

Raisonnement analogique, connaissance relationnelle et troubles du langage

Magali Krzemien*

* logopède, 30 rue de l'Aunaie, B38, 4000 Liège, Belgique
magali.krzemien@gmail.com

ISSN 2117-7155

Résumé :

La théorie des grammaires de construction conçoit le développement du langage comme relevant de l'abstraction de schémas à partir de différentes formes linguistiques perçues. Cette abstraction serait permise par les capacités de raisonnement analogique. Celui-ci correspond à une habileté qui permet d'acquérir de nouvelles connaissances à partir de situations familières. Plusieurs théories ont tenté d'expliquer son développement. Certaines soutiennent que le raisonnement analogique est une compétence tardive, alors que d'autres affirment qu'il peut être utilisé à un âge précoce sous certaines conditions. Des auteurs soulignent notamment l'importance de la mémoire de travail, de l'inhibition ainsi que des connaissances relationnelles détenues quant au domaine en question. La connaissance relationnelle va en effet permettre l'application du raisonnement analogique et le passage de la prise en compte du perceptuel au relationnel. Tout comme le raisonnement analogique, celle-ci est étroitement liée au langage, ces habiletés s'influençant mutuellement. Etant donné le lien existant entre raisonnement analogique, connaissance relationnelle et langage, plusieurs auteurs se sont intéressés aux capacités analogiques d'enfants présentant des troubles langagiers, et notamment d'enfants dysphasiques. Ces enfants semblent en effet détenir des capacités de raisonnement analogique altérées par rapport à leurs pairs de même âge, ceci ayant des implications pour l'utilisation des analogies dans le cadre scolaire, mais aussi plus précocement pour l'acquisition du langage.

Mots clés : raisonnement analogique, développement du langage, troubles du langage, mémoire de travail

Analogical reasoning, relational knowledge and language disorders**Summary:**

The construction grammar theory claims that language development is achieved thanks to the abstraction of schemas from different heard forms. This abstraction is allowed by analogical reasoning abilities. Analogical reasoning is a human ability, which allows to acquire new knowledge from known situations. Several theories tried to explain its development. Some of them claim that it is an ability that appears late in the development, while others support the hypothesis that it can be used early in the development under certain conditions. Some authors underline the influence of working memory, inhibition or relational knowledge. Relational knowledge about a specific domain will indeed allow to reason analogically and to move from a perceptual reasoning to a relational reasoning. Analogical reasoning and relational knowledge are both connected to language development, as these abilities influence each other. Because of this link, several authors investigated the analogical reasoning abilities of children with language disorders, and specifically of children with Specific Language Impairment (SLI). Those children seem to have poorer analogical reasoning abilities than their age-matched peers. This has implication for the use of analogies in the classroom context, but also for the language development of those children.

Key words: analogical reasoning, language development, language disorders, working memory

----- INTRODUCTION -----

La dysphasie est un trouble du développement du langage oral sévère et persistant qui se répercute sur les différents domaines langagiers comme la phonologie, le lexique et la morphosyntaxe (voir pour une revue détaillée, Leonard, 2014). Plusieurs théories ont tenté d'expliquer l'apparition et le développement de ce trouble. En particulier, certains auteurs (voir pour une revue Leroy, Parisse, & Maillart, 2009) se sont intéressés aux théories des grammaires de construction pour expliquer les difficultés présentées par les enfants dysphasiques. Selon ces théories, les formes entendues et extraites de l'input sont progressivement abstraites pour devenir des schémas de construction. Ainsi, l'enfant qui entend les formes « il voit un oiseau » et « il voit le chat » pourra abstraire la structure « il voit X ». S'il est par la suite confronté à la phrase « il mange une pomme », il pourra abstraire le schéma « il + verbe + X », et ainsi de suite jusqu'au schéma abstrait « sujet + verbe + X ». Ces différents schémas de construction abstraits à partir de l'input permettront de produire ou de comprendre de nouvelles phrases (Langacker, 2009). Or, les enfants dysphasiques semblent présenter des difficultés quant à l'abstraction de ces schémas de construction : ceux-ci ont en effet davantage tendance à utiliser des formes linguistiques qu'ils ont déjà entendues telles quelles. Ils ne montrent également que peu de créativité linguistique dans leurs productions, c'est-à-dire qu'ils n'utilisent pas de forme grammaticale particulière avec de nouveaux mots (Riches, Faragher, & Conti-Ramsden, 2006). Ils sont donc mis en difficulté quand ils doivent utiliser une structure connue pour former des phrases qu'ils n'ont jamais entendues (Leroy, Parisse, & Maillart, 2012). Ce mécanisme d'abstraction de schémas serait lié à des capacités de raisonnement analogique (Tomasello, 2009). En effet, pour abstraire un nouveau schéma, l'enfant doit aligner, c'est-à-dire mettre en correspondance, les deux phrases perçues. Il doit également découvrir la structure relationnelle qu'elles ont en commun afin de les transformer en une représentation plus abstraite (Leroy et al., 2012).

----- OBJECTIF DE L'ETUDE -----

Plusieurs auteurs comme Piaget, Montangero et Billeter (1977), Sternberg et Nigro (1980), Goswami (1992) ou encore Gentner (1988) se sont intéressés au développement du raisonnement analogique chez l'enfant. De récents travaux (voir pour exemples Morrison, Doumas, & Richland, 2011 ; Richland, Morrison, & Holyoak, 2006 ; Thibaut, French, & Vezneva, 2010) ont permis de remettre en cause l'idée que le raisonnement analogique serait une compétence tardive (Piaget et al., 1977 ; Sternberg & Nigro, 1980) ou qu'il serait uniquement influencé par la connaissance détenue des relations à traiter (Goswami, 1992). En outre, l'influence du langage sur le raisonnement analogique est largement documentée (voir pour exemples Christie & Gentner, 2014 ; Gentner & Medina, 1998 ; Son, Smith, Goldstone, & Leslie, 2012), notamment, mais dans une moindre mesure, en pathologie du langage (Kamhi, Gentry, Mauer, & Gholson, 1990 ; Masterson, Evans, & Aloia, 1993 ; Nippold, Erskine, & Freed, 1988). Réciproquement, l'idée d'une influence du raisonnement analogique sur le développement du langage (Gentner & Namy, 2006 ; Goldwater, Tomlinson, Echols, & Love, 2011) et sur l'apparition de troubles langagiers (Leroy, Maillart, & Parisse, 2014 ; Leroy et al., 2012) est également envisagée, notamment suite à la naissance de la théorie relative aux grammaires de construction (Goldberg, 1995 ; Tomasello, 2003). Au vu de ces différentes évolutions, cet article a pour but de fournir une synthèse narrative de la littérature concernant le raisonnement analogique, la connaissance relationnelle et leurs liens avec le développement langagier. Les implications de ces recherches dans le domaine de la

pathologie du langage seront également envisagées. Dans la suite de cet article, nous nous intéresserons donc au mécanisme et au développement du raisonnement analogique ainsi qu'à son lien avec le langage. Nous développerons aussi l'importance des connaissances relationnelles, qui constituent un élément essentiel du raisonnement analogique et qui sont également étroitement liées au langage. Enfin, nous nous intéresserons aux capacités de raisonnement analogique des enfants présentant des troubles langagiers, en approfondissant le lien qui peut être fait entre difficultés de raisonnement analogique et difficultés langagières.

----- METHODOLOGIE -----

Cet article est une synthèse narrative visant à fournir un aperçu des recherches menées sur le développement du raisonnement analogique et sur ses liens avec le langage. La recherche des articles a été effectuée dans la base de données PsycInfo aux moyens des termes présentés dans le tableau 1.

