

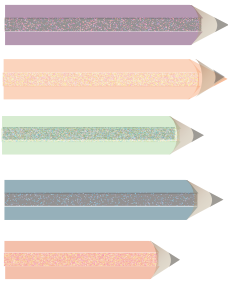


Les nouvelles

du **BABYLAB** INCC

Lettre d'Information n°22 - Printemps 2026

Sommaire



Les nouveau-nés pensent-ils les nombres de gauche à droite ? Vittoria Volpi et Lola de Hevia	P1
Les bébés sont-ils capables de résoudre des exercices de géométrie ? Véronique Izard, Johanna Delahodde, Léa Langérome, Léa Lefer, Judith Vergne	P2
Le dilemme des bébés pour distinguer les différences de consonnes est-il enfin mieux compris ? Résultats de thèse de Leonardo Piot Leonardo Piot, Natalie Boll-Avetisyan et Thierry Nazzi	P3

Les nouveau-nés pensent-ils les nombres de gauche à droite ?

Vittoria Volpi et Lola de Hevia

Dès les premiers jours de vie, les bébés sont capables de traiter des informations numériques. Néanmoins, et contrairement à ce que l'on pourrait penser, ce traitement peut prendre plusieurs formes et ne se fait pas d'une seule manière. Les recherches en sciences cognitives montrent que le cerveau humain, comme celui d'autres espèces animales, utilise au moins deux systèmes différents pour comprendre le sens des nombres :

- Un **système de suivi des objets** (Object Tracking System, dit **OTS**), qui permet de traiter de très petites quantités avec précision, en suivant chaque élément individuellement (comme 1, 2 ou 3 objets);
- Un **système numérique approximatif** (Approximate Number System, dit **ANS**), qui permet d'estimer des quantités plus grandes de façon globale, c'est-à-dire sans compter ou dénombrer précisément (il permettra, par exemple, de distinguer « peu » de « beaucoup »).

Si l'utilisation du **système numérique approximatif** a bien été attestée dès la naissance, le fonctionnement du **système de suivi des objets** chez les nouveau-nés est, quant à lui, encore en cours d'étude et demeure bien moins documenté. L'objectif de cette étude est donc ici de montrer et décrire le fonctionnement de ce **système de suivi des objets**.

Les enfants, dès 5 à 6 ans et les adultes organisent souvent les nombres dans l'espace, plaçant les plus petits nombres à gauche, les plus grands à droite, comme sur une ligne mentale. Cette organisation spatiale existe dès la

naissance pour les quantités traitées par le **système numérique approximatif (ANS)**. Il y a quelques années, l'une des chercheuses de notre équipe, Lola de Hevia, avait notamment mis en évidence ce phénomène chez les nouveau-nés, montrant ainsi que cette association entre nombres et espace apparaît avant toute expérience culturelle ou scolaire.

Néanmoins, une question essentielle demeure ouverte: cette organisation spatiale est-elle propre au système approximatif, ou bien l'espace joue-t-il un rôle plus général dans la manière dont les bébés traitent les nombres ? Autrement dit, l'espace est-il également utilisé pour organiser l'information numérique lorsque le **système de suivi des objets** est sollicité pour traiter de faibles quantités numériques ?

Méthode : Que faisaient les bébés pendant l'expérience ?

Cette étude a été réalisée à la maternité de l'Hôpital Bichat avec des bébés pendant leurs trois premiers jours de vie, parfois seulement quelques heures après la naissance, dans un environnement calme et toujours en présence d'un parent.

Les bébés regardaient des images simples, des formes souriantes, accompagnées d'une répétition sonore d'une syllabe (**Figure 1**). L'expérience débutait par une **phase de familiarisation** durant laquelle la moitié des participants voyait apparaître deux objets **au centre** de l'écran (**condition OTS**) tandis que l'autre moitié voyait quatre objets (**condition ANS**). Lors de la **phase de test** en **condition OTS**,

ces quantités passaient de 2 à 1. Dans la **condition ANS**, ces quantités passaient de 4 à 12. De plus, les formes n'apparaissaient plus au centre mais à **gauche** ou à **droite** de l'écran de manière aléatoire à chaque essai. Nous avons alors mesuré où les bébés posaient leur regard et pendant combien de temps.

