NeuroKids'Lab

Newsletter de Janvier 2022

Chères familles, chers collaborateurs,

Voici notre newsletter de nouvelle année. Nous vous adressons tout d'abord tous nos meilleurs vœux, une merveilleuse année de belles découvertes !

Vous pourrez lire nos dernières découvertes scientifiques sur le cerveau des bébés et des enfants ainsi que nos études en cours ou à venir ! Nous tenons avant tout à remercier chaleureusement tous nos petits chercheurs en herbe et leurs parents que nous avons vu ces derniers mois à Neurospin ainsi qu'à la maternité d'Orsay !

ATTENTION, NOTRE ADRESSE MAIL A CHANGE

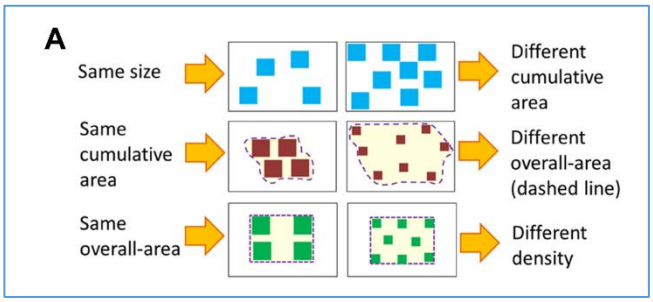
Vous pouvez désormais nous joindre à : neurokidslab@cea.fr

Voici quelques résultats de nos études récentes :

Chez les bébés

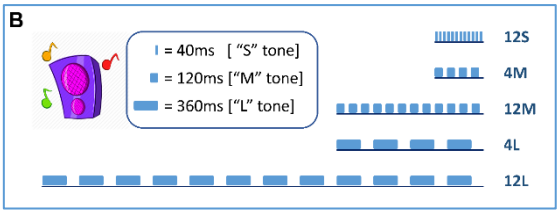
Les bébés de 3 mois savent distinguer les quantités !...

Nous utilisons tous les mathématiques dans notre vie de tous les jours, pour faire la monnaie dans un magasin, pour dire l'heure, pour choisir la file la plus courte au supermarché. La recherche suggère que le raisonnement numérique, essentiel pour notre fonctionnement, vient d'une capacité très basique qui est indépendante de la culture et de la langue: une capacité fondamentale d'estimer une quantité approximative d'items dans un ensemble sans les compter. Alors que de telles intuitions numériques sont communes à tous les adultes, leurs origines développementales sont pour l'instant méconnues. En fait, des études précédentes ont montrées que les bébés aussi jeunes que 6 mois pouvaient différencier des groupes d'objets composés de différents nombres d'items. Cependant ce n'est pas très clair de savoir si les bébés comparent ces groupes basés sur le nombre ou bien basés sur d'autres aspects non-numériques des quantités puisque les 2 sont inévitablement liés (Figure A)



Aujourd'hui, certaines théories suggèrent que notre sens du nombre est inné alors que d'autres maintiennent que les bébés peuvent seulement effectuer des jugements très généraux (de type "plus ou moins ") sans être capable de représenter les nombres indépendamment d'autres magnitudes parallèles.

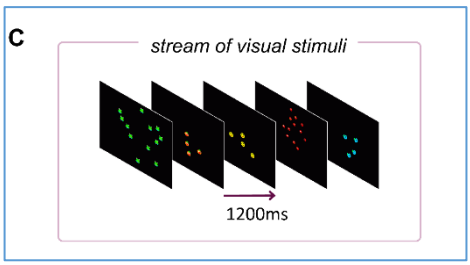
Dans notre expérience, des nourrissons de 3 mois ont écouté **des séquences composées soit de 4 sons, soit de 12 sons caractérisés par des durées et fréquences variables** (Figure B).Pendant ce temps, nous avons enregistré leurs réponses cérébrales grâce à de l'électroencéphalographie à haute densité.



Pour savoir si les nourrissons ont été capables d'estimer le nombre de tons dans les séquences, nous avons utilisé une technique basée sur l'intelligence artificielle. Plus précisément, nous avons entrainé des algorithmes de machine learning afin de différencier les réponses neurales 4 VS 12 à travers des sessions multiples. Dans chaque session, nous avons seulement inclus certaines des séquences présentées dans la figure B. Une fois l'apprentissage complété, nous avons testé si les algorithmes pouvaient deviner si c'était 4 ou 12 à partir des réponses neurales de séquences auditives non entraînées caractérisées par différentes caractéristiques quantitatives. Globalement cette stratégie nous a permis d'éviter de commettre des erreurs d'effets de fréquence et durée pour le traitement numérique.