Recherche sur le développement et les composants du raisonnement analogique	Recherche sur les liens entre le raisonnement analogique et le langage
ANALOGY OR “analogical reasoning” AND COGNITIVE DEVELOPMENT OR SHORT TERM MEMORY OR RESPONSE INHIBITION OR “relational knowledge”	ANALOGY OR “analogical reasoning” AND LANGUAGE OR LANGUAGE DEVELOPMENT OR LANGUAGE DISORDERS OR SPECIFIC LANGUAGE IMPAIRMENT
Limites : human, non-disordered population language : english, french	Limites : human population language : english, french
118 résultats → 7 sélectionnés selon le titre et l'abstract + 6 références issues de revues de la littérature (Goswami, 1991 ; Goswami, 1992)	66 résultats → 10 sélectionnés selon le titre et l'abstract + 5 références issues de revues de la littérature (Gentner & Namy, 2006 ; Gentner & Rattermann, 1991)

Tableau 1. Descriptif des recherches réalisées sur la base de données PsycInfo.

Les articles ont ensuite été sélectionnés en fonction de leur pertinence par rapport aux sujets investigués, ainsi que pour leur capacité à fournir une vue d'ensemble de l'évolution des recherches concernant le raisonnement analogique. Des articles supplémentaires apparaissant dans des revues de la littérature existantes (Gentner & Namy, 2006 ; Gentner & Rattermann, 1991 ; Goswami, 1991 ; Goswami, 1992) ont également été sélectionnés. Un aperçu du contenu des différents articles est repris dans le tableau 2 pour les études concernant le développement du raisonnement analogique et dans le tableau 3 pour celles concernant son lien avec le langage.

ETUDE	POPULATION	METHODOLOGIE	RESULTATS et CONCLUSION
Piaget et al., 1977	Enfants à partir de 5 ans	Tâche A:B::C:D avec images.	Le raisonnement analogique se développe selon 3 stades et n'est fonctionnel qu'avec l'entrée dans le stade des opérations formelles, vers 11-12 ans.
Sternberg & Nigro, 1980	Groupes de participants de 9, 12, 15 ou 18 ans	Tâche d'analogies verbales contenant des relations catégorielles, de synonymie, d'antonymie, etc.	Les enfants de moins de 12 ans utilisent un raisonnement basé sur l'association sémantique et non un raisonnement purement analogique pour résoudre ce type de tâches.
Gentner, 1988	Groupes d'adultes et d'enfants de plus de 4 ans	Tâche d'interprétation de métaphores.	Les interprétations basées sur les caractéristiques relationnelles augmentent régulièrement de 6 ans à l'âge adulte, par rapport aux interprétations basées sur les caractéristiques perceptuelles.
Goswami & Brown, 1990	Enfants de 3 à 6 ans	Tâche A:B::C:D avec des images impliquant des relations causales et tâche contrôle de connaissance de ces relations.	Les enfants sont capables de raisonner analogiquement dès l'âge de 3 ans s'ils connaissent les relations en présence.
Brown & Kane, 1988	Enfants de 3 à 5 ans	Tâche de résolution de paires de problèmes.	Les enfants sont capables d'utiliser une analogie avec un problème passé pour résoudre un problème actuel, et ce dès 3 ans.
Wagner et al., 1981	Enfants d'environ 1 an de moyenne d'âge	Préférence visuelle, par exemple face à une flèche montante et une flèche descendante lorsque l'enfant entend un son montant.	Les enfants sont capables de réaliser certaines mises en correspondance basées sur des indices relationnels, et ce à un âge très précoce → importance de la simplicité et de la connaissance des relations en présence.

Morrison et al., 2011	Enfants américains et de Hong-Kong de 3-4 ans	Simulation des résultats d'études précédentes (Richland et al., 2010 ; Richland et al., 2006) dans un modèle statistique du raisonnement analogique (LISA, Hummel & Holyoak, 1997).	Une meilleure représentation de l'information relationnelle permet de réduire les ressources de traitement nécessaires à la résolution de la tâche et donc de mieux la réussir.
Richland et al., 2006	Groupes d'enfants de 3-4, 6-8 et 13-14 ans	Tâche de scènes analogiques avec relations binaires ou ternaires et présence ou non d'un distracteur perceptuel.	En plus de la connaissance des relations en présence, des capacités suffisantes de mémoire de travail et d'inhibition sont nécessaires à la résolution d'analogies.
Viskontas et al., 2005	Groupes d'adultes de 20, 50 et 75 ans en moyenne	Tâche de matrices de niveaux de complexité relationnelle variés.	Les participants voient leurs performances diminuer avec l'âge et les plus âgés sont davantage mis en difficulté par un niveau de complexité relationnelle accru → importance des capacités de mémoire de travail pour le raisonnement analogique.
Waltz et al., 2000	Etudiants	Tâche de scènes analogiques et tâche interférente occupant la mémoire de travail.	Une charge interférente en mémoire de travail provoque une diminution des performances à la tâche analogique → importance des capacités de mémoire de travail pour le raisonnement analogique.
Thibaut et al., 2010	Groupes d'enfants de 6, 8 et 14 ans	Tâche A:B::C:D avec des formes géométriques.	Les performances à la tâche diminuent lorsqu'une information perceptuelle non pertinente est introduite, surtout chez les plus jeunes → importance des capacités d'inhibition pour le raisonnement analogique.

Tableau 2. Caractéristiques principales des études décrites sur le développement du raisonnement analogique et son lien avec la connaissance relationnelle.

ETUDE	POPULATION	METHODOLOGIE	RESULTATS et CONCLUSION
<i>Influence du langage sur le raisonnement analogique :</i>			
Son et al., 2012	Enfants d'environ 5 ans de moyenne d'âge	Tâche d'association mot-pattern (« partage » pour ABA) puis tâche de généralisation avec association mot-pattern utilisant de nouveaux éléments.	L'utilisation de mots évoquant une relation spécifique facilite la détection de cette relation au sein d'items variés.
Christie & Gentner, 2014	Groupes d'enfants de 2, 3 et 4 ans	Tâche où l'enfant doit choisir l'item correspondant à l'item exemple sur la base de la relation d'identité qu'ils contiennent, avec ou sans apprentissage préalable des mots « même » et « différent » ou association à un nouveau mot.	L'utilisation d'un même mot permet de comparer les items sur la base de leur structure relationnelle et donc de favoriser le raisonnement analogique.
<i>Influence du raisonnement analogique sur le langage :</i>			
Gentner & Namy, 1999	Enfants de 4 ans de moyenne d'âge	Tâche d'association d'un non-mot avec un ou deux exemplaires imagés puis tâche de choix d'un nouvel exemplaire parmi des distracteurs visuellement similaires ou faisant partie de la même catégorie.	L'association d'un nouveau mot avec deux exemplaires permet de se focaliser sur les caractéristiques relationnelles et donc d'appliquer ce nouveau mot à un autre exemplaire de la même catégorie.
Marcus et al., 1999	Bébés de 7 mois	Paradigme d'habituation : présentation de séquences de syllabes suivant un pattern précis (ABA ou ABB) puis présentation de nouvelles syllabes respectant ou non ce pattern et observation du regard.	Les enfants peuvent détecter une structure relationnelle précise et la généraliser à de nouveaux stimuli → mécanisme d'apprentissage de règles langagières.
Goldwater et al., 2011	Groupes d'enfants de 4 et 5 ans	Tâche de priming sémantico-syntaxique (description par	Les performances sont meilleures lorsque des amorces sont proposées

		l'expérimentateur de 2 scènes avec 2 phrases de même structure puis description par l'enfant d'une scène supplémentaire).	→ mise en correspondance des structures des phrases perçues pour produire de nouvelles phrases utilisant cette structure.
<i>Apprentissage relationnel et langage :</i>			
Smith et al., 1986	Groupes d'enfants de 3, 4 et 5 ans	Tâche dans laquelle l'enfant doit juger si un cercle est « haut » ou « bas » sur un tableau.	Les enfants les plus jeunes ont tendance à utiliser « bas » et « haut » pour les positions extrêmes → apprentissage long et complexe des termes relationnels.
Smith et al., 1988	Groupes d'enfants de 3 et 4 ans	Tâche dans laquelle l'enfant doit juger lequel de 2 papillons est « plus haut » et lequel est « plus bas ».	A 4 ans, les enfants répondent selon la relation entretenue par les 2 papillons alors qu'à 3 ans, ils répondent selon la position isolée d'un papillon → apprentissage long et complexe des termes relationnels.
Simms, 2014	Enfants de 5 ans	Association de mots désignant un pattern particulier (« lefty » pour ABB) puis tâche de raisonnement analogique (choix d'un item correspondant à l'exemple selon la relation qu'ils contiennent).	L'apprentissage de termes relationnels permet d'améliorer la performance des enfants à une tâche analogique.
<i>Raisonnement analogique chez les enfants avec troubles du langage :</i>			
Kamhi et al., 1990	Enfants avec troubles langagiers et enfants tout-venant de même âge chronologique (AC)	Tâche de résolution de problèmes présentés verbalement avec ou sans démonstrations physiques.	Les enfants ayant des troubles langagiers sont en difficulté lorsqu'ils doivent acquérir la solution d'un problème présenté verbalement uniquement. Il n'y a par contre pas de différence entre les groupes pour le transfert de la solution acquise à un nouveau problème.

