUSION

To the best of our knowledge, our data were the first to contrast different sequences of learning comparison conditions in a novel noun learning task. In our case, the first, high-distinctiveness, comparisons allow some form of abstraction of the texture dimension which are usable for more difficult, demanding cases later on. However, it does not tell us how the alignment was performed: transfer of an abstract notion of texture, learning of shape irrelevance. Further studies involving objects composed of different kinds of dimensions are required to explore more clearly how transfer occurs between trials.

RÉFÉRENCES

- Alfieri, L., Nokes-Malach, T. J., & Schunn, C. D. (2013). Learning Through Case Comparisons : A Meta-Analytic Review. *Educational Psychologist*, 48(2), 87-113. <https://doi.org/10.1080/00461520.2013.775712>
- Augier, L., & Thibaut, J.-P. (2013). The benefits and costs of comparisons in a novel object categorization task : Interactions with development. *Psychonomic bulletin & review*, 20(6), 1126-1132.
- Augier, L., & Thibaut, J.-P. (2014). Dimensional Distinctiveness Constraints on Comparison Processing Across Development. *Cognitive Science Society*, 1874-1879.
- Carvalho, P. F., & Goldstone, R. L. (2014). Putting category learning in order : Category structure and temporal arrangement affect the benefit of interleaved over blocked study. *Memory & Cognition*, 42(3), 481-495. <https://doi.org/10.3758/s13421-013-0371-0>
- Gentner, D. (2010). Bootstrapping the Mind : Analogical Processes and Symbol Systems. *Cognitive Science*, 34(5), 752-775. <https://doi.org/10.1111/j.1551-6709.2010.01114.x>
- Gentner, D., & Namy, L. L. (1999). Comparison in the Development of Categories. *Cognitive Development*, 14(4), 487-513. [https://doi.org/10.1016/S0885-2014\(99\)00016-7](https://doi.org/10.1016/S0885-2014(99)00016-7)
- Gentner, D., & Rattermann, M. J. (s. d.). *Language and the career of similarity*. 50.
- Goldstone, R. L., & Son, J. Y. (2005). The Transfer of Scientific Principles Using Concrete and Idealized Simulations. *Journal of the Learning Sciences*, 14(1), 69-110. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1401_4
- Hammer, R., & Diesendruck, G. (2005). The role of dimensional distinctiveness in children's and adults' artifact categorization. *Psychological Science*, 16(2), 137-144.
- Hochberg, Y. (1988). A sharper Bonferroni procedure for multiple tests of significance. *Biometrika*, 75(4), 800-802. <https://doi.org/10.1093/biomet/75.4.800>
- Imai, M., Gentner, D., & Uchida, N. (1994). Children's theories of word meaning : The role of shape similarity in early acquisition. *Cognitive Development*, 9(1), 45-75. [https://doi.org/10.1016/0885-2014\(94\)90019-1](https://doi.org/10.1016/0885-2014(94)90019-1)
- Jones, S. S., & Smith, L. B. (1993). The place of perception in children's concepts. *Cognitive Development*, 8(2), 113-139.

- Kotovsky, L., & Gentner, D. (1996). Comparison and Categorization in the Development of Relational Similarity. *Child Development*, 67(6), 2797-2822.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.1996.tb01889.x>
- Landau, B., Smith, L. B., & Jones, S. S. (1988). The importance of shape in early lexical learning. *Cognitive development*, 3(3), 299-321.
- Murphy, G. L. (2002). *The big book of concepts*. MIT Press.
- Scott, R. B., & Dienes, Z. (2010). Prior familiarity with components enhances unconscious learning of relations. *Consciousness and cognition*, 19(1), 413-418.
- Simms, N. K., Frausel, R. R., & Richland, L. E. (2018). Working memory predicts children's analogical reasoning. *Journal of Experimental Child Psychology*, 166, 160-177.
<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.08.005>
- Smith, L. B., Jones, S. S., & Landau, B. (1996). Naming in young children: A dumb attentional mechanism? *Cognition*, 60(2), 143-171.
- Thibaut, J.-P., & Witt, A. (2015). Young children's learning of relational categories : Multiple comparisons and their cognitive constraints. *Frontiers in Psychology*, 6.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00643>

**CHAPITRE 5 – LE RÔLE DES FONCTIONS EXÉCUTIVES DANS
LA COMPARAISON POUR LA GÉNÉRALISATION DE
NOUVEAUX NOMS**

PRÉAMBULE

Jusqu'à présent nous avons montré que manipuler la structure des stimuli présentés dans le cadre d'une situation de comparaison pour la généralisation affecte la façon dont les enfants vont faire sens des informations disponibles. Cependant, tous les enfants n'interprètent pas de la même manière ces informations. En effet, certains enfants bénéficient davantage de la comparaison que les autres puisque même dans une situation où les stimuli sont peu distinctifs ils arrivent à trouver la dimension pertinente. A l'inverse, d'autres enfants sont en difficulté sur les stimuli distinctifs qui sont censés être plus faciles.

D'après la théorie de l'alignement progressif, lorsque les enfants comparent deux objets, ils les alignent sur des dimensions saillantes puis progressivement vers des dimensions de moins en moins saillantes et plus conceptuelles. Si certains enfants bénéficient davantage de la comparaison c'est qu'ils arrivent à aligner les stimuli sur des dimensions plus conceptuelles que leurs camarades en difficulté. Quelles sont les sources de ces difficultés ? Deux hypothèses ont été proposées dans la littérature. D'après l'une d'entre elle, plus les enfants ont de connaissances langagières et conceptuelles, plus il leur sera facile de coder ces dimensions qu'ils connaissent (Gentner, 2003; Loewenstein & Gentner, 2000, Murphy & Medin, 1985; Gelman, 1996). A l'inverse, des enfants qui n'auraient pas développé un certain concept ne pourraient pas aligner les exemples sur ce concept. Ainsi, plus un enfant aurait un vocabulaire développé, plus il bénéficierait de la comparaison. D'après la seconde théorie, ce ne sont pas les connaissances à priori qui vont guider la comparaison mais les capacités cognitives et plus précisément les fonctions exécutives (Augier & Thibaut, 2013; Boucheix et al., 2013; Stansbury et al., 2019; Thibaut & Witt, 2015). Les auteurs qui soutiennent cette idée proposent que par rapport à une situation sans comparaison, la présentation simultanée de deux (ou plus) exemples engendre un traitement plus élaboré des stimuli qui taxerait le fonctionnement exécutif. Par exemple, lorsque Augier et Thibaut (2013) ont montré qu'augmenter le nombre d'exemples facilite la généralisation uniquement dans une certaine mesure et chez les enfants les plus âgés, ils ont également proposé qu'augmenter le nombre d'exemples augmente le nombre de comparaisons à effectuer et donc les charges cognitives. Ainsi, d'après cette théorie plus un enfant aurait un développement exécutif avancé, plus il bénéficierait de la comparaison.

L'objectif de cette étude est d'apporter une contribution à ce débat. L'article présenté ici recense deux études avec des enfants de moyenne section. Dans la première

étude les objets utilisés dans la tâche de comparaison sont inconnus des enfants. L'objectif de cette condition est de contrôler que les connaissances à priori des enfants sont équivalentes. Dans la seconde, les objets utilisés dans la tâche de comparaison étaient familiers des enfants. Ici on est dans une situation de généralisation plus commune et pour laquelle on s'attendait davantage à avoir un lien avec le vocabulaire.

Nos résultats montrent la même chose quel que soit le type de vocabulaire : les performances de généralisation en situation de comparaison sont liées au développement exécutif et plus particulièrement à la flexibilité cognitive. En revanche, nous n'avons trouvé aucun lien entre le vocabulaire et la comparaison.

RÉSUMÉ

Les situations de comparaison sont un moyen efficace de promouvoir la généralisation de nouveaux mots basée sur des dimensions pertinentes. Cependant, tous les enfants ne profitent pas de la même manière de ce genre de situation. Dans cette étude, pour déterminer comment les différences individuelles interagissent avec la comparaison nous explorons le lien entre les fonctions exécutives (FE), le vocabulaire et la performance de généralisation en situation de comparaison. Deux types de matériel de généralisation ont été utilisés, soit des objets familiers, soit des objets non familiers aux enfants. Pour le matériel non familier, les résultats ont révélé une association significative de la performance de généralisation avec la flexibilité mais pas avec l'inhibition, la mémoire de travail ou le vocabulaire. Pour les objets familiers, les analyses ont révélé des corrélations positives entre catégorisation et flexibilité et entre catégorisation et inhibition. Cependant, une fois contrôlée à partir des autres variables, l'analyse du modèle mixte a révélé que seule la flexibilité était un prédicteur de la performance de catégorisation. Nous interprétons les résultats en termes de capacité à générer de manière flexible de nouvelles dimensions plutôt que d'inhiber des dimensions non pertinentes. Les performances sur les tâches de mémoire de travail et d'inhibition ne semblent pas être en lien avec les performances de généralisation de nouveaux mots. De plus, l'absence de corrélation avec les performances en vocabulaire soutient l'idée que les enfants ne s'appuient pas sur les connaissances existantes pour découvrir les dimensions pertinentes.

Mots clés : Comparaison, Fonctions exécutives, Vocabulaire, Développement conceptuel.

INTRODUCTION

Categorization is a fundamental skill for language learning. Indeed, when children are taught a novel word associated with a target example, they have to build a conceptual representation and, later on, generalize it to novel instances of the category. The main difficulty relies on the fact that the relevant properties can be perceptually salient but sometimes they are hidden and not salient (e.g., Gelman, 2006; Murphy, 2002). A promising method to facilitate feature discovery and generalizations based on relevant dimensions consists in introducing at least two learning examples of the target category rather than one in standard paradigms. Indeed, it seems that when two instances are introduced simultaneously with a common name, one engages in a comparison process that highlights common properties even if they are not perceptually salient. Despite a growing body of research on the benefits of comparison for novel name generalization, the respective contribution of individual differences in control processes (executive functions) and of world knowledge remains unclear (Augier & Thibaut, 2013; Gentner & Namy, 1999). It is unclear whether the facilitative effects of comparison on categorization are based on the reactivation of existing *category* knowledge or whether the opportunity to compare can also influence the formation of entirely novel categories. In the present study, we address this question with an individual difference correlational approach. We assess the relation between word generalization performance in a comparison design and cognitive processes such as inhibition, cognitive flexibility, working memory, and world knowledge.

Comparison in word-extension tasks

In classical word-extension tasks, children are presented with an example of a category associated with a name. Then, they are asked which one of (most often) two novel objects share the same name. In the forced-choice version of this task, one of the test objects, the taxonomic choice, is from the same category as the example but is perceptually dissimilar to the standard. The other test object, the perceptual choice, is from a different category but has the same shape as the example. Thus, to generalize correctly, children must perceive the relevant dimension of the target category and go beyond perceptual similarity with the perceptual choice. For example, in Gentner and Namy's experiment (1999), four-year-olds were introduced with a picture of an apple associated with a pseudo-name ("Look, this is a

Dajo”) and then, were asked which one between a banana and a balloon is also a *Dajo*. Most of them chose the perceptual-non-taxonomic choice (*i.e.*, the balloon).

A promising alley towards generalizations based on relevant properties, rather than perceptually based similarities, is to simultaneously introduce two examples of the target category with a common name (“This is a *Dajo*. This is also a *Dajo*”). This concomitant presentation facilitates comparison processes that consist in aligning examples along their dimensions from the more salient to the less salient to highlight commonalities and differences (Gentner, 1983; Gentner & Gunn, 2001; Gentner & Markman, 1997). This process helps children to go beyond salient and irrelevant properties and increase their tendency to elicit the taxonomic choice instead of the perceptual choice. For instance, in Gentner and Namy’s study (1999), when two examples were introduced (an apple and a pear) children selected much more often the taxonomic responses (*i.e.*, the banana) compared to when only one example was presented.

The benefits of these comparison paradigms have been demonstrated with various types of words such as object names (e.g., Augier & Thibaut, 2013; Gentner & Namy, 1999), names for parts (Gentner et al., 2007), action verbs (e.g., Childers & Paik, 2009), relational nouns (Gentner et al., 2011; Thibaut & Witt, 2015b) or adjectives (Waxman & Klibanoff, 2000). Other authors also extended these results to unfamiliar stimuli. For example, Augier and Thibaut (2013) pitted a perceptually non-salient but designed to be a conceptually relevant dimension (texture) against a perceptually salient but conceptually irrelevant one (shape). In the no-comparison case, the example shared its texture but not its shape with one of two test objects (the “taxonomic” match), and its shape but not its texture with the other test object (the perceptual match). Four-year-old extended the novel label mostly to the perceptual match. On the contrary, in the comparison condition in which the two examples had the same, less salient, texture but differed along the shape dimension, most children extended the novel label to the taxonomic match. Hence, preschoolers were able to extract the unifying non-salient dimension (*i.e.*, texture) to guide their categorization in the comparison case but not in the no-comparison case.

Overall, most studies show that when children are allowed to compare at least two examples, their attention shifts easily toward commonalities that might have remained unnoticed without comparison which increases the proportion of generalizations based on relevant dimensions. However, even if all of the comparison studies found more correct word generalization with comparison than without, none of them led to perfect

performance. Individual profiles reveal that even in the comparison condition, some children continue to select the perceptual lure instead of the taxonomic match.

How does comparison facilitate word generalization?

Using a common label for several items prompts children to compare them what allows them to notice and use their commonalities for word generalization (Gentner et al., 2003, 2011; Gentner & Namy, 1999b). In the absence of a common label, young children do not spontaneously compare things. On the contrary, when two objects are introduced with the same name, it implies that they share some commonalities that might matter for the targeted category. Indeed, several studies showed that comparison situations are only efficient when the examples are labeled (e.g., Gentner & Namy, 1999; Namy & Gentner, 2002).

One of the main hypotheses to explain the comparison process relies on the structural alignment theory, a generalization of the structure-mapping theory from analogical reasoning (Falkenhainer et al., 1989; Gentner, 1983; Gentner et al., 2003). According to this view, all example's properties are aligned and compared one by one from superficial, salient ones to the deepest, conceptual ones (Gentner, 1983; Gentner & Gunn, 2001). Indeed, salient features such as shape or color are first aligned, and this comparison facilitates the alignment of deeper features. For example, comparing an apple with an orange consists in aligning them on dimensions such as shape (the apple is round, the orange too), color (the apple is red and the orange is orange), edibility (both are edible), taste (both are sweet), origin (both are natural) and so on. As the output of the alignment process, some less salient properties are focused on more easily, and each dimension is stored as a commonality or a difference. When the two category examples are introduced ("This one is a *Dajo*, this one is also a *Dajo*") it shows that commonalities are potential diagnostic dimensions for the category *Dajo*. Conversely, dimensions that differ between the examples are not diagnostic because they are not fundamental to belong to the target category (Hammer, et al., 2009; Hammer et al., 2008b). For example, if an apple and an orange are introduced with the same word, it suggests that their commonalities (edibility, naturalness, sweetness) might be relevant to the target category, and on the contrary the properties on which they differ (shape, color...) are not crucial for defining the target category.