Nous avons trouvé que **les nourrissons encodaient les nombres approximatifs des sons composant les séquences d'une manière automatique (ils étaient endormis !!) et indépendamment d'autres quantités non-numériques qui définissaient les stimuli** (telles que la fréquence et la durée).

Comment se fait-il que notre cerveau soit équipé avec un mécanisme primitif pour l'extraction de l'information numérique si précocement ? Après tout, à 3 mois et durant le sommeil, les nombres approximatifs ne semblent pas si pertinents à représenter… Nous pensons que les nombres puissent être spéciaux car c'est la seule quantité qui transcende les sens, le temps et l'espace (par exemple "4 doigts", "4 parfums", "4 sons" n'ont perceptivement rien en commun mais partagent le même concept numérique). Etant donné cette considération, nous nous sommes demandés si les représentations numériques de nos jeunes participants étaient en effet abstraites. Certains des bébés ont pu être exposés à des présentations visuelles d'objets colorés (figure C).



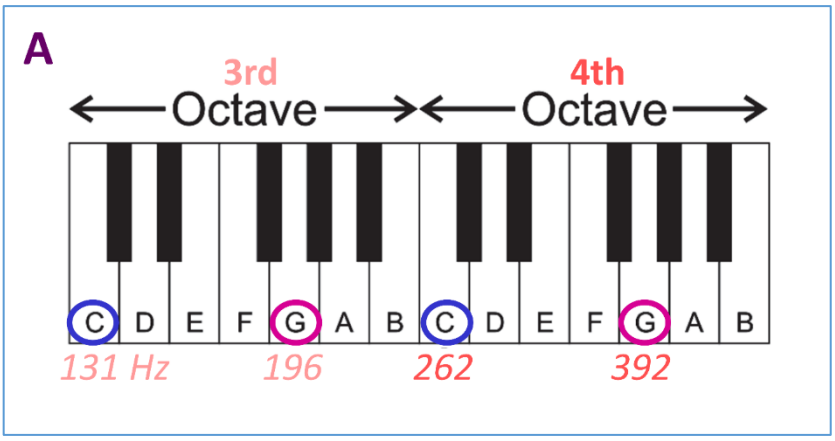
Dans ce cas 4 et 12 étaient présentés dans un format complètement diffèrent : l'information était vue et plus entendue; c'était distribué dans l'espace (donc en simultané) et plus dans le temps (donc en séquentiel) et pour finir les bébés étaient réveillés et non endormis. De façon surprenante, nous avons trouvé que nos algorithmes de machine learning entraînés à distinguer 4 et 12 à partir des réponses cérébrales aux séquences auditives étaient capables d'estimer si le bébé avait vu 4 ou 12 objets à partir des réponses cérébrales collectées lors de la tâche visuelle.

En conclusion, nous avons montré que **les très jeunes bébés extraient l'information numérique de l'environnement de façon automatique et ce indépendamment de sa modalité.**

➔ Vous pouvez aussi retrouver les détails de cette étude dans notre partie Résultats :
« Explorer les origines du nombre »

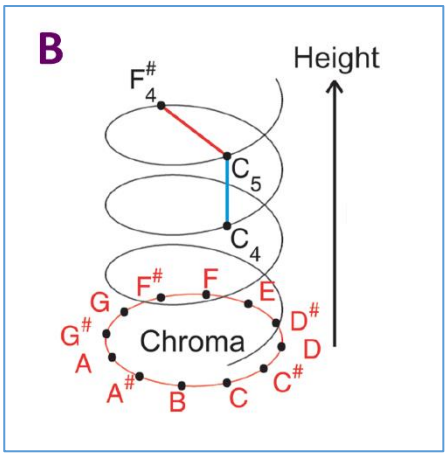
… et les notes de musique !

Notre expérience des *« tons »* musicaux est liée à la fréquence de répétition des ondes sonores qui atteint nos oreilles. Par exemple, lorsqu'on appuie sur les touches d'un piano en allant de la gauche vers la droite, la fréquence de répétition des ondes sonores qui sont produites augmente de façon linéaire (Figure A).

