

NeuroKids'Lab

Newsletter de rentrée

Chères familles, chers collaborateurs,

Voici notre newsletter de rentrée avec le plein de nouveautés sur le cerveau des bébés et plein de nouveaux projets ! Nous tenons avant tout à remercier tous nos petits chercheurs en herbe ! Ainsi bien sûr que leurs parents, grands-parents, assistantes maternelles, frères et sœurs, qui ont eu la gentillesse de les accompagner.

Le NeuroKids'Lab à la maison des maternelles !

Le 10 mai dernier, une équipe est venue réaliser un petit reportage au sein de notre laboratoire et a interviewé plusieurs membres de l'équipe.



Retrouvez l'intégralité de l'émission du 14/05/2019 avec entre autre l'intervention de Ghislaine Dehaene-Lambertz sur le cerveau des bébés, le reportage à Neurospin et également un reportage tourné avec nos collègues du babylab de l'école normale supérieure à Paris.

Retrouvez aussi l'intervention de Catherine Guegen, pédiatre prônant la bienveillance et l'empathie chez le tout petit et auteure de livres sur l'apport des neurosciences affectives sur le développement et l'éducation des enfants.

→ https://www.youtube.com/watch?v=ZANe_mjAXM

et dans les médias

Comprendre le développement du cerveau des bébés

Ghislaine Dehaene-Lambertz était sur France Inter le 24/08 dernier

<https://www.franceinter.fr/emissions/les-savanturiers/les-savanturiers-24-aout-2019>

Voici quelques résultats de nos études récentes : Chez les bébés

Les représentations phonétiques sont décodables dans le cerveau des bébés !

La parole est un signal acoustique très variable, variant avec chaque locuteur et chaque circonstance. Pour comprendre ce qui est dit, la toute première et nécessaire opération du cerveau est l'extraction d'unités stables et invariables : les phonèmes.

Prenons l'exemple de la consonne « b » : peu importe qu'il soit prononcé par une petite fille ou un homme âgé, peu importe s'il est chuchoté chanté ou crié, peu importe quelle voyelle le précède ou le suit, notre cerveau va toujours le reconnaître comme un « b ». Chaque phonème est défini par des paramètres, les **caractéristiques phonétiques** qui décrivent les manipulations articulatoires utilisées pour sa production. Certaines caractéristiques concernent la **manière d'articuler** (e.g. occlusion complète (obstruants) ou partielle (sonores) de la cavité orale). D'autres spécifient la **place d'articulation** (e.g. les labiales sont produites avec nos lèvres, les alvéolaires avec le bout de la langue et les vélaire avec le corps de la langue). Les caractéristiques phonétiques sont très importantes car elles sont les plus petits éléments qui peuvent changer la signification d'un mot. Par exemple « bon » et « don » : « b » et « d » partagent la même manière d'articuler mais pas la même place d'articulation (labiale VS alvéolaire).

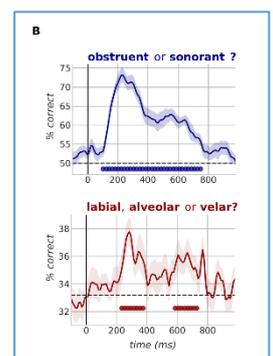
Afin d'extraire les caractéristiques phonétiques et de percevoir des phonèmes invariants, on pense que le cerveau adulte neutralise la variabilité des sons de la parole en reconstruisant les manipulations articulatoires produites par le locuteur. Par ex, tous les « b » sont différents sur le plan acoustique mais reflètent l'intention de prononcer la même consonne. Selon le consensus principal, parce que les enfants pré-verbaux ne savent pas articuler les sons de la parole, ils ne sont pas encore capables d'effectuer une telle reconstruction et traiteraient les sons de la parole comme n'importe quel son : en simple termes acoustiques.

A Neurospin, nous avons enregistré les réponses cérébrales de 25 bébés de 3 mois grâce à l'EEG pendant qu'ils écoutaient des stimuli audio impliquant de la parole. Nous avons choisi 5 caractéristiques phonétiques (2 manières et 3 places d'articulation) combinés dans 6 consonnes (*Fig A*) et nous les avons présentés dans de nombreuses conditions acoustiques variables : chaque consonne était associée à 2 voyelles alternatives (« i » et « o ») et produites par un locuteur masculin (-m) ou féminin (_f) avec différentes intonations.