If the benefits of comparison have been demonstrated for various types of words, different types of comparison situations have been studied. Lagarrigue and Thibaut

(*submitted*) manipulated distinctiveness between objects in a name generalization task with and without comparison. They showed that low distinctiveness between the examples can be challenging, especially for three and four-years-old. Augier and Thibaut (2013) varied the number of items to be compared (learning items) presented to four- and six-year-old children. They confronted situations of comparison with two or four learning items. While four-year-old generalized the new word the same way with two or four learning items, six-year-old performed better in generalization with four learning items. They suggested that increasing the number of learning items certainly increases the number of converging information, but also increases the cognitive cost of a task (Andrews & Halford, 2002; Frye et al., 1998), particularly by the number of comparisons to be made and integrated. This result was replicated by Thibaut and Witt (2015) with relational names. These authors have shown that children better perform when they are shown three examples of learning than with four. The fact that older children were less affected by the variations of the parameters of the task reveals that the ability to compare two examples and extract relevant properties develops and matures during childhood. Therefore, we can wonder on what the ability to compare objects is based.

The goal of our study is to investigate this question. As former studies have shown that novel name generalization is strongly construed by response biases such as the shape bias (Imai et al., 1994; Landau et al., 1988), we will not consider the no-comparison case. We reasoned that going beyond these biases in the comparison conditions might be backed up by two sources, preliminary world knowledge and control processes. In other words, we try to understand how cognitive development, that is executive functions and world knowledge, influences the comparison process. We explore this question with familiar (as in Gentner & Namy, 1999) and unfamiliar objects (as in Augier & Thibaut, 2013). First, we will analyze how the comparison process occurs. Then we will explain how vocabulary and executive functions could be at play during this process.

Vocabulary and novel word learning

We now examine in what sense world knowledge might favor generalization in comparison processes. Our reasoning is based on the idea that giving two things the same name invites comparison that would not occur in the physical world (Gentner, 2003; Loewenstein & Gentner, 2005). Words serve as invitation to form conceptual categories (Ferguson & Waxman, 2017; Gelman & Coley, 1990; Gelman & Wellman, 1991; Waxman & Markow,

1995). Moreover, given that concepts themselves are connected to larger knowledge structures (Murphy 2002), the more concepts we have in a field the easier it is to link novel concepts to them (Gelman, 2006; Murphy & Medin, 1985). In other words, the more knowledgeable someone is in a conceptual domain the easier they will learn novel concepts in this domain. For example, it is easier to learn about wolves when you know dogs and other mammals. Some authors go further in the implication of language in cognitive development and suggest that acquiring language provides new resources that increase human cognitive capacities (Carey, 1985; Gentner et al., 2003, 2013). Language is thus viewed as a tool required to construct and manipulate representations, which would be impossible without such a symbol system.

Moreover, words afford not only abstraction, but they also direct attention toward specific dimensions given that depending on the conceptual domain, the set of relevant information differs. For example, in the case of artifacts, size, function, or weight might be useful but it is not the case for events. Thus, the presence or the absence of specific features can inform about the kind of category targeted. For example, the presence of eyes indicates that the item represents a living creature and even young children understand the relevance of this feature for generalizing a novel word (Graham & Poulin-Dubois, 1999). However, to understand the relevance of this feature, one needs to know that this feature is associated with living things. In other words, when one has to deal with some new item, prior knowledge will drive its exploration. For example Macario (1991) showed that three and four-year-olds are more likely to group novel items differing in color and shape based on color if the items were introduced as food, but based on the shape of the items were introduced as toys. Moreover, being informed that this novel object is from a certain kind of category will orient attention toward features that make sense for this category kind (Hall et al., 1993; Mandler, 2004; Markman, 1989; Waxman, 1990). Even young children can use knowledge about category membership when it is pitted against perceptual similarity as a basis for inferring other (hidden) properties (Gelman & Markman, 1985, 1986b).

Furthermore, Gentner and Hoyos (2017) proposed that the richer children's linguistic knowledge, the higher the cognitive gains of comparison. They claimed that conceptual knowledge about the compared objects drives the comparison benefits given that knowledge of a technical vocabulary is a direct cue of expertise in a given area. According to Gentner and Hoyos (2017), vocabulary is a key factor for conceptual

abstraction and understanding in the sense that the more children know about the world the more likely they will discover new conceptually relevant dimensions.

Interestingly, this view predicts that less knowledgeable children might find less conceptual dimensions in a task requiring finding novel dimensions than more knowledgeable children. Indeed, the former might rely on a poorer conceptual knowledge pool to make sense of the novel stimuli.

Cognitive processes and novel word learning

Previous studies have shown that comparisons do not come for free. Indeed in comparison designs, variables such as the number of compared items matters, and/or their distinctiveness are explanatory factors of children's performance (Augier & Thibaut, 2013; Thibaut and Witt, 2015). Beyond lexical learning tasks, executive functions are directly involved in other comparison tasks such as analogy tasks (Simms et al., 2018). Therefore, novel name learning would rely on executive control development and especially executive functions.

Executive function (EF) is an umbrella term that encompasses several cognitive abilities required when automatic processing is insufficient. In children the structure of EF, that is the extent to which they are a unitary construct or encompasses separable components, has long been debated (Miyake et al., 2000; Nelson et al., 2016; Wiebe et al., 2011). However, although it is still unclear whether they develop separately from one another or independently, three separable but interrelated components emerge around three years old : inhibition, cognitive flexibility, and working memory (see (Diamond, 2006; Nelson et al., 2016)). They are involved in many daily life activities especially in situations where goals cannot be achieved through routines. Moreover, EF performance is related to academic skills such as school readiness (Blair & Razza, 2007; Morrison et al., 2010) and mathematic (Bull et al., 2011; Bull & Scerif, 2001). Although it is unclear whether and how each component of the executive function system would interact with specific language abilities, there is a consensus about the reciprocal interaction between these two abilities. Indeed, numerous studies revealed significant relationships between vocabulary knowledge and executive functions in both elementary and preschool children (Bull et al., 2008; Gathercole & Pickering, 2000; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006; Welsh et al., 2010; Yoo & Yim, 2018). Weiland et al. (2014) tested the executive functions and the vocabulary of children at the beginning and end of preschool years. They found that

executive functions at the beginning of preschool (three years old) were a significant predictor of vocabulary skills at the end of preschool years (six years old), which was independent from vocabulary at the beginning of preschool. However, the reverse was not true as vocabulary at three years old did not predict EF at the six years old independently from EF at three years old. Therefore, it suggests that EF plays a central role in the development of vocabulary. In our study, we sought to correlate executive functions with a learning task. What we did is more analogous to former studies searching for correlations between conceptual tasks such as analogical tasks and executive functions (see Simms et al., 2018).

With an individual differences approach, Simms et al. (2018) showed that executive functions and especially working memory, are associated with analogical development. They first assessed 5- to 11-year olds' inhibitory control, working memory, and cognitive flexibility and found that individual differences in children's working memory were the best predictor of their performance in the scene analogy task. Even after controlling for age, the relationship remained significant, suggesting a strong interrelationship between analogical reasoning development and working memory development. With the same individual approach perspective, we investigate whether there is a link between executive functioning and comparison. Indeed, in comparison situations, to find out the relevant dimension, children must override irrelevant perceptual salient cues, represent the stimuli along dimensions that might not come immediately to mind, and keep in mind which dimensions have already been tested and might be (ir)relevant. All these steps can be related to the three core executive functions.

Inhibition is the ability to control attention to ignore distractors, to resist making one response driven by strong behavioral inclinations or external lures, and instead, do what is more appropriate or needed (Diamond, 2006). For example, in the classic Stroop task it is difficult to report the color and ignore the concept of the word. In comparison situations, inhibition could be at play to override irrelevant salient cues. Numerous studies have shown that children usually rely on salient properties such as shape to generalize a novel word (Baldwin, 1989; Graham & Poulin-Dubois, 1999; Imai et al., 1994; Landau et al., 1988). However, these salient properties are not always relevant for the target category, and in these cases, children have to go beyond them to discover and use more conceptual ones. Therefore, discovering nonobvious conceptually relevant dimensions might require to first

inhibit prepotent tendency to choose salient dimensions. Consistent with this idea Thibaut (1997) has shown that salient irrelevant features for categorization can prevent the abstraction of relevant ones.

Cognitive flexibility, the ability to adaptively switch perspectives (Diamond, 2006), could be at play when worthwhile similarities are not initially found in order to flexibly re-represent the stimuli along other dimensions. For example, when comparing an apple and an orange, one considers that, beyond perceptual similarity, other less salient dimensions are available. Cognitive flexibility could be useful to switch to these other less salient dimensions such as edibility, taste, or origin. Correctly generalizing the novel word requires switching to the relevant representation, which requires some conceptual flexibility (Blaye & Bonthoux, 2001; Blaye & Jacques, 2009; Deak, 2000).

Working memory, the ability to hold information in mind and mentally manipulate it (Diamond, 2006) could be at play to must keep in mind which dimensions have already been tested and might be relevant. They also have to keep in mind which new tested dimension did or did not unify the stimuli (without feedbacks). Moreover, these dimensions must be manipulated, for example, to integrate them into a broader representation of the target category. Previous studies showed that comparing several instances simultaneously promotes more correct generalizations than viewing the same number of instances individually in immediate succession (e.g., Kovack-Lesh & Oakes, 2007; Oakes & Ribar, 2005). For example, Oakes and Ribar (2005) presented children with two pictures of an animal (e.g., two cats), either simultaneously or in immediate succession. Children then participated in a generalization task in which they were required to discriminate between different categories (e.g., cats and vehicles). The results revealed that children who saw the pictures simultaneously were better at discriminating between closely related animals (e.g., cats and dogs) than children who saw the pictures in immediate succession.

The current study

The investigation of executive resources in a comparison design has been investigated through manipulation of task demands (e.g., Lagarrigue & Thibaut, *submitted*; Augier & Thibaut, 2013; Thibaut et Witt, 2015). However, to the best of our knowledge, no study has assessed whether individual differences in children's EF and world knowledge is associated with children comparison skills. Here, we assess world knowledge, working memory, cognitive flexibility, and inhibition of children, and use performance on these measures to

predict performance on a categorization with comparison task. Three main hypotheses can be made based on the current literature.

First, vocabulary knowledge might be the main resource involved in the comparison process (Hoyos & Gentner, 2017). In this case, more knowledgeable children will be the ones with the best generalization performances.

Comparison could also rely on cognitive processes than prior knowledge. If so, individual differences in children's EF capacities will predict children's categorization performances. More precisely, as suggested in the previous sections, each EF might be at play at a different stage of comparison. Inhibition might be involved in the discarding of irrelevant salient cues. Flexibility might be required to re-represent the stimuli along dimensions that might not come immediately to mind. Working memory might be used to keep in mind which dimensions have already been tested and might be relevant. In this case, children with the poorer inhibition skills would be the ones that select the more often the perceptual lure, children with the poorer flexibility skills might have difficulty to find the relevant dimension, and children with low working memory might not be consistent in their responses.

Third, both vocabulary and executive control could be involved in the comparison process. In this case, high vocabulary could compensate low executive control and conversely. Thus, both high scores in the executive functions and vocabulary tests could predict the generalization score.

EXPERIMENT 1

Methods

Participants

One hundred and twenty-one (121) 4- to 5-year-old preschoolers (66 female) were tested individually in a quiet room in their school (mean age = 53.80m, SD = 3.78, range: 46-60m). Eleven children were excluded from the analyses because they did not complete the task (2), were absent (4), or because French was not their native language (5). Written informed consent was obtained from their school and their parents/caregivers. The procedure followed institutional ethics board guidelines for research on humans.

Materials

Nine sets of four unfamiliar artificial grey-scale objects depicted on cards were created. Based on previous results (Lagarrigue & Thibaut, *in preparation*), we used objects with distinctive shapes and distinctive textures. Each set was composed of four stimuli, two training standards, and two transfer-test options. In each set, the two standards shared the same texture but had different shapes. The first test object, the shape match, had the same shape as one of the two standards but had a different texture. The other test object, the texture match, had the same texture as both standards but had a different shape (see Figure 13).

The size of each object was approximately 6.0 cm by 6.0 cm. They were printed on a laminated card measuring 12.0 cm x 9.0 cm. Textures and shapes used in one set differed from all the textures used for the other sets. The order of presentation was pseudo-randomized across participants. Each set was associated with one of nine two-syllable novel names, *Youma, Buxi, Dajo, Zatu, Sepon, Xanto, Vira, Loupo, and Rodon*.

Procedure

We used a forced-choice categorization task in which children had to decide which of two simultaneously presented objects had the same name as the standards. Children were tested in French. Each standard was introduced with a novel count noun (e.g., “This is a buxi. / Ceci est un buxi.” – pointing to the first standard, and “This is a buxi TOO. / Ceci est AUSSI un buxi.” – pointing to the other standard). The objects were presented sequentially and left in view (see Figure 13). Then, the two test objects (i.e., the shape and the texture matches) were introduced and the child was asked to point to the one which would also be given the same name (e.g., “Show me which one of these two is also a buxi”). After two practice trials, each participant did seven experimental trials. In the practice trials, the experimenter checked that children understood the game by asking them if the second test object could also go with the standards. In case of a positive answer, the experimenter explained that only one of the test objects could go with the standards. During these training trials, some children picked one of the standards so the experimenter had to repeat that the two standards could be called with the same name (e.g., “This one is a Dajo and this one too; they both

are Dajo.”) and that he/she was looking for another one that might also be called Dajo. These irrelevant responses were very rare after these two trials.

Cognitive assessment: World knowledge and three executive functions (working memory, flexibility, and inhibition) were assessed. For the working memory and the flexibility tasks, we adapted the corresponding tasks from the National Institutes of Health Toolbox battery (NIH Toolbox CB). We followed the same protocol except that we implemented the tasks on Open Sesame and the instructions were given in French. We assessed participants’ skills with a touch screen computer.

