

Cours 2020-2021:

**L'influence du langage et des symboles
sur la perception et la cognition**

Stanislas Dehaene
Chaire de Psychologie Cognitive Expérimentale

Cours n°5

**L'impact du langage
sur l'apprentissage chez le jeune enfant**



Ghislaine Dehaene-Lambertz
CNRS



Elisabeth Spelke
Harvard

A quoi pensent les aphasiques ?

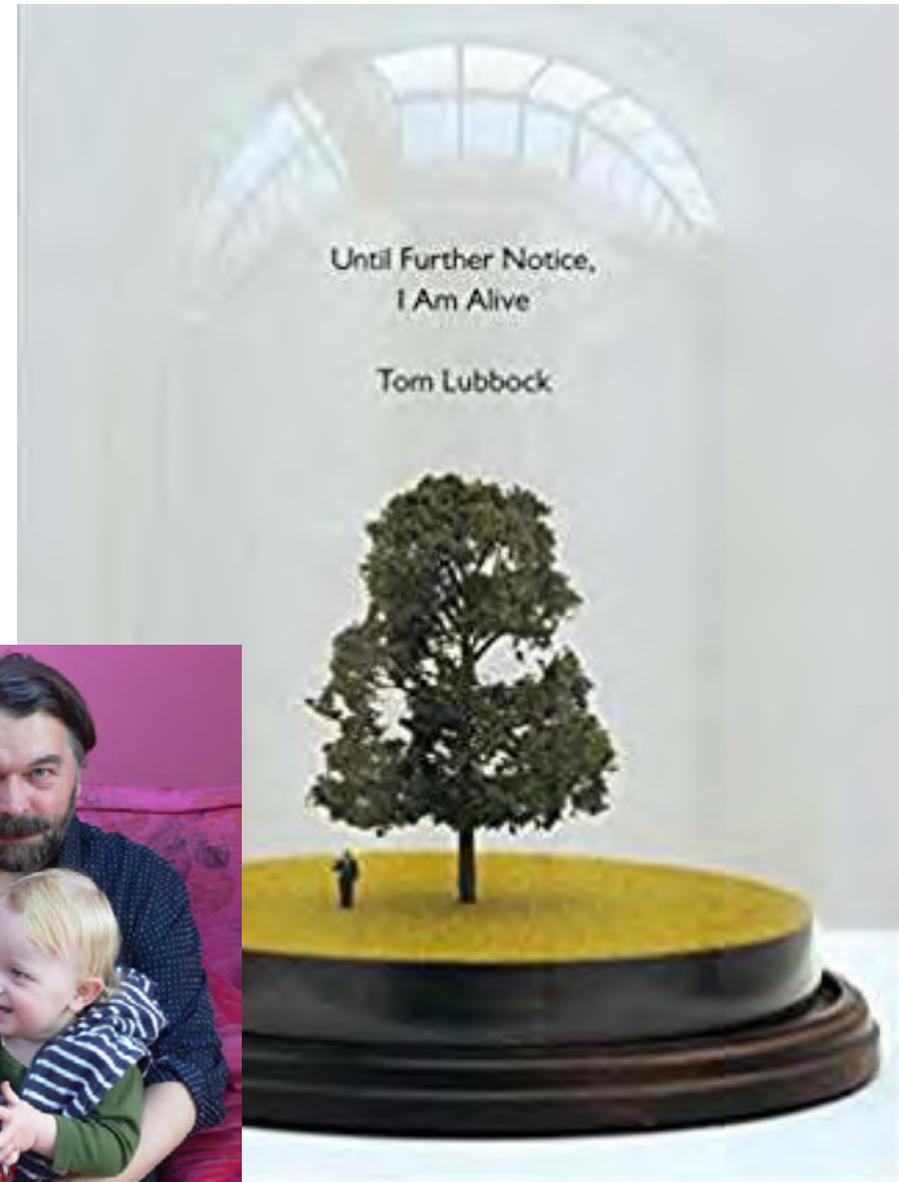
Les données neuropsychologiques de Rosemary Varley, et bien d'autres encore en IRM fonctionnelle, montrent des dissociations entre les réseaux du langage (parlé ou écrit) et ceux de

- La théorie de l'esprit
- L'arithmétique et l'algèbre
- La logique (cf. Monti & Osherson)
- La réflexion et le raisonnement (par ex. le jeu d'échecs)

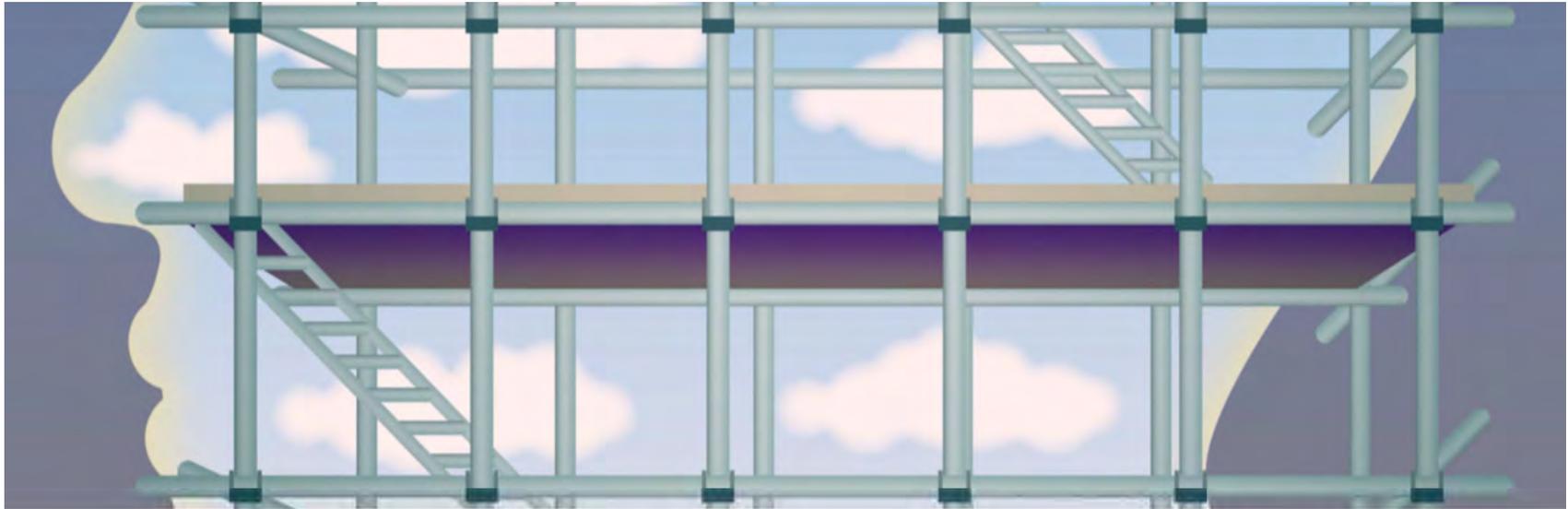
Il s'agit bien d'une double dissociation au sein du cortex préfrontal (voir les travaux de Reverberi, ou encore ceux de Sirigu et Cohen).

La langue module subtilement les percepts et les concepts, mais l'absence de mots n'empêche ni de percevoir, ni de concevoir des pensées complexes.

Cela ne signifie toutefois pas que le langage ne joue pas un rôle important dans l'acquisition des concepts.



Le langage est-il l'échafaudage de l'esprit en développement?



BIOLOGY | NEUROSCIENCE

Language Is the Scaffold of the Mind

Once we acquire language, we can live without it.

<http://nautil.us/issue/76/language/language-is-the-scaffold-of-the-mind>

BY ANNA IVANOVA

Prédiction : Dans l'enfance, les étiquettes verbales devraient influencer l'acquisition des concepts; et l'absence de langage devrait conduire à d'immenses déficits cognitifs.

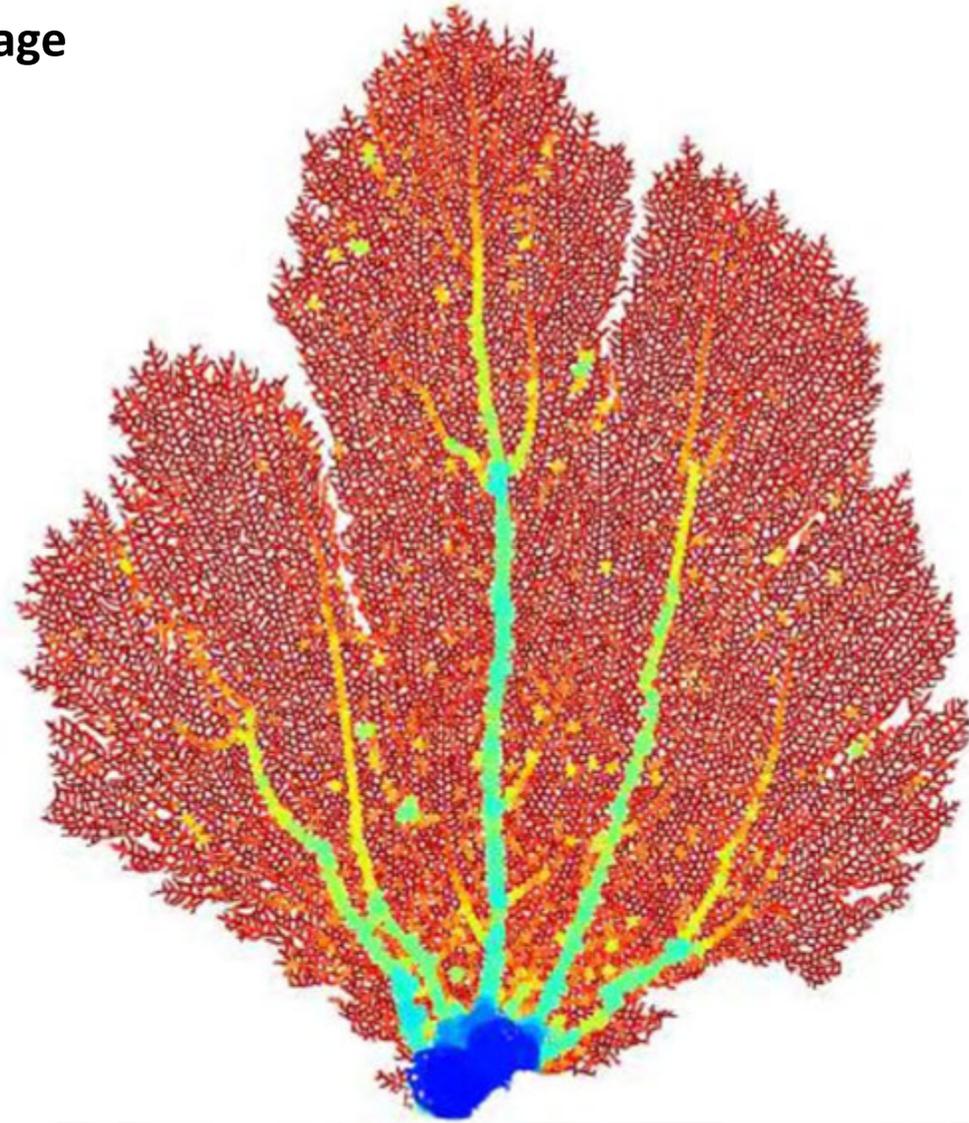
Plusieurs hypothèses sur le rôle du langage au cours du développement

H1. Le langage facilite l'acquisition des concepts élémentaires:

- en étiquetant directement les concepts à apprendre (Lupyan)
- en attirant l'attention sur les propriétés intéressantes du monde extérieur (Sandy Waxman)

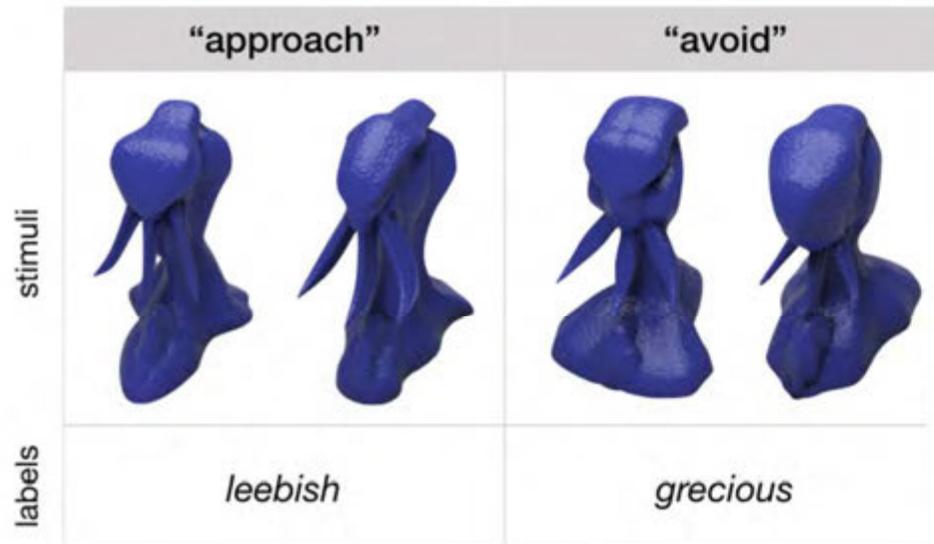
H2. Le langage agit comme une colle (*glue*) qui permet d'assembler les primitives conceptuelles issues des noyaux de connaissance (*core knowledge*) pour former des concepts composites

- Que nous ne pourrions pas formuler autrement (hypothèse 2a; Elizabeth Spelke)
- Ou bien que nous aurions beaucoup plus de mal à découvrir (hypothèse 2b; ma propre thèse)



Les mots facilitent l'apprentissage chez l'adulte

Lupyan, G., Rakison, D. H., & McClelland, J. L. (2007). Language is not Just for Talking : Redundant Labels Facilitate Learning of Novel Categories. *Psychological Science*, 18(12), 1077-1083. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2007.02028.x>



On présente à de jeunes adultes américains des « aliens ».