Nippold et al., 1988	Enfants avec troubles langagiers et enfants tout-venant de même AC	Tâches A:B::C:D verbale et non-verbale, tâche de résolution de problèmes.	Les enfants avec troubles du langage ont des performances inférieures pour toutes les tâches mais pas quand le QI non-verbal est contrôlé.
Masterson et al., 1993	Enfants avec troubles langagiers et tout-venant appariés en AC ou en âge linguistique	Tâche d'analogies verbales.	Les enfants avec troubles langagiers ont des performances inférieures à celles des enfants contrôles appariés en AC mais pas à celles des enfants appariés en âge linguistique.
Leroy et al., 2012	Enfants dysphasiques et tout-venant appariés en AC et en QI non-verbal	Tâche non-verbale de complèment de séquences de formes géométriques selon une relation présentée précédemment avec variation du degré de similarité visuelle intra- et inter-séquence.	Les enfants dysphasiques obtiennent des performances inférieures à leurs pairs et sont davantage influencés par la similarité présente entre les formes d'une même séquence.
Leroy et al., 2014	Enfants dysphasiques et tout-venant appariés en AC et sur base d'un indice de raisonnement perceptif	Tâche de complèment de séquences selon une relation présentée précédemment avec variation du degré de similarité perceptuelle inter-séquence : forme verbale (syllabes) et non-verbale (formes ayant peu de contenu sémantique).	Les enfants dysphasiques obtiennent des performances inférieures à leurs pairs. Ils réussissent aussi moins bien les items ne contenant aucune similarité auditive pour la condition verbale.

Tableau 3. Caractéristiques principales des études décrites sur les liens entre raisonnement analogique et langage.

----- LE RAISONNEMENT ANALOGIQUE -----

1. Définition

Le raisonnement analogique est une habileté humaine qui permet de mettre en correspondance deux situations (Gentner & Colhoun, 2010). Il nécessite de découvrir la structure commune entre ces deux situations et de pouvoir faire correspondre un ensemble de relations à un autre (Goswami, 1991). On peut par exemple dresser une analogie entre le métabolisme d'une

cellule et le feu en mettant en correspondance différents éléments comme le fait que le feu et la cellule produisent tous deux de l'énergie grâce à l'oxygène. En conséquence, le raisonnement analogique permet de dresser des inférences quant aux propriétés et au fonctionnement du domaine cible. Ainsi, avec ce même exemple, si l'on sait que le feu libère de l'eau et du dioxyde de carbone, on peut également inférer qu'une cellule en libère aussi (Gentner & Colhoun, 2010).

2. Développement du raisonnement analogique

Selon certains auteurs, le raisonnement analogique est une habileté émergeant à un certain stade du développement, et donc à un certain âge. Ainsi, Piaget et al., (1977) soutiennent que le raisonnement analogique apparaît avec le stade des opérations formelles et n'est donc fonctionnel qu'à partir de 11 ou 12 ans. De même, selon la théorie dite associative (Sternberg & Nigro, 1980), les enfants de moins de 12 ans utiliseraient l'association sémantique et non un raisonnement purement analogique pour résoudre des analogies. Gentner (1988) soutient quant à elle que l'émergence du raisonnement analogique dépend d'une transition entre la prise en compte du perceptuel et celle du relationnel. En effet, selon elle, les enfants progressent d'une aptitude à raisonner sur les caractéristiques physiques des objets à une aptitude à raisonner à partir de leurs relations, ce qui caractérise le raisonnement analogique. Ainsi, Gentner (1988) constate que les enfants les plus jeunes produisent davantage d'interprétations de métaphores basées sur des indices perceptuels (par exemple, ils justifient la métaphore « une éponge est comme un nuage » par le fait qu'ils sont tous les deux moelleux), alors que les participants les plus âgés produisent des interprétations basées sur des caractéristiques relationnelles (pour le même exemple, les participants expliquent notamment que l'éponge et le nuage peuvent tous les deux contenir de l'eau).

Cette transition du perceptuel au relationnel peut être expliquée par trois hypothèses différentes (Gentner, 1988). Tout d'abord, elle peut être due au passage à une étape supérieure du développement cognitif, permettant la pensée opérationnelle formelle, c'est-à-dire la capacité à manipuler des éléments (Billow, 1975). En outre, cette transition peut aussi être le fait d'un apprentissage chez l'enfant des conventions en vigueur quant à ce qu'il faut mettre en correspondance (Gentner, 1988). Enfin, la troisième hypothèse stipule qu'un enfant réussit à résoudre une analogie s'il détient les connaissances spécifiques au domaine en question. Inversement, le manque de connaissances relatives à un autre domaine particulier implique qu'il échoue à réaliser une autre analogie. Ainsi, si nous reprenons l'exemple du nuage et de l'éponge, un enfant ne pourra pas interpréter la métaphore par le fait que les deux éléments peuvent contenir de l'eau s'il ne sait pas qu'un nuage retient de l'eau qui est ensuite relâchée sous forme de pluie. Cette dernière théorie s'oppose donc aux deux premières puisque, selon elle, la transition du perceptuel au relationnel serait spécifique à chaque domaine et pourrait survenir à différents moments selon les connaissances accumulées (Gentner, 1988).

L'importance accordée à la connaissance détenue se retrouve également dans la théorie de Goswami (1991) qui soutient que le raisonnement analogique peut être utilisé par des enfants dès leur plus jeune âge pour peu qu'ils détiennent la connaissance des relations en présence. Ainsi, Goswami et Brown (1990) ont obtenu des taux de réussite importants dans une tâche d'analogies basée sur des relations causales chez des enfants de 3, 4 et 6 ans. Dans cette tâche, les enfants devaient par exemple choisir l'item « tranche de citron » parmi des distracteurs afin de compléter le pattern $A : B :: C : D$ « pain : tranche de pain :: citron : ? ». Bien qu'un effet de l'âge soit présent - les groupes d'enfants plus âgés ayant de meilleurs résultats que les

plus jeunes -, des enfants de 3 ans seulement peuvent raisonner sur la base d'analogies, leurs performances se situant au-dessus du seuil de hasard. Contrairement à certaines études (voir par exemple Lunzer, 1965), les auteurs se sont assurés ici que les enfants détenaient les connaissances nécessaires au traitement des relations en présence. En effet, ils proposaient aux enfants une tâche contrôle dans laquelle ils leur demandaient d'identifier l'objet ayant causé la transformation, soit un couteau pour l'exemple précédent. En outre, les enfants semblent aussi capables de résoudre un problème en utilisant une analogie avec une expérience passée, et ce à un âge précoce. Dans une série d'études, Brown et Kane (1988) présentent à des enfants de 3, 4 et 5 ans des paires de problèmes dans lesquels, par exemple, le personnage est trop petit pour atteindre un objet en hauteur. Les enfants parviennent à utiliser la solution du premier problème pour résoudre le deuxième : dans l'exemple suivant, les enfants proposent de faire un tas avec les bottes de foin du fermier de la même manière que le garagiste avait fait un tas avec des pneus. Par contre, les enfants de 3 ans ne réussissent que s'ils sont incités à réfléchir sur les deux problèmes, par exemple si l'expérimentateur leur dit que les deux problèmes sont les mêmes. De plus, ces enfants ont besoin de deux expériences préalables pour réussir la tâche alors que les enfants de 4 ans n'en ont besoin que d'une. Ainsi, bien que les enfants de 3 ans aient besoin de plus de temps et de plus d'aide pour réussir cette tâche, la résolution de problèmes par l'utilisation d'analogies est possible à un âge précoce et est totalement fonctionnelle dès 4 ou 5 ans.