In the working memory task (see Figure 14), children were presented on a computer with a sequence of colored pictures depicting an item (e.g., an animal) along with their auditory name. Each item was displayed for 2 seconds. At the end of each sequence, they were instructed to remember and to verbally report all the items from the smallest to the biggest. The number of items in the list started from two and increased every two trials to

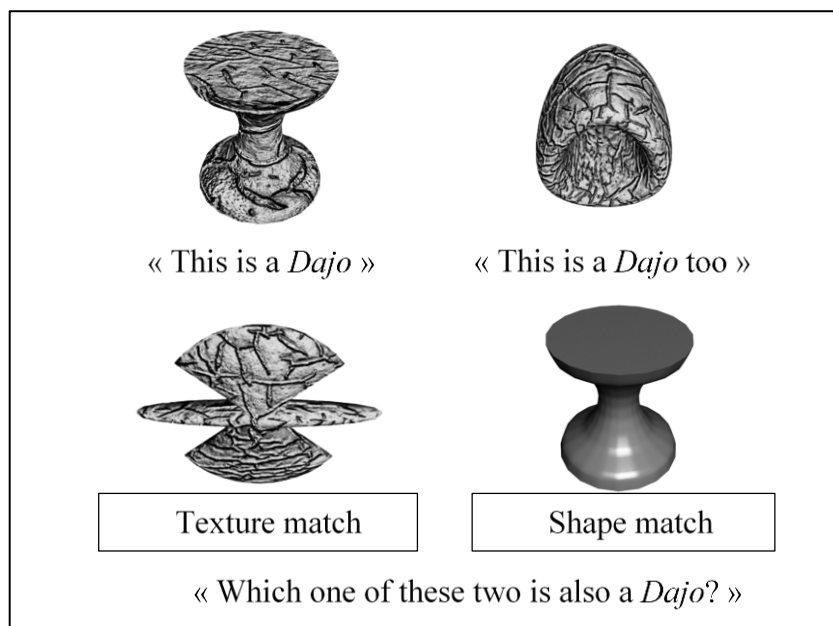


Figure 13. Example of a trial of the categorization task. The two examples have the same texture. One of the test items has the same shape as one of the examples and the other one has the same texture as the examples.

progressively tax the working memory. The task was stopped after two errors in two consecutive trials with the same number of items. After this “1-list” version, children were presented with a “2-list” version in which two kinds of stimuli were presented (i.e., animals and food pictures). In this version, children were inquired to organize stimuli from one

category (i.e., food), from smallest to biggest, and then from the other category (i.e., animals), also from smallest to biggest. The working memory score was the sum of correct trials in both lists. One correct trial consists of a full sequence ranked in the correct order.

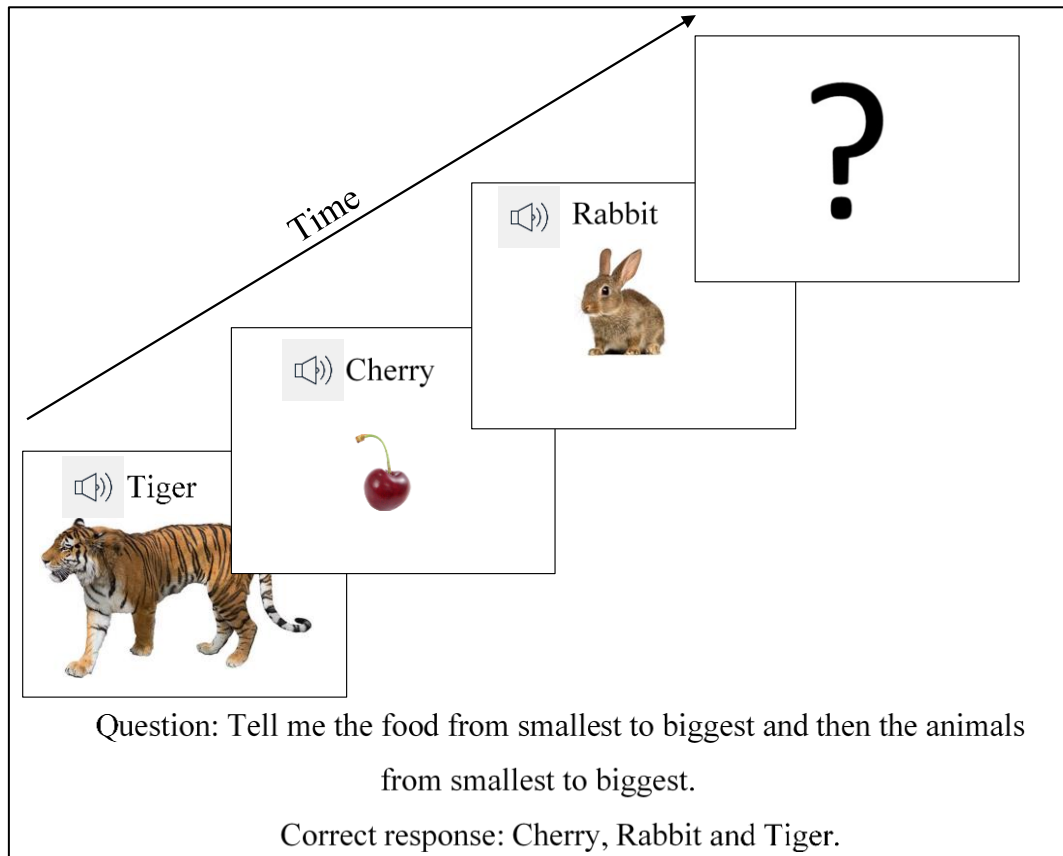


Figure 14. Example of the "2-list" sorting task with three items.

The list sorting task requires children to remember all the items and to rank items from a category (i.e. food) and then from another category (i.e. animals). The List Sorting was selected to measure working memory.

The flexibility task was a French adaptation of the Dimensional Change Card Sort (DCCS) of the NIH Toolbox battery (Bauer & Zelazo, 2013) on Open Sesame. This modified version was composed of four phases: familiarization, pre-switch, post-switch, and mixed. Before the experiment, children were taught that they were going to play a game in which there are two different games: the color game and the shape game. They were explained that in the color game they will have to put the two objects with the same color together and in the shape game they will have to put the two objects with the same shape together.

In the familiarization phase, children were introduced with two target stimuli (e.g., a red rabbit and a blue boat) presented in the lower part of the screen. With these two

pictures left on the screen, a new bivalent picture (a blue rabbit or a red boat), the example, was presented in the upper center of the screen (see Figure 15). Then, they were instructed to match the latter with one of two target stimuli (i.e., the red rabbit or the blue boat) either according to its color or according to its shape (the order was counterbalanced between children). The two target pictures were left in view during the whole phase. The next stimulus only appeared after a correct response and there was no time limit. The goal of this phase was to ensure that children clearly understood the shape or the color game. After two correct trials, the second game was presented according to the same rules. In total, four trials were performed in the familiarization phase during which we provided children with feedback.

In the three next phases (i.e., pre-switch, post-switch, and mixed), the two targets were also permanently presented on the lower part of the screen. However, before the presentation of a stimulus, a fixation dot was displayed for 1000ms, and the “word-instructions” appeared for 1000ms. This “word-instruction”, for example, the word “color” for the color game, was read aloud by the experimenter. The computer’s touch screen was used to record participants’ responses. The next stimulus was introduced after the child response (touching one of the target items) or absence of response for a maximum of 10000ms. For the pre-switch phase, one rule (e.g., color) was used for five trials, and for the post-switch phase, the other rule (e.g., shape) was followed for five trials. The transition between the two phases was explicated with instructions to switch. Children were given feedback after each trial.

The mixed phase consisted of 30 trials, including 24 “frequent” and 6 “infrequent” trials presented in a pseudorandom order (with two to five frequent trials preceding each infrequent trial). In this phase, no feedback was given.

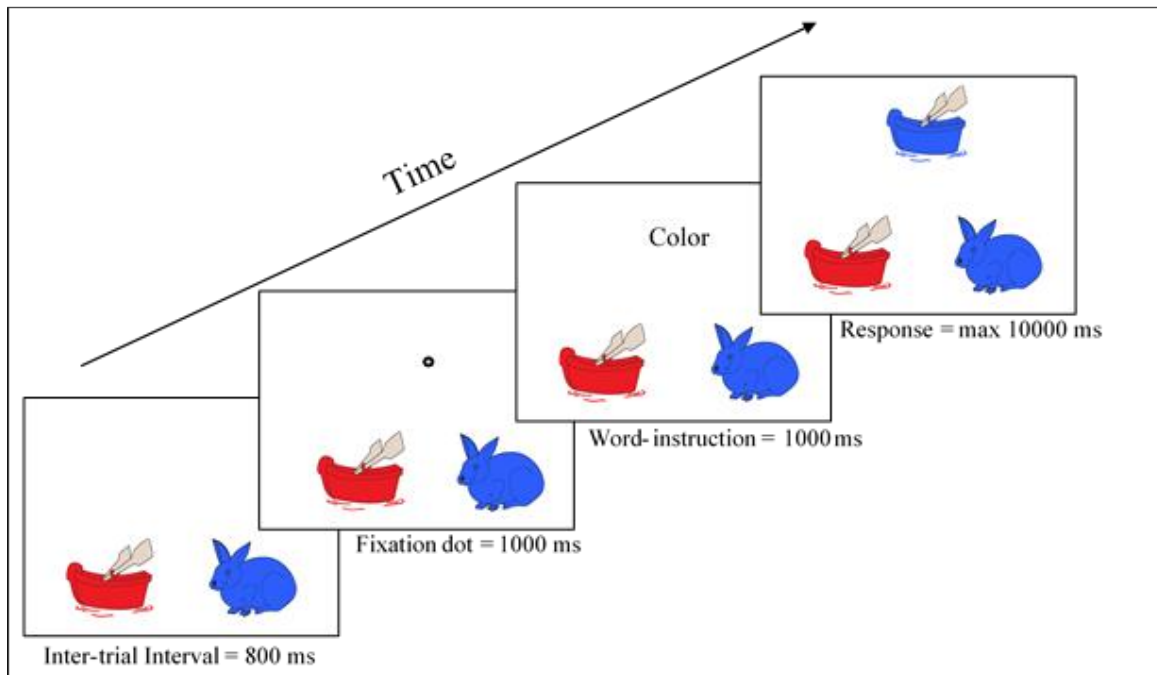


Figure 15. Example of one trial of the Dimension Change Card Sort (DCCS) task.

This task requires children to sort cards with two rules (shape or color) that switch. The DCCS was selected to measure cognitive flexibility.

The inhibition task was a French adaptation of the Real Animal Size Test (Catale & Meulemans, 2009) on Open Sesame (see Figure 16). This task was composed of three phases: control, training, and test. In each phase, children were presented with an animal picture on the computer screen and were asked to press one button for big animals and another button for small animals. Two big animals, elephant and horse, and two small animals, butterfly and bird, were used. Before the beginning of the task, we ensure that children knew the four animals and were able to say that the horse and the elephant are big animals whereas the butterfly and the bird are small animals.

Two big rectangles were presented on each side of the bottom part of the screen and the animal was presented centrally at the upper part of the screen. Children were instructed to press one rectangle (e.g., the one on the right) for big animals and the other one (e.g., the one on the left) for small animals. In the control phase, which was composed of twelve trials, all pictures were presented with the same size (medium). Thus, no interference arose from the animals size. Before the training phase, children were informed that in the next phase, the size of the image would change but no matter the size of the image, they will have to say if it is a big animal or a small animal “in real-life. Children had unlimited time to respond. Feedback was provided after every trial. The goal of this phase was to ensure

that children managed to correctly sort the animals in this phase, as the size congruency manipulation on the Animal Size Stroop task is dependent on animal size knowledge

In the training phase, two different sizes of pictures were used. Big and small animals could be displayed on the screen either with a big size or a small size. Thus, in the congruent trials, the size of an animal in the real world was congruent with its size on the picture whereas in the incongruent trials the size of the real animal was not congruent with the size of the picture. Thus, these incongruent trials elicited interference related to the picture size since participants were compelled to inhibit a response to the pictorial size and to give a response related to the real animal's size. All the animals were presented twice with each size of pictures for a total of sixteen trials. A fixation dot was presented for 300ms before every stimulus. After the child response, i.e., touching one of the target items or absence of response for maximum 10000ms, the next stimulus was presented. Children were provided with feedback. The practice phase was identical to the training phase except those thirty-two trials (four animals presented with the two sizes four times each) were performed by the children, and feedbacks were no longer provided.

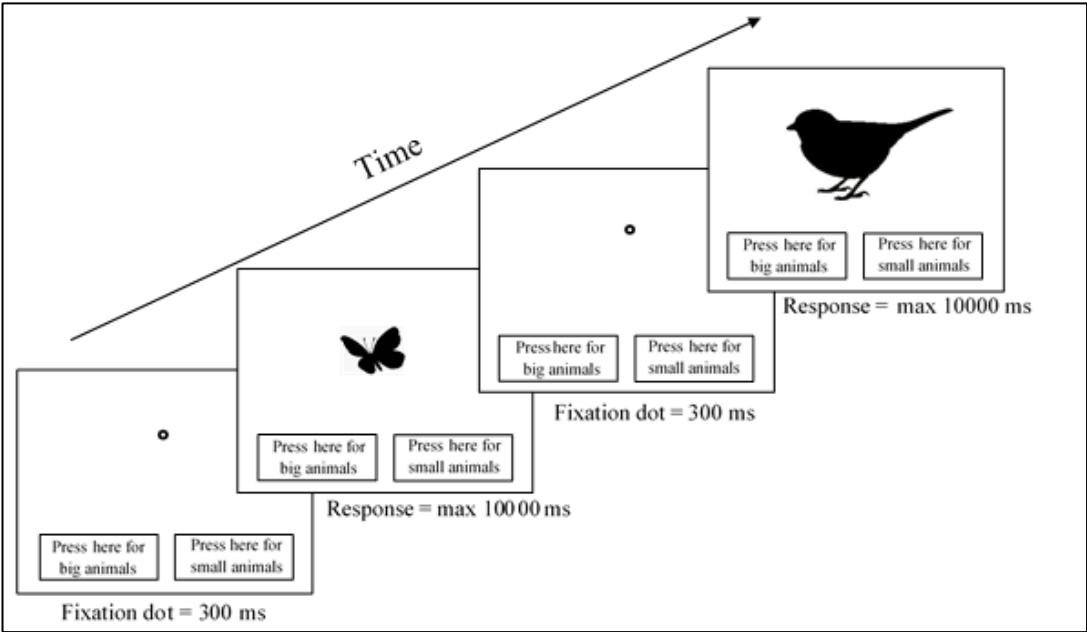


Figure 16. Example of two trials for the animal Stroop.

Children have to press one rectangle for small animals and another rectangle for big animals. They must not respond according to the size of the picture but to the size of the animal. The first trial is congruent since a small animal (a butterfly) is presented with a small picture. The second trial is incongruent since a small animal (a bird) is presented with a big picture. The Stroop animal was selected to measure inhibition.