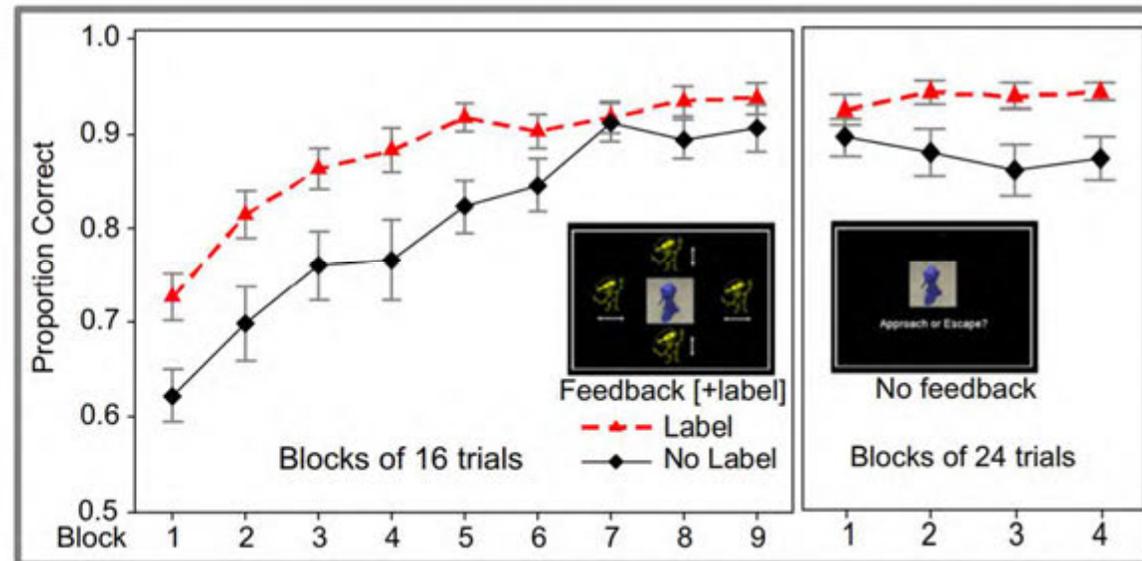
A chaque essai, ils doivent décider de s'approcher ou de s'éloigner.

Ils reçoivent un feedback et apprennent ainsi à catégoriser les stimuli par essai et erreur, selon la forme de la base et de la tête.

La nouveauté, c'est qu'après le feedback, on donne à la moitié des sujets une étiquette verbale (totalement redondante) qui catégorise les aliens: les *leebish* peuvent être approchés, les *grecious* non.

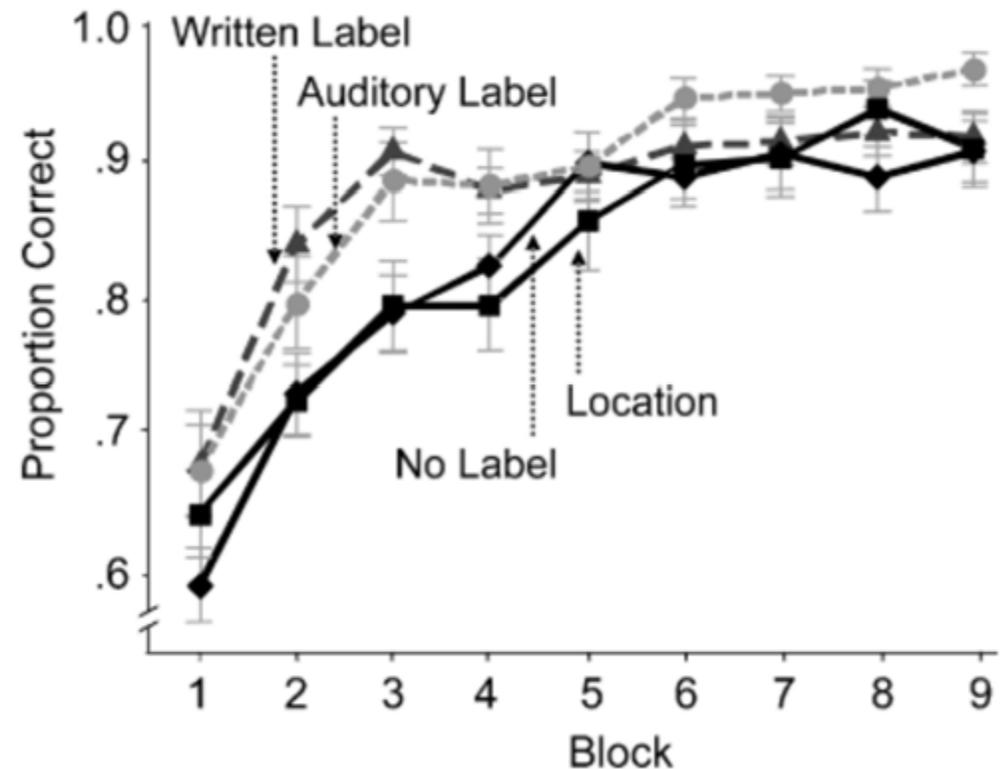
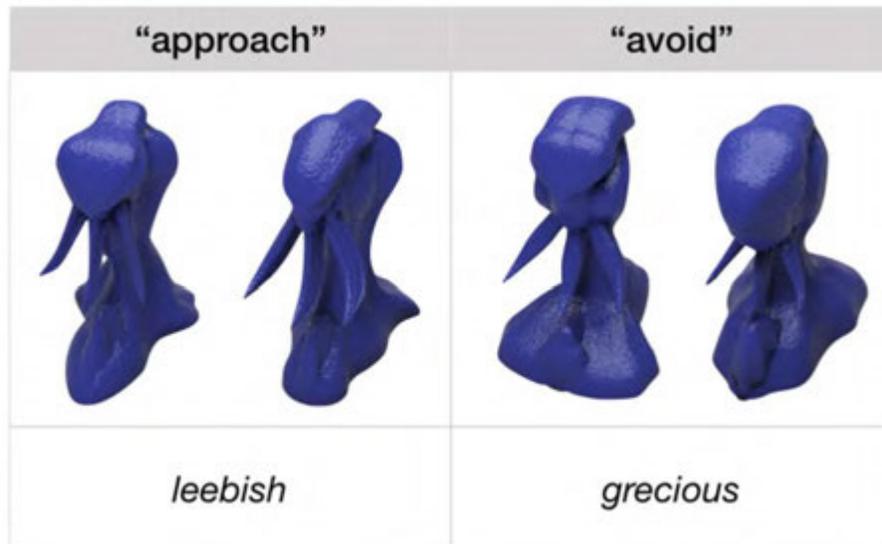
Résultats:

- L'apprentissage est plus rapide en présence d'étiquettes verbales, même redondantes.
- Même après sur-apprentissage, quand les deux groupes ont atteint la même asymptote, la généralisation à des stimuli nouveaux (sans feedback) est meilleure dans le groupe qui a reçu des étiquettes verbales.



Les mots facilitent l'apprentissage chez l'adulte

Lupyan, G., Rakison, D. H., & McClelland, J. L. (2007). Language is not Just for Talking : Redundant Labels Facilitate Learning of Novel Categories. *Psychological Science*, 18(12), 1077-1083. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2007.02028.x>



Ces résultats sont répliqués dans une seconde expérience qui montre également que:

- Les mots écrits ou parlés ont des effets similaires
- Donner la même information de façon non-verbale (la position qu'habitent les aliens sur la planète) n'a pas d'effet.

La théorie d'une pensée « augmentée par le langage »

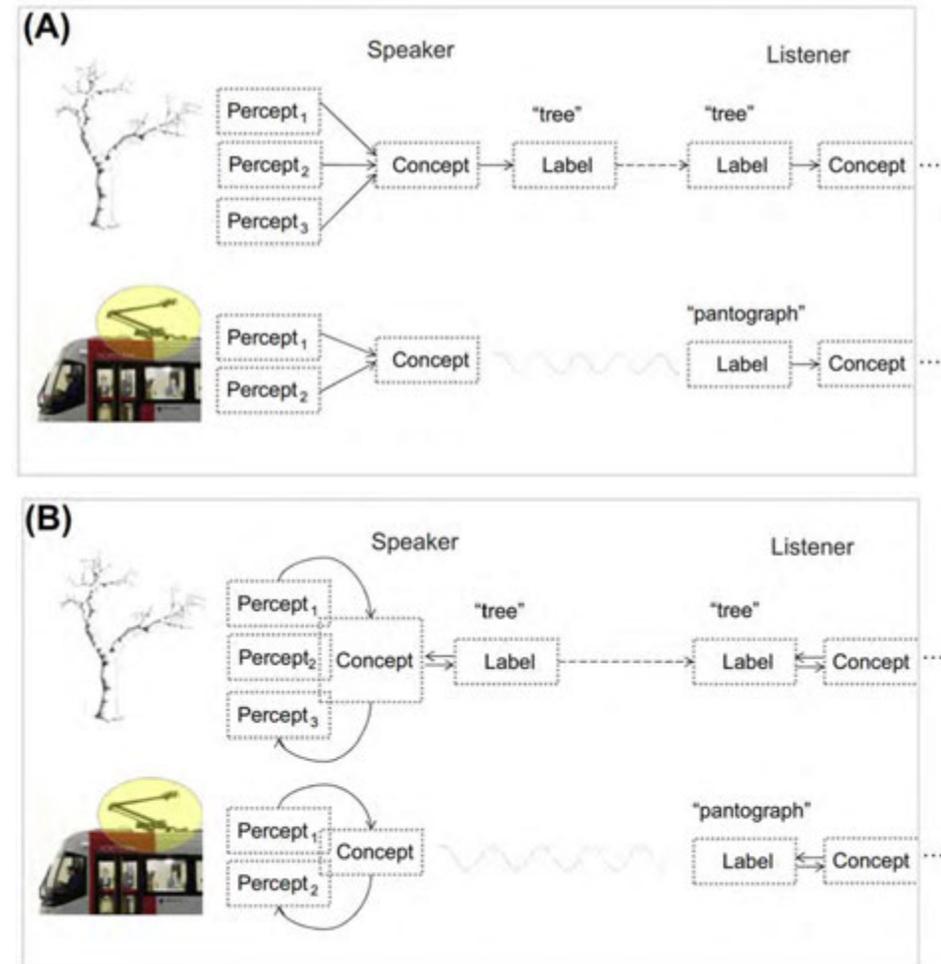
Lupyan, G. (2012). What do words do? Toward a theory of language-augmented thought. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 57, p. 255–297). Elsevier.

Lupyan (2012) présente deux versions du rôle des mots:

A: La théorie standard (attribuée à Gleitman et Papafragou 2005) selon laquelle les mots ne font qu'étiqueter des concepts universels et non-linguistiques

B. Sa propre théorie d'une « pensée augmentée par le langage », selon laquelle les relations entre percepts, concepts et mots sont bidirectionnelles: les mots peuvent influencer les concepts, et même la perception.

(noter le recouvrement entre percepts et concepts, qui souligne la difficulté d'opérer cette distinction dans un système hautement interactif.)



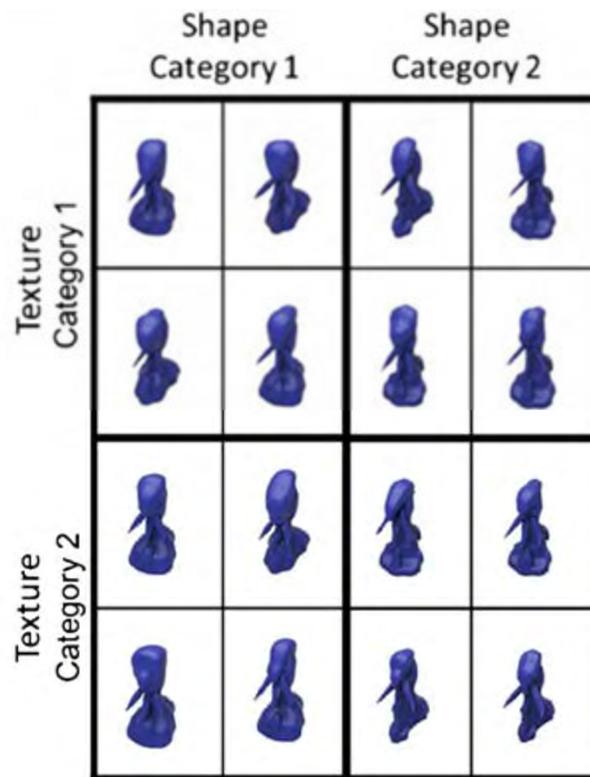
Problème: Les mots peuvent aussi gêner l'apprentissage !