Cette méthode, très utilisée en recherche sur les nouveau-nés, permet de comprendre si ces derniers reconnaissent les stimuli qui leur sont présentés et comment. Dans notre cas, cela nous renseigne ainsi sur leur capacité à distinguer différentes quantités.

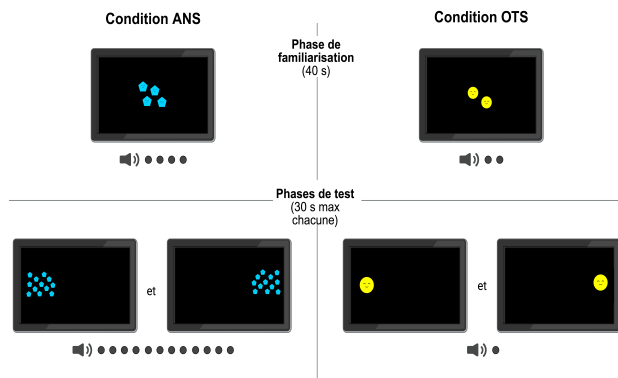


Figure 1 : Déroulé de l'étude. Chaque enfant participait à une seule condition.

Résultats : Qu'avons-nous observé ?

Les résultats obtenus sont très clairs et cohérents entre les bébés lors de la phase de test (**Figure 2**) :

- Ceux familiarisés avec l'image d'une **petite quantité** d'objets (**condition OTS**) fixaient **plus longtemps** la nouvelle image lorsque celle-ci apparaissait à **gauche**, plutôt qu'à droite, lors de la phase de test ;
- Ceux familiarisés avec l'image d'un plus grand nombre d'objets (**condition ANS**) regardaient, au contraire, **plus longtemps** la nouvelle image lorsque celle-ci apparaissait à

droite, plutôt qu'à gauche, lors de la phase de test.

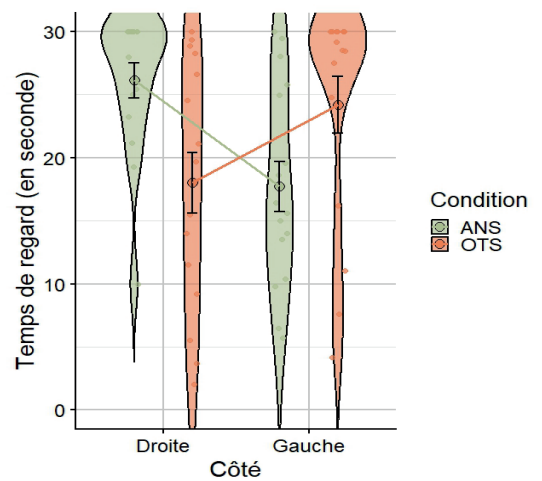


Figure 2 : Résultats de l'expérience.

Autrement dit, dès la naissance, les bébés réalisent **spontanément des associations entre espace et nombres**, associant **les petites quantités à la gauche** et **les plus grandes à la droite** et ce, quel que soit le système numérique utilisé pour traiter l'information.

Discussion : Pourquoi ces résultats sont-ils importants ?

Ces résultats montrent donc que le lien entre nombres et espace n'est pas seulement lié à une seule manière de traiter les quantités. Au contraire, l'espace semble jouer un rôle fondamental, dans la manière dont le cerveau humain organise l'information numérique et ce, dès les tout premiers jours de vie.

Cela suggère que l'espace pourrait servir à structurer différents types de représentations abstraites, y compris numériques, bien avant l'apprentissage du comptage ou des mathématiques à l'école.

Les bébés sont-ils capables de résoudre des exercices de géométrie ?