A

		place of articulation					
		labial		alveolar		velar	
manner of articulation	obstruent	Bi-f	Bo-f	Di-f	Do-f	Gi-f	Go-f
		Bi-m	Bo-m	Di-m	Do-m	Gi-m	Go-m
	sonorant	Mi-f	Mo-f	Ni-f	No-f	GNI-f	GNO-f
		Mi-m	Mo-m	Ni-m	No-m	GNI-m	GNO-m

Selon le consensus général, la variabilité acoustique de ces stimuli aurait empêché nos bébés préverbaux de reconstruire les manières et les places d'articulation. Afin de découvrir si c'était vraiment le cas, nous avons utilisé des techniques de *machine learning* : nous avons employé des séries d'algorithmes (entraînés sur des courtes portions du signal cérébral) pour savoir si et comment les caractéristiques phonétiques étaient explicitement encodées dans le signal cérébral. Les algorithmes ont pu décoder de façon fiable à la fois la manière et la place d'articulation du stimulus entendu (*Fig B*).



Une telle performance nous montre que le cerveau des nourrissons préverbaux pouvait aller au-delà des différences acoustiques intriquées dans nos syllabes et extraire les éléments phonétiques invariants. Des analyses plus détaillées ont permis de montrer qu'après environ une demi seconde, les représentations neurales de la manière et de la place d'articulation étaient combinées afin d'obtenir le phonème ((obstruent+labial = « b »).

Ces résultats montrent que la **parole est traitée par le cerveau pré-verbal déjà d'une manière spéciale et dédiée même lorsque la connaissance motrice/articulatoire n'est pas encore disponible**. Comme ce n'est pas le cas pour d'animaux non verbaux, nous pensons que cette prédisposition linguistique est une habileté spécifiquement humaine pré-câblée.

Les capacités attentionnelles des bébés

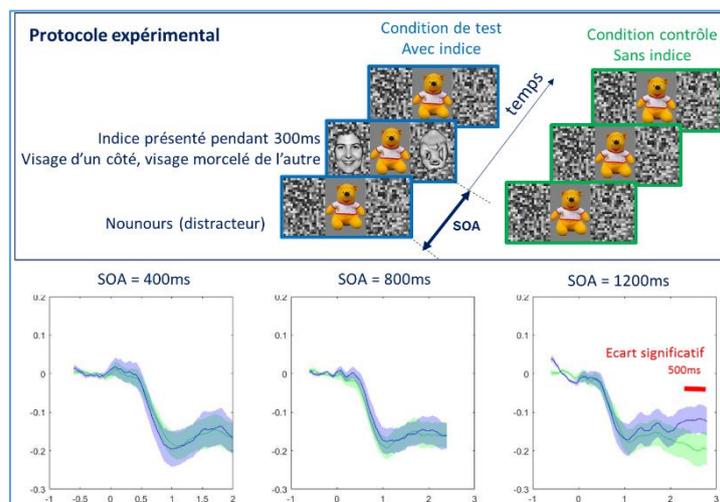
Dans une autre expérience, nous nous sommes intéressés au **clignement de l'attention**, à savoir notre incapacité à être attentif à une tâche quand nous sommes activement engagés dans une autre. Ce mécanisme important est-il présent dès le début de la vie ?

Pendant qu'un nounours est présenté au milieu de l'écran (première tâche distractive) à des nourrissons de 3 à 4 mois, un indice apparaît en périphérie après un délai variable, appelé SOA (seconde tâche). L'indice est composé d'un visage et d'un visage morcelé, chacun apparaissant de chaque côté de l'écran.

Nous avons enregistré les réactions visuelles de l'enfant à l'aide d'un oculomètre (eyetracker), ainsi que le signal électrique émis par le cerveau grâce à un filet d'électrodes en EEG. Les essais avec indice ont été comparés à des essais contrôles sans indice.

Dès l'apparition de l'indice, nous avons observé, au SOA le plus long, une augmentation de la taille de la pupille (cf Fig) et l'apparition en EEG d'une onde de type P400, caractéristique de la détection d'un objet. Ces variations n'étaient pas présentes au SOA le plus court.

Ainsi, des mesures concordantes démontrent qu'il existe vraisemblablement un délai de l'ordre d'une seconde pour que l'attention du nourrisson se déplace d'une tâche à la suivante.



Quelques Projets en cours et à venir

Chez les bébés

Nous menons actuellement une étude en EEG sur les **capacités de discrimination des quantités et des notes de musique !**

Sommes-nous nés avec un sens du nombre ? Alors que cette idée est défendue depuis de nombreuses années, elle a été récemment remise en cause par des données suggérant que les bébés pourraient simplement être équipés avec un sens général de la magnitude (« grand » VS « petit »). Pour notre étude actuelle, nous présentons aux nourrissons de 3 mois des séquences de notes afin d'étudier s'ils parviennent à représenter leur quantité « discrète » (numérosité approximative des sons à l'intérieur de la séquence) séparément de leurs propriétés continues (durée et fréquence).