Brojde, C. L., Porter, C., & Colunga, E. (2011). Words can slow down category learning. *Psychonomic Bulletin & Review*, 18(4), 798-804.
<https://doi.org/10.3758/s13423-011-0103-z>

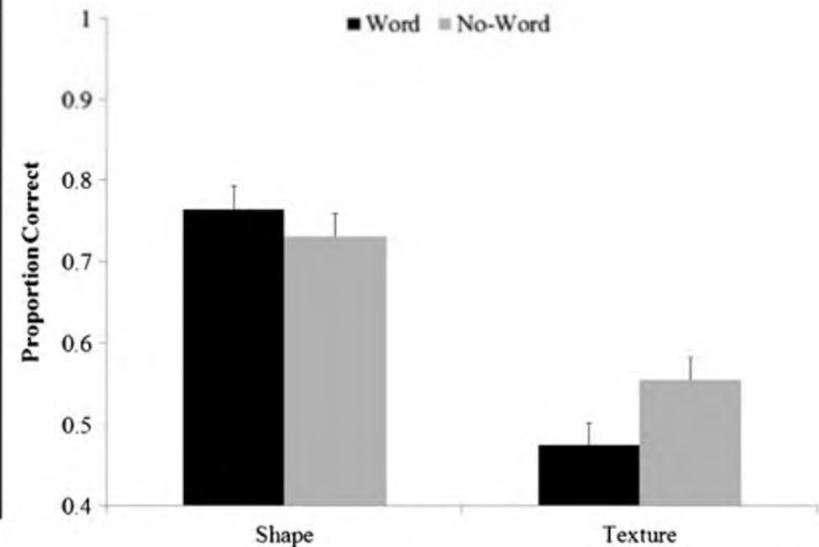
Brojde et al. (2011) font remarquer que, selon la théorie de Lupyan, les étiquettes redondantes devraient toujours faciliter l'apprentissage: elles apportent un trait additionnel qui met en évidence la catégorie à apprendre, quelle qu'elle soit.

Brojde et al. (2011) proposent une hypothèse alternative: la présence d'un nom incite le sujet à prêter plus d'attention à la forme des objets – car la plupart des noms communs font référence à des formes, quelle que soit leur couleur ou leur texture.

Ce **biais attentionnel** devrait faciliter l'apprentissage si la catégorie repose sur des variations de forme, mais le ralentir si d'autres traits sont impliqués.



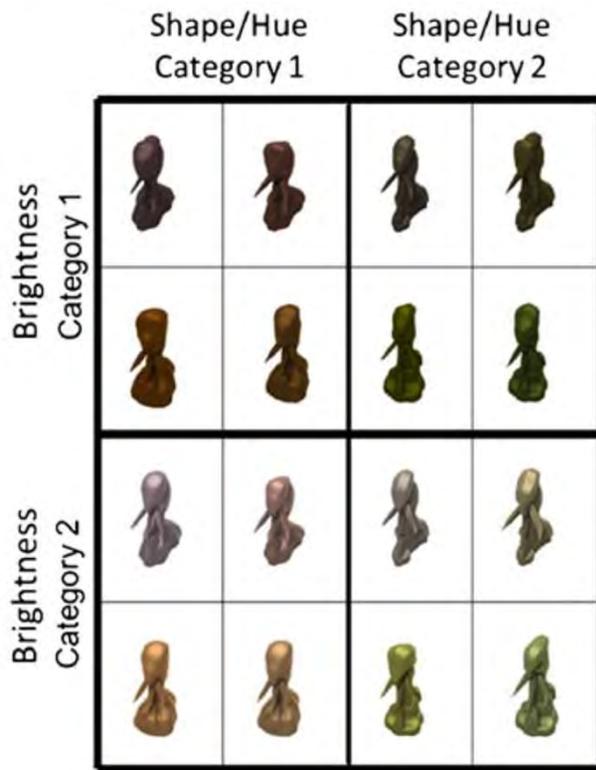
Expérience: catégorisation des même stimuli, soit selon leur forme, soit selon leur texture. Effectivement, la présence des mots *leebish* et *grecious* facilite l'apprentissage des formes, mais interfère avec l'apprentissage des textures. (Mais, grosse différence de difficulté)



La présence de mots biaise l'attention vers la forme des objets

Brojde, C. L., Porter, C., & Colunga, E. (2011). Words can slow down category learning. *Psychonomic Bulletin & Review*, 18(4), 798-804.

<https://doi.org/10.3758/s13423-011-0103-z>

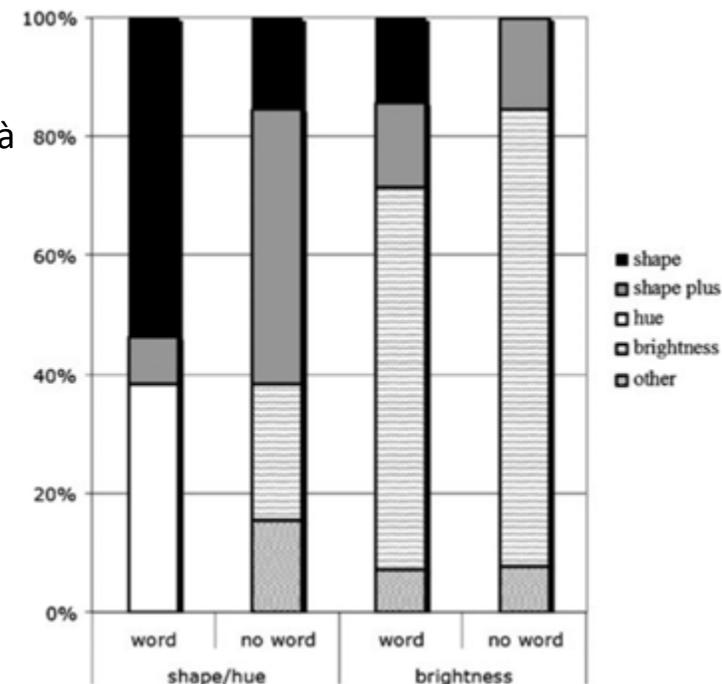
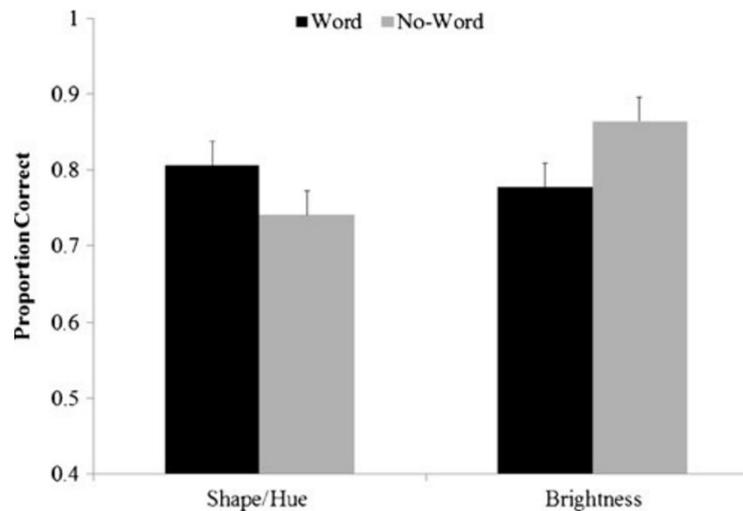


Expérience 2: Réplication avec

- Des catégories égalisées en difficulté (luminosité plutôt que texture)
- La présence d'un trait redondant en plus de la forme (la couleur) – les sujets y font-ils attention, ou privilégient-ils la forme?

Résultats:

- Réplication de l'effet de facilitation ou d'interférence des mots
- Les sujets rapportent prêter plus attention à la forme en présence de mots

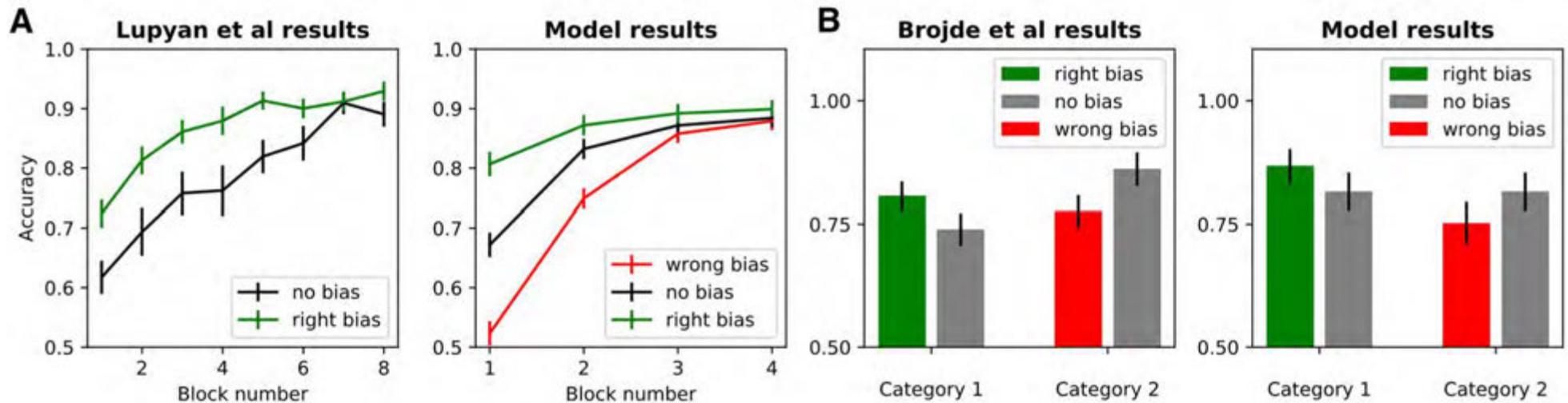
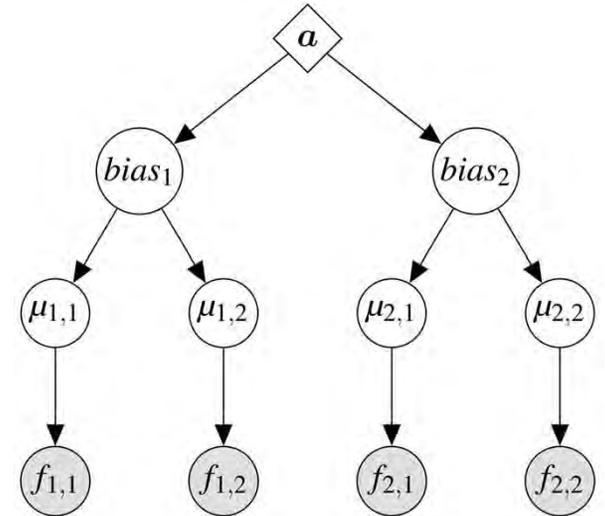


Les mots agissent en biaisant nos *a priori* Bayésiens de haut niveau

Ivanova, A. A., & Hofer, M. (2020). *Linguistic Overhypotheses in Category Learning : Explaining the Label Advantage Effect* [Preprint]. PsyArXiv. <https://doi.org/10.31234/osf.io/x9e4z>

En accord avec Brojde et al., Ivanova et Hofer montrent que l'on peut modéliser précisément tous ces résultats dans un modèle bayésien hiérarchique où la présence de mots modifie l'attention prêtée aux indices de forme.

L'idée est qu'en présence de mots, le réseau bayésien développe un *a priori* selon lequel il est probable qu'il y ait une différence de forme entre les objets, et plus probable qu'il y ait une différence proche de zéro pour les autres dimensions.



Ce biais facilite-t-il l'acquisition des catégories chez l'enfant ?

Nous nommons la plupart des objets en fonction de leur forme, sans tenir compte de leur taille, de leur texture ou de leur couleur.

Les enfants connaissent-ils ce « principe »? Peuvent-ils l'apprendre?



Cours sur « le bébé bayésien » (2013-204):

Les jeunes enfants peuvent très vite inférer un biais pour la forme

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 (Wiley-Blackwell)*, 13(1), 13.

Etude longitudinale de l'apprentissage des mots chez l'enfant de 17 à 19 mois.

Sept semaines d'apprentissage de mots associés à des formes nouvelles

puis test de la généralisation (1) à des formes Nouvelles (2) à l'apprentissage de mots nouveaux.