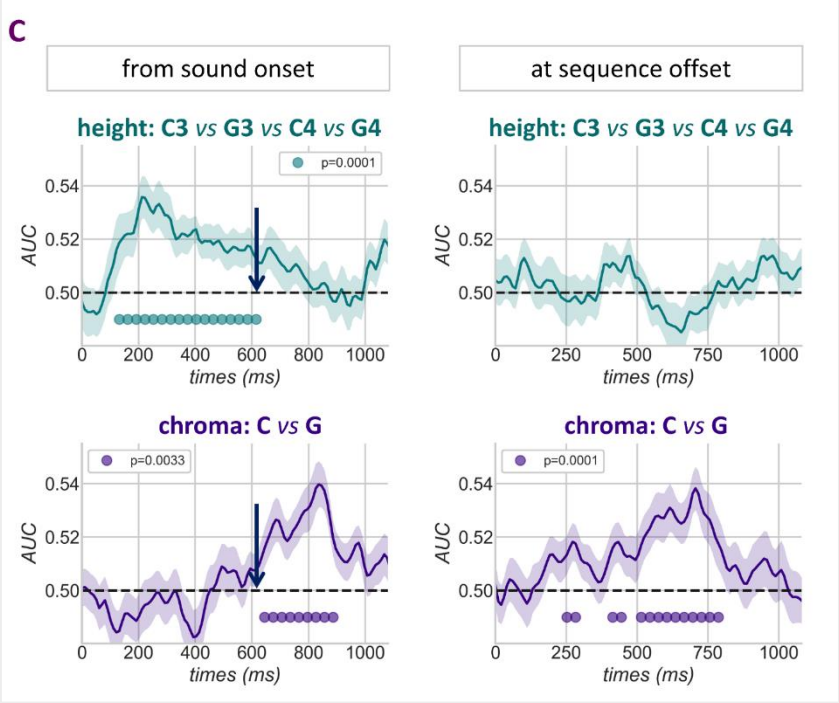


Par conséquent, **nous percevons des *tons* qui semblent de plus en plus hauts** à mesure que nous avançons sur le piano. Pourtant les ***notes* musicales qui sont issues via ce processus reviennent de façon cyclique à l'intérieur de chaque octave**. Curieusement, les notes qui portent le même nom (*C* correspond à "*DO*" en français, G correspond à « *SOL* ») sont caractérisées par différentes fréquences dépendant de leur octave mais malgré cela, elles sont perçues de façon très similaire. Ce phénomène appelé " l'équivalence d'octave" et il est utilisé par toutes les échelles musicales qui existent ou qui ont existé dans le passé.

En prenant en compte toutes ces considérations, les psychologues décrivent le ton musical comme composé de **2 dimensions** (Figure B) : une première **linéaire** (*hauteur*) et l'autre **cyclique** (« *chroma* » ou la qualité ou la couleur du son). En ce qui concerne cette dernière, il existe une controverse depuis plus de 2 siècles. Selon certains auteurs, *chroma* correspond à un attribut basique perceptuel du son provenant de contraintes biologiques. Selon d'autres auteurs, nous apprendrions à reconnaître les mêmes notes à travers les octaves grâce à l'éducation musicale. En d'autres termes, « *chroma* » est considérée par ces derniers auteurs comme une composante de haut niveau secondaire à l'exposition à la musique occidentale, exigeant de l'attention et de l'apprentissage dans le but d'être traité.



Afin de résoudre ce débat, **nous avons exposé des bébés de 3 mois à des séquences de sons d'orchestre répétés couvrant 4 "*hauteurs*" et 2 "*chromas*"** (cf Figure A). Alors que les bébés étaient pour la plupart du temps endormis, nous avons collecté leurs réponses cérébrales avec de l'électroencéphalographie à haute densité et nous avons analysé les données avec des techniques d'intelligence artificielle ("*machine learning*"). Nous avons constaté que **les nourrissons traitaient les tons musicaux le long de deux dimensions** : *hauteur et chroma.* Plus spécifiquement, nous avons observé que la fréquence particulière des notes (*hauteur*) pouvait être reconstruite juste après le début des sons (Figure C).



Après environ 600ms, le cerveau du nourrisson retire l'information relative à la hauteur et traite la représentation du "*chroma* " (qui est donc l'identité de la note indépendamment de la fréquence de répétition du son (donc de l'octave)). Par ailleurs, nous avons dé couvert que les bébés continuaient de représenter le *chroma* (mais pas la *hauteur*) à travers les séquences auditives et même lorsque les sons avaient stoppé.

En conclusion, nous avons démontré que la *hauteur* et le *chroma* constituaient des principes d'organisation fondamentaux de la perception auditive observables dès les premiers mois.