Outre la connaissance relationnelle, la mémoire de travail et l'inhibition détiennent également un rôle non négligeable dans le développement du raisonnement analogique. En effet, la mémoire de travail permet le traitement de la complexité relationnelle (Morrison et al., 2011), qui désigne le nombre d'entités qui sont reliées par une relation (exemple de relation binaire, à deux entités : « Le chat poursuit la souris. » ; exemple de relation ternaire, à trois entités : « Le chien poursuit le chat qui poursuit la souris. »). Ainsi, Richland et ses collaborateurs (2006) constatent que des enfants de 9 à 11 ans sont moins affectés par des variations de complexité relationnelle lors d'une tâche de scènes analogiques que des enfants de 3 à 4 ans. Ces derniers ont en effet plus de difficultés à traiter des relations ternaires, ce qui peut être mis en lien avec la maturation des capacités de mémoire de travail avec l'âge (Gathercole, Pickering, Ambridge, & Wearing, 2004). Des données chez la personne âgée ont également montré l'importance des habiletés de mémoire de travail pour le traitement de la complexité relationnelle. Ainsi, dans l'étude de Viskontas, Holyoak et Knowlton (2005), le groupe de participants ayant une moyenne d'âge de 75 ans présente plus de difficultés à résoudre des analogies de complexité relationnelle élevée par rapport au groupe de participants de 50 ans de moyenne d'âge. Or, l'apparition de ces difficultés peut être mise en rapport avec la dégradation des capacités de mémoire de travail liée au vieillissement (Dobbs & Rule, 1989). En outre, Waltz, Lau, Grewal et Holyoak (2000) ont repris la tâche de scènes analogiques de Markman et Gentner (1993) utilisant des paires d'images en situation de « cross-mapping », dans lesquelles les éléments visuellement similaires n'occupent pas le même rôle relationnel (figure 1).

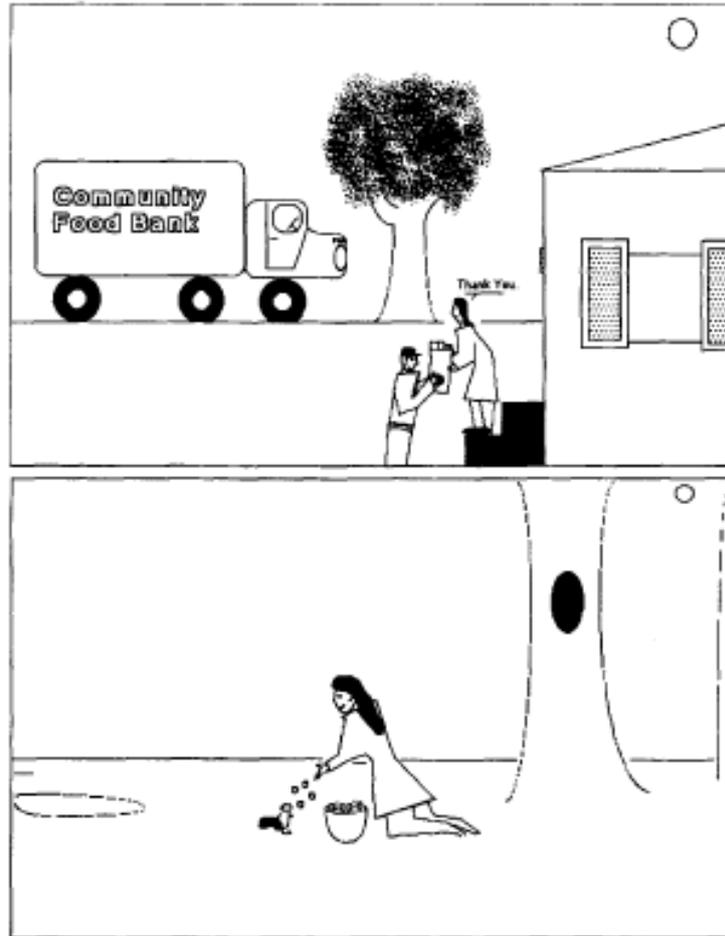


Figure 1. Exemple d'items (*nourrir*) en situation de « cross-mapping » (Markman & Gentner, 1993)

Les auteurs observent que si la boucle phonologique ou l'administrateur central des participants est occupée par une tâche interférente, ceux-ci ne parviennent pas à détecter les similarités relationnelles et échouent donc à résoudre les analogies.

L'inhibition semble également déterminante dans le développement du raisonnement analogique. En effet, celle-ci permet de se focaliser sur le traitement des relations sans prendre en compte les caractéristiques physiques des stimuli. Ainsi, plusieurs auteurs constatent que les enfants les plus jeunes sont mis en difficulté dans une tâche analogique par l'introduction de distracteurs perceptuels, c'est-à-dire par des éléments partageant des similarités perceptuelles avec la cible mais pas de similarité relationnelle. Thibaut et ses collaborateurs (2010) obtiennent ainsi une différence significative à une tâche analogique entre une condition avec et une condition sans distracteur perceptuel, cette dernière étant mieux réussie. Cependant, cette différence est plus faible chez les enfants de 14 ans que chez les enfants de 6 ou 8 ans. De même, Richland et ses collaborateurs (2006) mettent eux aussi en évidence l'influence négative d'un distracteur perceptuel, cette influence variant avec l'âge du participant. Ainsi, les enfants de 3 à 4 ans et ceux de 6 à 7 ans voient leurs performances diminuer avec l'introduction d'un tel distracteur. Par contre, cet effet ne se retrouve pas chez les participants de plus de 9 ans. Les enfants les plus jeunes semblent donc être mis en difficulté lorsqu'un élément perceptuel non pertinent doit être inhibé, ce qui peut être mis en lien avec le développement des capacités d'inhibition.

En conclusion, le raisonnement analogique est une habileté précoce, disponible pour peu que l'enfant détienne les connaissances nécessaires au traitement des relations en présence. Néanmoins, si la tâche analogique contient des distracteurs perceptuels ou un niveau de complexité relationnelle élevé, la performance réalisée sera dépendante de la maturation des capacités d'inhibition et de mémoire de travail, et sera donc meilleure avec l'âge chez l'enfant (Richland et al., 2006), alors qu'elle sera susceptible de diminuer chez la personne âgée (Viskontas et al., 2005).