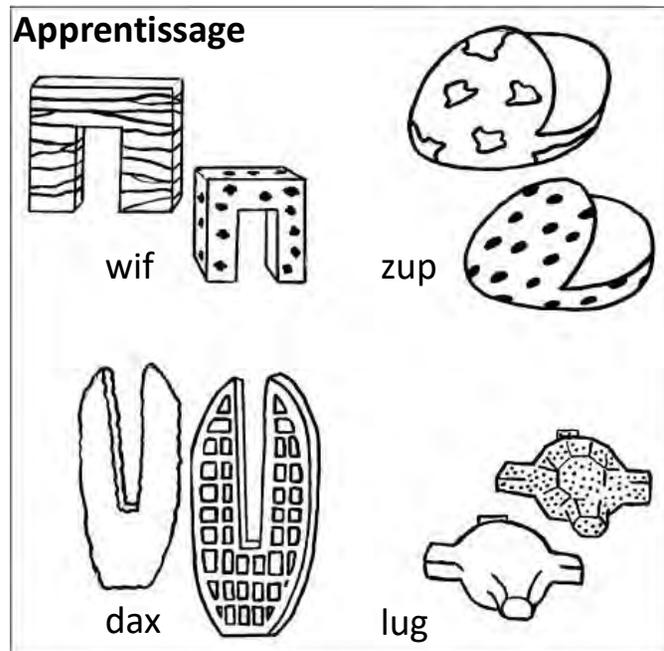


Fig. 2. Illustration of the training stimuli in Experiment 1. The stimuli included two exemplars for each of four novel object categories with novel names. Exemplars of the same category had the same shape, but differed in size, texture, and color.

Test 1. Mot ancien, objet nouveau

this is a lug



88 % de réussite



(contre 36% dans le groupe contrôle)

Where is the lug? Get the lug!

Test 2. Mot entièrement nouveau

this is a veet



70 % de réussite



(contre 34% dans le groupe contrôle)

Where is the veet? Get the veet!

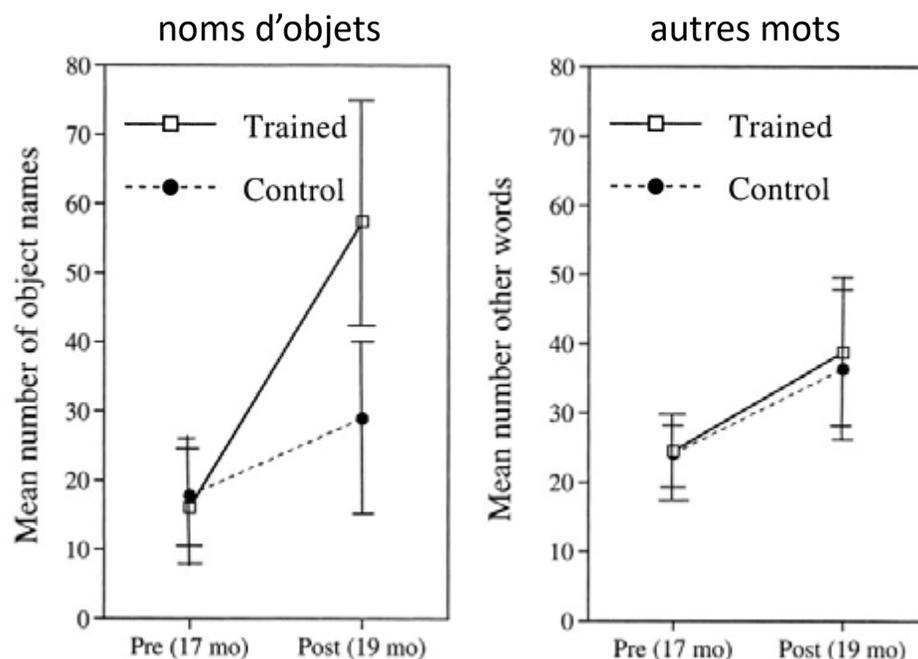
Cours sur « le bébé bayésien » (2013-204):

Les jeunes enfants peuvent très vite inférer un biais pour la forme

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 (Wiley-Blackwell)*, 13(1), 13.

Après ce très bref entraînement à 17 mois, on étudie l'évolution du vocabulaire de l'enfant entre 17 et 19 mois.

Les enfants qui ont été "entraînés" apprennent plus de noms d'objets que les autres!



Conclusions:

1. Lorsqu'ils apprennent un nom d'objet, les enfants restreignent l'espace des hypothèses à la forme des objets.
2. Ce type de principe peut lui-même faire l'objet d'un apprentissage – et, à son tour, faciliter l'apprentissage d'autres mots.

Les étiquettes verbales facilitent la catégorisation chez le bébé

Waxman, S. R., & Gelman, S. A. (2009). Early word-learning entails reference, not merely associations. *Trends in Cognitive Sciences*, 13(6), 258–263.

Dans une série d'expériences chez le bébé de 6 à 12 mois, Sandy Waxman et ses collaborateurs montrent que le fait d'étiqueter une catégorie par un mot facilite l'acquisition de cette catégorie et sa généralisation à un nouvel item.

	Familiarisation		Test	
Condition	Stimulus		Catégorisation?	
Word (consistent)				Oui
No Word				Non
Word (variable)				Non
Melodies »				Non

L'influence précoce du langage sur la formation des catégories chez le bébé

Ferry, A. L., Hespos, S. J., & Waxman, S. R. (2010). Categorization in 3- and 4-month-old infants: An advantage of words over tones. *Child Development*, 81(2), 472–479.

46 enfants de 3 ou 4 mois. Stimuli = 10 dessins de dinosaures et 20 de poissons.
 Habituation à 8 exemplaires d'une des catégories, accompagnés soit d'un mot (look at the toma! »), soit d'une série de bips. Test = préférence pour deux nouvelles images.

Résultats:

- aucune préférence dans la condition bip »
- une nette préférence dans la condition mot » -- pour la catégorie habituelle à 3 mois, pour la catégorie inattendue à 4 mois.

La présence d'un mot aide à la formation de la catégorie.

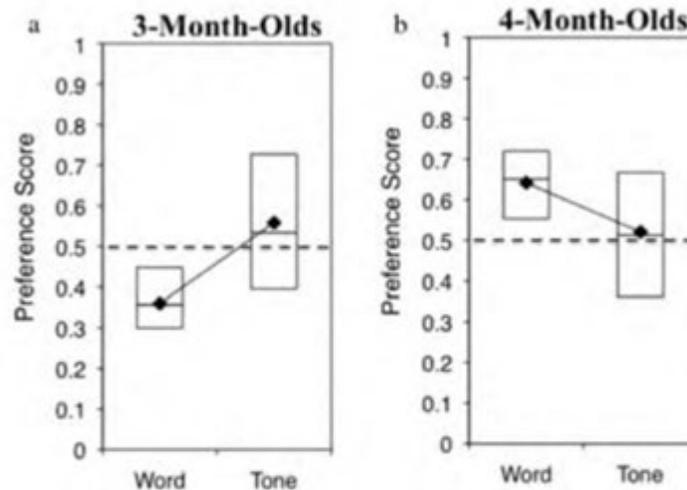


Figure 2. Box plots for mean looking times during test trials for each condition. (a) Preference score for 3-month-olds in the word and tone conditions. (b) Preference score for the 4-month-olds in the word and tone conditions.

Note. Preference score is the looking time to the novel-category exemplar divided by the total looking time. The diamonds

“It is important to point out that the claim is **not** that object categorization depends entirely on the presentation of words.”

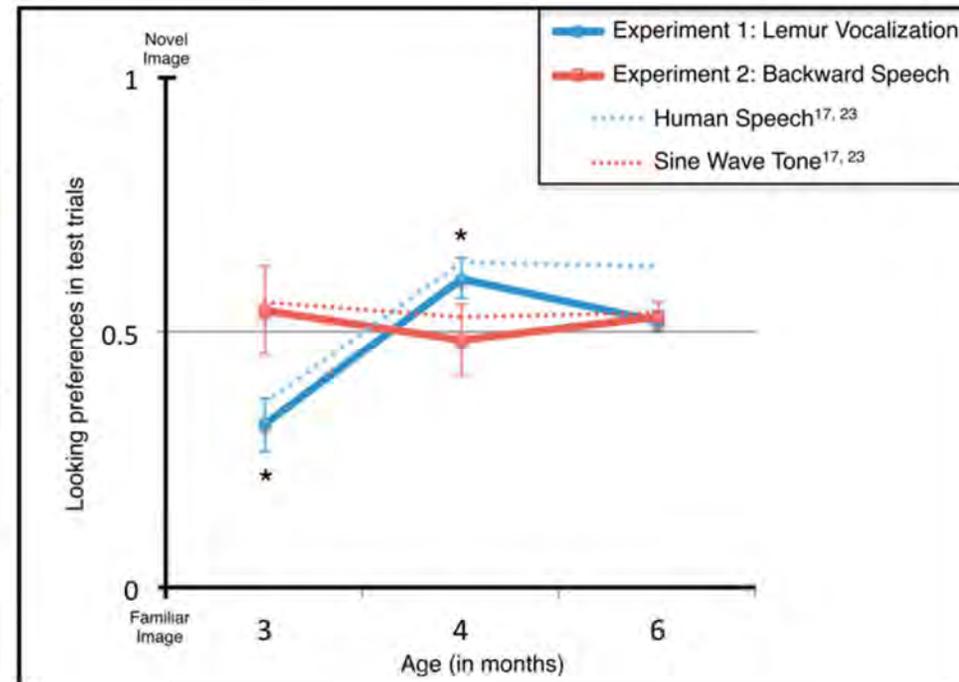
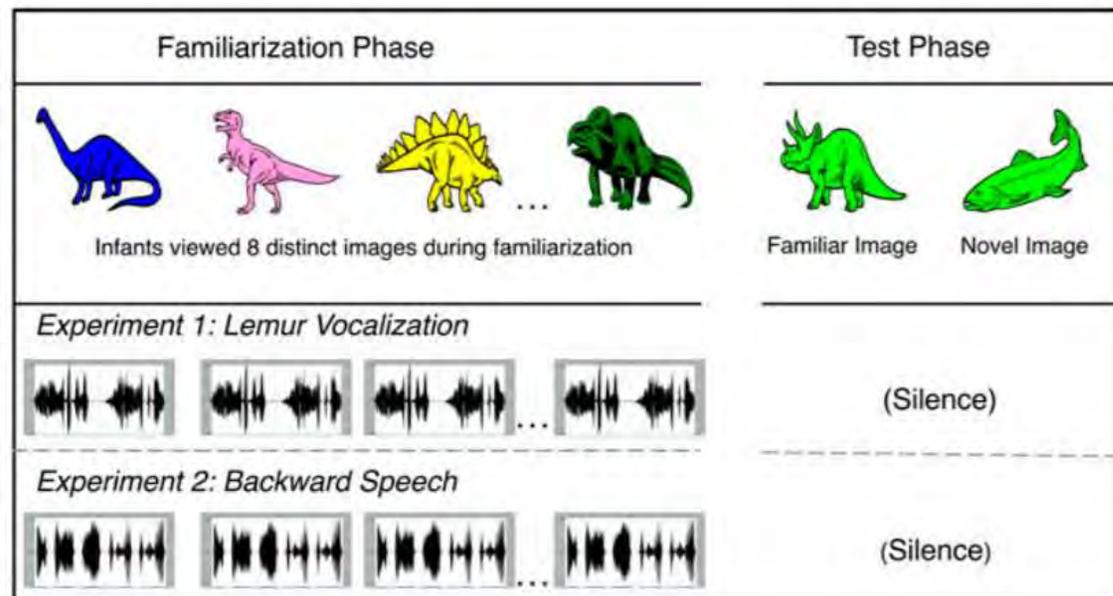
Trial	Word	Tone	Left Screen	Right Screen
Familiarization 1	Look at the Torma! Do you see the Torma? - - - - -		
Familiarization 2	Look at the Torma! Do you see the Torma? - - - - -		
Familiarization 3	Look at the Torma! Do you see the Torma? - - - - -		
Familiarization 4	Look at the Torma! Do you see the Torma? - - - - -		
Familiarization 5	Look at the Torma! Do you see the Torma? - - - - -		
Familiarization 6	Look at the Torma! Do you see the Torma? - - - - -		
Familiarization 7	Look at the Torma! Do you see the Torma? - - - - -		
Familiarization 8	Look at the Torma! Do you see the Torma? - - - - -		
<hr/>				
Test				

L'influence précoce du langage sur la formation des catégories

Ferry, A. L., Hespos, S. J., & Waxman, S. R. (2013). Nonhuman primate vocalizations support categorization in very young human infants. *PNAS*, 110(38), 15231–15235.

Qu'est-ce qui constitue une étiquette verbale pour un bébé?

Réplication de l'expérience de 2010 avec des vocalisations de lémuriens. 



N'importe quel son complexe est-il susceptible d'attirer l'attention des enfants?

