

# Equipe Cerveau, Comportement et Apprentissage

Brain Behavior and Learning Lab — CNRS

*Bbl-lab.com*

## NEWSLETTER

Mars 2016



### SOMMAIRE

1. Le mot des chefs d'équipe
2. Qu'en est-il de nos recherches ?
3. Qu'en est-il de la dyscalculie ?
4. Comment aider la recherche ?



Chers parents et amis de l'équipe BBL,

C'est avec un immense plaisir que nous vous adressons la toute première newsletter de l'équipe.

Celle-ci sera semestrielle et vous permettra de suivre nos actualités, découvrir nos premiers résultats et vous tenir au courant de nos activités vis-à-vis du grand public.

Equipe dirigée par:

**Jérôme Prado,**

Neuroscientifique au  
CNRS

**Marie-Line Gardes,**

Chercheuse en didactique  
des mathématiques à  
l'université Lyon 1



**BBL**

➔ L'équipe est fière de vous  
présenter son nouveau Logo !

➔ Journée « Portes Ouvertes » au laboratoire le 15 Juin  
(programme bientôt disponible sur <http://l2c2.isc.cnrs.fr>)

*Institut des Sciences  
Cognitives Marc Jeannerod,  
67 boulevard Pinel à Bron*

## Le mot des chefs d'équipe

Bonjour à tous,

2015 a été une année particulièrement riche pour nous. Nous avons tout d'abord accueilli au sein de l'équipe une chercheuse spécialiste de l'apprentissage des mathématiques à l'école primaire, Marie-Line Gardes. Ce recrutement témoigne de notre volonté d'élargir notre recherche en neurosciences et psychologie vers le domaine de l'éducation. Marie-Line, qui devient co-responsable de l'équipe, va nous permettre de collaborer étroitement avec l'école supérieure du professorat et de l'éducation (ESPE) de Lyon afin de développer des projets innovants autour de l'apprentissage des maths à l'école. Elle vous en dit plus ci-dessous. Nous avons ensuite diffusé avec succès nos résultats à la communauté scientifique internationale, avec pas moins de quatre articles scientifiques publiés dans des revues telles que *Human Brain Mapping* ou *Cognition*. Nous avons également présenté ces résultats dans la plus grande conférence de neurosciences

au monde, *Society for Neuroscience*, qui avait lieu à Chicago en Octobre. Enfin, nous nous sommes également impliqués dans des activités de vulgarisation, comme en témoigne notre participation au(x) Laboratoire(s) art-science à Saint-Priest.

Bref, nous espérons que cette newsletter vous permettra de mieux nous connaître et de découvrir les résultats issus de nos recherches. Et bien sûr nous vous adressons un immense merci pour votre contribution à ces recherches. Sans vous, nos études ne pourraient tout simplement pas exister. Votre aide est indispensable pour faire avancer notre compréhension du cerveau et de ses troubles. Nous vous souhaitons une bonne lecture !



**Jérôme Prado**

**Chargé de recherche au CNRS**

Bonjour à tous,

Venant d'être recrutée dans l'équipe, je vais d'abord me présenter avant de développer brièvement nos projets concernant des recherches conjointes en neurosciences cognitives et éducation.

Je suis docteure en didactique des mathématiques (discipline qui s'intéresse à l'acquisition et la transmission des connaissances mathématiques) et spécialiste de l'apprentissage des mathématiques par la résolution de problèmes. Je suis également formatrice d'enseignants du premier et du second degré à l'École Supérieure du Professorat et de l'Éducation (ESPE) de Lyon. J'ai été recrutée en septembre 2014 dans l'équipe BBL dans une perspective d'enrichir les recherches existantes sur l'apprentissage des mathématiques en neurosciences cognitives avec un regard nouveau et spécifique, celui du monde de l'éducation.