For the vocabulary test, we used the EVIP which is a French adaptation (Canadian norms) of the PPVT (Peabody Picture Vocabulary Test, Dunn & Dunn, 2007). In this test, children had to select one out of four images associated with a noun given by the experimenter. Responses were recorded on a paper sheet and the standard score was computed.

Data processing

The working memory score (List Sorting) and the vocabulary score (EVIP) were computed manually. For the categorization, inhibition (Stroop animals) and flexibility (DCCS) tasks, responses, and Reaction Times (RTs) were recorded by Open Sesame. Except for the categorization task (in which there were no incorrect responses), incorrect responses were discarded from the reaction time analysis. All the RTs inferior to 100ms and superior to 10000ms or two deviation standards away from the mean were considered as outliers and discarded from the analysis.

The flexibility score was using a two-vector method that incorporated both accuracy and, for participants who maintained a high level of accuracy (at least 80% correct), reaction time (Zelazo et al., 2013). This two-vector method was composed of an Accuracy score and an RT score. The Accuracy score was computed for all participants. The sum of the correct responses in the pre-switch (5 trials), the post-switch (5 trials,) and the mixed (30 trials) phase was computed and times by 0.125 to obtain a score that ranged from 0 to 5. For children whose accuracy across all trials was less than 80% (i.e., Accuracy score < 4), the final score was equal to the Accuracy score. For children whose accuracy was 80% or higher, an RT score was also calculated based on each children's median RT on correct infrequent trials on the mixed block. Following the NIH procedure (Zelazo et al., 2013), a log base 10) transformation was applied to each participant's median RT score, creating a more normal distribution of scores. Moreover, all the medians' RTs between 100 and 500ms were set equal to 500ms and median RTs between 3000ms and 10000ms were set equal to 3000ms. Like the accuracy score, the RT scores ranged from 0 to 5. Log values were algebraically rescaled with the following formula such that smaller RT log values were at the upper end of the 0–5 range whereas larger RT log values were at the lower end. Once the rescaled RT scores were obtained, they were added to the Accuracy scores for participants who achieved the accuracy criterion of 80% or better. For the inhibition task,

we calculated the Accuracy score which is the proportion of correct responses in the practice phase. All participants' data are presented in the Table 4.

$$RT \text{ score} = 5 - \left(5 * \left[\frac{\log RT - \log (500)}{\log (3000) - \log (500)} \right] \right)$$

Table 4. Participants' characteristics and scores for each task.

| | |
|--|---------------------|
| Number of participants | 121 |
| Sex ratio (F/M) | 66/55 |
| Age (in months) | 53.80 (SD = 3.78) |
| Categorization score | 63.16 (SD = 38.05) |
| Vocabulary score (EVIP) | 113.59 (SD = 21.29) |
| Working memory score (List Sorting) | 5.63 (SD = 2.13) |
| Flexibility score (DCCS) | 4.32 (SD = 1.18) |
| Inhibition score (Stroop) | 85.87 (SD = 13.78) |

Results

Correlational analyses

Pearson's correlations were used to explore the relation among Age, categorization score, vocabulary score, working memory score, flexibility score, and inhibition score. Given that age was positively correlated with working memory ($r = .227, p = .012$) and the categorization score ($r = .227, p = .012$), we also computed partial correlations controlling for age. These correlations reveal that older children performed better than younger children in the working memory and the categorization tasks. This is in line with many studies showings that executive functions develop with age (Anderson, 2002; Best & Miller, 2010) and studies showing that performance in generalization tasks also improves with age (Augier & Thibaut 2013; Gentner & Namy 1999). The partial correlation matrix is reported in Table 2.

Vocabulary was significantly correlated with working memory ($r = .322, p < .001$), flexibility ($r = .271, p = .002$), and inhibition ($r = .268, p = .003$). It suggests that there is a link between executive functions and vocabulary. Flexibility was also significantly correlated with working memory ($r = .290, p = .001$) and inhibition ($r = .193, p = .035$).

These results are not surprising given that executive functions are linked to each other (Miyake et al., 2000).

The most interesting result was the positive and significant correlation between categorization and flexibility ($r = .182, p = .047$). In other words, higher flexibility scores meant more texture matches choices. The other correlations were not significant.

Table 5. Correlation matrix controlled for age between *categorization*, *vocabulary*, and *executive functions* (working memory, inhibition, and cognitive flexibility).

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

| | Generalization task | Vocabulary | Working memory | Inhibition |
|--------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Generalization task | - | | | |
| Vocabulary | $r = .024$ $p = .798$ | - | | |
| Working Memory | $r = .009$ $p = .921$ | $r = .322$ $p < .001$ *** | - | |
| Inhibition | $r = -.037$ $p = .689$ | $r = .268$ $p = .003$ ** | $r = .163$ $p = .075$ | - |
| Cognitive Flexibility | $r = .182$ $p = .047$ * | $r = .271$ $p = .003$ ** | $r = .290$ $p = .001$ ** | $r = .193$ $p = .035$ * |

Linear model analysis

To test our hypotheses, we fit linear models with the generalization score as the outcome measure and with children serving as a random factor to account for shared variances within subjects. The model was constructed by iteratively adding possible predictive variables to the null model (model M0, containing just Age). The possible predictive variables were retained in the model if their addition led to a significant decrease of the AIC (Akaike Information Criterion, Akaike, 1974; Wagenmakers & Farrell, 2004) as attested by chi-squared tests. For instance, the predictive variable “Flexibility” was selected because the corresponding model (model M1, see Table 6) provides a better fit to the data (i.e., has a significantly lower AIC) than the model without this variable (model M0, see Table 6). When a predictive variable did not decrease the AIC, it was left out of the following iteration. For instance, the predictive variable “Inhibition” was not integrated because the

corresponding model (model M2, see Table 6) did not provide a better fit to the data than the model without this variable (model M1, see Table 6). The compared linear models are displayed in Table 6. It shows that M1 was the best model given the data because it had the lower AIC. The predictive variable we retained in this model contained a within-subjects fixed-effect: Flexibility (continuous factor). This model explained 14.00 % of the variation across our sample, as demonstrated by the pseudo R^2 . We observed a significant effect of flexibility ($\beta = .178$, $t(118) = 2.01$, $p = .047$). Children with a better flexibility score performed better on the generalization task than the other children. Finally, these analyses revealed no significant effect of Inhibition, Working Memory, or Vocabulary.

Table 6. Goodness of fit of the linear model

| Model | <i>Df</i> | AIC | Residual Deviance | Pseudo R^2 | <i>p</i> - value |
|--|-----------|---------------|----------------------|-----------------|---------------------|
| M0 Generalization score ~ Age | 1 | 108.22 | 2.54 | 0.0873 | |
| M1 ... + Flexibility | 2 | 106.15 | 4.039 | 0.1400 | 0.047 |
| M2 ... + Flexibility + Inhibition | 3 | 107.47 | 3.766 | 0.1486 | 0.418 |
| M3 ... + Flexibility + Working Memory | 3 | 107.90 | 3.612 | 0.1433 | 0.627 |
| M4 ... + Flexibility + Vocabulary | 3 | 108.06 | 3.557 | 0.1411 | 0.773 |

Discussion

Overall, our results suggest that EFs are more at play in the comparison process than vocabulary. More precisely, the roles of the three tested EFs are not equivalent. This is interesting for two reasons. First, it suggests that even if the EFs are intertwined and under development, they can be involved differently in the same task. This suggests that they are therefore already partly differentiated at four years of age. Moreover, the fact that only one of them is related to generalization performance suggests that comparison does not imply a general cognitive control but a specific contribution of flexibility. In other words, it seems that children must be able to represent the stimuli along dimensions that might not come immediately to mind, to benefit optimally from comparisons.

Our data did not reveal implication of word knowledge in the comparison process. This might be explained by the fact that the generalization task involved unfamiliar objects. Indeed, one can wonder whether with familiar material vocabulary is more at play in the comparison. Indeed, it is possible that children who have a better vocabulary, align stimuli on more conceptual dimensions in the progressive alignment and thus benefit more from the comparison. In this case, the more knowledgeable children would benefit more from comparisons. This is the question we investigate in Experiment 2. This experiment replicates the first study except that the generalization task was carried out with familiar material.

EXPERIMENT 2

Methods

Participants

One hundred and nineteen 4- to 5-year-old preschoolers (72 female) were tested individually in a quiet room in their school (mean age = 55.65m, SD = 4.04, range: 48-63m). All children that did not complete all the experimental tasks were excluded from the analysis. That is in total 14 children, 1 for refusing to continue, being absent, and 5 for not having French as a native language. Written informed consent was obtained from their school and their parents/caregivers. The procedure followed institutional ethics board guidelines for research on humans.

Materials

Sixteen experimental sets of pictures plus two warm-up trials were used from Stansbury et al. (2019) and Thibaut et al. (2018). Each set was associated with a category (e.g., clothing, food, tools, accessories, animals), and was composed of 6 pictures. Two training standards from the same basic level category (L1 & L2). The transfer-test pictures subsets were composed of four pictures: a taxonomically related generalization object, either close (TaxC), or distant (TaxF), an object perceptually similar to the training standards objects (P), and an unrelated object (NR, see Figure 17).

This design worked as follows. For each object category (e.g., food), the learning objects were composed of perceptually and semantically close items (e.g., a potato - endive). The perceptual match (P) was perceptually similar but semantically unrelated to the two training items (e.g., rugby balloon). The unrelated object (NR) was neither

perceptually, taxonomically nor thematically related (e.g., a birdhouse). Depending on the generalization condition, close or far, the taxonomic choice was semantically close (TaxC) or more distant (TaxF) to the learning items. The close taxonomic choice (TaxC) was perceptually dissimilar but taxonomically related (same basic category, vegetables) to the learning objects (a carrot). The distant taxonomic choice (TaxF) was perceptually dissimilar but taxonomically related (same superordinate category, food) to the learning objects (e.g., a chocolate pie). Thus, a trial was composed of 5 pictures, L1, L2, Tax (TaxC or TaxF), P, and NR (see Figure 17).

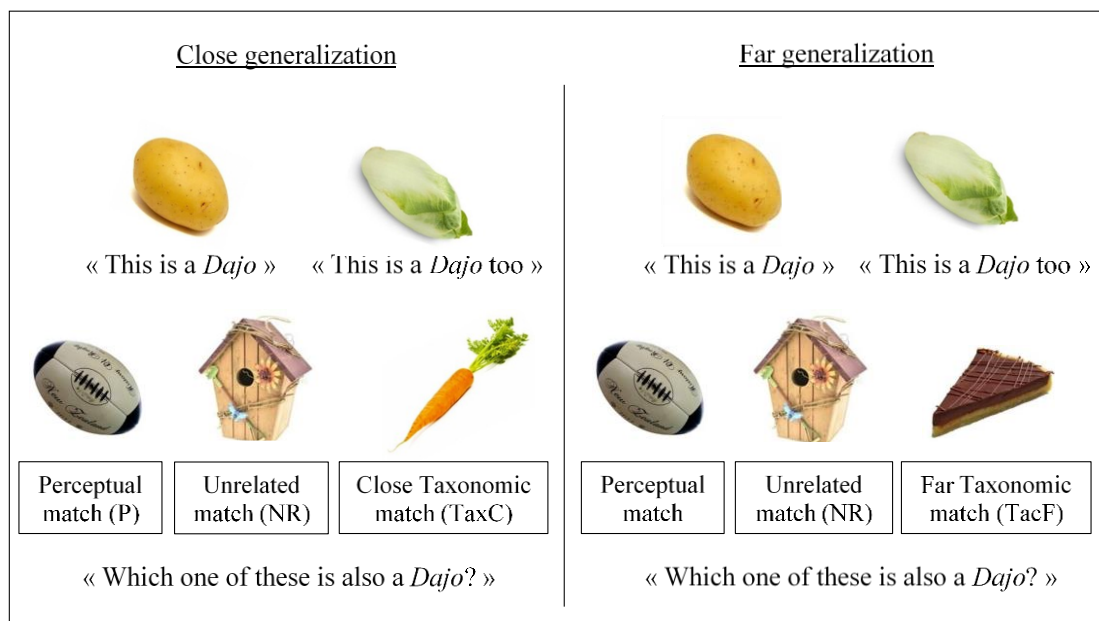


Figure 17. Example of a trial of the categorization task. The two training standards are from the same taxonomic category (food). One of the test items, (the perceptual match, P) is perceptually like the training standards, another of the test item (the unrelated match, NR) is not taxonomically related to the training standards and the last test item (the taxonomic match) is from the same taxonomic category as the training standards. Participants performed eight trials from the far generalization condition and eight trials from the close generalization condition.

Procedure

Procedure and data processing were the same as in Experiment 1.

Results

Table 7. Participants' characteristics and scores for each task.

| | |
|--|---------------------|
| Number of participants | 119 |
| Sex ratio (F/M) | 72/47 |
| Age (in months) | 55.65 (SD = 4.04) |
| Categorization score All | 43.18 (SD = 24.08) |
| Categorization score Close | 48.00 (SD = 27.18) |
| Categorization score Far | 38.34 (SD = 26.68) |
| Vocabulary score (EVIP) | 111.34 (SD = 20.03) |
| Working memory score (List Sorting) | 4.93 (SD = 1.91) |
| Flexibility score (DCCS) | 4.21 (SD = 1.22) |
| Inhibition score (Stroop) | 86.06 (SD = 14.62) |

Correlational analyses

Pearson's correlations were used to explore the relation among Age, categorization in the condition close, categorization in the condition far, categorization in both conditions, vocabulary, working memory, flexibility, and inhibition. Age was positively correlated with working memory ($r = .381, p < .001$), flexibility ($r = .306, p < .001$), and vocabulary ($r = .314, p < .001$). These correlations reveal that older children performed better than younger children in the working memory and the categorization tasks. We also computed partial correlations controlling for age. The partial correlation matrix is reported in Table 4.

Vocabulary was significantly correlated with working memory ($r = .376, p < .001$), flexibility ($r = .331, p < .001$), and inhibition ($r = .198, p = .031$). It suggests that there is a link between executive functions and vocabulary. Flexibility was also significantly correlated with working memory ($r = .269, p = .003$) and inhibition ($r = .439, p < .001$). These results are not surprising given that executive functions are linked to each other (Miyake et al., 2000).