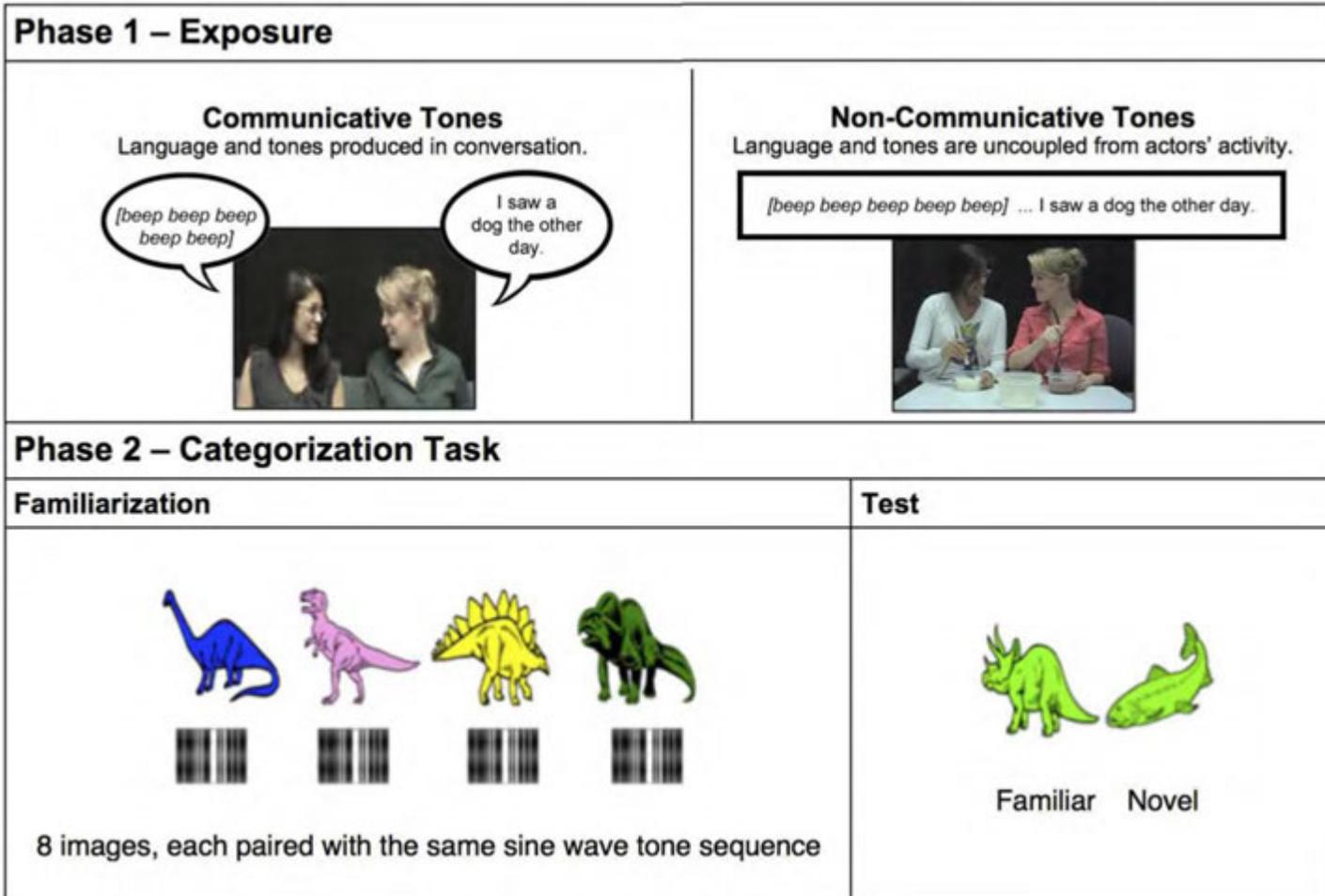
Non, car aucun résultat positif avec du langage passé à l'envers. 

Conclusion: existence d'un *template* (patron) linguistique chez le jeune enfant, qui se raffine entre 4 et 6 mois

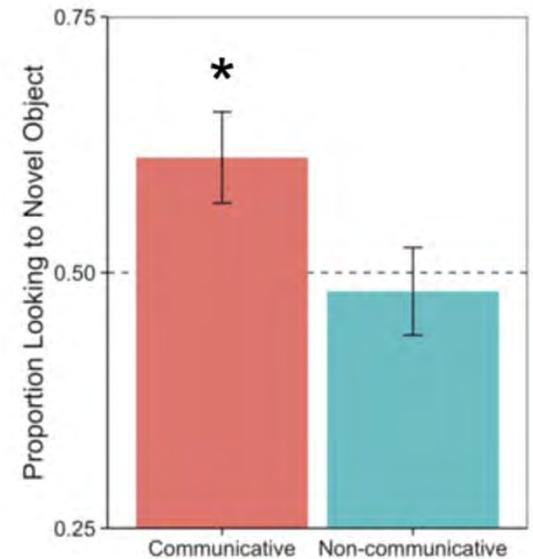
L'influence du langage sur la formation des catégories

Ferguson, B., & Waxman, S. R. (2016). What the [beep]? Six-month-olds link novel communicative signals to meaning. *Cognition*, 146, 185–189.

Les enfants de six mois sont néanmoins très flexibles dans leur capacité d'apprendre ce qui constitue un langage.



Dans cette expérience, des bébés de six mois sont exposés à des séquences de bips. Dans une condition, on leur montre une personne qui communique avec des bips. Dans l'autre, on entend les mêmes sons, mais sans qu'il y ait communication. Seule la première condition entraîne un apprentissage de la catégorie.



Les étiquettes verbales orientent l'attention de l'enfant

Waxman, S. R., & Gelman, S. A. (2009). Early word-learning entails reference, not merely associations. *Trends in Cognitive Sciences*, 13(6), 258–263.

Selon la théorie du *syntactic bootstrapping* de Leila Gleitman, les enfants déterminent très rapidement la catégorie syntaxique des mots (articles, noms, adjectifs, verbes, combien d'arguments), et cela guide l'acquisition de leur sens. L'utilisation d'un nom ou d'un adjectif suffirait-il à attirer l'attention soit vers la catégorie, soit vers la couleur? Oui ! Cet effet survient vers 14 mois pour les noms vers 18 à 21 mois pour les adjectifs.



Condition	Auditory signal	Focus on shared category or property?
Noun	“This one is a dax”, etc.	Category
Adjective	“This one is dax...”, etc.	Property

L'amplification de l'activité gamma reflète l'apprentissage linguistique

Gliga, T., Volein, A., & Csibra, G. (2010). Verbal Labels Modulate Perceptual Object Processing in 1-Year-Old Children. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(12), 2781–2789.

Etude en EEG chez l'enfant d'un an.

On apprend à l'enfant des noms d'objets avant de venir au labo.

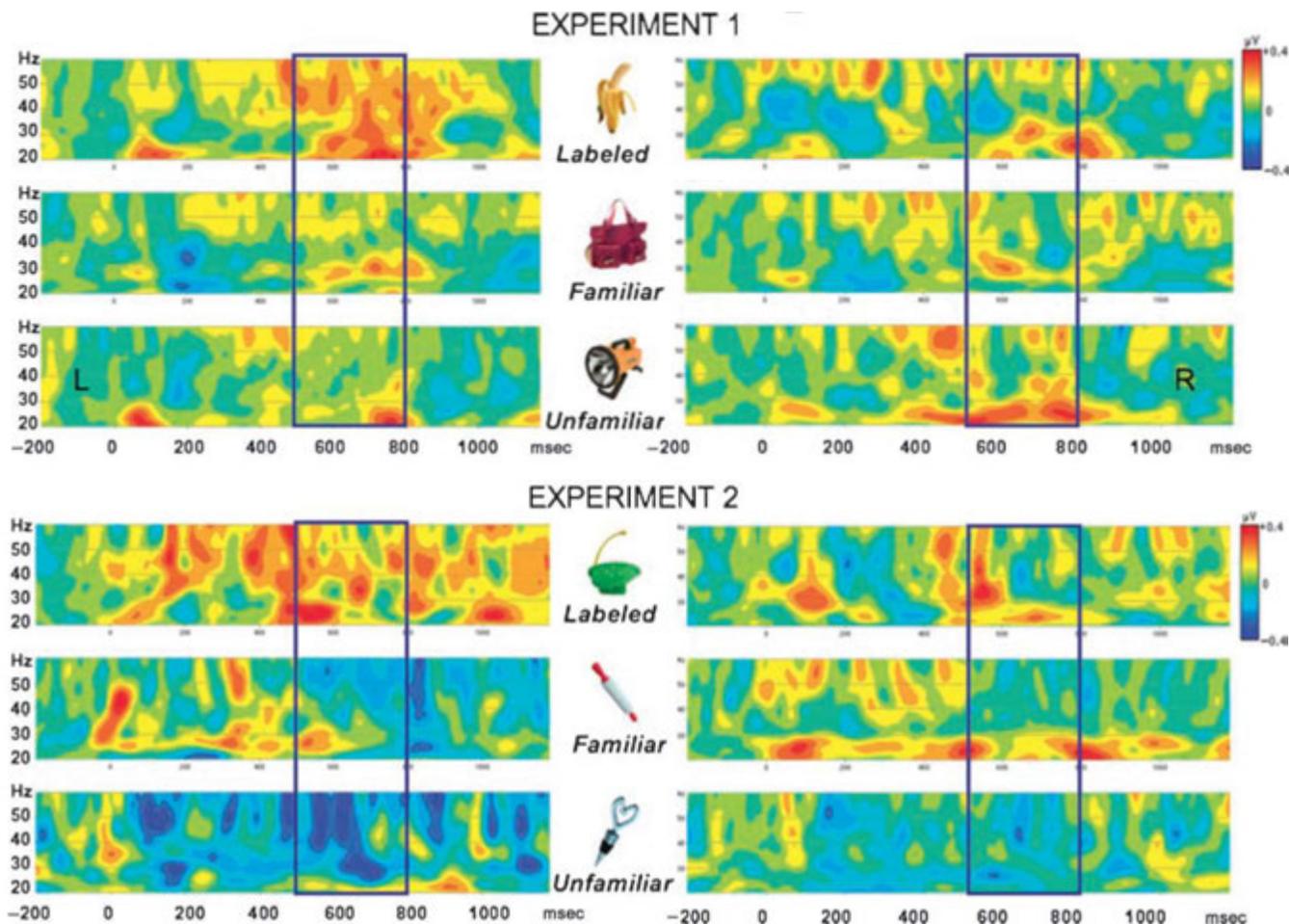
Les objets dont les enfants connaissent le nom entraînent une activité gamma plus intense que les autres objets (familiers ou pas).

L'effet est latéralisé à l'hémisphère gauche et proviendrait des régions occipito-temporales

Il est répliqué dans une seconde expérience où les enfants sont exposés aux étiquettes verbales au laboratoire.

→ Effet descendant attentionnel? Ou simple accès au lexique?

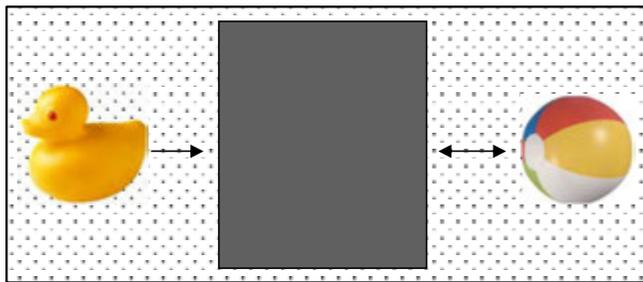
"our study demonstrates that object naming changes how infants perceive their visual world." Cette interprétation Whorfienne paraît très excessive !!!



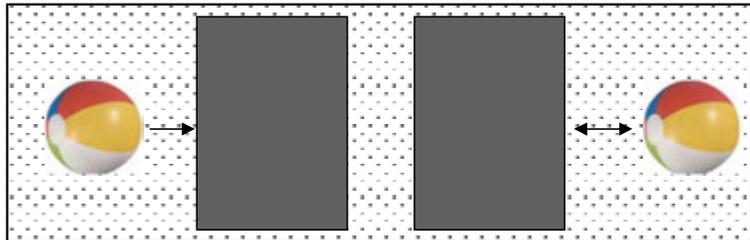
L'influence du langage sur l'individualisation des objets

Une expérience fondatrice:

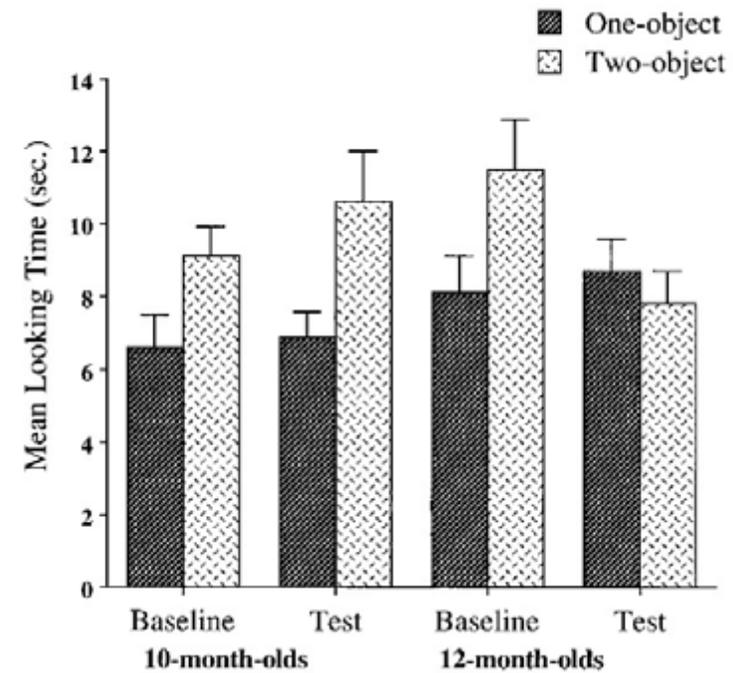
Xu, F., & Carey, S. (1996). Infants' metaphysics: The case of numerical identity. *Cogn Psychol*, 30(2), 111–153.