En parallèle de notre étude du sens du nombre, nous souhaitons caractériser la perception musicale précoce : nous avons utilisé 4 notes de musique différentes jouées par 2 instruments (alto et violoncelle) afin d'analyser si et comment les bébés « traitent » la hauteur, la saturation, l'octave et le timbre.

Une autre étude concerne les capacités de catégorisation chez les bébés de 5 mois.

Dans cette étude, nous allons étudier comment les enfants apprennent des associations impliquant différents types de stimuli : plus précisément, si ils apprennent une représentation détaillée de chaque association ou bien si ils condensent/résument l'information en formant des catégories. Explorer ces aspects nous aidera potentiellement à comprendre comment les bébés construisent leurs connaissances si rapidement !

De plus, **nous étudierons également si la consolidation des apprentissages est favorisé par le sommeil / l'impact (l'effet) du sommeil sur la consolidation des apprentissages.**

- 1) les bébés de 5 mois verront 6 animaux appartenant à 2 catégories (oiseaux et grands mammifères) suivis soit par un rond, soit par une étoile avec différentes probabilités (PHASE D'APPRENTISSAGE OU DE FAMILIARISATION).
- 2) les bébés iront dans une chambre au calme, où ils pourront faire la sieste.
- 3) Enfin, les bébés seront à nouveau testés avec les mêmes stimuli que lors de la phase de familiarisation afin de mettre en place l'apprentissage (PHASE DE TEST).

Nous enregistrerons l'activité cérébrale en EEG pendant toute la durée de l'expérience et la pupillométrie pendant les phases d'apprentissages et de tests.

Une nouvelle étude a démarré chez les nouveaux nés à la maternité de PORT ROYAL.

Contrairement à la page écrite où les mots sont séparés par un espace, il n'y a aucun signe acoustique robuste et stable signalant la fin d'un mot. Comment un nourrisson qui n'a pas encore de mots peut-il donc découvrir les limites entre les mots? Selon Saffran et al (1996) les bébés utiliseraient les probabilités de transition entre les syllabes : si une syllabe A est souvent suivie d'une autre syllabe B, il y a de fortes chances pour qu'elles appartiennent au même mot, à contrario deux syllabes qui ne se suivent que rarement marquent probablement la limite entre deux mots. Saffran et ses collègues ont montré que c'était effectivement une stratégie possible chez des nourrissons de 8 mois. Ce résultat a été répliqué chez des nouveaux-nés en utilisant l'Electroencéphalographie (EEG). Notre étude porte sur cette **capacité du nouveau-né à découvrir les statistiques entre les syllabes dans des mots plus longs que précédemment (4 syllabes)**. Nous essayons aussi de **comprendre comment ces mots découverts sont mémorisés et si l'ordre des syllabes joue un rôle important.**

Chez les enfants

Le projet MALABI (financé par la fondation de France)

C'est un projet en collaboration avec Naama Friedman, une chercheuse d'Israël dont les travaux de recherche ont pour but **d'améliorer le diagnostic de dyslexie et comment aider les enfants dyslexiques**. Selon le Dr Friedmann, si la lecture est une habileté cognitive utilisant de nombreuses ressources et aires cérébrales, alors chacune de ces aires pourrait aboutir à des difficultés de lecture (et pas seulement la précision et la vitesse de lecture). Afin de tester cette hypothèse, elle a créé des tests avec des mots spécifiques afin de détecter des erreurs spécifiques. Par exemple, certains enfants peuvent avoir des difficultés à associer les lettres d'un mot dans le bon ordre. Ceci peut être testé avec des mots dans les lettres ont été échangé à l'intérieur (comme dans « lion » et « loin »). D'autres auront des difficultés à associer les lettres en mots. On peut alors faire lire des paires de mots avec une lettre d'un mot échangée avec un mot proche. La paire « bise – vase » sera alors lue « bise – base » Ces tests ont été traduits en français et ont été administrés à 149 élèves de collèges ce qui a permis d'obtenir des normes.

Des enfants dyslexiques ont également été testés dans des écoles publiques et à l'école spécialisée CERENE à Paris. Notre objectif était de voir si les erreurs spécifiques de lecture trouvées par Naama Friedman pouvait être également détectés chez les enfants dyslexiques français ; ce qui a été le cas. Ce projet va se poursuivre et nous espérons que nous pourrions développer des aides spécialisées.