3. Raisonnement analogique et acquisition du langage

Le raisonnement analogique entretient un lien étroit avec le langage. Tout d'abord, il semble que l'utilisation du langage facilite le raisonnement analogique dans une tâche non-verbale. En effet, Son et ses collaborateurs (2012) montrent que l'utilisation d'un mot évoquant la relation entretenue par les éléments d'une situation (« partage » pour un pattern « croix-pingouin-croix ») permet aux enfants d'environ 5 ans de mettre en évidence une structure relationnelle précise. L'effet de ce type de mot est supérieur à celui de non-mots non-reliés (« koli » pour « croix-pingouin-croix »), à celui de non-mots de structure similaire à celle de l'item (« koliko » pour cette même structure ABA) et à celui de mots non-reliés (« bouillant »). En outre, Christie et Gentner (2014) proposent à des enfants de 2, 3 et 4 ans une tâche de raisonnement analogique basée sur une relation d'identité, dans laquelle l'enfant doit sélectionner l'item où les formes géométriques sont les mêmes, comme elles le sont dans l'exemple. Alors que les enfants de 2 et 3 ans ne parviennent pas à réaliser la tâche, la performance des enfants de 3 ans est améliorée si l'expérimentateur leur apprend les mots « même » et « différent » au cours d'une phase préalable. De plus, les performances de tous les enfants sont meilleures quand l'expérimentateur associe l'item d'exemple à un nouveau mot (« truffet ») et demande à l'enfant de désigner un autre « truffet » parmi les deux réponses possibles. L'utilisation d'un mot commun permet donc ici aux enfants de mettre en correspondance les différents items sur la base des relations qu'ils contiennent. Ainsi, selon Gentner et Medina (1998), l'utilisation du langage relationnel permettrait de promouvoir la vision du relationnel au même titre que l'alignement progressif d'une série de cas. Alors que l'alignement progressif d'une série de cas correspond à une juxtaposition basée sur l'expérience, le langage permet quant à lui une juxtaposition symbolique en donnant le même nom à deux éléments qui n'apparaissent pas au même moment, et en favorisant alors leur comparaison. Ainsi, le langage relationnel permet d'encoder de la même manière des relations présentes dans des situations différentes. Le langage détient donc un rôle important pour la découverte de la similarité relationnelle et pour le raisonnement analogique.

Inversement, le raisonnement analogique joue également un rôle primordial dans l'acquisition du langage. Il permet en effet de comprendre le sens d'un mot nouveau. Ainsi, Gentner et Namy (1999) montrent que des enfants à qui on présente deux exemplaires correspondant à un nouveau mot (un tricycle et un vélo pour le mot « blicket ») choisissent davantage l'objet conceptuellement similaire (le skateboard) lorsqu'on leur demande de trouver un autre « blicket ». Les autres enfants, à qui on ne montre qu'un des deux exemplaires, choisissent l'objet visuellement similaire (les lunettes). Le raisonnement analogique permet donc à l'enfant de se détacher de l'information perceptuelle pour découvrir les propriétés conceptuelles d'un nouveau mot. Le raisonnement analogique permet également d'acquérir la grammaire de la langue. En effet, l'alignement des structures perçues permet à l'enfant de généraliser les constructions d'un verbe à l'autre et de détecter les régularités de la langue (Gentner & Namy, 2006). Ainsi, des enfants peuvent apprendre à reconnaître des régularités

au sein de stimuli semblables aux stimuli langagiers. Marcus, Vijayan, Bandi Rao et Vishton (1999), par exemple, ont observé que des bébés de 7 mois étaient capables d'apprendre une grammaire artificielle selon un processus d'abstraction de règles, en plus du traitement statistique de l'information. L'exposition répétée à des stimuli présentant des structures relationnelles similaires permet en effet aux enfants de former une abstraction d'un pattern ABA. Si un élément d'un pattern ABB est présenté, les bébés montrent une préférence pour celui-ci. Ainsi, lorsqu'un nouvel exemplaire est introduit, celui-ci est comparé à l'abstraction existante : s'il y est suffisamment similaire, il est assimilé à cette abstraction, ce qui provoque une généralisation encore plus abstraite du schéma. Sinon, le changement est remarqué et le nouvel exemplaire reste un exemplaire isolé. En outre, d'autres auteurs (Goldwater et al., 2011) soutiennent que les effets d'amorçage structurel (c'est-à-dire la répétition d'une structure dans différentes phrases) relèvent de mécanismes analogiques, en particulier de la mise en correspondance des structures relationnelles. Ceux-ci éprouvent cette hypothèse en analysant les effets d'amorçage syntaxique et sémantique sur une phrase cible chez des enfants de 4 et 5 ans. Les performances des participants sont meilleures lorsque des amorces sont proposées. En particulier, les enfants de 5 ans sont capables d'utiliser l'amorçage sémantique et syntaxique, alors qu'à 4 ans, les participants ne peuvent utiliser que l'amorçage sémantique. Un effet d'amorçage sémantique et syntaxique n'est observé chez les enfants de 4 ans que dans le cas où le verbe d'une amorce et celui de la phrase cible sont les mêmes. Le raisonnement analogique et la comparaison d'entités permettent donc d'extraire un schéma relationnel abstrait et de l'appliquer à de nouvelles formes (Gomez & Gerken, 1999).

----- LA CONNAISSANCE RELATIONNELLE -----

1. Connaissance relationnelle et raisonnement analogique

Comme nous l'avons déjà suggéré, la connaissance relationnelle constitue un composant essentiel du raisonnement analogique. Les enfants même très jeunes sont capables de raisonner par analogie s'ils connaissent et comprennent les relations impliquées entre les éléments. Par contre, la méconnaissance des relations en présence empêcherait l'enfant d'appliquer un raisonnement analogique (Goswami, 1992). Ainsi, des enfants de 9 à 13 mois regardent davantage la flèche allant vers le haut par rapport à la flèche allant vers le bas quand ils entendent un son montant. De même, ils présentent une préférence visuelle pour une ligne continue par rapport à une ligne discontinue lorsqu'ils entendent un son continu. Ils semblent donc répondre en se basant sur la similarité relationnelle présente entre les stimuli (Wagner, Winner, Cicchetti, & Gardner, 1981). De plus, c'est grâce à l'acquisition de connaissances au sein d'un domaine que l'enfant, ou l'adulte, peut passer d'un raisonnement basé sur les similarités perceptuelles à un raisonnement basé sur les similarités relationnelles. Le raisonnement analogique serait ainsi utilisable au sein d'un domaine particulier lorsqu'un certain degré de connaissance relationnelle est acquis (Gentner, 1988).

En outre, l'accroissement des connaissances relationnelles permet de réduire la quantité de ressources cognitives nécessaires au traitement d'une tâche analogique. En effet, plus les connaissances relatives à un domaine sont importantes, plus les demandes en mémoire de travail sont réduites pour la résolution d'une tâche analogique dans ce domaine. Ainsi, Morrison et ses collaborateurs (2011) observent des différences substantielles entre des enfants américains et des enfants de Hong-Kong, qui ont la particularité d'avoir de meilleures connaissances et de meilleures représentations de l'information relationnelle. Les auteurs constatent que les enfants de Hong-Kong réussissent mieux que les enfants américains à

traiter des relations ternaires : alors que les performances des enfants américains sont mieux modélisées par deux relations binaires (poursuivre 1: chien, chat et poursuivre 2: chat, souris), les performances des enfants de Hong-Kong sont quant à elles mieux représentées par une relation ternaire (poursuivre : chien, chat, souris). Cette dernière représentation permet de diminuer les ressources de traitement nécessaires à la résolution de l'analogie et permet donc aux enfants de Hong-Kong, bien qu'ayant les mêmes capacités de mémoire de travail que les enfants américains, de mieux réussir la tâche (Morrison et al., 2011).

2. Connaissance relationnelle et acquisition du langage

Gentner et Rattermann (1991) constatent que l'acquisition des termes relationnels tels que les verbes ou les adjectifs relationnels se fait après l'acquisition des noms propres ou communs. Ainsi, les enfants acquièrent dans un premier temps le nom des objets séparés de leur contexte puis ils développent leur stock de mots relationnels. Une explication possible soulevée par Gentner et Rattermann (1991) est que les objets sont plus faciles à extraire du flux d'expériences que ne le sont les relations. Ainsi, l'utilisation d'un terme relationnel précis peut dépendre du contexte dans lequel celui-ci est utilisé ainsi que du point de référence suggéré : dans les phrases « le ballon est haut » et « l'étagère est haute », on peut imaginer que le ballon est en fait bien plus haut que l'étagère (Smith, Cooney, & McCord, 1986). Des mots comme « haut » et « bas » semblent donc difficiles à acquérir pour de jeunes enfants. Certains auteurs (Gentner & Rattermann, 1991) notent également que lorsque les termes relationnels sont entrés dans le vocabulaire des enfants, ceux-ci ont encore besoin de temps pour acquérir leur signification précise. Ainsi, dans une expérience de Smith et ses collaborateurs (1986), les auteurs demandent à des enfants de 3, 4 et 5 ans si un cercle est « haut » ou « bas » sur un tableau. Ils constatent que les enfants de 3 ans ont tendance à répondre par l'affirmative si le cercle occupe une position extrême sur le tableau, alors que les enfants plus âgés utilisent ces termes plus largement. De même, dans une expérience dans laquelle on demande à des enfants de juger lequel de deux papillons est « plus haut » et lequel est « plus bas » (Smith, Rattermann, & Sera, 1988), les enfants de 3 ans semblent comprendre les termes « plus haut » et « plus bas » plutôt comme « haut » et « bas » : en effet, ils ne les utilisent pas pour décrire la relation spatiale entretenue par les deux papillons mais ils les utilisent pour décrire la position d'un papillon isolément. Les enfants de 4 ans sont par contre capables de réaliser la tâche adéquatement. Ces adjectifs relationnels semblent être utilisés comme décrivant les propriétés d'un objet avant d'être utilisés adéquatement comme décrivant la relation entretenue par deux objets. Le développement du lexique relationnel serait donc postérieur au développement du lexique des objets concrets, ce qui peut être mis en parallèle avec le développement de la similarité et avec l'hypothèse de la transition du perceptuel au relationnel soutenue par Gentner et Rattermann, (1991).