### ***Des recherches conjointes en neurosciences cognitives et éducation***

A l'entrée dans le laboratoire, ma réflexion s'est donc centrée sur ce que peut apporter un regard croisé en neurosciences cognitives et en éducation aux re-

cherches sur l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques. Au sein de l'équipe, nous pensons que ces recherches vont être bénéfiques aux deux disciplines. Pour le milieu de l'éducation, les neurosciences et la psychologie peuvent permettre d'identifier des approches pédagogiques qui seraient plus efficaces pour l'apprentissage de certaines notions fondamentales et indiquer des actions pédagogiques à expérimenter et tester dans les classes. En retour, pour les neurosciences cognitives, l'apport des recherches en éducation et plus spécifiquement en didactique des mathématiques, serait la possibilité d'étudier certains processus d'apprentissage dans des situations réelles et complexes de classe, notamment en contrôlant certains paramètres liés au contexte spécifique de l'enseignement. Pour rendre possible de telles études, nous avons pour projet de mener des recherches conjointes, en neurosciences et en didactique des mathématiques, en particulier en croisant les méthodologies des deux disciplines.

Recherches à suivre dans les prochains numéros !



**Marie-Line Gardes**

**Maître de conférences à l'Université  
Lyon 1**

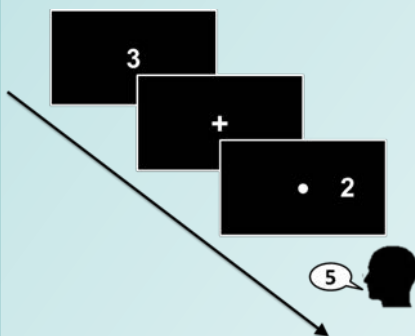
## A vos marques ... Prêts ... Calculez!

Si l'on vous demande « *Combien font  $3 + 2$  ?* », vous répondrez sans aucun doute « 5 »! Mais comment êtes-vous parvenus à ce résultat ? Si les jeunes enfants vont s'aider de leurs doigts, la majorité des adultes dira que la réponse est dans leur tête et qu'ils la connaissent *par cœur*. Mais est-ce vraiment le cas ? Et si nous calculons, sans même nous en rendre compte? Une étude au laboratoire s'est penchée sur la question.

S'il est vrai qu'à l'école, les multiplications à un chiffre sont apprises par cœur, l'apprentissage des additions et des soustractions simples, s'appuient dans un premier temps sur des procédures de calcul, comme le comptage. Les résultats de ces opérations seraient alors mémorisés progressivement avec la pratique répétée du calcul mental. Il existe pourtant une autre possibilité... De nombreux travaux en sciences cognitives ont démontré que nous aurions tendance à nous imaginer les nombres de manière ordonnée dans l'espace, le long d'une ligne mentale numérique avec les petits nombres à gauche et les grands nombres à droite. Une poignée de chercheurs a alors suggéré que résoudre une addition ou une soustraction pourrait revenir à déplacer notre attention vers la droite ou la gauche de cette ligne mentale. C'est l'hypothèse que nous avons voulu tester dans notre étude.

Nous avons demandé à 56 adultes de résoudre des additions, des soustractions et des multiplications très simples (par exemple :  $3+2$  ;  $3-2$  ;  $3\times 2$ ...). Les opérations étaient présentées sur un écran: le premier chiffre apparaissait, puis il était remplacé par le signe de l'opération (+, - ou  $\times$ ) qui était à son tour remplacé par le deuxième chiffre. Tandis que le premier

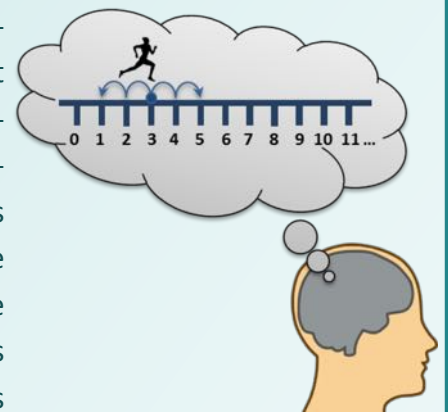
chiffre et le signe apparaissaient au centre, le deuxième chiffre était lui présenté soit à droite, soit à gauche de l'écran. Si les participants déplacent réellement leur attention pour résoudre des opérations,