Véronique Izard, Johanna Delahodde, Léa Langêrôme, Léa Lefer et Judith Vergne

La recherche a démontré que les bébés possèdent **des intuitions riches dans le domaine des nombres**. Par exemple, ils peuvent percevoir le nombre (approximatif) de points dans un ensemble. Ils peuvent également effectuer des petits calculs sur des ensembles de points et anticiper le résultat d'une addition ou d'une soustraction. Ces capacités sont très importantes : c'est un socle d'intuitions sur lequel l'enfant pourra se reposer lorsqu'il ira à l'école et apprendra à compter et à manipuler les nombres.

Qu'en est-il de la géométrie, une autre branche majeure des mathématiques ? Existe-t-il, de la même façon, un socle d'intuitions pour la géométrie ? **En particulier, les bébés sont-ils capables de faire des "calculs" en géométrie ?**

Afin d'étudier cette question, il était nécessaire dans un premier temps de développer une méthode expérimentale adaptée pour tester les capacités géométriques des bébés. Nous avons donc créé une première étude qui portait sur un type de calcul géométrique simple : la prolongation d'une ligne droite. Notre étude s'adressait à des bébés âgés de 10 mois ½ à 11 mois ½. En effet, plusieurs résultats semblent indiquer que les bébés de cet âge sont capables de prolonger des lignes droites. Par exemple, **on sait que les bébés peuvent anticiper la position d'un objet pour l'attraper, lorsque cet objet se déplace en ligne droite**. On sait également que les bébés sont sensibles aux trajectoires des personnes et se montrent surpris quand quelqu'un fait un détour non nécessaire, au lieu d'aller tout droit. Cette

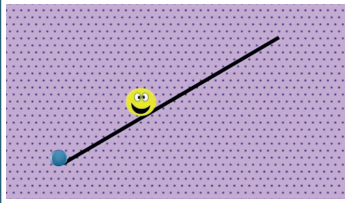
étude devait être la première étape d'un projet comprenant plusieurs études, mettant en œuvre des calculs géométriques de plus en plus sophistiqués (prendre en compte les déplacements de la ligne lorsqu'elle se déplace ou qu'elle tourne, raisonner sur les lignes parallèles,...). Avant de passer à des calculs plus complexes, **notre première étude avait pour but de tester si la méthode choisie permettait effectivement aux nourrissons de démontrer leurs capacités géométriques**.

Dans cette étude, nous avons donc présenté aux bébés des petites scènes avec des personnages qui se promènent le long d'une ligne droite (comme montré sur la **figure à la page suivante**). Dans un premier temps (**phase de familiarisation**) et afin d'expliquer aux bébés la situation, le mouvement était visible en entier. Partant d'un bout de la ligne, un personnage se mettait à s'agiter sur place et à rire, puis il parcourait la ligne, en faisant des bruits de pas. Lorsqu'il arrivait à l'autre bout de la ligne, il s'arrêtait et riait à nouveau.

Dans un deuxième temps (**phase de test**), le mouvement du personnage était masqué par un rideau. Lorsqu'on entendait le bruit de pas, il fallait donc imaginer mentalement la trajectoire du personnage, et prolonger la ligne sur laquelle il évoluait, afin de savoir à quel endroit il allait réapparaître.