Afin de contribuer au débat mentionné plus haut, le fait que le ***chroma*** soit traité par des cerveaux pré-verbaux durant le sommeil suggère que **cet attribut constitue un aspect fondamental du son** plutôt qu'une composante de haut niveau (et donc exigeante sur le plan cognitif) lié à la culture. Pour aller plus loin, nous proposons que les deux dimensions sont traitées à des temps différents, ceci étant dû à leur fonction différente : alors que la *hauteur* fournit de l'information sur la source du son (violon VS violoncelle), le *chroma* fait passer le message (e.g. il définit la mélodie) et pour cette raison a besoin d'être traqué dans le temps de façon continue.

➔ Vous pouvez aussi retrouver les détails de cette étude dans notre partie Résultats :
« La perception des tons musicaux dès les premiers mois de vie »

Quelques Projets en cours …

Chez les bébés

Pour connaître nos études en cours, c'est par ici :
https://moncerveaualecole.com/nos-etudes-eeg-chez-le-bebe-en-2021-2022/

Chez les enfants

Testez le niveau de lecture de votre enfant en découvrant notre nouveau jeu : LE PIEGE A MOTS !

Le piège à mots est un jeu rapide et amusant pour tester son niveau de lecture. **En ligne et entièrement gratuit**, sur téléphone ou sur ordinateur, il permet de mesurer l'acquisition des mécanismes fondamentaux de la lecture en 5 à 10 minutes seulement !

L'enfant/ l'élève obtient un retour immédiat sur ses performances de lecture et ses erreurs.

Pour jouer, c'est par ici : https://moncerveaualecole.com/le-piege-a-mots/

Nous avons particulièrement besoin de données chez les collégiens 5ème, 4ème, 3ème ;-)

Mais aussi chez les adultes….

A Neurospin

Vous aussi, parents, collègues saisissez la chance de participer à une expérience scientifique unique et nous aider à comprendre les mécanismes cérébraux sous-jacents aux grandes fonctions cognitives comme le langage, la mémorisation, ….

Au sein du laboratoire UNICOG (lien) auquel le NeuroKidsLab est rattaché, nous avons plusieurs **études en cours en IRM et en MEG.**

Vous retrouverez la description des études ici et le lien pour s'inscrire.

Les petits plus à découvrir/ ressources supplémentaires

Les 1000 premiers jours

En septembre 2019 a été constitué un comité d'experts sur les 1000 premiers jours afin d'aider et d'accompagner les parents et de réduire les inégalités.
Il existe un site internet à destination des parents et abordant des thématiques variées autour de l'arrivée d'un bébé :

- Devenir parent
- Agir sur son environnement
- Etre accompagné
- Découvrir son enfant

Découvrez Le site des 1000 premiers jours !

Un rapport, beaucoup plus riche, a également été publié le 8 mars 2000 qui permet de rassembler l'ensemble des conclusions du comité vous pouvez le télécharger ici.

L'apprentissage des mathématiques en maternelle

Le CSEN a publié une note présentant les derniers résultats en sciences cognitives qui peuvent nous informer sur l'enseignement des mathématiques en maternelle.

Ces résultats incitent à utiliser le jeu et la construction d'objets matériels. L'idée est de faire découvrir aux enfants les nombres mais aussi les formes, les mesures, l'espace, la logique… toutes LES mathématiques avec comme moyens :

- Différents jeux, supports et contextes
- En enseignant le vocabulaire spécifique des mathématiques
- En proposant des évaluations régulières
- En suivant une progression pédagogique en lien avec la trajectoire cognitive développementales des enfants.

➔ Pour télécharger la note

SEMAINE DU CERVEAU

La semaine du cerveau se déroulera **du 14 au 18 mars 2022**. De multiples évènements et manifestations sont organisés dans toute la France.

Ne manquez pas la semaine du cerveau à Neurospin. Profitez des conférences grand public sur les dernières recherches sur le cerveau !
Institut des sciences du vivant Frédéric Joliot - La Semaine du Cerveau 2022 à NeuroSpin (cea.fr)

Nous espérons pouvoir être présents à la Cité des Bébés lors de la semaine du cerveau, on vous en dit plus très bientôt!

Contact NEUROKIDSLAB

neurokidslab@cea.fr (attention nouvelle adresse)

https://www.facebook.com/Neurokids-Lab-172981542818135/

https://twitter.com/NeuroKidsLab

https://moncerveaualecole.com/.

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

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 !

Les bébés âgés entre 2 mois ½ et 6 mois
Les adultes ;-)