**« Résoudre une addition ou une soustraction pourrait revenir à se déplacer mentalement sur une ligne numérique »**

alors ils devraient être plus rapides à détecter le deuxième chiffre lorsqu'il s'affiche du côté où ils ont déplacé leur attention. Nos résultats montrent en effet que les participants étaient plus rapides pour résoudre les soustractions lorsque le deuxième chiffre était présenté à gauche, alors qu'ils étaient plus rapides pour résoudre les additions lorsque le deuxième chiffre était présenté à droite. Toutefois, aucune différence n'a été mise en évidence pour les multiplications. Cela semble indiquer que les additions et soustractions simples ne seraient peut-être pas retenues par cœur en mémoire comme les multiplications. A l'inverse, nos résultats soutiennent l'hypothèse que les additions et les soustractions impliquent des mouvements attentionnels orientés le long d'une ligne mentale numérique.

Mais alors, pourquoi les adultes ont-ils l'impression de connaître *par cœur* le résultat des additions et soustractions très simples? Une explication possible, est qu'avec la pratique répétée du calcul mental, plutôt que de mémoriser les résultats des additions et soustractions simples, les procédures de calcul pourraient s'internaliser sous la forme de déplacements attentionnels. Résoudre une addition ou une soustraction reviendrait alors à courir mentalement sur une frise numérique. Progressivement, nous pourrions devenir des athlètes ultra-entraînés à cette course aux nombres ; une course tellement rapide qu'elle deviendrait automatique et inconsciente, nous laissant croire que ces résultats sont récupérés dans notre mémoire. Cette première étude soulève de nouvelles questions quant aux mécanismes qui supportent l'apprentissage de l'arithmétique élémentaire chez l'enfant. D'autres études, chez l'adulte et l'enfant, sont en cours au laboratoire pour tenter de confirmer nos hypothèses.



**Romain Mathieu**  
Doctorant en Neurosciences Cognitives  
Université Lyon 1

# Qu'en est-il de nos recherches?

## Mieux comprendre le raisonnement déductif avec la neuro-imagerie

Dans nos conversations du quotidien, on est confronté à des informations que l'on doit recouper pour comprendre le message de notre interlocuteur. Par exemple, si on demande à quelqu'un « tu préfères le café ou le thé ? » et que la réponse est « je n'aime pas le café », on en déduit de façon certaine que notre interlocuteur préfère le thé. Ce processus qui consiste à générer une conclusion certaine à partir d'informations existantes est appelé «raisonnement déductif ». On effectue cela très souvent dans la journée.

Pourtant, nous connaissons très peu de choses sur l'activité du cerveau liée au raisonnement déductif dans un contexte quotidien. Le but de notre étude, réalisée entre l'automne 2013 et l'hiver 2015, était de mieux connaître chez l'enfant l'activité cérébrale liée au raisonnement déductif lors de la compréhension d'une histoire. Nous avons utilisé la technique de l'Imagerie par Résonance Magnétique fonctionnelle (IRMf). Au total, 29 enfants droitiers de 8 à 14 ans ont participé à cette étude. Les participants sont venus à deux reprises : une première fois pour faire quelques exercices standardisés et découvrir le principe de l'IRM et une seconde fois pour la session d'IRMf. Les enfants devaient lire de courtes histoires qui se terminaient toutes par une question. La réponse à la question était donnée grâce à des manettes-réponse compatibles avec l'IRM et nous permettait de vérifier que les participants étaient attentifs tout au long de l'expérience.