1. Phase de familiarisation



2. Phase de test

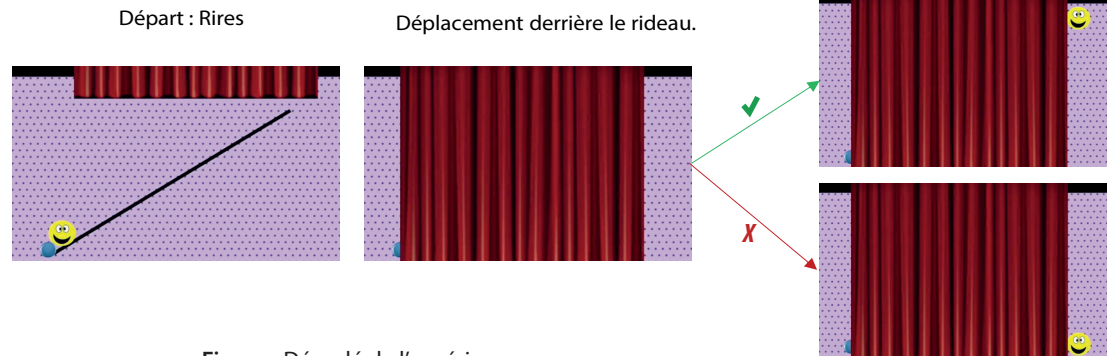


Figure : Déroulé de l'expérience

A première vue, les réactions des enfants semblaient prometteuses, puisque nos participants sont généralement restés attentifs jusqu'au bout et ont semblé bien apprécier nos animations – certains répondaient aux rires des personnages avec de grands sourires ! Ils étaient également attentifs aux apparitions du personnage, et déplaçaient leur regard fréquemment d'un côté à l'autre du rideau. Afin de savoir si notre méthode permettait de mettre en évidence des capacités géométriques, nous nous sommes concentrées sur deux mesures liées au regard de l'enfant. D'une part, nous avons regardé si les enfants avaient tendance à anticiper et à regarder l'endroit où le personnage devait réapparaître, avant que celui-ci ne soit visible. D'autre part, nous avons mesuré combien de temps les enfants regardaient chaque scène, en contrastant deux types de scènes : des scènes où le personnage apparaissait au bon endroit (✓ dans la figure), dans le prolongement de la ligne, et des scènes où le personnage apparaissait à un endroit différent (X dans la figure). Notre étude se basait donc sur la méthode de transgression des attentes : de manière générale, les bébés ont tendance à regarder

plus longtemps les événements qui sont inattendus.

Hélas, les résultats escomptés n'ont pas été observés, que ce soit au niveau des anticipations ou de la transgression des attentes. En fait, de manière générale, les bébés regardaient plus longtemps la première scène avec le rideau – quelle que soit la position du personnage. Il est possible que le rideau les ait distraits en attirant leur attention, et que cela les ait empêchés de traiter les aspects géométriques de la scène. Or, le rideau est un élément crucial de notre étude, et il faudrait donc imaginer un scénario totalement différent pour tester les capacités géométriques des bébés sans avoir recours à un rideau. A ce jour, les perspectives apparaissent bloquées et nous n'envisageons donc pas de suite immédiate sur ce projet.

Nous remercions très chaleureusement toutes les familles qui ont participé à notre recherche, ainsi que les bébés que nos bonshommes ont généralement bien amusés !

Cette étude a été menée en collaboration avec Molly Dillon, Professeur à New York University.

Le dilemme des bébés pour distinguer les différences de consonnes est-il enfin mieux compris ? –

Résultats de thèse de Leonardo Piot

Leonardo Piot, Natalie Boll-Avetisyan & Thierry Nazzi

Contexte général :

Dès leurs premiers mois de vie, les bébés montrent des capacités extraordinaires pour apprendre la langue qui les entoure. Cela est particulièrement vrai pour les sons qui composent leur langue, ce que les chercheurs appellent le **système phonologique**.

Chaque langue possède un ensemble de sons spécifiques appelés **phonèmes**. Un phonème est un son qui peut changer le sens d'un mot. Par exemple, en français, remplacer le son /s/ par /ʃ/ (le son "ch") change complètement le mot : "sa" et "chat" ne veulent pas dire la même chose. Pour bien comprendre les mots, les bébés doivent donc apprendre à distinguer très précisément ces contrastes de sons.

Mais toutes les langues ne distinguent pas les mêmes sons. Prenons un exemple bien connu : **les voyelles nasales** du français. Nous faisons naturellement la différence entre "an" (dans "maman"), "on" (dans "nom") et "un" (dans "brun"). Pourtant, dans beaucoup d'autres langues, ces différences

ne permettent pas de distinguer les mots. Pour un adulte qui apprend le français, ces sons peuvent donc être difficiles à percevoir et à produire correctement. Par exemple, un locuteur étranger aura du mal à distinguer ou à prononcer les mots "pain", "pont" et "paon" : ce n'est pas un manque d'attention, mais simplement parce que, dans sa langue maternelle, ces différences ne sont pas essentielles.