The most interesting results were the positive and significant correlations between categorization and flexibility ($r = .197, p = .033$) and between categorization and inhibition ($r = .182, p = .049$). In other words, higher flexibility scores meant more taxonomic responses. Given that the Close generalization condition ($M = 48.00, SD = 27.18$) gave

more taxonomic responses than the Far generalization condition ($M = 38.34$, $SD = 26.68$, $t(4.37)$ $p < 0.001$), we also investigated the correlation among vocabulary, executive functions, and the two generalization distances separately. These correlations revealed that only the Close generalization distance was correlated with children's flexibility ($r = .218$, $p = .018$) and inhibition scores ($r = .224$, $p = .015$). The correlation with working memory was marginally significant ($r = .173$, $p = .062$). The other correlations were not significant.

Table 8. Correlation matrix controlled for age between generalization, vocabulary, and executive functions (working memory, inhibition, and cognitive flexibility).

Categorization scores were split between close and far distances.

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

| | Generalization All | Generalization Close | Generalization Far | Vocabulary | Working memory | Inhibition |
|-----------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Generalization All | - | | | | | |
| Generalization Close | $r = .895$ $p < .001$ *** | - | | | | |
| Generalization Far | $r = .892$ $p < .001$ *** | $r = .598$ $p < .001$ *** | - | | | |
| Vocabulary | $r = -.000$ $p = .999$ | $r = .009$ $p = .922$ | $r = -.009$ $p = .920$ | - | | |
| Working Memory | $r = .093$ $p = .315$ | $r = .173$ $p = .062$ | $r = -.007$ $p = .942$ | $r = .376$ $p < .001$ *** | - | |
| Inhibition | $r = .182$ $p = .049$ * | $r = .224$ $p = .015$ * | $r = .100$ $p = .281$ | $r = .198$ $p = .031$ * | $r = .193$ $p = .036$ * | - |
| Cognitive Flexibility | $r = .197$ $p = .033$ * | $r = .218$ $p = .179$ * | $r = .134$ $p = .150$ | $r = .331$ $p < .001$ *** | $r = .269$ $p = .003$ ** | $r = .439$ $p < .001$ *** |

Linear regression analysis

To test our hypotheses, we fit mixed linear models with the generalization score as the outcome measure and with children serving as a random factor to account for shared variances within subjects. The model was constructed by iteratively adding possible predictive variables to the null model (model M0, containing just the intercept, Age, and the random effect). The possible predictive variables were retained in the model if their addition led to a significant decrease of the AIC (Akaike Information Criterion, Akaike, 1974; Wagenmakers & Farrell, 2004) as attested by chi-squared tests. For instance, the predictive variable "Flexibility" was selected because the corresponding model (model M2,

see Table 9) provides a better fit to the data (i.e., has a significantly lower AIC) than the model without this variable (model M1, see Table 9). When a predictive variable did not decrease the AIC, it was left out of the following iteration. For instance, the predictive interaction Distance * Flexibility was not integrated because the corresponding model (model M3, see Table 9) did not provide a better fit with the data than the model without this interaction (model M2, see Table 9). The compared mixed linear models are displayed in Table 9. It shows that M2 was the best model given the data because it had the lower AIC. The predictive variables we retained in this model contained a random effect (Subject) and two within-subjects fixed-effects: Flexibility (continuous factor), and Distance (Close and Far). This model explained 24.46% of the variation across our sample, as shown by the pseudo R^2 .

Table 9. Goodness of fit of the linear mixed model.

| Model | <i>Df</i> | AIC | Residual Deviance | Pseudo R^2 | <i>p</i> - <i>value</i> |
|---|-----------|-------------|----------------------|-----------------|----------------------------|
| M0 Generalization score ~ (1 Subject) + Age | 1 | 20.35 | 12.35 | 0.1694 | |
| M1 ... + Distance | 2 | 4.48 | -5.52 | 0.2295 | < .001 |
| M2 ... + Distance + Flexibility | 3 | 1.78 | -10.22 | 0.2446 | 0.030 |
| M3 ... + Distance * Flexibility | 4 | 2.15 | -11.85 | 0.2497 | 0.202 |
| M4 ... + Distance + Flexibility + Inhibition | 4 | 2.38 | -11.62 | 0.2490 | 0.236 |
| M5 ... + Distance + Flexibility + Working Memory | 4 | 3.56 | -10.44 | 0.2452 | 0.641 |
| M6 ... + Distance + Flexibility + Vocabulary | 4 | 3.19 | -10.81 | 0.2464 | 0.442 |

First, we observed a significant effect of the distance on the generalization score ($F(1, 115) = 4.37, p < .001, d = 0.81$) revealing that children selected more often the taxonomic response in the close distance condition ($M = 48.00, SD = 27.18$) than in the far distant condition ($M = 38.34, SD = 26.68$). Second, a significant effect of flexibility was found ($F(1, 115) = 2.16, p = 0.033, d = 0.40$). Children with a better flexibility score

performed better on the generalization task than the other children. Finally, these analyses revealed no significant effect of Inhibition, Working Memory, or Vocabulary.

Discussion

This study investigated the link between executive functions, vocabulary, and concept learning in a novel-name learning task comparison design. The purpose was to assess whether executive function or world knowledge would correlate, and in the positive case, which one, with children's generalization performance in our generalization task. Two kinds of materials have been tested in the generalization task, familiar and unfamiliar objects. Results revealed a link between cognitive flexibility and concept generalization performance for both the familiar and the unfamiliar objects and no link with inhibition, working memory, or vocabulary. Note that the absence of relation with these factors does not mean that they are not involved at all in the comparison process. However, it suggests that at four years of age, performances in a generalization task in a comparison condition depends on cognitive flexibility skills.

Vocabulary is not at play in novel word generalization

First, in both experiments, we found correlations between EFs that confirmed the idea that executive functions are linked to each other (Miyake et al., 2000), and not completely differentiated in young children (Wiebe & Karbach, 2018). Moreover, as in previous studies, EFs were strongly correlated to vocabulary (Weiland et al., 2014; Welsh et al., 2010; Yoo & Yim, 2018). However, with the link between EFs and the generalization score we found, our results expand these previous studies by showing that EFs are not only linked to vocabulary but also to its learning.

Interestingly we did not find any link between vocabulary and word generalization. It suggests that the learning of new words relies more on executive processes than on the elaboration of new concepts from previous knowledge. Limited world knowledge does not limit nor facilitate learning novel words in a comparison situation. This result is particularly striking in the case of familiar objects. Indeed, we hypothesized that when children are introduced with objects they know, they activate the associated concepts, and a richer world knowledge base would also provide a richer set of relevant encoding dimensions. The more a child knows, the more dimensions this child can use to encode the stimuli, even though most children knew the objects they saw during the task. However, our results did not reveal

correlation between world knowledge and learning what goes against the hypothesis that world knowledge is the major determinant of conceptual learning and abstraction (Gentner & Hoyos, 2017).

Note that the vocabulary test we used (EVIP) does not capture specifically the conceptual knowledge associated with the items used in the generalization task. Therefore, one could suggest that a more specific vocabulary test would have captured a greater role for vocabulary. We do not believe in this hypothesis first because some of the items tested in the EVIP came from the same categories (basic or superordinate) as the one we used in the generalization task. Second because as children advance in the vocabulary test, the difficulty increases, and this difficulty is partly based on the level of abstraction required to answer the task (for example it is necessary to show the image which goes with the word snakes in one of the first questions and the image that goes with reptile later in the test). Therefore, EVIP indirectly informs us about categorization and abstraction skills in general what could have been involved in the comparison process. Moreover, the absence of difference in the implication of EFs and vocabulary between the two levels of semantic distance in the generalization task also suggests that knowledge is not involved in the comparison process.

Flexibility matters for comparison but not inhibition or working memory

Data shows that cognitive flexibility performance explains novel word extension, that is the percentage of correct answers in the generalization task. In the introduction we explained that the comparison process consists in aligning the stimuli on salient perceptual dimensions and progressively align them on deeper, more conceptual ones (Gentner, 1983). We hypothesized that each EF would be at play at a different stage of this process. Inhibition would be involved in the discarding of irrelevant salient dimensions; flexibility would be required to represent the stimuli along dimensions that might not come immediately to mind and working memory would be at play to keep in mind which dimensions have already been tested and might be relevant.

If perceptual distractors are salient, the hypothesis was that they might attract attention, because shape is a learned bias (Landau et al., 1988; Smith et al., 2002), and thus focusing on shape might stop the search for other dimensions. In our paradigm, the shape choice is not an accurate answer because it does not unify the learning stimuli. Relying on shape thus means that it probably hindered the other options. Given the absence of relation

between comparison and inhibition, it does not seem that difficulty in generalization tasks depends on the attractivity of irrelevant salient dimensions. This is in line with results of Lagarrigue and Thibaut (*in preparation*) showing that manipulating the salience of irrelevant dimensions does not affect the generalization performance.

If inhibition (or any other cognitive factors) of shape foils does not explain the percentage of correct choices, another interpretation of both associations of cognitive flexibility with the percentage of correct answers and the unrelated foils, is that participants who obtained better scores were those who were able to generate novel hypotheses. Those who succeeded to find an alternative description selected more correct options. Those who failed made more errors. A possibility would be that when children lack cognitive flexibility to reinterpret the stimuli in meaningful dimensions, they select the only relation they perceive, the shape match. This explains the profiles of the explanatory factors: any child could fail to ignore a perceptual distractor, but what explains the performance is the next step, when they discover that shape is irrelevant.

If working memory does not explain the generalization performance, it suggests that the memory load involve in the comparison process is low. Conversely, it might be the case with sequential presentation of the learning stimuli. Indeed, Vlach et al. (2012) and Lawson (2017) suggested that lower performance when learning stimuli are not introduced simultaneously can be explained by a larger memory load that alters the comparison process. It is highly reasonable that we would have found a link between working memory and categorization if the learning items had been introduced sequentially.

Beyond language learning

First, in this study, there was no no-comparison condition, as previous studies with the same age groups showed that children almost mostly choose the perceptual choice in this condition when they had the choice between a perceptual, same-shape lure, and another choice (see for example studies of (Augier & Thibaut, 2013; Gentner & Namy, 1999; Graham et al., 2010). If one defines cognitive complexity as the number of sources of variation to be related and processed in parallel (Andrews & Halford, 2002; Frye et al., 1998), comparison conditions are more cognitively demanding than no-comparison conditions. Indeed, to be effective comparisons require systematic explorations of the stimuli in order to find common and/or distinctive features and some of the salient features

that are noticed might be conceptually irrelevant in the trial context. Note however that our comparison design remains simple as the available information (the number of constitutive dimensions) is relatively small (mainly shape and texture).

It would be interesting to test if EFs are at play in richer comparison context, for example in analogy task. Indeed, the meta-analysis of Alfieri et al. (2013) shows that comparison situations are not only implemented in language learning but also in many different learnings such as mathematic procedures (Rittle-Johnson & Star, 2007; Star & Rittle-Johnson, 2009), definitions (Christie & Gentner, 2010) or analogy (Chen & Daehler, 1989). In their meta-analysis, the authors identify four factors that strongly moderate the benefits of the comparison: goal (explicitly ask to find similarities and differences), principle (give the unifying properties before comparison), content (using a perceptual material) and delay (test immediately after comparison). By testing how EFs are specifically taxed by each factor we could set up learning situations that would be individually optimized based on executive development.

Conclusion

Our results show a correlation between novel conceptual learning task and executive functions. In many other studies aiming at finding correlations between academic competences such as mathematics and executive functions, the relation between the competence and executive functions is often more obscure, since the competence is multidimensional, with both declarative knowledge and processing. Our task was much simpler and showed that flexibility is at play, meaning that children are required to redescribe the stimuli. In sum, our data provide evidence that executive functions but not vocabulary might contribute to learning and generalizing a novel name.

RÉFÉRENCES

- Akaike, H. (1974). A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, *19*(6), 716-723. <https://doi.org/10.1109/TAC.1974.1100705>
- Alfieri, L., Nokes-Malach, T. J., & Schunn, C. D. (2013). Learning Through Case Comparisons : A Meta-Analytic Review. *Educational Psychologist*, *48*(2), 87-113. <https://doi.org/10.1080/00461520.2013.775712>
- Andrews, G., & Halford, G. S. (2002). A cognitive complexity metric applied to cognitive development. *Cognitive Psychology*, *67*.
- Augier, L., & Thibaut, J.-P. (2013). The benefits and costs of comparisons in a novel object categorization task : Interactions with development. *Psychonomic Bulletin & Review*, *20*(6), 1126-1132. <https://doi.org/10.3758/s13423-013-0436-x>
- Baldwin, D. A. (1989). Priorities in children's expectations about object label reference : Form over color. *Child Development*, 1291-1306.
- Bauer, P. J., & Zelazo, P. D. (2013). National Institutes of Health Toolbox Cognition Battery (NIH Toolbox CB) : Validation for children between 3 and 15 years: IX. NIH Toolbox Cognition Battery (CB): Summary, conclusions, and implications for cognitive development. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, *78*(4), 133-146. <https://doi.org/10.1111/mono.12039>
- Blair, C., & Razza, R. P. (2007). Relating Effortful Control, Executive Function, and False Belief Understanding to Emerging Math and Literacy Ability in Kindergarten. *Child Development*, *78*(2), 647-663. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01019.x>
- Blaye, A., & Bonthoux, F. (2001). Thematic and taxonomic relations in preschoolers : The development of flexibility in categorization choices. *British Journal of Developmental Psychology*, *19*(3), 395-412. <https://doi.org/10.1348/026151001166173>
- Blaye, A., & Jacques, S. (2009). Categorical flexibility in preschoolers : Contributions of conceptual knowledge and executive control. *Developmental Science*, *12*(6), 863-873. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2009.00832.x>
- Boucheix, J.-M., Thibaut, J.-P., Lowe, R. K., Augier, L., Bétrancourt, M., & de Vries, E. (2013). Learning Novel Word and Novel Concepts in Media and E-media : The Power of Comparisons and the Example of Paired graphics. *Conference Proceedings. ICT for Language Learning*, 381.

- Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2008). Short-Term Memory, Working Memory, and Executive Functioning in Preschoolers : Longitudinal Predictors of Mathematical Achievement at Age 7 Years. *Developmental Neuropsychology*, 33(3), 205-228. <https://doi.org/10.1080/87565640801982312>
- Bull, R., Espy, K. A., Wiebe, S. A., Sheffield, T. D., & Nelson, J. M. (2011). Using confirmatory factor analysis to understand executive control in preschool children : Sources of variation in emergent mathematic achievement. *Developmental Science*, 14(4), 679-692. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2010.01012.x>
- Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive Functioning as a Predictor of Children's Mathematics Ability : Inhibition, Switching, and Working Memory. *Developmental Neuropsychology*, 19(3), 273-293. https://doi.org/10.1207/S15326942DN1903_3
- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. MIT press.
- Catale, C., & Meulemans, T. (2009). The Real Animal Size Test (RAST) a new measure of inhibitory control for young children. *European Journal of Psychological Assessment*, 25(2), 83-91.
- Chen, Z., & Daehler, M. W. (1989). Positive and negative transfer in analogical problem solving by 6-year-old children. *Cognitive Development*, 4(4), 327-344. [https://doi.org/10.1016/S0885-2014\(89\)90031-2](https://doi.org/10.1016/S0885-2014(89)90031-2)
- Childers, J. B., & Paik, J. H. (2009). Korean- and English-speaking children use cross-situational information to learn novel predicate terms. *Journal of Child Language*, 36(01), 201. <https://doi.org/10.1017/S0305000908008891>
- Christie, S., & Gentner, D. (2010). Where Hypotheses Come From : Learning New Relations by Structural Alignment. *Journal of Cognition and Development*, 11(3), 356-373. <https://doi.org/10.1080/15248371003700015>
- Deak, G. O. (2000). The Growth of Flexible Problem Solving : Preschool Children Use Changing Verbal Cues to Infer Multiple Word Meanings. *Journal of Cognition and Development*, 1(2), 157-191. <https://doi.org/10.1207/S15327647JCD010202>
- Diamond, A. (2006). The Early Development of Executive Functions. In *Lifespan cognition : Mechanisms of change* (p. 70-95). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195169539.003.0006>
- Dunn, L. M., & Dunn, D., M. (2007). *Dunn, L. M., & Dunn, D. M. (2007). PPVT-4 : Peabody picture vocabulary test.*

- Falkenhainer, B., Forbus, K. D., & Gentner, D. (1989). The structure-mapping engine : Algorithm and examples. *Artificial Intelligence*, 41(1), 1-63. [https://doi.org/10.1016/0004-3702\(89\)90077-5](https://doi.org/10.1016/0004-3702(89)90077-5)
- Ferguson, B., & Waxman, S. (2017). Linking language and categorization in infancy. *Journal of child language*, 44(3), 527-552. <https://doi.org/10.1017/S0305000916000568>
- Frye, D., David Zelazo, P., & Burack, J. A. (1998). Cognitive Complexity and Control : I. Theory of Mind in Typical and Atypical Development. *Current Directions in Psychological Science*, 7(4), 116-121. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.ep10774754>
- Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2000). Working memory deficits in children with low achievements in the national curriculum at 7 years of age. *British Journal of Educational Psychology*, 70(2), 177-194. <https://doi.org/10.1348/000709900158047>
- Gelman, S. A. (2006). Early Conceptual Development. In *Blackwell handbook of early childhood development* (p. 149-166). Blackwell Publishing. <https://doi.org/10.1002/9780470757703.ch8>
- Gelman, S. A., & Coley, J. D. (1990). The importance of knowing a dodo is a bird : Categories and inferences in 2-year-old children. *Developmental Psychology*, 26(5), 796-804. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.26.5.796>
- Gelman, S. A., & Markman, E. M. (1985). Implicit contrast in adjectives vs. nouns : Implications for word-learning in preschoolers*. *Journal of Child Language*, 12(1), 125-143. <https://doi.org/10.1017/S0305000900006279>
- Gelman, S. A., & Markman, E. M. (1986). Categories and induction in young children. *Cognition*, 23(3), 183-209. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(86\)90034-X](https://doi.org/10.1016/0010-0277(86)90034-X)
- Gelman, S. A., & Wellman, H. M. (1991). Insides and essences : Early understandings of the non-obvious. *Cognition*, 38(3), 213-244.
- Gentner, D. (1983). Structure-mapping : A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7(2), 155-170. [https://doi.org/10.1016/S0364-0213\(83\)80009-3](https://doi.org/10.1016/S0364-0213(83)80009-3)
- Gentner, D., Anggoro, F. K., & Klibanoff, R. S. (2011). Structure Mapping and Relational Language Support Children's Learning of Relational Categories. *Child Development*, 82(4), 1173-1188. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2011.01599.x>
- Gentner, D., & Goldin-Meadow, S. (2003). *Language in Mind : Advances in the Study of Language and Thought*. MIT Press.

- Gentner, D., & Gunn, V. (2001). Structural alignment facilitates the noticing of differences. *Memory & Cognition*, 29(4), 565-577. <https://doi.org/10.3758/BF03200458>
- Gentner, D., & Hoyos, C. (2017). Analogy and abstraction. *Topics in cognitive science*, 9(3), 672-693.
- Gentner, D., Loewenstein, J., & Hung, B. (2007). Comparison Facilitates Children's Learning of Names for Parts. *Journal of Cognition and Development*, 8(3), 285-307. <https://doi.org/10.1080/15248370701446434>
- Gentner, D., Loewenstein, J., & Thompson, L. (2003). Learning and transfer : A general role for analogical encoding. *Journal of Educational Psychology*, 95(2), 393-408. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.2.393>
- Gentner, D., & Markman, A. B. (1997). Structure mapping in analogy and similarity. *American Psychologist*, 52(1), 45-56. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.52.1.45>
- Gentner, D., & Namy, L. L. (1999). Comparison in the Development of Categories. *Cognitive Development*, 14(4), 487-513. [https://doi.org/10.1016/S0885-2014\(99\)00016-7](https://doi.org/10.1016/S0885-2014(99)00016-7)
- Gentner, D., Özyürek, A., Gürcanli, Ö., & Goldin-Meadow, S. (2013). Spatial language facilitates spatial cognition : Evidence from children who lack language input. *Cognition*, 127(3), 318-330. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2013.01.003>
- Graham, S. A., Namy, L. L., Gentner, D., & Meagher, K. (2010). The role of comparison in preschoolers' novel object categorization. *Journal of Experimental Child Psychology*, 107(3), 280-290. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.04.017>
- Graham, S. A., & Poulin-Dubois, D. (1999). Infants' reliance on shape to generalize novel labels to animate and inanimate objects. *Journal of Child Language*, 26(2), 295-320. <https://doi.org/10.1017/S0305000999003815>
- Hall, D. G., Waxman, S. R., & Hurwitz, W. M. (1993). How Two- and Four-Year-Old Children Interpret Adjectives and Count Nouns. *Child Development*, 64(6), 1651-1664. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.1993.tb04205.x>
- Hammer, R., Bar-Hillel, A., Hertz, T., Weinshall, D., & Hochstein, S. (2008). Comparison processes in category learning : From theory to behavior. *Brain Research*, 1225, 102-118. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2008.04.079>
- Hammer, R., Diesendruck, G., Weinshall, D., & Hochstein, S. (2009). The development of category learning strategies : What makes the difference? *Cognition*, 112(1), 105-119. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2009.03.012>

- Imai, M., Gentner, D., & Uchida, N. (1994). Children's theories of word meaning : The role of shape similarity in early acquisition. *Cognitive Development*, 9(1), 45-75. [https://doi.org/10.1016/0885-2014\(94\)90019-1](https://doi.org/10.1016/0885-2014(94)90019-1)
- Kovack-Lesh, K. A., & Oakes, L. M. (2007). Hold your horses : How exposure to different items influences infant categorization. *Journal of Experimental Child Psychology*, 98(2), 69-93. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2007.05.001>
- Landau, B., Smith, L. B., & Jones, S. S. (1988). The importance of shape in early lexical learning. *Cognitive development*, 3(3), 299-321.
- Loewenstein, J., & Gentner, D. (2005). Relational language and the development of relational mapping. *Cognitive Psychology*, 50(4), 315-353. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2004.09.004>
- Macario, J. F. (1991). Young children's use of color in classification : Foods and canonically colored objects. *Cognitive Development*, 6(1), 17-46. [https://doi.org/10.1016/0885-2014\(91\)90004-W](https://doi.org/10.1016/0885-2014(91)90004-W)
- Mandler, J. M. (2004). *The Foundations of Mind : Origins of Conceptual Thought*. Oxford University Press.
- Markman, E. M. (1989). *Categorization and naming in children : Problems of induction*. MIT Press.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex "Frontal Lobe" Tasks : A Latent Variable Analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49-100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Morrison, F. J., Ponitz, C. C., & McClelland, M. M. (2010). Self-regulation and academic achievement in the transition to school. In *Child development at the intersection of emotion and cognition* (p. 203-224). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/12059-011>
- Murphy, G. L. (2002). *The big book of concepts*. MIT Press.
- Murphy, G. L., & Medin, D. L. (1985). *The role of theories in conceptual coherence*. 92(3), 289-316. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.92.3.289>
- Namy, L. L., & Gentner, D. (2002). Making a silk purse out of two sow's ears : Young children's use of comparison in category learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 131(1), 5-15. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.131.1.5>

- Nelson, J. M., James, T. D., Chevalier, N., Clark, C. A. C., & Espy, K. A. (2016). Structure, measurement, and development of preschool executive function. In *Executive function in preschool-age children: Integrating measurement, neurodevelopment, and translational research* (p. 65-89). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/14797-004>
- Oakes, L. M., & Ribar, R. J. (2005). A Comparison of Infants' Categorization in Paired and Successive Presentation Familiarization Tasks. *Infancy*, 7(1), 85-98. https://doi.org/10.1207/s15327078in0701_7
- Rittle-Johnson, B., & Star, J. R. (2007). Does comparing solution methods facilitate conceptual and procedural knowledge? An experimental study on learning to solve equations. *Journal of Educational Psychology*, 99(3), 561.
- Simms, N. K., Frausel, R. R., & Richland, L. E. (2018). Working memory predicts children's analogical reasoning. *Journal of Experimental Child Psychology*, 166, 160-177. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.08.005>
- Smith, L. B., Jones, S. S., Landau, B., Gershkoff-Stowe, L., & Samuelson, L. (2002). Object name Learning Provides On-the-Job Training for Attention. *Psychological Science*, 13(1), 13-19. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00403>
- St Clair-Thompson, H. L., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school : Shifting, updating, inhibition, and working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59(4), 745-759. <https://doi.org/10.1080/17470210500162854>
- Stansbury, E., Witt, A., & Thibaut, J.-P. (2019). Children's Generalization of Novel Object Names in Comparison Contexts : An eye tracking analysis. *Proceedings of the 41th Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 2871-2877.
- Star, J. R., & Rittle-Johnson, B. (2009). It pays to compare : An experimental study on computational estimation. *Journal of Experimental Child Psychology*, 102(4), 408-426.
- Thibaut, J.-P. (1997). Similarité et catégorisation. *L'année psychologique*, 97(4), 701-736. <https://doi.org/10.3406/psy.1997.28989>
- Thibaut, J.-P., Stansbury, E., & Witt, A. (2018). Generalization of novel names for relations in comparison settings : The role of conceptual distance during learning and at test. *Livre/Conférence Proceedings of the 40th Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 1114-1119.

- Thibaut, J.-P., & Witt, A. (2015a). Young children's learning of relational categories : Multiple comparisons and their cognitive constraints. *Frontiers in Psychology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00643>
- Thibaut, J.-P., & Witt, A. (2015b). Young children's learning of relational categories : Multiple comparisons and their cognitive constraints. *Frontiers in Psychology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00643>
- Wagenmakers, E.-J., & Farrell, S. (2004). AIC model selection using Akaike weights. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11(1), 192-196. <https://doi.org/10.3758/BF03206482>
- Waxman, S. R. (1990). Linguistic biases and the establishment of conceptual hierarchies : Evidence from preschool children. *Cognitive Development*, 5(2), 123-150. [https://doi.org/10.1016/0885-2014\(90\)90023-M](https://doi.org/10.1016/0885-2014(90)90023-M)
- Waxman, S. R., & Klibanoff, R. S. (2000). The role of comparison in the extension of novel adjectives. *Developmental Psychology*, 36(5), 571-581. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.36.5.571>
- Waxman, S. R., & Markow, D. B. (1995). Words as Invitations to Form Categories : Evidence from 12- to 13-Month-Old Infants. *Cognitive Psychology*, 29(3), 257-302. <https://doi.org/10.1006/cogp.1995.1016>
- Weiland, C., Barata, M. C., & Yoshikawa, H. (2014). The Co-Occurring Development of Executive Function Skills and Receptive Vocabulary in Preschool-Aged Children : A Look at the Direction of the Developmental Pathways. *Infant and Child Development*, 23(1), 4-21. <https://doi.org/10.1002/icd.1829>
- Welsh, J. A., Nix, R. L., Blair, C., Bierman, K. L., & Nelson, K. E. (2010). The development of cognitive skills and gains in academic school readiness for children from low-income families. *Journal of Educational Psychology*, 102(1), 43-53. <https://doi.org/10.1037/a0016738>
- Wiebe, S. A., & Karbach, J. (2018). *Executive Function / Development Across the Life Span*. Frontiers of Developmental Science. <https://www.taylorfrancis.com/books/e/9781351663243>
- Wiebe, S. A., Sheffield, T., Nelson, J. M., Clark, C. A. C., Chevalier, N., & Espy, K. A. (2011). The structure of executive function in 3-year-olds. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108(3), 436-452. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.08.008>

- Yoo, J., & Yim, D. (2018). Relationship among Executive Functions, Vocabulary and Reading Skills in School-Aged Children with and without Poor Vocabulary. *Communication Sciences & Disorders*, 23(3), 570-583. <https://doi.org/10.12963/csd.18523>
- Zelazo, P. D., Anderson, J. E., Richler, J., Wallner-Allen, K., Beaumont, J. L., & Weintraub, S. (2013). Ii. Nih Toolbox Cognition Battery (cb) : Measuring Executive Function and Attention. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 78(4), 16-33. <https://doi.org/10.1111/mono.1203>

DISCUSSION GÉNÉRALE

A ce jour malgré les nombreuses études sur l'apprentissage du langage, les processus sous-jacents de la généralisation lexicale ne sont pas tous élucidés. Dans ce manuscrit nous avons abordé cette vaste thématique d'un point de vue exclusivement conceptuel. Notre approche s'est centrée sur la façon dont les enfants vont, à partir de l'association d'un mot avec un nombre limité d'exemples d'apprentissage, généraliser ce nouveau terme à de nouvelles entités. Nous nous sommes focalisés sur la question des dimensions qui sont jugées conceptuellement pertinentes par l'enfant. Plus spécifiquement notre travail s'inscrit exclusivement dans le cadre des situations qui impliquent de la comparaison, c'est-à-dire des situations d'apprentissage dans lesquelles au moins deux exemples d'apprentissage sont présentés pour illustrer le nouveau mot. Depuis l'article princeps de Gentner & Namy, (1999) les études ont été nombreuses et il est maintenant bien établi que la comparaison peut impacter de façon positive la généralisation de nouveaux mots. Cependant, bien que les effets de la comparaison aient été démontrés, ses mécanismes sous-jacents restent encore mal connus. A l'heure actuelle, il n'existe toujours pas de consensus permettant d'expliquer précisément pourquoi et comment la comparaison influence la généralisation. Ce travail de thèse s'inscrit dans ce contexte. Le premier objectif de ce travail était de mieux appréhender les paramètres des situations de comparaison qui influencent la généralisation. Le second objectif était de comprendre comment manipuler certains de ces facteurs afin de favoriser des généralisations conceptuellement motivées. Enfin, le troisième objectif était de comprendre quels sont les profils cognitifs les plus à même de bénéficier des situations de comparaison pour essayer de comprendre quels pourraient être les freins potentiels chez certains enfants.