De plus, l'utilisation du langage permet d'améliorer les connaissances relationnelles et donc de faciliter la résolution d'une tâche analogique. Ainsi, dans une étude de Simms (2014), les enfants sont entraînés à catégoriser des items selon la relation qu'ils contiennent. Pour ce faire, l'expérimentateur leur apprend à donner des noms à chaque relation et leur explique pourquoi chaque nom a été choisi. Par exemple, pour l'arrangement de formes géométriques BAA, il est dit aux enfants que l'item est « lefty » parce que la forme qui diffère des autres est à gauche. Les participants ayant reçu cet entraînement obtiennent par la suite de meilleures performances que les autres à une tâche analogique reprenant des items similaires. L'amélioration de la connaissance relationnelle liée à une tâche, via le langage, permet donc aux enfants d'améliorer leurs performances à une tâche analogique (Simms, 2014).

En outre, la connaissance relationnelle est centrale en ce qui concerne l'acquisition et l'utilisation du langage. En effet, le langage est récursif tout comme la connaissance relationnelle. Ainsi, la connaissance relationnelle permet de générer de nouvelles formes : par exemple, si je connais la représentation du verbe « aimer » et les deux éléments qui sont reliés par lui (celui qui aime et celui qui est aimé), je peux former un nombre illimité de propositions (Halford, Wilson, & Phillips, 2010). De plus, l'apprentissage de verbes nécessite d'acquiescer les différents éléments qui composent la représentation de la relation qu'ils désignent. Selon Gentner et Rattermann (1991), le processus de « re-représentation » serait primordial pour cet apprentissage. En effet, pour établir une correspondance entre deux situations, il convient de former une représentation plus abstraite de la relation que celle que l'on possède. Ainsi, en mettant en correspondance des situations partiellement similaires, les enfants se créent des représentations plus abstraites qui permettent d'en extraire les points communs. A chaque mise en correspondance fructueuse, la représentation spécifique devient plus abstraite et plus uniforme, favorisant alors la probabilité pour deux autres situations d'être mises en correspondance, et ainsi de suite. Par exemple, Gentner et Colhoun (2010) fournissent l'analogie suivante qui mène au point commun « Each got rid of something they no longer wanted. » (Chacun s'est débarrassé de quelque chose qu'il ne voulait plus) : « Walcorp divested itself of Acme Tires. » (Walcorp s'est débarrassé d'Acme Tires) « Likewise, Martha divorced George. » (De même, Martha a divorcé de George) Selon le principe de « re-représentation », les situations présentes ici ont donc été légèrement modifiées pour améliorer leur mise en correspondance et fournir une représentation plus abstraite et uniforme de la relation qu'elles contiennent (Gentner & Colhoun, 2010).

En conclusion, le fait de connaître un terme relationnel précis facilite la mise en correspondance de situations contenant cette relation. Réciproquement, plus un enfant a une représentation abstraite et uniforme d'une relation, plus il pourra facilement mettre en correspondance des situations correspondant à cette représentation et apprendre la signification d'un mot nouveau s'appliquant à ces situations (Gentner & Rattermann, 1991). Le langage et la connaissance relationnelle sont donc inextricablement liés : ils se développent en parallèle, l'un favorisant l'acquisition de l'autre et vice versa.

----- LE RAISONNEMENT ANALOGIQUE EN PATHOLOGIE DU LANGAGE -----

Etant donné le lien existant entre le raisonnement analogique, la connaissance relationnelle et le langage, plusieurs auteurs se sont intéressés aux capacités de raisonnement analogique d'enfants présentant des troubles langagiers. Plusieurs études (Kamhi et al., 1990 ; Masterson et al., 1993 ; Nippold et al., 1988) mettent ainsi en évidence un déficit de raisonnement analogique chez ces enfants par rapport à leurs pairs de même âge chronologique. En particulier, Nippold et ses collaborateurs (1988) constatent que des enfants présentant des troubles du langage ont des performances inférieures à celles d'enfants tout-venant de même âge lors de tâches analogiques de type A:B::C:D, qu'elles soient verbales (par exemple, « Oreille va avec radio et œil va avec journal, lunettes ou sourcils ? ») ou non-verbales (par exemple, « A. ellipse horizontale, B. cercle, C. rectangle horizontal, D. carré », où l'enfant doit choisir le bon élément D parmi des distracteurs), ainsi qu'à une tâche de résolution de problèmes dans laquelle l'enfant doit appliquer une solution entendue précédemment pour résoudre un problème actuel. Néanmoins, lorsque le Quotient Intellectuel (QI) non-verbal est

contrôlé, les différences de groupes disparaissent. Par contre, dans une autre étude (Masterson et al., 1993), les enfants ayant des troubles langagiers obtiennent des performances inférieures à celles de leurs pairs de même âge mental, l'âge mental étant calculé sur la base d'un test d'intelligence non-verbal, lors d'une tâche de résolution d'analogies verbales (par exemple, « Derrière va avec devant tout comme mouillé va avec lavage, sec ou eau ? »). Aucune différence n'apparaît par contre entre les enfants ayant des troubles langagiers et leurs pairs de même âge linguistique.

Plus récemment, des auteurs se sont également intéressés aux capacités de raisonnement analogique d'enfants présentant une dysphasie (Leroy et al., 2014 ; Leroy et al., 2012). Dans une première étude, ces auteurs (Leroy et al., 2012) mettent en évidence un déficit de raisonnement analogique chez ces enfants par rapport à des enfants tout-venant appariés en âge chronologique et en QI non-verbal. Dans leur tâche, les participants observaient deux séquences de trois formes géométriques puis devaient compléter une troisième séquence selon la relation présentée précédemment. Les auteurs constatent également que les enfants dysphasiques sont davantage influencés par la ressemblance visuelle existant entre les formes d'une même séquence : leurs performances chutent en effet drastiquement lorsque les éléments d'une même séquence ne partagent ni la même forme, ni la même couleur. Dans une deuxième étude, ces mêmes auteurs (Leroy et al., 2014) reproduisent ces résultats en utilisant la même procédure mais avec du matériel linguistique (c'est-à-dire des séquences de syllabes) d'une part, et avec des formes non géométriques ayant peu de contenu sémantique d'autre part. Les enfants dysphasiques obtiennent ici aussi des performances analogiques inférieures à celles d'enfants tout-venant appariés en âge chronologique et selon un indice de raisonnement perceptif. Ils présentent également des difficultés accrues pour la résolution des analogies en modalité linguistique lorsque les trois séquences de syllabes ne contiennent pas de ressemblance auditive.