Les bébés doivent donc découvrir très tôt quels sons sont importants dans leur langue. Au cours de leur première année de vie, ils deviennent progressivement plus sensibles aux contrastes utiles dans leur environnement et moins sensibles à ceux qui ne servent pas à distinguer des mots autour d'eux : **ils se spécialisent dans les phonèmes de leur langue.**

Mais apprendre la **phonologie** d'une langue, ce n'est pas seulement distinguer des sons : c'est aussi apprendre comment ils peuvent se combiner et la position qu'ils peuvent occuper dans les mots. Par exemple, en français, un mot peut commencer par "tr" ("très") mais pas par "rt" →

alors qu'un mot peut se terminer par "tr" ("notre") ou "rt" ("carte"). On appelle ça la **phonotactique**. Elle influence fortement notre perception de la parole et chaque langue a ses propres **propriétés phonotactiques**. Lorsqu'un adulte entend une combinaison de sons inhabituelle dans sa langue, il peut inconsciemment la modifier pour qu'elle corresponde davantage à ses habitudes. Par exemple, face à un mot étranger commençant par un groupe de consonnes inhabituelles, un francophone peut avoir tendance à insérer une petite voyelle pour en faciliter la perception. Ce phénomène est appelé une "réparation" : **notre cerveau ajuste ce qu'il entend pour que cela ressemble davantage aux mots de notre langue**.

Les bébés, eux aussi, apprennent très tôt **ces régularités phonotactiques**. Dès la première année de vie, ils deviennent sensibles aux combinaisons et aux positions de sons les plus fréquentes de leur langue. Ces connaissances les aident à repérer les mots dans le flot continu de parole qu'ils entendent chaque jour et soutiennent l'acquisition des mots chez les bébés.

L'étude au Babylab :

Dans ce contexte, nous avons voulu comprendre comment les bébés apprennent à la fois à distinguer des sons (**acquisition de phonèmes**) et à reconnaître les combinaisons typiques de leur langue (**acquisition phonotactique**). Pour cela, nous avons étudié des bébés de 9 mois, grandissant dans un environnement monolingue, apprenant le français ou l'allemand.

Pour ce faire, nous nous sommes intéressés aux débuts de mots contenant soit le son /s/ soit le son /ʃ/ (le son "ch"). Ces sons sont particulièrement intéressants pour deux raisons. D'une part, ils sont très fréquents en français comme en allemand, mais relativement **difficiles à distinguer** pour les bébés, contrairement à d'autres types de sons. **Ils représentent donc un contraste courant mais exigeant pour les tout-petits**. D'autre part, leur distribution en début de mot diffère fortement entre les deux langues. En français, les débuts en /s/ + consonne (comme dans "structure") sont **fréquents**, alors que les débuts en /ʃ/ + consonne **n'existent pas**. En allemand, c'est l'inverse : les débuts en /ʃ/ + consonne sont **très courants**, comme *Str-* (par exemple dans "Straße", qui se prononce "chtrasse") ou *Schr-* (comme dans "Schränk"), tandis que les débuts en /s/ + consonne sont **absents** en début de mot. Ces différences font de ces sons un terrain idéal pour examiner comment les bébés s'adaptent aux régularités phonotactiques propres à leur langue.

Pour savoir si les bébés sont sensibles à ces régularités, nous avons utilisé la méthode du "regard préférentiel" (**Figure 1**). Concrètement, le bébé est assis sur les genoux de l'un de ses parents. Une petite lumière s'allume sur le côté. Lorsqu'il tourne la tête vers cette lumière, une liste de mots inventés est diffusée. Tant qu'il regarde la petite lumière, les sons continuent. Ainsi, le temps de regard, correspondant au temps d'écoute, nous indique quels sons retiennent davantage l'intérêt du bébé.