A 10 mois : le bébé ne regarde pas plus la diapositive avec un seul objet qu'avec deux objets.
Il ne sait pas qu'il y a deux objets!



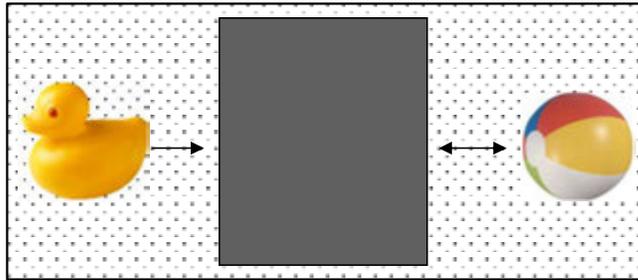
Contrôle:
Le bébé de 10 mois est parfaitement capable d'utiliser la trajectoire spatiotemporelle pour prédire s'il doit s'attendre à un ou à deux objets.



Le comportement change nettement entre 10 et 12 mois.

L'influence du langage sur l'individuation des objets

A 10 mois, l'enfant ne sait pas s'il y a 1 ou 2 objets

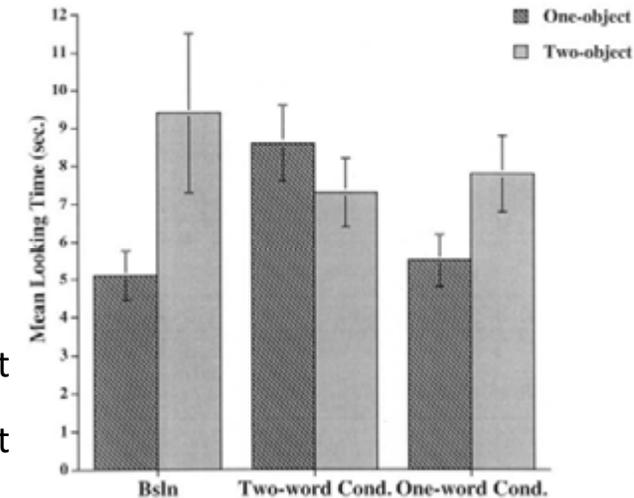


A 12 mois:
Deux objets !

La connaissance des mots « canard » et « ballon » prédit si les enfants réussissent ou échouent.

A 9 mois, l'exposition à des mots différents favorise l'individualisation des objets:

“regarde, un canard”	“regarde, un ballon”	→ attente de 2 objets
“regarde, un jouet”	“regarde, un jouet”	→ attente d'un seul objet
“regarde, un *biip* ”	“regarde, un *boup*”	→ attente d'un seul objet
“regarde, un fendle”	“regarde un toma”	→ attente de 2 objets
“regarde, un *klaxon*”	“regarde un *mélodie*”	→ attente d'un seul objet
“ooh! aaah!”	“eeuw! yuck!”	Pas de préférence
“regarde ceci!”	“regarde cela!”	Pas de préférence



deux phrases nominales distinctes → deux objets.

Xu, F. (2002). The role of language in acquiring objet kind concepts in infancy. *Cognition*, 85(3), 223–250.

Le rôle du langage dans l'individuation des objets

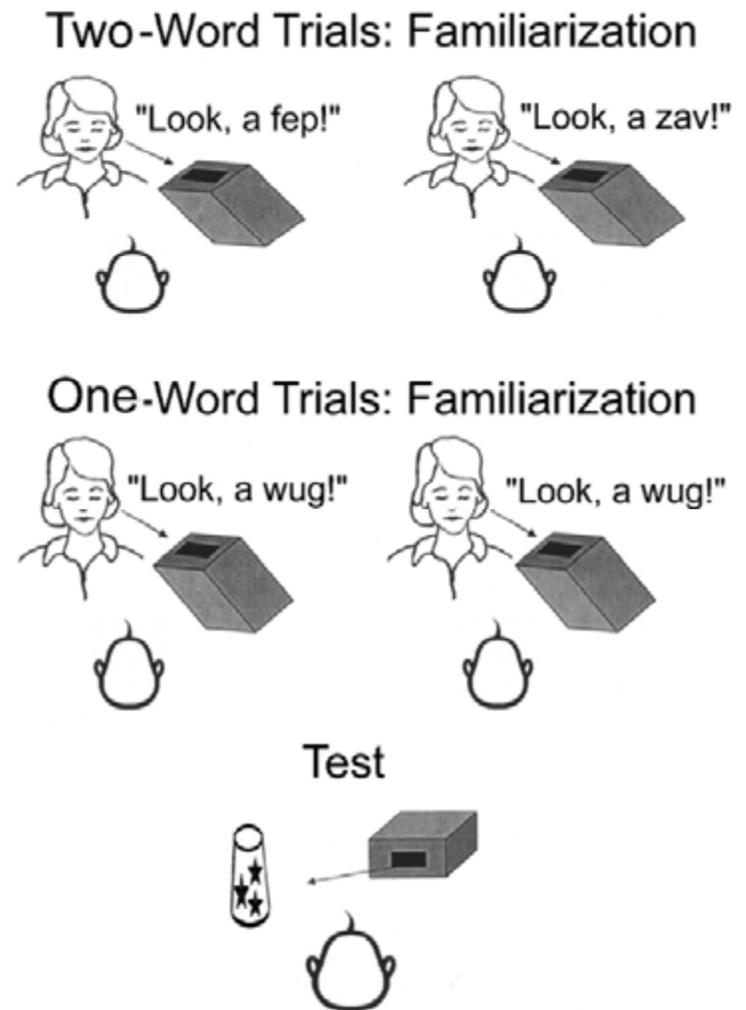
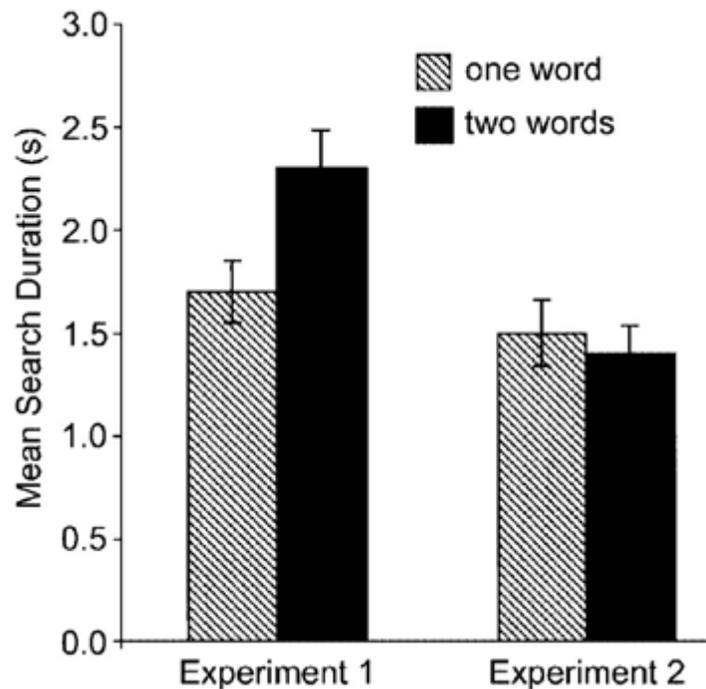
Un paradigme très différent: la recherche d'objets cachés

L'expérimentateur se penche sur une boîte et dit, soit deux mots différents (regarde, un fep! Regarde, un zav!), soit deux fois le même mot.

Ensuite on regarde combien de temps l'enfant cherche, après avoir trouvé un premier objet.

Résultat: l'enfant cherche plus longtemps s'il a entendu deux mots.

Contrôle: l'enfant entend soit deux mots émotionnels (aahh! Eeew!) soit un seul: pas d'effet.



Le rôle du langage dans l'orientation spatiale



La réorientation spatiale: un processus modulaire

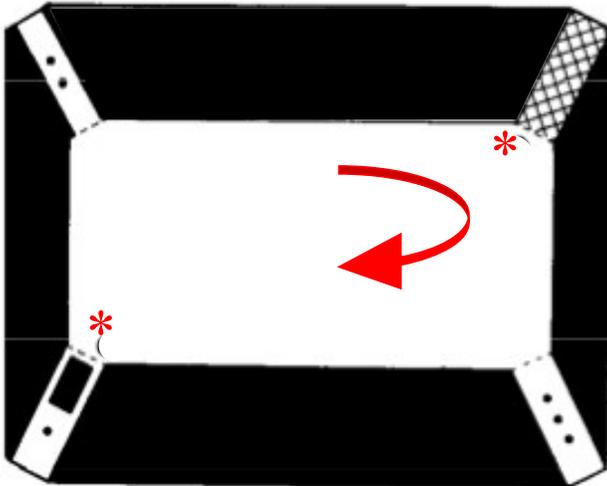
Cheng, K., & Gallistel, C. R. (1986). A purely geometric module in the rat's spatial representation. *Cognition*, 23, 149-178.

Lorsqu'un rat est désorienté, il parvient à se réorienter en utilisant la géométrie de l'espace, mais pas d'autres indices non-spatiaux tels que la présence d'une texture ou d'un mur coloré.

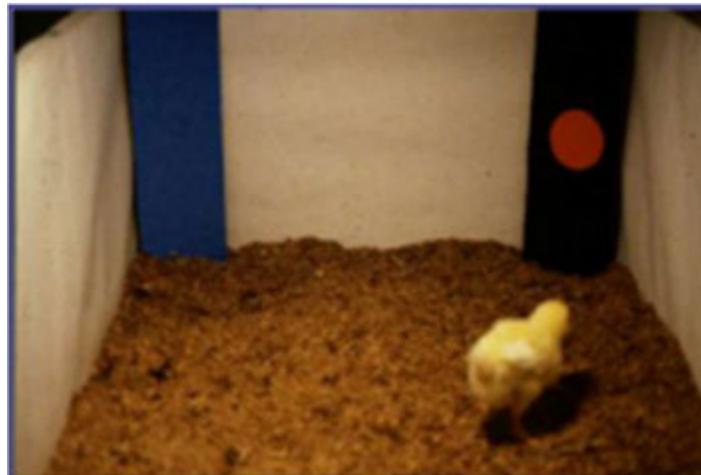
Ces points de repères (*landmarks*) sont détectés mais ne semblent pas « pénétrer » dans le « module » de réorientation spatiale -- celui-ci semble n'utiliser que des informations géométriques.

Ce « modèle géométrique » semble inné: il apparaît même chez le poussin élevé dans un environnement circulaire...

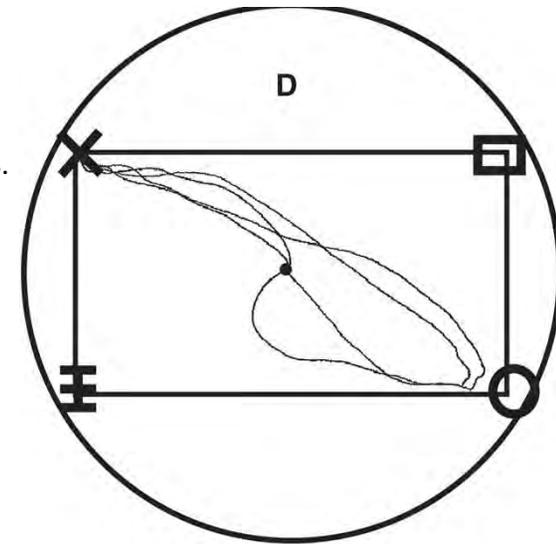
et il existe également chez la fourmi!



Rats: Cheng and Gallistel, Cognition 1986

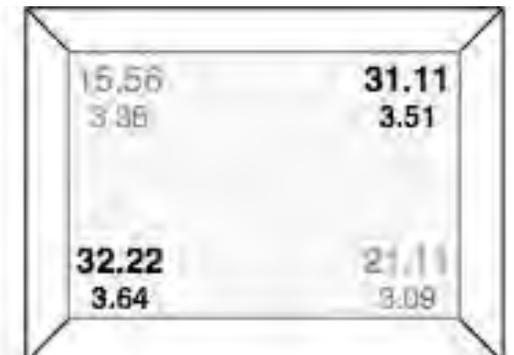


Poussins: Chiandetti & Vallortigara, 2008, 2010



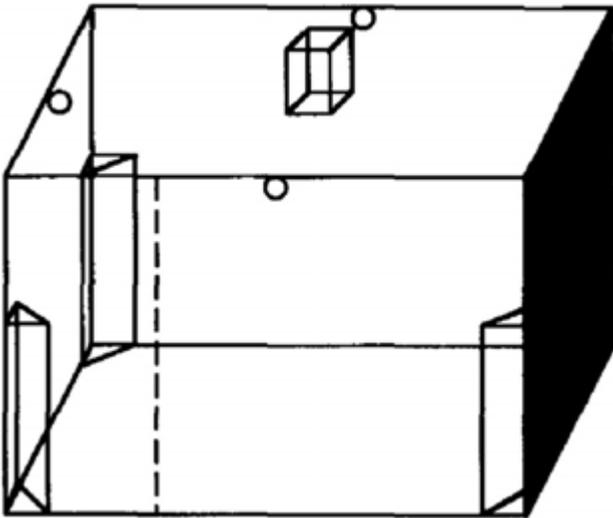
Fourmis: Wystrak et Beugnon, 2009

Reared within a circular-shaped cage



Comment les humains se réorientent-ils dans l'espace ?