QUEL TYPE DE COMPARAISON UTILISER POUR GÉNÉRALISER EFFICACEMENT ?

Chez les enfants, les bénéfices apportés par les comparaisons inter-catégorie semblent faibles comparés à ceux des comparaisons intra-catégorie, il semble que ces dernières soient beaucoup plus efficaces (Ankowski et al., 2013; Augier & Thibaut, 2013; Hammer, Hertz, et al., 2009; Namy & Gentner, 2002). C'est pourquoi au-delà du chapitre 3 nous n'avons plus étudié ce type de comparaison. Cependant, comprendre pourquoi ces deux comparaisons n'ont pas la même efficacité, même lorsqu'elles apportent théoriquement la même quantité d'informations pourrait nous permettre de mieux comprendre les processus

à l'œuvre dans la comparaison. Pour répondre à cette question, nous nous baserons sur l'étude de Hammer et al. (2009).

Les résultats de ces auteurs montrent qu'à niveaux d'informations équivalents, les jeunes enfants bénéficient moins des comparaisons inter que des comparaisons intra-catégories. Pour connaître la quantité d'informations délivrée à chaque comparaison les auteurs ont créé des stimuli basés sur 4 dimensions, chacune ayant deux modalités. Au total, en incluant l'hypothèse selon laquelle toutes les dimensions sont pertinentes pour la catégorie et l'hypothèse selon laquelle aucune des dimensions n'est pertinente, dix-huit combinaisons sont possibles. Selon les exemples présentés et le type de comparaison les auteurs calculent le nombre d'hypothèses qui peuvent être éliminées. Ainsi, ils considèrent qu'en comparaison intra-catégorie toutes les dimensions communes peuvent être considérées comme potentiellement pertinentes alors qu'à l'inverse les dimensions qui diffèrent entre les deux exemples peuvent être potentiellement diagnostics. A l'inverse, en comparaison inter-catégorie, toutes les dimensions communes peuvent être considérées comme non pertinentes pour la catégorie alors que les dimensions qui diffèrent entre les deux exemples sont des critères diagnostics potentiels. Si d'un point de vue mathématique cette logique est correcte, elles s'appliquent plus difficilement dans la vie réelle et doit à minima être nuancée. En effet, si une dimension ne permet pas de distinguer la catégorie de base de deux objets, elle peut devenir décisive pour les distinguer sur leur catégorie subordonnée. Par exemple, ce n'est pas parce qu'un loup et un chien ont globalement la même forme que celle-ci n'est pas importante pour chacune de ces catégories et ne permet pas de les distinguer d'autres catégories. Ainsi le contraste n'informe pas directement de la non pertinence d'une dimension, ou alors c'est uniquement dans le contexte restreint d'apprentissage en laboratoire dans lequel le nombre de dimensions potentiellement pertinentes est tellement contrôlé qu'il en devient prédictible pour le participant. A noter tout de même que l'apprenant estime probablement que si on lui montre ce contraste c'est pour l'informer des limites de la catégorie cible et donc que celui-ci sera le plus informatif possible.

QUELS TYPES DE STIMULI COMPARER POUR GÉNÉRALISER EFFICACEMENT ?

Dans les deux premiers chapitres nous avons montré que plusieurs facteurs tels que le nombre d'exemples, leur distance sémantique ou leur similarité affectent l'efficacité de la comparaison. Plus précisément, plus le nombre d'exemplaire augmente, plus cela augmente la charge cognitive de la tâche et donc plus les ressources cognitives des enfants doivent être élevées pour qu'ils arrivent à prendre en compte toutes les informations disponibles. Il en va de même pour la distance sémantique, plus elle augmente plus la généralisation pourra se faire à un niveau de catégorisation et donc de conceptualisation élevée mais plus les dimensions qui unissent les objets seront difficiles à percevoir.

Notre objectif étant de comprendre plus clairement les mécanismes à l'œuvre dans le processus de comparaison, nous avons utilisé du matériel contrôlé créé spécifiquement pour nos expérimentations. L'intérêt de ce type de matériel est qu'il limite l'implication des connaissances préalables des enfants puisque qu'aucune d'entre eux ne les a jamais vus. De plus, ces stimuli nous ont permis de contrôler notre facteur de distinctivité facilement. Bien qu'ils ne permettent pas de tester les effets de la distance sémantique puisqu'aucun concept ne peut les relier, on peut faire le parallèle entre la distinctivité et les niveaux de catégorisations taxonomiques (Rosch et al., 1976). Si avec des objets familiers il existe des règles qui font que deux objets vont dans une même catégorie, on peut appliquer le même type de règles, de façon arbitraire, aux objets non familiers. La majeure différence étant qu'avec les objets non familiers les règles qui unifient les objets ne peuvent être que perceptives et non conceptuelles comme c'est souvent le cas avec les objets familiers. Il est communément admis que deux objets d'une même catégorie de superordonnée seront généralement plus distincts que deux objets d'une même catégorie de base, qui seront eux-mêmes plus distincts que deux objets d'une même catégorie subordonnée (Murphy, 2002). En effet, deux labradors sont plus similaires qu'un labrador et un chihuahua, eux-mêmes plus similaires qu'un labrador et une vache. Si on transpose cette logique aux objets non familiers que nous avons utilisé cela signifie que les objets qui sont peu distinctifs, appartiennent à deux catégories de niveau moins élevé que les objets distinctifs. Dans un sens, cela suggère que nos données montrent, indirectement, que de la comparaison d'objets d'une même catégorie de base pour généraliser à une catégorie superordonnée n'est pas très efficace alors que l'inverse est vrai. De la même manière, la comparaison d'objets d'une

même catégorie subordonnée serait moins efficace que la comparaison d'objets d'une même catégorie de base. Il s'agit là d'une perspective que nous pourrions considérer pour des travaux futurs.

SI LA COMPARAISON MET EN AVANT DES DIMENSIONS PERTINENTES, QUELS EFFETS ONT DES COMPARAISONS REPÉTÉES ?

Etant donné que d'après la théorie de l'alignement progressif (Gentner, 1983) la comparaison, permet de découvrir des dimensions communes conceptuelles grâce à l'alignement des deux exemples sur des dimensions de moins en moins perceptives, que se passe-t-il si les enfants comparent plusieurs fois les mêmes types de stimuli ? Les gains de la comparaison se cumulent-ils au fur et à mesure des essais ? L'expérience que nous avons présentée dans le chapitre 4 semble montrer que des comparaisons répétées avec des stimuli peu distinctifs ne permet pas, même par alignement progressif, de découvrir des dimensions pertinentes. En revanche, réaliser des comparaisons avec des stimuli distinctifs permet aux enfants de bénéficier efficacement de comparaisons ultérieures avec des stimuli peu distinctifs. C'est-à-dire qu'une fois que les enfants ont utilisé la texture pour généraliser un nouveau mot, quelle que soit la distinctivité des stimuli qui sont présentés ensuite, ils arrivent à nouveau à l'utiliser comme support de généralisation.

Une question que l'on peut se poser avec ces résultats est de savoir si les enfants ont appris que la forme n'était pas un support pertinent pour la généralisation ou s'ils ont appris qu'il fallait utiliser la texture, ou les deux. Pour répondre à cette question, une étude est en cours dans laquelle après plusieurs essais de comparaison soit la dimension pertinente mais peu saillante n'est plus la texture, soit la dimension saillante mais non pertinente n'est plus la forme. Si nous observons un transfert des performances uniquement dans la première condition, cela signifiera que la comparaison aide les enfants à comprendre que la forme ne doit pas être utilisée comme support de généralisation. A l'inverse, si nous observons un transfert des performances uniquement dans la deuxième condition cela signifiera que la comparaison montre aux enfants quelle est la dimension pertinente pour la généralisation indépendamment des autres dimensions saillantes présentées. Si les deux conditions de transfert donnent des bonnes performances dans la deuxième phase, cela signifie que les deux processus, l'élimination de la forme et la perception de la texture sont à l'œuvre. Enfin,

si aucune des deux conditions ne montre de transfert, cela signifie que les informations acquises par les enfants dans une situation de comparaison ne sont pas généralisables à d'autres stimuli, même très ressemblants. L'objectif est de rajouter cette étude à celles présentées dans le chapitre 4 pour en faire un article empirique.

LE LIEN ENTRE LA COMPARAISON ET LE DÉVELOPPEMENT COGNITIF

Si le lien entre le développement cognitif et les bénéfices sur une tâche de comparaison ont été évoqués à plusieurs reprises, aucune étude à notre connaissance ne l'a testé directement. C'était l'objectif de l'étude présentée dans le chapitre 5. Notre étude apporte une contribution au débat sur les types de ressources utilisées dans la comparaison. D'un côté certains auteurs proposent que ce sont les connaissances langagières qui supportent une comparaison efficace (Gentner et al., 2003; Loewenstein & Gentner, 2005) et d'un autre côté, d'autres auteurs défendent l'idée selon laquelle ce sont plutôt des ressources exécutives qui sont impliquées dans la comparaison (Augier & Thibaut, 2013; Boucheix et al., 2013; Simms et al., 2018; Stansbury et al., 2019). Nos résultats sont plutôt en faveur de cette seconde hypothèse. En effet, quel que soit le matériel utilisé, familier ou non, nous n'avons pas retrouvé de lien entre les performances sur la tâche de généralisation en situation de comparaison et le niveau de vocabulaire. En revanche, dans les deux cas les fonctions exécutives et plus spécifiquement la flexibilité est ressortie comme facteur prédictif des performances.

Il est intéressant de noter que les fonctions exécutives étaient davantage liées à la généralisation dans le cas des items proches que pour les items éloignés. Cela signifie que la flexibilité prédisait mieux la performance de généralisation lorsque les items de transferts étaient conceptuellement proches que lorsqu'ils étaient conceptuellement éloignés. Nous aurions pu retrouver un résultat inverse pour le langage qui aurait soutenu l'hypothèse précédente. Il semble peu probable que les connaissances langagières aient joué un rôle uniquement sur ces stimuli là pour lesquels les connaissances des enfants sont plus élaborées et probablement équivalentes pour les enfants. C'est plutôt grâce à une bonne flexibilité cognitive que les enfants seront capables d'aller chercher un concept unificateur et de réinterpréter les stimuli selon différents angles de vues. D'autre part, l'absence de lien entre l'inhibition et la comparaison suggère que la difficulté principale dans ces tâches de généralisation n'est pas d'inhiber une dimension saillante mais d'aller chercher d'autres

dimensions potentiellement pertinentes. En effet, toute la littérature sur l'apprentissage du langage montre que c'est plus souvent la forme qui est utilisée comme base de généralisation que les autres dimensions (Imai et al., 1994; Landau et al., 1988).

LA COMPARAISON ET LE BIAIS POUR LA FORME

Dans nos études nous partons du principe du biais de la forme (Imai et al., 1994; Landau et al., 1988) et étudions dans quelles conditions les enfants vont arriver à le dépasser pour utiliser une autre dimension moins saillante comme support de généralisation. Or, les résultats mentionnés dans le paragraphe précédent ne semblent pas montrer que la difficulté majeure pour généraliser correctement est d'éliminer les dimensions saillantes non pertinentes. Il semble plutôt ressortir que les enfants rencontrent des difficultés lorsqu'ils doivent considérer une autre dimension comme support de la généralisation. Cette hypothèse concorde avec l'ensemble de nos résultats.

Premièrement, cela expliquerait pourquoi les stimuli distinctifs, alors que la forme est également plus distinctive, sont ceux qui bénéficient le plus de la comparaison. En effet, on pourrait penser que comme la forme est plus distinctive elle est aussi plus perceptivement saillante et donc il pourrait être plus difficile d'en dépasser l'attrait. Ce n'est pas le cas, au contraire. Deuxièmement, dans la deuxième expérience présentée dans le chapitre 3 il n'y avait aucune différence entre les conditions HSHT et LSHT. Dans ces deux conditions la dimension pertinente, la texture, était toujours distinctive et la dimension non pertinente, la forme, était soit distinctive, soit non-distinctive. C'est-à-dire que quelle que soit la distinctivité de la forme, qui est un leurre perceptif censé être plus difficile à dépasser lorsqu'il est saillant, les performances des enfants dépendent uniquement de la distinctivité de la texture. Troisièmement, dans l'étude sur le transfert nos résultats montrent qu'une fois que les enfants ont perçu la dimension pertinente, ils continuent à l'utiliser comme support de généralisation, même si elle est plus difficile à percevoir par la suite. Cela signifierait que si on change la dimension saillante non pertinente dans la phase transfert les enfants ne devraient pas être en difficulté alors que ce serait le cas si la dimension pertinente changeait entre les deux phases. Enfin, et c'est l'idée que nous avons proposé à la fin de la section précédente, le fait que ce soit la flexibilité cognitive qui corrèle avec les performances de généralisation et non l'inhibition montre que ce qui pose problème aux enfants n'est pas d'inhiber une réponse prédominante mais de trouver une autre dimension potentiellement

pertinente. Cela pourrait également expliquer pourquoi le premier essai est aussi prédictif de la performance globale : si les enfants arrivent à voir la texture, ils vont pouvoir l'utiliser tout au long de l'expérience.

AU DELA DE L'APPRENTISSAGE DU LANGAGE

Comme nous l'avons évoqué précédemment, les situations de comparaison sont employées dans de nombreux autres domaines que celui de l'apprentissage du langage. Il serait intéressant de tester si les résultats que nous avons obtenus en termes de distinctivité, de transfert et de fonctions exécutives pourraient être répliqués avec d'autres matériels d'apprentissage tels que les procédures mathématiques (Rittle-Johnson & Star, 2007), les définitions (Christie & Gentner, 2010) ou l'analogie (Chen & Daehler, 1989). En effet, les travaux que nous avons présentés dans ce manuscrit peuvent être mis en lien avec ceux qui ont été obtenus dans le cadre des analogies.