Voici une conférence de Naama Friedmann au Collège de France, <https://www.college-de-france.fr/site/stanislas-dehaene/seminar-2015-02-10-11h00.htm>

Le Projet KALULU

(financé par le programme d'Investissements d'Avenir Action : "Innovations numériques pour l'excellence éducative" volet Espace de Formation, de Recherche et d'Animation Numérique (eFRAN)).



Grâce à la collaboration avec Manzalab (société créatrice de serious games) il y a déjà quelques années (projet ELAN), le laboratoire a pu élaborer **un jeu facile à utiliser pour apprendre les phonèmes et les capacités numériques précoces. Aujourd'hui c'est un jeu sur tablette appelé Kalulu.**

Pour la lecture, Kalulu suit une progression pédagogique enseignant les lettres aux enfants et leurs sons selon une structure claire et précise. La méthode est 100% décodable. Pour les mathématiques, les enfants apprennent à faire correspondre les quantités avec les nombres symboliques, décompter ainsi que la structure en base 10.

Ce projet a été créé en partenariat avec les académies de Nice et Poitiers. Lors de l'année scolaire 2018-2019, 50 classes de grande section ont pu tester Kalulu. 20 classes ont joué d'abord au jeu de maths puis au jeu de lecture ; 20 autres classes ont suivi l'ordre inverse. 10 classes contrôles n'ont pas joué du tout. Tous les enfants ont effectué un pré test, un test intermédiaire puis un post test. Notre hypothèse porte les progrès effectués par les élèves aux tests conformément au jeu utilisé en classe. Les progrès des enfants seront à nouveau suivis lors du CP.

En 2020, suite à l'analyse des résultats de cette intervention, l'application KALULU sera disponible gratuitement aux enseignants et aux parents. **Suivez les nouvelles de Kalulu sur notre site : <https://ludoeducation.fr/>**

Le projet BIEN JOUE

CEA Institut national de l'éducation Frédéric Joliot NeuroSpin

CEA Saclay - NeuroSpin-Bât 115
91191 Saclay-Yvette

Inserm

Bien Joué !

Comment mon cerveau apprend à l'école ?

Si votre enfant est en CP, venez aider nos chercheurs à mieux comprendre cela en participant à l'étude **Bien Joué !** sur les lettres, les nombres et la géométrie !

L'équipe de NeuroSpin vous accueillera un mercredi pendant environ 2h.

L'IRM, l'appareil photo de ton cerveau !

Pour s'inscrire :

Lien : <http://biodev.cea.fr/groomv/?subscription=1>
ou
Contact : participancs.neurospin@cea.fr
Responsable scientifique : Etude : Stanislas Denève

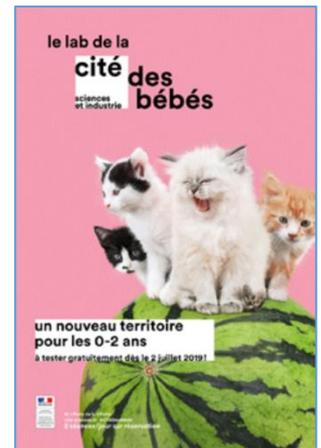
Info Bonus : Le Lab de la cité des bébés vient d'ouvrir ses portes !

Pour découvrir gratuitement un lieu expérimental pour les tout petits, venez visiter à la cité des sciences de la Ville :

« Un lieu qui favorise le développement cognitif des enfants de 0 à 2 ans en proposant des activités adaptées à leur rythme.

Tapis d'exploration, jouets, objets, livres... Cet espace ludique et chaleureux invite les fratries à se divertir autour de thématiques d'exploration et permet la rencontre entre familles et professionnel-le-s. »

➔ <http://www.cite-sciences.fr/fr/au-programme/expos-temporaires/le-lab-de-la-cite-des-bebes/>



Contact NEUROKIDSLAB

Vous pouvez nous contacter par mail à l'adresse suivante : neurokidslab@gmail.com et suivre notre actualité : <https://www.facebook.com/Neurokids-Lab-172981542818135/>

Et trouver d'autres infos sur le site internet du laboratoire : <https://moncerveaualecole.com/>.

Et nous avons encore et toujours besoin de nos chers petits collaborateurs donc n'hésitez pas à venir participer à nos études et à parler de nos recherches autour de vous !

***** LE NEUROKIDSLAB RECRUTE *****

Nous menons actuellement plusieurs études chez les bébés âgés entre 2 mois ½ et 6 mois

Venez nous voir !