Les enfants ayant des troubles langagiers, et notamment les enfants dysphasiques, semblent donc mis en difficulté par rapport à leurs pairs tout-venant de même âge lorsqu'ils doivent résoudre des analogies, qu'elles soient verbales ou non (Kamhi et al., 1990 ; Leroy et al., 2014 ; Leroy et al., 2012 ; Masterson et al., 1993). Ces difficultés ont des implications au niveau scolaire, puisque ces enfants risquent de ne pas bénéficier des analogies utilisées en classe pour favoriser la compréhension d'une matière particulière (Masterson et al., 1993 ; Nippold et al., 1988). En outre, bien qu'il semble que ce soient les troubles langagiers qui causent une diminution des performances analogiques chez ces enfants (Masterson et al., 1993), il est également possible que cette influence soit réciproque. Le déficit de raisonnement analogique présenté notamment par les enfants dysphasiques pourrait ainsi avoir un impact négatif sur le développement du langage, ces deux habiletés s'influençant mutuellement. En effet, comme nous l'avons vu précédemment, l'enfant doit abstraire un schéma à partir des différentes formes linguistiques qu'il perçoit pour acquérir une structure langagière précise (Langacker, 2009). C'est donc grâce au raisonnement analogique que l'enfant peut découvrir la structure commune abstraite existant entre différentes formes (Tomasello, 2009). Or, les enfants dysphasiques ayant davantage tendance à utiliser des formes linguistiques qu'ils ont déjà entendues (Riches et al., 2006), ils semblent avoir plus de difficultés à découvrir cette structure et à abstraire des schémas de construction, ce qui pourrait être provoqué par des difficultés de raisonnement analogique (Leroy et al., 2012). De futures études sont donc nécessaires afin de clarifier ce lien et de confirmer l'hypothèse d'une influence mutuelle des difficultés de raisonnement analogique et de langage chez les enfants dysphasiques.

----- CONCLUSION -----

Cet article visait à fournir une synthèse des recherches sur le raisonnement analogique, sur son développement et ses liens avec la connaissance relationnelle et le langage. En particulier, il semble que le raisonnement analogique soit disponible dès que l'enfant a acquis les connaissances nécessaires au traitement des relations en question, mais qu'il soit aussi dépendant de la maturation des capacités de mémoire de travail et d'inhibition quand les analogies se complexifient (Richland et al., 2006). Le raisonnement analogique ainsi que la connaissance relationnelle semblent également détenir une influence réciproque sur l'acquisition langagière. En effet, le raisonnement analogique est amélioré par l'utilisation du langage (Christie & Gentner, 2014 ; Son et al., 2012) alors que le développement langagier est permis en partie par des mécanismes analogiques favorisant l'abstraction de schémas linguistiques (Gentner & Namy, 2006). Au vu de ces liens, certains auteurs se sont intéressés aux performances analogiques d'enfants présentant des troubles du langage (Kamhi et al., 1990 ; Masterson et al., 1993 ; Nippold et al., 1988), et notamment à celles d'enfants porteurs de dysphasie (Leroy et al., 2014 ; Leroy et al., 2012). Ces enfants semblent en effet présenter des capacités de raisonnement analogique inférieures à celles de leurs pairs tout-venant de même âge. De futures études sont néanmoins requises pour clarifier le sens du lien entre troubles langagiers et difficultés analogiques : il semble en effet que ce soient les difficultés langagières qui provoquent une diminution des performances analogiques, l'âge linguistique en étant un prédicteur significatif (Masterson et al., 1993). Cependant, il est également possible que des troubles du raisonnement analogique provoquent des difficultés de généralisation et d'abstraction de schémas qui causeraient elles-mêmes des troubles langagiers (Leroy et al., 2014 ; Leroy et al., 2012). Les enfants dysphasiques ayant davantage tendance à produire des phrases qu'ils ont déjà entendues telles quelles et ayant plus de difficultés à utiliser une structure grammaticale précise avec de nouveaux mots (Riches et al., 2006), cette hypothèse semble plausible. Des recherches visant à confirmer et à approfondir cette hypothèse sont néanmoins nécessaires, et permettraient d'ouvrir des pistes de rééducation intéressantes : certains auteurs ont déjà montré l'importance de fournir aux enfants dysphasiques un input contenant plus de formes variées d'une même structure langagière par rapport aux enfants tout-venant, afin de les aider à extraire cette structure abstraite et à pouvoir l'appliquer à de nouvelles formes (Leroy, 2013). D'autres études pourraient orienter les recherches vers une rééducation basée sur la prise en charge du raisonnement analogique ou des fonctions y participant (comme la connaissance des relations, la mémoire de travail ou encore l'inhibition). Ainsi, la poursuite des recherches visant à comprendre l'influence du raisonnement analogique sur le développement langagier est primordiale, afin de comprendre les mécanismes d'acquisition du langage chez l'enfant tout-venant, mais aussi chez l'enfant présentant des troubles du langage comme la dysphasie, et ce pour pouvoir développer des pistes de rééducation adaptées et efficaces.

----- BIBLIOGRAPHIE -----

Billow, R.M. (1975). A cognitive developmental study of metaphor comprehension. *Developmental Psychology*, 11, 415-423. doi:10.1037/h0076668

Brown, A.L., Kane, M.J. (1988). Preschool children can learn to transfer: Learning to learn and learning from example. *Cognitive Psychology*, 20, 493-523. doi:10.1016/0010-0285(88)90014-X

Christie, S., Gentner, D. (2014). Language helps children succeed on a classic analogy task. *Cognitive Science*, 28, 383-397. Consulté le 24.12.2015 de Northwestern University, D. Gentner : http://groups.psych.northwestern.edu/gentner/papers/christie&Gentner_2014.pdf

Dobbs, A.R., Rule, B.G. (1989). Adult age differences in working memory. *Psychology and Aging*, 4(4), 500-503. doi:10.1037/0882-7974.4.4.500

Gathercole, S.E., Pickering, S.J., Ambridge, B., Wearing, H. (2004). The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental Psychology*, 40, 177-190. Consulté le 24.12.2015 de University of York: <http://www.york.ac.uk/res/wml/Gathercole%20et%20al04%20DevPsy.pdf>

Gentner, D. (1988). Metaphor as structure mapping: The relational shift. *Child Development*, 59, 47-59. Consulté le 24.12.2015 de Northwestern University, D. Gentner : <http://groups.psych.northwestern.edu/gentner/papers/Gentner88b.pdf>

Gentner, D., Colhoun, J. (2010). Analogical processes in human thinking and learning. Dans B. Glatzeder, V. Goel, A. Müller (Eds.), *Towards a theory of thinking* (pp. 35-48). Berlin, Germany: Springer. Consulté le 24.12.2015 de Northwestern University, D. Gentner : http://groups.psych.northwestern.edu/gentner/papers/gentner&Colhoun_2010.pdf

Gentner, D., Medina, J. (1998). Similarity and the development of rules. *Cognition*, 65, 263-297. Consulté le 24.12.2015 de Northwestern University, D. Gentner : <http://groups.psych.northwestern.edu/gentner/papers/GentnerMedina98.pdf>

Gentner, D., Namy, L.L. (1999). Comparison in the development of categories. *Cognitive Development*, 14, 487-513. Consulté le 24.12.2015 de Northwestern University, D. Gentner : <http://groups.psych.northwestern.edu/gentner/papers/GentnerNamy99.pdf>

Gentner, D., Namy, L.L. (2006). Analogical processes in language learning. *Current Directions in Psychological Science*, 15, 297-301. Consulté le 24.12.2015 de Northwestern University, D. Gentner : <http://groups.psych.northwestern.edu/gentner/papers/GentnerNamy06.pdf>

Gentner, D., Rattermann, M.J. (1991). Language and the career of similarity. Dans S.A. Gelman, J.P. Byrnes (Eds.), *Perspectives on language and thought: Interrelations in development* (pp. 225-277). Cambridge, England: Cambridge University Press. Consulté le 24.12.2015 de CiteSeer x 6M: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.386.415&rep=rep1&type=pdf>

Goldberg, A.E. (1995). *Constructions: A construction grammar approach to argument structure*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Goldwater, M.B., Tomlinson, M.T., Echols, C.H., Love, B.C. (2011). Structural priming as structure-mapping: Children use analogies from previous utterances to guide sentence

production. *Cognitive Science*, 35, 156-170. Consulté le 24.12.2015 de Wiley Online Library: onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1551-6709.2010.01150.x/full