Hermer, L., & Spelke, E. (1996). Modularity and development: The case of spatial reorientation. *Cognition*, 61(3), 195–232.



On place l'enfant dans une pièce rectangulaire, dont l'entrée est cachée. On cache un jouet dans un coin, puis on désoriente l'enfant en le faisant tourner sur lui-même les yeux bandés, et enfin on regarde où il va chercher. Les enfants se comportent exactement comme les rats: ils cherchent aléatoirement aux deux endroits de configuration géométrique correcte... mais sans servir de l'indication fournie par le mur rouge. Les adultes se comportent comme les enfants lorsque la seule information est donnée par la configuration géométrique... mais ils parviennent bien entendu à utiliser les informations supplémentaires lorsqu'elles sont disponibles. Conclusion: l'utilisation des informations géométriques pour se réorienter est à la fois innée et intrinsèquement limitée – mais les adultes parviennent à surmonter ses limites.

Enfants de 1 an ½ à 2 ans

F	.38 (.16)	1.44 (.32)	C
Murs identiques			
R	1.44 (.28)	.44 (.12)	N

F	.31 (.16)	1.13 (.24)	C
Un mur rouge			
R	1.81 (.25)	.44 (.16)	N

Adultes américains

F	.06 (.08)	1.81 (.20)	C
Murs identiques			
R	1.31 (.04)	0	N

F	0	2.88 (.32)	C
Un mur rouge			
R	.13 (.32)	0	N

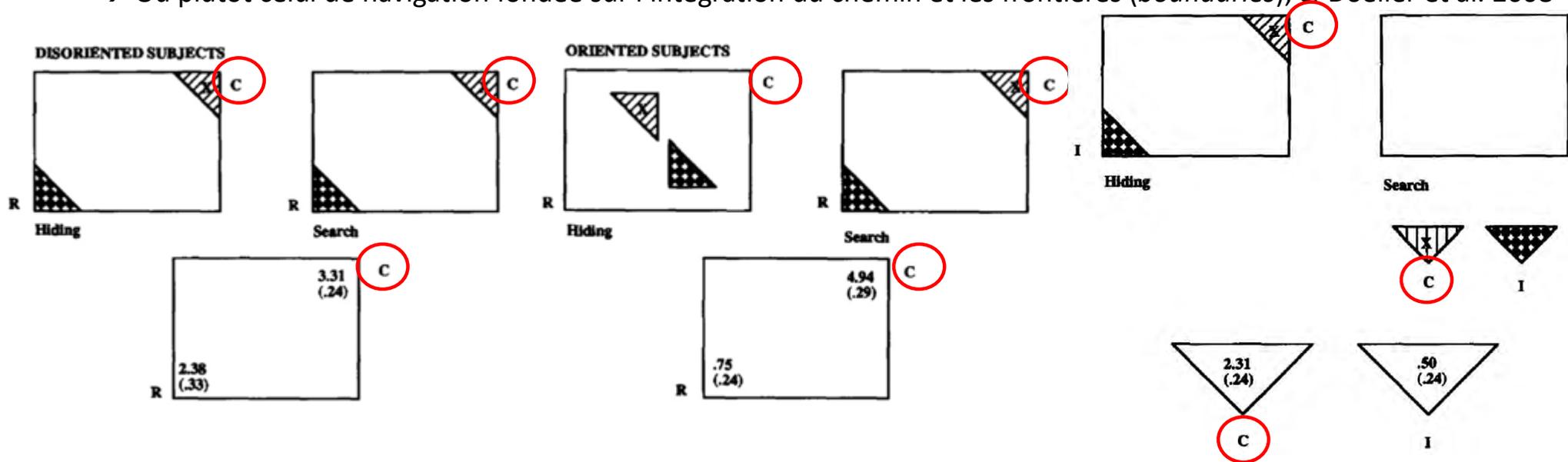
Comment les humains se réorientent-ils dans l'espace ?

Hermer, L., & Spelke, E. (1996). Modularity and development: The case of spatial reorientation. *Cognition*, 61(3), 195–232.

Doeller, C. F., King, J. A., & Burgess, N. (2008). Parallel striatal and hippocampal systems for landmarks and boundaries in spatial memory. *PNAS*, 105(15), 5915–5920.

L'article introduit plusieurs contrôles intéressants:

- Les enfants échouent même quand l'objet est caché dans une armoire d'aspect complètement différent.
- La désorientation joue un rôle fondamental – sinon, l'enfant réussit parfaitement à se souvenir de l'armoire dans laquelle l'objet est caché.
- Ce résultat reste vrai quand les enfants sont désorientés mais n'ont pas besoin de se réorienter.
 - Ce n'est pas l'ensemble des processus de recherche dans l'espace, mais spécifiquement le processus de réorientation qui est modulaire et géométrique.
 - Ou plutôt celui de navigation fondée sur l'intégration du chemin et les frontières (*boundaries*), cf Doeller et al. 2008



Le module géométrique peut être sélectivement affecté

Lakusta, L., Dessalegn, B., & Landau, B. (2010). Impaired geometric reorientation caused by genetic defect. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(7), 2813-2817.

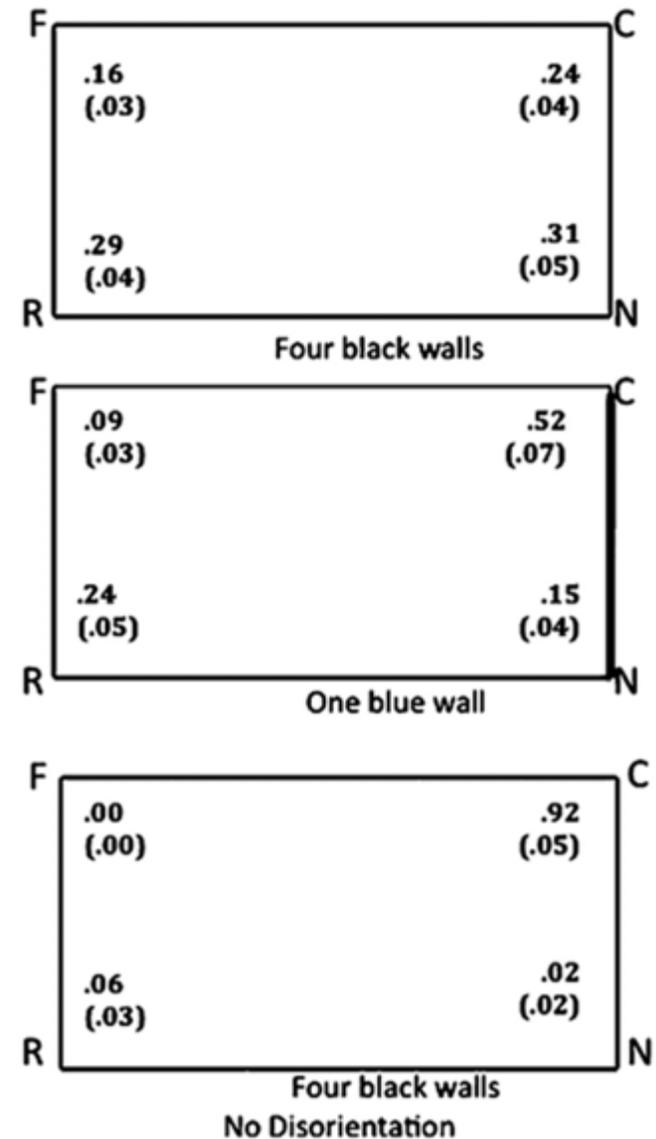
<https://doi.org/10.1073/pnas.0909155107>

Les enfants et adultes atteints du syndrome de Williams (micro-délétion sur le chromosome 7q11.23) présentent d'importants déficits du sens de l'espace et du nombre, alors que leur langage est relativement préservé.

Dans la tâche de réorientation, des enfants et adultes (entre 9 et 27 ans) ne se réorientent pas sur la base des indices géométriques. Leurs réponses se distribuent presque totalement au hasard dans une pièce rectangulaire.

Ils sont fortement aidés par la présence d'un mur différent.

Ils n'ont aucune difficulté en l'absence de désorientation spatiale.



Comment les humains se réorientent-ils dans l'espace ?

Existence de deux processus: réorientation et recherche fondée sur des repères

Lee, S. A., Shusterman, A., & Spelke, E. S. (2006). Reorientation and Landmark-Guided Search by Young Children : Evidence for Two Systems. *Psychological Science*, 17(7), 577-582. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01747.x>

On demande à des enfants de 4 ans de rechercher un objet caché dans une pièce circulaire qui comprend trois objets disposés en triangle équilatéral. La situation est parfaitement symétrique du point de vue de la géométrie. Cependant, un objet est différent des autres (cylindre rouge).

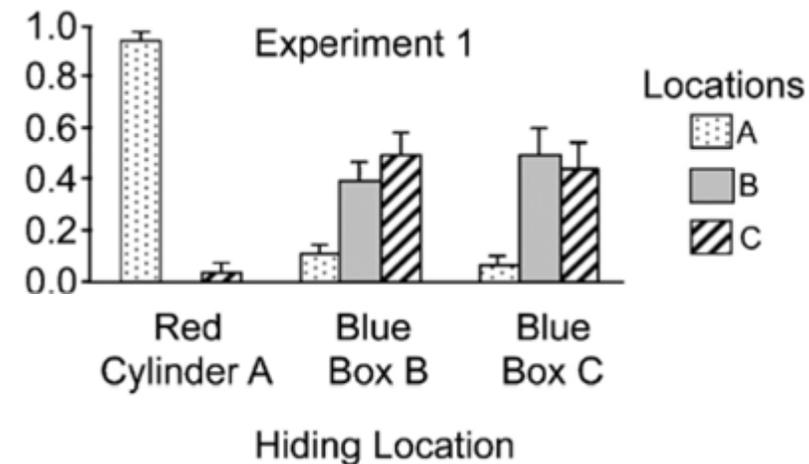
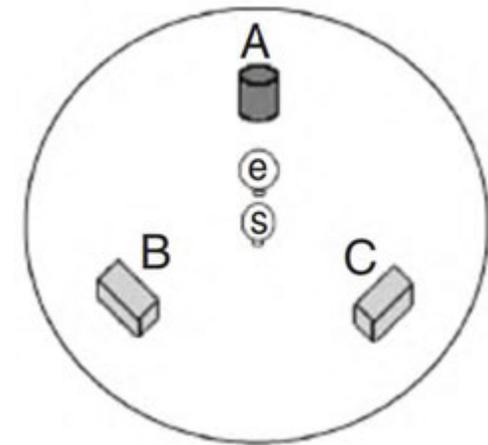
- Si le système de réorientation pouvait utiliser les informations sur l'identité des objets, alors les trois positions devraient devenir faciles à distinguer (l'enfant se réorienterait).

Résultats:

- Il est facile de retrouver l'objet caché en A, mais l'enfant confond les positions B et C.

Conclusion: Les jeunes enfants disposent de deux systèmes de recherche:

- Un fondé sur l'identité des objets
- Un fondé sur la réorientation, qui s'appuie uniquement sur des indices géométriques.



Le rôle du langage dans le développement de la réorientation spatiale

Hermer-Vazquez, L., Moffet, A., & Munkholm, P. (2001). Language, space, and the development of cognitive flexibility in humans : The case of two spatial memory tasks. *Cognition*, 79(3), 263-299. [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(00\)00120-7](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(00)00120-7)

Pyers, J. E., Shusterman, A., Senghas, A., Spelke, E. S., & Emmorey, K. (2010). Evidence from an emerging sign language reveals that language supports spatial cognition. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(27), 12116-12120.

Gentner, D., Özyürek, A., Gürcanli, Ö., & Goldin-Meadow, S. (2013). Spatial language facilitates spatial cognition : Evidence from who lack language input. *Cognition*, 127(3), 318-330.

Comment se développe la capacité humaine de se réorienter sur la base d'indices non-géométriques ?

Dans sa thèse, Hermer-Vazquez teste un grand nombre d'enfants entre 3 et 7 ans.