**Le processus qui consiste à générer une conclusion certaine à partir d'informations existantes est appelé «raisonnement déductif »**

Une partie des histoires se présentait sous la forme suivante :

*Marc est en train de préparer ses vacances en Italie.*

*Il a trois possibilités pour s'y rendre :*

*En train, en moto ou en voiture.*

*Sa voiture ne roule plus car elle est tombée en panne hier.*

*De plus, il n'utilise jamais sa moto pour partir en vacances.*

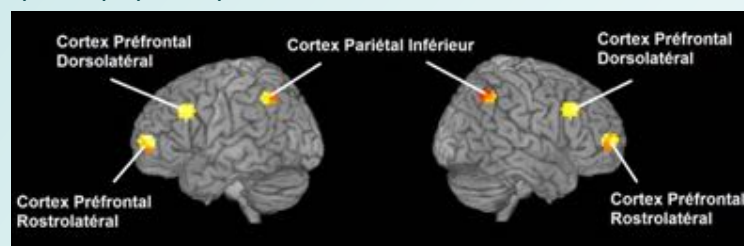
*Marc se dit : « Je vais y aller en train. »*

*Il est content d'être enfin en vacances.*

**« Au total, 29 enfants droitiers de 8 à 14 ans ont participé à cette étude. Les enfants devaient lire de courtes histoires ».**

Avant même la fin de l'histoire, le lecteur conclut spontanément que Marc n'a plus qu'une possibilité pour aller en Italie : prendre le train. En effet, deux des trois possibilités sont éliminées, ce qui permet au participant de déduire qu'il n'y a plus qu'une possibilité valide. Le reste des histoires contenait le même nombre de phrases et un nombre de mots équivalent, mais il n'y avait aucune déduction à faire.

Nous avons trouvé que des régions du cortex préfrontal et du cortex pariétal (figure ci-dessous) étaient plus activées pour les histoires qui impliquaient des déductions par rapport aux histoires qui n'impliquaient pas de déductions.



De plus, l'activation liée au raisonnement déductif ne changeait pas avec l'âge des participants.

Ainsi, les mécanismes cérébraux impliqués dans le raisonnement déductif lors de la compréhension d'une histoire seraient d'une part les mêmes chez les 8 ans et chez les 14 ans et d'autre part, seraient similaires aux mécanismes cérébraux impliqués lors d'exercices de raisonnement déductif plus abstraits.



**Flora Schwartz**

Doctorante en Neurosciences Cognitives  
Université Lyon 1

A la suite de nos recherches, plusieurs de nos projets s'intéressent à un trouble de l'apprentissage du calcul appelé Dyscalculie.

## Mais ... Qu'est ce que la dyscalculie?

### Vous avez dit « Dyscalculie » ?

Officiellement, la dyscalculie est un trouble neurodéveloppemental, c'est-à-dire qu'il survient dans le développement, et qu'on peut le visualiser sur des imageries cérébrales. Ce trouble atteint les capacités en mathématiques des individus, de sorte que la personne dyscalculique aura un niveau inférieur à celui attendu à son âge.

En pratique, tout est un peu plus compliqué, car quand on fait des mathématiques, beaucoup de choses sont en jeu ! La recherche n'en est qu'à ses débuts en terme de compréhension des causes de la dyscalculie. Les symptômes peuvent varier de manière importante d'une personne à l'autre, car plusieurs niveaux peuvent être atteints. On trouve donc des méthodes très variées de diagnostic de la dyscalculie. Certains aspects communs sont pris en compte dans

chacune des méthodes :

L'identification d'une difficulté en mathématiques qui interfère dans la scolarité ou la vie quotidienne.

L'origine des difficultés n'est pas un autre trouble : elles doivent être explicables par un dysfonctionnement cérébral spécifique. C'est pourquoi on écarte lors du diagnostic d'autres facteurs potentiels de difficultés mathématiques (mauvais enseignement, manque de motivation, troubles attentionnels, anxiété...).

En fait, un enfant dyscalculique aura beau avoir toutes les chances de son côté (environnement stimulant, scolarité adéquate, absence d'autres troubles...) les mathématiques seront beaucoup plus difficiles pour lui, parce que son cerveau fonctionne un peu différemment, et ce sans qu'il soit moins intelligent !