Gomez, R.L., Gerken, L. (1999). Artificial grammar learning by 1-year-olds leads to specific and abstract knowledge. *Cognition*, 70, 109-135. Consulté le 24.12.2015 de University of Arizona :

[http://web.arizona.edu/~tigger/assets/documents/Gomez%20and%20Gerken%20\(1999\).pdf](http://web.arizona.edu/~tigger/assets/documents/Gomez%20and%20Gerken%20(1999).pdf)

Goswami, U. (1991). Analogical reasoning: What develops? A review of research and theory. *Child Development*, 62, 1-22. doi:10.2307/1130701

Goswami, U. (1992). *Analogical reasoning in children*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Goswami, U., Brown, A.L. (1990). Melting chocolate and melting snowmen: Analogical reasoning and causal relations. *Cognition*, 35, 69-95. doi:10.1016/0010-0277(90)90037-K

Halford, G.S., Wilson, W.H., Phillips, S. (2010). Relational knowledge: The foundation of higher cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 14, 497-505. doi:10.1016/j.tics.2010.08.005

Hummel, J.E., Holyoak, K.J. (1997). Distributed representations of structure: A theory of analogical access and mapping. *Psychological Review*, 104, 427-466. Consulté le 24.12.2015 de UCLA Reasoning Lab :

<http://reasoninglab.psych.ucla.edu/KH%20pdfs/Hummel-Holyoak.1997.pdf>

Kamhi, A.G., Gentry, B., Mauer, D., Gholson, B. (1990). Analogical learning and transfer in language-impaired children. *Journal of Speech, Language and Hearing Disorders*, 55, 140-148. doi:10.1044/jshd.5501.140

Langacker, R.W. (2009). A dynamic view of usage and language acquisition. *Cognitive Linguistics*, 20, 627-640. doi:10.1515/COGL.2009.027

Leonard, L.B. (2014). *Children with specific language impairment*. Cambridge, MA: The MIT Press.

Leroy, S. (2013, Novembre). Principe de rééducation dans les troubles spécifiques du langage. *Conférence de l'association "les dysférences": La dysphasie, de la théorie à la pratique*. Université de Liège, Belgique.

Leroy, S., Maillart, C., Parrisé, C. (2014). Analogical mapping across modalities in children with specific language impairment (SLI). *Research in Developmental Disabilities*, 35, 2158-2171. Consulté le 24.12.2015 de HAL: <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01009167/document>

Leroy, S., Parrisé, C., Maillart, C. (2009). Les difficultés morphosyntaxiques des enfants présentant des troubles spécifiques du langage oral: Une approche constructiviste. *Rééducation Orthophonique*, 238, 21-45.

- Leroy, S., Parisse, C., Maillart, C. (2012). Analogical reasoning in children with specific language impairment. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 26(4), 380-395. doi:10.3109/02699206.2011.641059
- Lunzer, E.A. (1965). Problem of formal reasoning in test situations. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 30(2), 19-46. doi:10.2307/1165774
- Marcus, G.F., Vijayan, S., Bandi Rao, S., Vishton, P.M. (1999). Rule-learning by seven-month-old infants. *Science*, 283, 77-80. Consulté le 24.12.2015 de University of New York : <http://www.psych.nyu.edu/gary/marcusArticles/marcus%20et%20al%201999%20science.pdf>
- Markman, A.B., Gentner, D. (1993). Structural alignment during similarity comparisons. *Cognitive Psychology*, 25, 431-467. Consulté le 24.12.2015 de Northwestern University, D. Gentner : <http://groups.psych.northwestern.edu/gentner/papers/MarkmanGentner93c.pdf>
- Masterson, J.J., Evans, L.H., Aloia, M. (1993). Verbal analogical reasoning in children with language-learning disabilities. *Journal of Speech, Language & Hearing Research*, 36, 76-82. doi:10.1044/jshr.3601.76
- Morrison, R.G., Doumas, L.A., Richland, L.E. (2011). A computational account of children's analogical reasoning: Balancing inhibitory control in working memory and relational representation. *Developmental Science*, 14, 516-529. Consulté le 24.12.2015 de Loyola University Chicago : <https://luc.app.box.com/s/kjqvgw8r4py3yifofrgr1afkznn8jfw>
- Nippold, M.A., Erskine, B.J., Freed, D.B. (1988). Proportional and functional analogical reasoning in normal and language-impaired children. *Journal of Speech & Hearing Disorders*, 53, 440-448. doi:10.1044/jshd.5304.440
- Piaget, J., Montangero, J., Billeter, J. (1977). Les corrélats. Dans J. Piaget (Ed.), *L'abstraction réfléchissante* (pp. 115-129). Paris, France: Presses Universitaires de France.
- Riches, N.G., Faragher, B., Conti-Ramsden, G. (2006). Verb schema use and input dependence in 5-year-old children with Specific Language Impairment (SLI). *International Journal of Language & Communication Disorders*, 41(2), 117-135. doi:10.1080/13682820500216501
- Richland, L.E., Chan, T.K., Morrison, R.G., Au, T.K.F. (2010). Young children's analogical reasoning across cultures: Similarities and differences. *Journal of Experimental Child Psychology*, 105(1-2), 146-153. doi : 10.1016/j.jecp.2009.08.003
- 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, 249-273. Consulté le 24.12.2015 de University of California, Irvine: http://www.education.uci.edu/person/richland_1/docs/1-PictureAnalogyRMH.pdf
- Simms, N.K. (2014). Overcoming the object bias in analogical development: Encoding time, allocation of attention, and relational knowledge. *Dissertation Abstracts International*:

Section B: The Sciences and Engineering, 75(1), no pagination specified.

Smith, L.B., Cooney, N.J., McCord, C. (1986). What is "High"? The development of reference points for "High" and "Low". *Child Development*, 57(3), 583-602. doi:10.2307/1130338

Smith, L.B., Rattermann, M.J., Sera, M. (1988). "Higher" and "Lower": Comparative and categorical interpretations by children. *Cognitive Development*, 3(4), 341-357. doi:10.1016/0885-2014(88)90020-2

Son, J.Y., Smith, L.B., Goldstone, R.L., Leslie, M. (2012). The importance of being interpreted: Grounded words and children's relational reasoning. *Frontiers in Psychology*, 3, Article 45. Consulté le 24.12.2015 de Indiana University, Bloomington : <http://www.indiana.edu/~pcl/papers/groundedwords.pdf>

Sternberg, R.J., Nigro, G. (1980). Developmental patterns in the solution of verbal analogies. *Child Development*, 51(1), 27-38. doi : 10.2307/1129586

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. Consulté le 24.12.2015 de LEAD, Université de Bourgogne : <http://leadserv.u-bourgogne.fr/files/publications/000208-the-development-of-analogy-making-in-children-cognitive-load-and-executive-functions.pdf>

Tomasello, M. (2003). *Constructing a language: A usage-based theory of language acquisition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Tomasello, M. (2009). The usage-based theory of language acquisition. In E.L. Bavin (Ed.), *Cambridge handbook of child language* (pp. 69-88). Cambridge, England: Cambridge University Press.

Viskontas, I.V., Holyoak, K.J., Knowlton, B.J. (2005). Relational integration in older adults. *Thinking & Reasoning*, 11(4), 390-410. doi:10.1080/13546780542000014

Wagner, S., Winner, E., Cicchetti, D., Gardner, H. (1981). "Metaphorical" mapping in human infants. *Child Development*, 52(2), 728-731. doi:10.2307/1129200

Waltz, J.A., Lau, A., Grewal, S.K., Holyoak, K.J. (2000). The role of working memory in analogical mapping. *Memory & Cognition*, 28, 1205-1212. Consulté le 24.12.2015 de UCLA Reasoning Lab : http://reasoninglab.psych.ucla.edu/KH%20pdfs/Waltz_et_al.2000.pdf