- La capacité d'aller simplement chercher un objet derrière un mur bleu apparait vers 4 ans et corrèle avec la capacité de l'enfant de dire « vers le mur bleu » ou « derrière le mur ».
- La capacité d'aller chercher « à gauche du mur bleu » n'apparait que vers 6 ans, et corrèle avec la capacité d'utiliser les mots « gauche » et « droite ».
- Les régressions indiquent qu'entre 5 et 7 ans, il n'y a pas de corrélation avec l'âge, le QI non-verbal, la mémoire de travail verbale, la taille du vocabulaire, ou la production et la compréhension de mots spatiaux tels que « dessus », « dessous », « derrière », ou « devant »
- mais spécifiquement avec les mots « gauche » et « droite », et particulièrement la capacité de produire spontanément des phrases qui combinent des informations spatiales et de couleur (« mets une balle verte à gauche de la balle orange »).

Que se passerait-il si la langue ne permettait pas d'exprimer ces concepts?

Pyers et al. étudient deux générations de jeunes sourds au Nicaragua: la langue des signes des premiers, rudimentaires, ne permet pas bien d'exprimer « droite » et « gauche » -- et les premiers font plus d'erreurs que les seconds dans la tache de réorientation spatiale.



F	1.00 (.41)	5.40 (.37)	C
First Cohort			
R	.80 (.18)	.80 (.34)	N

F	0 (0)	7.40 (0.6)	C
Second Cohort			
R	.40 (.40)	.20 (.20)	N

(sur 8 essais)

Un test du rôle causal du langage chez l'adulte

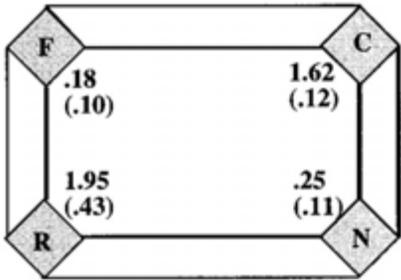
Hermer-Vazquez, L., Moffet, A., & Munkholm, P. (2001). Language, space, and the development of cognitive flexibility in humans : The case of two spatial memory tasks. *Cognition*, 79(3), 263-299. [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(00\)00120-7](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(00)00120-7)

Corrélation n'est pas causation... ce n'est pas nécessairement l'apparition des mots « gauche » et « droite » qui cause la progression des performances, mais peut-être l'inverse, ou une tierce variable. Pour tester la causalité, on demande à des adultes d'effectuer la tâche de recherche spatiale avec désorientation, dans deux conditions:

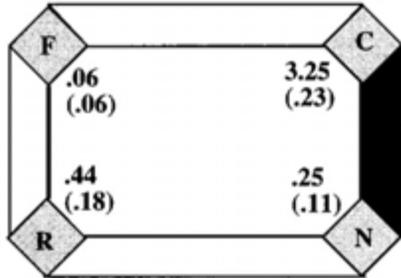
- Le sujet est exposé à du bruit blanc
 - Le sujet doit répéter en continue les phrases émises par un haut-parleur (*shadowing*)
- Dans cette seconde condition seulement, les performances s'écroulent au niveau des jeunes enfants ou des rats!

Les résultats sont répliqués dans l'expérience 2. Et l'effet semble spécifique au langage: il est absent lorsque les sujets doivent répéter un rythme en tapant des mains.

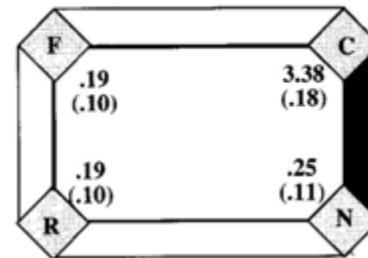
No shadowing



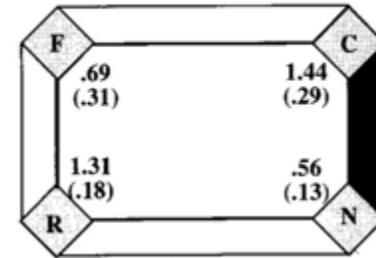
No shadowing



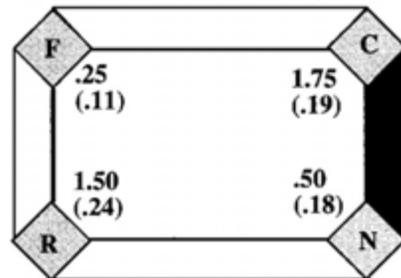
No shadowing



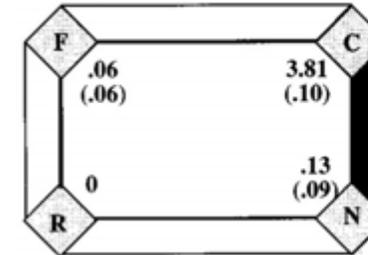
Verbal shadowing



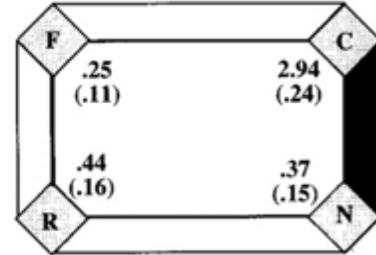
Verbal shadowing



No shadowing



Rhythm shadowing



Hypothèse : Le langage brise la modularité et donne accès à des pensées combinatoires nouvelles

Spelke, E. (2003). What makes us smart? Core knowledge and natural language. In D. Gentner & S. Goldin-Meadow (Eds.), *Language in mind*. MIT Press.



Elizabeth Spelke



Susan Carey

“left of the valley”



layout geometry

“the red wall, the cross”

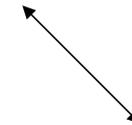


forms & objects

“left of the red wall”



layout geometry



forms & objects

Elizabeth Spelke: “Language may provide a medium for combining geometrical layout and landmark information flexibly and productively.”

... ou bien est-ce l’espace de travail neuronal global (Dehaene & Changeux, 1998)

Des voies dissonantes, y compris sur le plan expérimental

Cheng, K. (2008). Whither geometry? Troubles of the geometric module. Trends in Cognitive Sciences, 12(9), 355-361.

Ratliff, K. R., & Newcombe, N. S. (2008a). Reorienting when cues conflict : Evidence for an adaptive-combination view. Psychological science, 19(12), 1301–1307.

Ratliff, K. R., & Newcombe, N. S. (2008b). Is language necessary for human spatial reorientation? Reconsidering evidence from dual task paradigms. Cognitive Psychology, 56(2), 142-163. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2007.06.002>

Bek, J., Blades, M., Siegal, M., & Varley, R. (2010). Language and spatial reorientation : Evidence from severe aphasia. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 36(3), 646.

1. On peut être sévèrement aphasique et n'avoir aucune difficulté à se réorienter (travaux de Varley).
2. Les rats utilisent parfois les points de repères (*landmarks*) pour se réorienter (Cheng, 2008)
... peut-être sur la base de mécanismes différents des humains? Les rats utilisent les repères sans forcément se réorienter.
3. Les résultats de l'expérience d'interférence sont fortement remis en question (Ratliff & Newcombe, 2008b)
 - Les adultes ont de bien meilleures performances, et moins d'interférence verbale, quand on leur donne des instructions explicites (« *this is a search task, you'll have to remember...* ») qu'avec les instructions implicites de Hermer-Vasquez et al. (« *you will see something happening that you should try to notice* »).
 - R&N trouvent autant d'effet d'une interférence purement spatiale: visualiser la forme d'une lettre. A noter que la géométrie continue d'être utilisée:
 - Les tâches cessent d'interférer lorsque la pièce est très grande, ce qui incite probablement plus à utiliser les points de repères

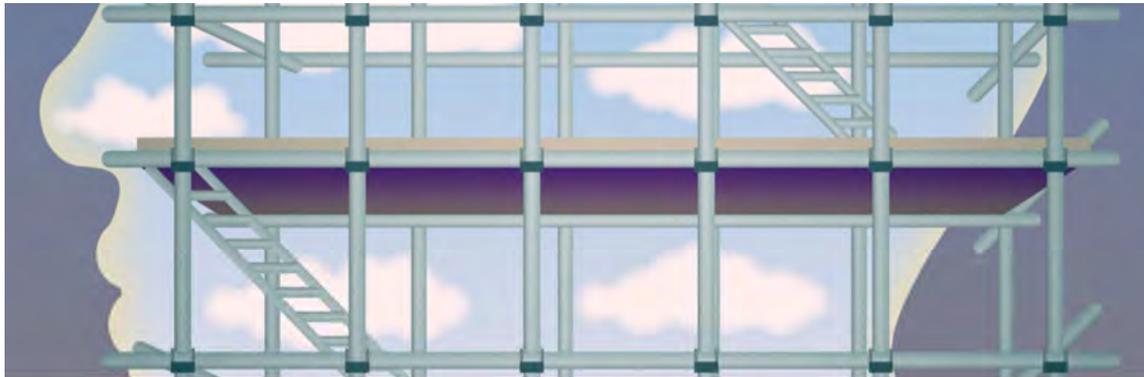
Spatial Visualizing

F	.06 (.03)	.52 (.06)	C
R	.33 (.05)	.09 (.04)	N

Les rats comment les humains semblent pondérer les indices géométriques et non-géométriques en fonction de leur fiabilité (notamment selon la taille de la pièce) et de leur expérience passée (Ratliff & Newcombe, 2008a) – proposition d'un modèle de combinaison adaptative.

Conclusion: le langage fournit peut-être juste une aide temporaire pour accéder à un code interne non-verbal.

Conclusion : Le langage, échafaudage de l'esprit en développement



BIOLOGY | NEUROSCIENCE

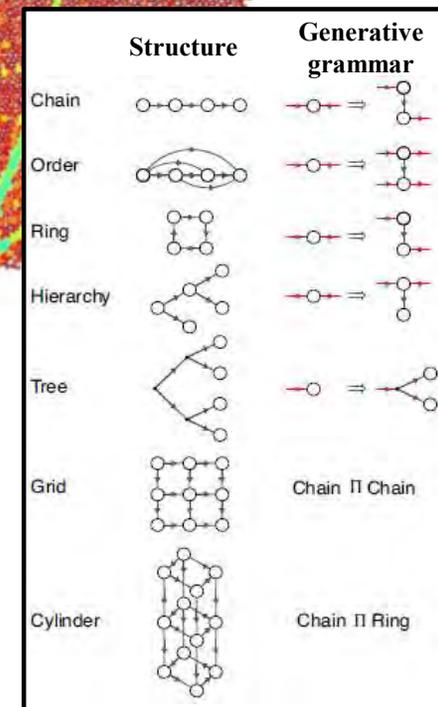
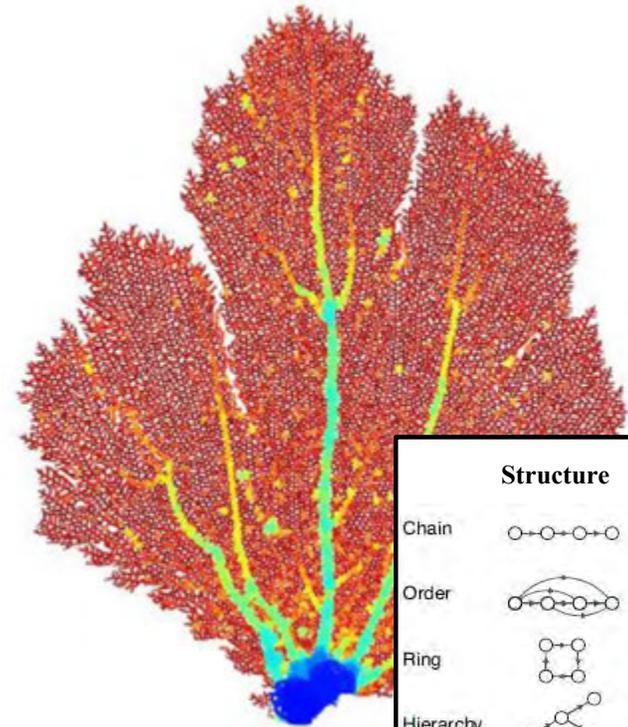
Language Is the Scaffold of the Mind

Les pensées des autres, transmises par le biais du langage, affectent très précocement le développement cognitif de l'enfant.

- apprentissage de catégories (noms) et de propriétés (adjectifs)
- facilitation de l'énumération (*object tracking*)
- intégration d'indices spatiaux

Cela ne signifie pas que, sans langage, nous ne pourrions pas avoir les mêmes pensées: elles sont tout simplement plus difficiles à atteindre.

Les données sont compatibles avec l'existence d'un immense répertoire de concepts non-verbaux (mais fondés sur un langage de la pensée capable d'une très vaste combinatoire), parmi lesquels la langue et la culture viennent sélectionner.





L'importance clé du langage dans l'enfance

30 millions de mots en plus ou en moins à 3 ans...

Ce n'est pas seulement du vocabulaire, mais aussi

- Des connaissances sur la langue
- Des connaissances sur le monde
- Des principes généraux qui démultiplient la capacité d'acquérir de nouveaux concepts
- Le développement des interactions sociales et de la théorie de l'esprit des autres

<https://solidarites-sante.gouv.fr/actualites/presse/communiqués-de-presse/article/remise-rapport-1000-jours>