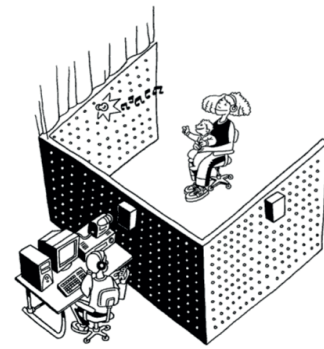


Figure 1 : Illustration de la méthode du regard préférentiel (Polka, 2002)

Dans **une première expérience**, nous avons présenté des mots inventés qui commençaient soit par **/s/ + consonne**, soit par **/ʃ/ + consonne**. Les résultats montrent que **les bébés français** écoutent plus longtemps les combinaisons typiques du français (soit les mots commençant par **/s/ + consonne**). **Les bébés allemands**, en revanche, ne montrent pas de préférence significative (**Figure 2**) - contrairement à ce qui était attendu. En effet, nous avons fait l'hypothèse que les enfants allemands écouteraient plus longtemps les mots en **/ʃ/ + consonne**, c'est-à-dire les combinaisons typiques de l'allemand.

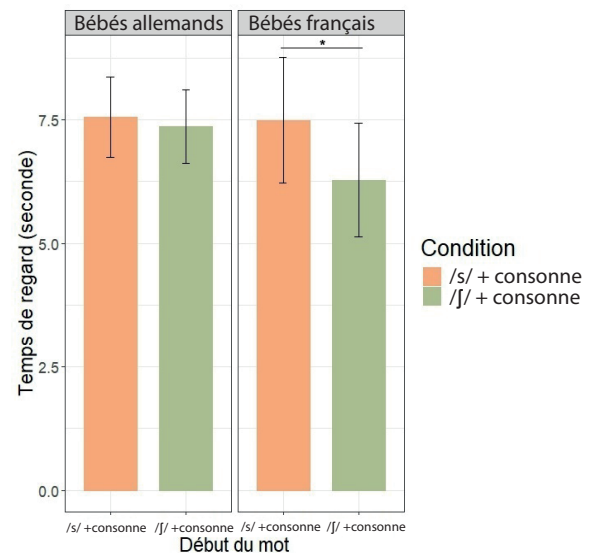


Figure 2 : Moyennes des temps de regard/d'écoute des bébés de 9 mois pour les mots commençant par **/s/ + consonne** et les mots commençant par **/ʃ/ + consonne**. (* : différence significative entre les deux)

Dans **une deuxième expérience**, nous avons étudié un cas plus subtil : non plus des combinaisons possibles ou impossibles, mais **des combinaisons plus ou moins fréquentes** dans chaque langue. Les mots inventés commençaient, cette fois, par /s/ + voyelle ou par /ʃ/ + voyelle. En français, les deux existent, mais les mots commençant par /s/ sont **plus fréquents**. En allemand, les mots commençant par /ʃ/ sont beaucoup **plus courants**. Là encore, les résultats varient entre bébés français et bébés allemands : **les premiers se montrent sensibles à ces régularités tandis que les seconds ne présentent pas de préférence**.

Nous nous sommes alors demandés pourquoi les bébés français sont sensibles aux régularités de l'expérience, alors que les bébés allemands ne montrent pas cette sensibilité. Il est possible que cela vienne d'une capacité différente à distinguer le contraste /s/ - /ʃ/ dans les deux langues : les bébés français distingueraient les deux sons alors que les bébés allemands auraient plus de difficulté à le faire.



Pour répondre à cette question, nous avons mené une troisième expérience en utilisant la méthode d'habituation avec fixation centrale (**Figure 3**). Lors de cette procédure, le bébé regarde un écran placé devant lui et entend plusieurs répétitions de la même syllabe : dans notre cas, soit "sa, sa, sa, sa", soit "cha, cha, cha, cha". Progressivement, son intérêt diminue : il s'habitue. Une fois habitué, la phase de test commence. Ainsi, le bébé entend, lors des essais "**identiques**", des répétitions de la syllabe à laquelle il a été habitué ("sa, sa, sa, sa" ou "cha, cha, cha, cha") et, lors des essais "**nouveauté**", une alternance de ces deux syllabes ("sa, cha, sa, cha"). Si le bébé perçoit la nouveauté due au changement de syllabes, cela provoque un regain d'intérêt, mesuré par une augmentation du temps de regard lors des essais "**nouveauté**".