« L'apprentissage des mathématiques sera toujours plus difficile pour un enfant dyscalculique, quel que soit son environnement ! »

### Concrètement, quelles sont les difficultés ?

Les répercussions sont extrêmement variables d'une personne à l'autre. On peut observer :

- Des difficultés de calcul : pour transposer les opérations ( $2+3=5$  puis  $3+2=5$ ), poser les opérations...
- Des difficultés en logique : jouer, classer les nombres, faire des séries, compter 2 par 2...
- Confusion droite/gauche, difficultés pour intégrer les concepts de temps, d'heures, de chronologie, des difficultés mnésiques...



### Dyscalculie ou « phobie des maths » ?

On appelle « phobie des mathématiques » la sensation d'angoisse, stress, tension, appréhension que peuvent ressentir certaines personnes face à une activité mathématique.

« La dyscalculie augmente le risque de présenter une anxiété des mathématiques »

En effet, des difficultés en mathématiques d'un dyscalculique se répercutent dans toutes les activités de la

vie quotidienne qui font intervenir des chiffres (lire l'heure, calcul de prix etc...) ou encore la logique et le raisonnement. Face à la difficulté et l'échec de manière répétée, les personnes dyscalculiques ont de plus fortes chances de présenter des tensions et angoisses devant cette matière et ainsi développer une phobie des mathématiques.



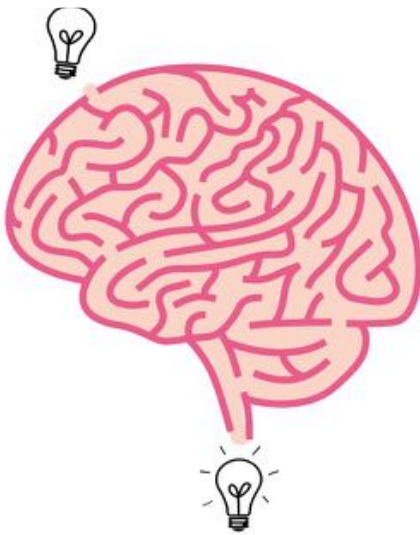
Lucie Combe  
Mathilde Vieux

Etudiantes en orthophonie à l'Université de Lyon 1

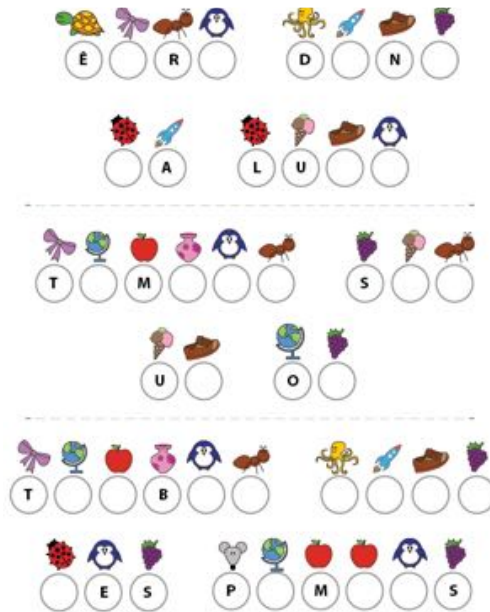
# Le coin réservé aux enfants !

Jeux

## Le Cerveau Labyrinthe



## Expression codées



## Le jeu des 7 erreurs



- Réponses:
- Etre dans la lune: avoir l'esprit ailleurs, se laisse aller à la rêverie
  - Tomber sur un os: être victime d'un imprévu qui pose problème
  - Tomber dans les pommes: s'évanouir

## Comment aider la recherche?

### Ensemble faisons avancer la recherche sur les troubles de l'apprentissage !

Votre enfant a entre 9 et 12 ans



Sans appareil dentaire ou fil de contention



Il est Droitier



Il souffre de troubles Logico-Mathématiques ou a été diagnostiqué Dyscalculique



**CONTACTEZ-NOUS :**



Justine Epinat-Duclos, attachée de recherche

04 37 91 12 64 - jepinat@isc.cnrs.fr - www.bbl-lab.com