L'analogie est le processus par lequel deux éléments sont comparés dans l'objectif de trouver des relations similaires entre les deux (Gentner, 1983). Par exemple, faire une analogie consiste à dire qu'une niche est pour un chien ce qu'une maison est pour un humain. Afin de comprendre le lien relationnel entre les différents éléments, il faut les comparer, rejeter les dimensions non pertinentes et extraire les dimensions pertinentes. Tout comme pour la généralisation de nom, la littérature sur les analogies propose deux points de vue distincts pour expliquer les performances de réussite : d'une part les connaissances nécessaires pour comprendre l'analogie (Gentner & Clement, 1988) et d'autre part le développement exécutif (Richland et al., 2006).

Dans l'étude de Simms et al. (2018) les auteurs ont utilisé le même type de protocole que celui que nous avons utilisé dans l'étude présentée dans le chapitre 5 mais dans le cadre des analogies. Elles ont mesuré les performances sur trois tâches de fonctions exécutives, flexibilité, inhibition et mémoire de travail et ont regardé leur lien avec les capacités de raisonnement analogique. A la différence des nôtres, leurs résultats montrent une corrélation entre les performances sur la tâche d'analogie et la mémoire de travail. Cette différence peut potentiellement s'expliquer par le fait que dans les tâches d'analogie les stimuli utilisés sont des scènes entières à la différence des tâches de généralisation de nom qui mettent en jeu des stimuli isolés. Etant donné que davantage de dimensions doivent être stockées et manipulées en mémoire dans leur paradigme que dans le nôtre (qui n'implique que des objets décontextualisés) il est cohérent que leur tâche requière davantage de

mémoire de travail. Ce parallèle suggère que selon les paramètres de la tâche, les coûts en termes de contrôle cognitif varient et peuvent être plus ou moins axés sur la flexibilité, l'inhibition ou la mémoire de travail.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les études classiques sur le développement et la généralisation lexicale ont eu essentiellement recours à une méthode de présentation de stimuli isolés ou présentés séquentiellement. Aujourd'hui les recherches ont montré que les situations de comparaison, par l'alignement des caractéristiques des objets, permettent l'optimisation de la construction des représentations conceptuelles. Il semble donc pertinent d'utiliser cette méthode. Cependant il est essentiel d'élaborer des situations d'apprentissage qui tiennent compte des ressources cognitives des sujets auxquels elles sont destinées. Une situation trop complexe, car elle comporte par exemple trop de stimuli à comparer ou des stimuli trop similaires, ne produira pas nécessairement de meilleurs résultats qu'une situation plus simple. Une solution qui semble prometteuse pour promouvoir un apprentissage de concepts plus élaborés consiste à construire une séquence de comparaison progressive en difficulté. Nos résultats semblent en effet suggérer qu'une fois que le concept cible a été perçu par les enfants il pourrait être utilisé dans des situations qui les mettent en difficulté sans cette première phase plus facile.

Une première perspective de ces travaux serait de corroborer ces résultats avec des paradigmes de généralisations un peu plus écologiques. En général, lorsqu'un enfant apprend un nouveau mot il n'aura l'occasion de le généraliser que plus tard et rarement en confrontant plusieurs possibilités simultanément. Une façon de se rapprocher expérimentalement de cette situation consiste à présenter les items de généralisation de façon séquencée. C'est ce qu'ont fait (Lawson, 2017; Son et al., 2011; Stansbury et al., 2020) et leurs résultats montrent que si on présente les items de généralisation de façon séquentielle plutôt que simultanée les enfants de choisissent moins souvent la réponse taxonomique. De façon intéressante leurs résultats révèlent également que les enfants de 4 ans bénéficient davantage de la présentation simultanée que les enfants de 3 ans. Cela suggère qu'ils intègrent les informations proposées par les items de généralisation dans l'interprétation qu'ils font des items d'apprentissage. Les études en eye-tracking révèlent en effet, que les enfants comparent non seulement les items d'apprentissage entre eux mais également les items d'apprentissage aux items de généralisation (Stansbury et al., 2019). Cela signifie que les enfants peuvent s'appuyer sur l'alignement progressif entre les dimensions des stimuli

d'apprentissage avec celles des stimuli de transfert (Diesendruck et al., 2003; Gentner et al., 2011; Haryu et al., 2011; Son et al., 2008). Par ailleurs, si les enfants intègrent effectivement les items de généralisation, nos résultats sur la tâche de transfert suggèrent que des items de généralisation proches pourraient servir de base à l'interprétation d'items de généralisation plus éloignés.

Un autre axe d'analyse qu'il serait intéressant de développer consiste à mieux comprendre le rôle des fonctions exécutives dans la comparaison. L'étude de Augier et Thibaut (2013) a montré qu'augmenter le nombre d'items d'apprentissage n'est bénéfique pour les enfants les plus jeunes que dans une certaine mesure. Les auteurs suggèrent que ce résultat vient du fait que cette augmentation engendre des coûts cognitifs qui ne sont plus soutenables par les enfants. Une réplication de cette étude avec une mesure complémentaire des fonctions exécutives permettrait de confirmer que l'augmentation du nombre d'items n'est utilisée efficacement que par les enfants dont les ressources cognitives sont suffisamment matures. De plus, cela nous permettrait de comprendre comment ce facteur est géré d'un point de vue cognitif. Il serait tout à fait possible que l'on ne retrouve pas de lien avec la flexibilité mais plutôt avec la mémoire de travail. En effet, augmenter le nombre de comparaisons nécessite de stocker et de manipuler davantage d'informations en mémoire. L'intérêt serait donc d'adapter le mode de présentation aux ressources de l'enfant, par exemple en favorisant des comparaisons avec deux items pour les enfants les plus flexibles mais une mémoire de travail plus limitée et au contraire d'augmenter le nombre d'exemples pour les enfants avec une mémoire de travail plus développée mais une flexibilité moindre.

La dernière perspective que nous souhaitons évoquer est la possibilité de réaliser ces études avec des enfants au développement atypique. Il est généralement proposé que le développement lexical commence au même âge mental chez les enfants au développement typique que chez les enfants avec une déficience intellectuelle et que l'âge mental est un bon prédicteur du développement lexical (Barrett & Diniz, 1989). A notre connaissance, l'une des seules études qui a comparé des enfants typiques et des enfants avec une déficience intellectuelle sur une tâche de généralisation en situation de comparaison a été réalisée par Witt et al. (2020, voir aussi Thibaut et al., 2006). Leurs données montrent que les performances de généralisations de nom d'objet chez les enfants avec une déficience intellectuelle sont supérieures à celles des enfants au développement typique. Ce résultat suggère que les mécanismes d'apprentissage lexical et de comparaison sont fonctionnels

chez les enfants avec une déficience intellectuelle. De plus, comme ces derniers sont plus âgés que leurs homologues, les auteurs suggèrent qu'ils ont pu s'appuyer sur leurs connaissances du monde plus développées pour apprendre et généraliser les nouveaux noms. Ce résultat semble contradictoire avec nos résultats qui suggèrent qu'il n'y a pas de lien direct entre le vocabulaire et les bénéfices de la comparaison. Cependant, les données de Witt et al. (2020) montrent également que les enfants à haut fonctionnement ont de meilleures performances que les enfants à faible fonctionnement, et ce indépendamment de l'âge chronologique. Ainsi, il est probable que les différences dans les performances des enfants s'expliquent par un facteur tiers qui serait le développement exécutif. Une réplique de leur étude en y associant une mesure des fonctions exécutives permettrait non seulement de tester si les processus cognitifs mis en jeu dans la comparaison chez des enfants au développement atypique sont les mêmes que chez les enfants typiques mais également de mieux comprendre les liens entre le développement cognitif et l'apprentissage lexical.

RÉFÉRENCES

- Ankowski, A. A., Vlach, H. A., & Sandhofer, C. M. (2013). Comparison Versus Contrast : Task Specifics Affect Category Acquisition. *Infant and Child Development*, 22(1), 1-23. <https://doi.org/10.1002/icd.1764>
- Augier, L., & Thibaut, J.-P. (2013). The benefits and costs of comparisons in a novel object categorization task : Interactions with development. *Psychonomic Bulletin & Review*, 20(6), 1126-1132. <https://doi.org/10.3758/s13423-013-0436-x>
- Barrett, M. D., & Diniz, F. A. (1989). Lexical development in mentally handicapped children. *Language and communication in mentally handicapped people*, 3-32.
- Boucheix, J.-M., Thibaut, J.-P., Lowe, R. K., Augier, L., Bétrancourt, M., & de Vries, E. (2013). Learning Novel Word and Novel Concepts in Media and E-media : The Power of Comparisons and the Example of Paired graphics. *Conference Proceedings. ICT for Language Learning*, 381.
- Chen, Z., & Daehler, M. W. (1989). Positive and negative transfer in analogical problem solving by 6-year-old children. *Cognitive Development*, 4(4), 327-344. [https://doi.org/10.1016/S0885-2014\(89\)90031-2](https://doi.org/10.1016/S0885-2014(89)90031-2)
- Christie, S., & Gentner, D. (2010). Where Hypotheses Come From : Learning New Relations by Structural Alignment. *Journal of Cognition and Development*, 11(3), 356-373. <https://doi.org/10.1080/15248371003700015>
- Diesendruck, G., Hammer, R., & Catz, O. (2003). Mapping the similarity space of children and adults' artifact categories. *Cognitive Development*, 18(2), 217-231. [https://doi.org/10.1016/S0885-2014\(03\)00021-2](https://doi.org/10.1016/S0885-2014(03)00021-2)
- Gentner, D. (1983). Structure-mapping : A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7(2), 155-170. [https://doi.org/10.1016/S0364-0213\(83\)80009-3](https://doi.org/10.1016/S0364-0213(83)80009-3)
- Gentner, D., Anggoro, F. K., & Klibanoff, R. S. (2011). Structure Mapping and Relational Language Support Children's Learning of Relational Categories. *Child Development*, 82(4), 1173-1188. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2011.01599.x>
- Gentner, D., & Clement, C. (1988). Evidence for Relational Selectivity in the Interpretation of Analogy and Metaphor. In G. H. Bower (Éd.), *Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 22, p. 307-358). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60044-4](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60044-4)

- Gentner, D., Loewenstein, J., & Thompson, L. (2003). Learning and transfer : A general role for analogical encoding. *Journal of Educational Psychology*, 95(2), 393-408. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.2.393>
- Gentner, D., & Namy, L. L. (1999). Comparison in the Development of Categories. *Cognitive Development*, 14(4), 487-513. [https://doi.org/10.1016/S0885-2014\(99\)00016-7](https://doi.org/10.1016/S0885-2014(99)00016-7)
- Hammer, R., Hertz, T., Hochstein, S., & Weinshall, D. (2009). Category learning from equivalence constraints. *Cognitive Processing*, 10(3), 211-232. <https://doi.org/10.1007/s10339-008-0243-x>
- Haryu, E., Imai, M., & Okada, H. (2011). Object Similarity Bootstraps Young Children to Action-Based Verb Extension. *Child Development*, 82(2), 674-686. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01567.x>
- Imai, M., Gentner, D., & Uchida, N. (1994). Children's theories of word meaning : The role of shape similarity in early acquisition. *Cognitive Development*, 9(1), 45-75. [https://doi.org/10.1016/0885-2014\(94\)90019-1](https://doi.org/10.1016/0885-2014(94)90019-1)
- Landau, B., Smith, L. B., & Jones, S. S. (1988). The importance of shape in early lexical learning. *Cognitive development*, 3(3), 299-321.
- Lawson, C. A. (2017). The Influence of Task Dynamics on Inductive Generalizations : How Sequential and Simultaneous Presentation of Evidence Impacts the Strength and Scope of Property Projections. *Journal of Cognition and Development*, 18(4), 493-513. <https://doi.org/10.1080/15248372.2017.1339707>
- Loewenstein, J., & Gentner, D. (2005). Relational language and the development of relational mapping. *Cognitive Psychology*, 50(4), 315-353. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2004.09.004>
- Murphy, G. L. (2002). *The big book of concepts*. MIT Press.
- Namy, L. L., & Gentner, D. (2002). Making a silk purse out of two sow's ears : Young children's use of comparison in category learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 131(1), 5-15. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.131.1.5>
- Richland, L. E., Morrison, R. G., & Holyoak, K. J. (2006). Children's development of analogical reasoning : Insights from scene analogy problems. *Journal of Experimental Child Psychology*, 94(3), 249-273. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2006.02.002>

- Rittle-Johnson, B., & Star, J. R. (2007). Does comparing solution methods facilitate conceptual and procedural knowledge? An experimental study on learning to solve equations. *Journal of Educational Psychology*, *99*(3), 561.
- Rosch, E., Mervis, C. B., Gray, W. D., Johnson, D. M., & Boyes-Braem, P. (1976). Basic objects in natural categories. *Cognitive Psychology*, *8*(3), 382-439. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(76\)90013-X](https://doi.org/10.1016/0010-0285(76)90013-X)
- Simms, N. K., Frausel, R. R., & Richland, L. E. (2018a). Working memory predicts children's analogical reasoning. *Journal of Experimental Child Psychology*, *166*, 160-177. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.08.005>
- Simms, N. K., Frausel, R. R., & Richland, L. E. (2018b). Working memory predicts children's analogical reasoning. *Journal of Experimental Child Psychology*, *166*, 160-177. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.08.005>
- Son, J. Y., Smith, L. B., & Goldstone, R. L. (2008). Simplicity and generalization: Short-cutting abstraction in children's object categorizations. *Cognition*, *108*(3), 626-638. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2008.05.002>
- Son, J. Y., Smith, L. B., & Goldstone, R. L. (2011). Connecting instances to promote children's relational reasoning. *Journal of Experimental Child Psychology*, *108*(2), 260-277. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.08.011>
- Stansbury, E., Witt, A., & Thibaut, J.-P. (2019). Children's Generalization of Novel Object Names in Comparison Contexts: An eye tracking analysis. *Proceedings of the 41th Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 2871-2877.
- Stansbury, E., Witt, A., & Thibaut, J.-P. (2020). Generalization of novel object names in comparison contexts in a yes-no paradigm by young children. When the rate of stimulus presentation matters. *Proceedings of the 42th Annual Meeting of the Cognitive Science Society (Eds.)*, 2288-2294.
- Thibaut, J.-P., Elbouz, M., & Comblain, A. (2006). Apprentissage, mémorisation, et généralisation de nouveaux noms chez l'enfant trisomique 21. Une comparaison avec l'enfant en développement normal. *Psychologie Française*, *51*(4), 413-426. <https://doi.org/10.1016/j.psfr.2006.05.005>
- Witt, A., Comblain, A., & Thibaut, J.-P. (2020). Do typically and atypically developing children learn and generalize novel names similarly: The role of conceptual distance during learning and at test. *Research in Developmental Disabilities*, *104*, 103720. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2020.103720>