Figure 3 : Illustration de la méthode d'habituation avec fixation centrale. (Goskun, 2011)

C'est exactement ce que nous avons observé chez les bébés français : lors des essais "**nouveauté**", leur intérêt augmentait significativement comparé aux essais "**identiques**", indiquant une capacité à distinguer les deux sons. En revanche, chez les bébés allemands, nous n'avons pas observé de réaction significative au changement de son (**figure 4**).

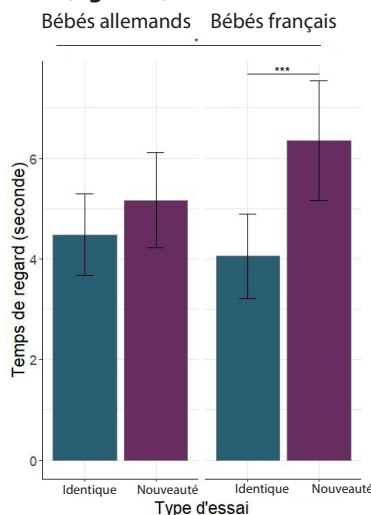


Figure 4 : Résultats expérience 3
 * petite différence significative entre les bébés allemands et français
 *** grande différence significative entre le type d'essai chez les bébés français

Conclusion et perspective :

Dans l'ensemble, ces résultats suggèrent que, dès 9 mois, les bébés français distinguent clairement les phonèmes /s/ et /ʃ/ et sont sensibles aux régularités phonotactiques de leur langue. Les bébés allemands, dans nos conditions expérimentales, ne montrent pas la même sensibilité à cet âge. La question qui se pose maintenant est de savoir comment expliquer ces différences entre les bébés français et allemands.

En français, remplacer /s/ par /ʃ/ change très souvent le sens d'un mot (par exemple "sa" vs. "chat", "sac" vs. "chaque", etc.). **Ce contraste sert donc fréquemment à différencier des mots, et ce, notamment lorsqu'il est placé en début de mot.** En allemand, en revanche, ce contraste sert beaucoup moins souvent à distinguer des mots différents et n'en discrimine aucun lorsque placé en début de mot. Il est donc possible que les bébés deviennent particulièrement attentifs aux contrastes sonores qui servent à différencier de nombreux mots du vocabulaire, surtout dans des positions stratégiques comme le début du mot.

Si cette hypothèse est correcte, cela signifierait que l'apprentissage des sons n'est pas seulement une question de traitement des propriétés acoustiques. Il pourrait aussi être influencé par la structure même du vocabulaire et par les régularités phonotactiques de la langue : les bébés apprendraient plus rapidement les contrastes qui "comptent" davantage pour distinguer les mots de leur langue.

Autrement dit, dès la première année de vie, **l'acquisition phonologique** pourrait déjà être sensible à certaines propriétés lexicales. Nos résultats suggèrent ainsi que, dès 9 mois, l'apprentissage des sons pourrait être lié à la structure même du vocabulaire entendu chaque jour, comme si les bébés construisaient simultanément les bases de la phonologie et celles du lexique. À ce stade, il s'agit d'une hypothèse fascinante, mais qui devra être confirmée par d'autres études, dans d'autres laboratoires et avec d'autres langues. La recherche scientifique progresse grâce à ces efforts collectifs et c'est précisément grâce à la participation des familles que nous pouvons faire avancer ces questions !


A bientôt dans notre prochain numéro !

Vous souhaitez participer à nos recherches ?
 Vous avez des questions ?

Contactez - nous !

 incc-contact.labobb@services.cnrs.fr

Vous voulez en savoir plus sur les projets du Babylab ?
 N'hésitez pas à visiter notre site web :

 <https://babylab.incc-paris.fr/>

 ou notre page facebook :
www.facebook.com/INCCbabylab



45 rue des Saints-Pères
 75006 Paris
 Saint-Germain-Des-Prés
 01 76 53 10 37

