



Paris, le 11 mai 2009

Le calcul mental active des aires cérébrales impliquées dans l'attention spatiale

Nos capacités mathématiques s'appuient-elles sur des régions cérébrales liées à l'attention spatiale? Cette question est soulevée dans une étude menée par des chercheurs du CEA, de l'Inserm, de l'Inria, de l'Université Paris-Sud au sein de l'unité Inserm/CEA « Neuroimagerie cognitive », à NeuroSpin. Grâce à l'imagerie cérébrale par résonance magnétique à 3 Teslas de NeuroSpin, ces équipes viennent de mettre en évidence un rapprochement inattendu entre les représentations des nombres et celles de l'espace dans le cerveau. Ces travaux, qui sont publiés dans Science Express, pourraient avoir des conséquences importantes pour l'enseignement de l'arithmétique.

Au sein de l'équipe de Stanislas Dehaene dans l'unité Inserm/CEA de neuroimagerie cognitive à NeuroSpin, André Knops a enregistré l'activité du cerveau au moyen d'un appareil d'imagerie par résonance magnétique (IRM) de 3 Teslas, alors que des adultes volontaires effectuaient soit des additions et des soustractions mentales, soit des mouvements des yeux vers la droite ou vers la gauche de l'écran. Un logiciel de traitement du signal a ensuite permis d'identifier des régions du cerveau impliquées dans les mouvements des yeux, et d'en déduire un algorithme qui, à partir de l'activité cérébrale, dévoile un aspect du comportement des sujets.

À partir des images IRM de haute résolution obtenues, les chercheurs ont été en mesure de déduire, essai par essai, si la personne avait orienté son regard vers la droite ou vers la gauche, avec un taux de succès de 70 %. Plus surprenant, cette classification s'est étendue au calcul mental : les chercheurs ont ainsi observé la même distinction entre l'activité cérébrale évoquée pendant les mouvements à gauche ou à droite et pendant les opérations de soustraction ou d'addition – que ces opérations soient réalisées avec des ensembles concrets d'objets (calcul non symbolique) ou avec des nombres symboliques (calcul symbolique) présentés sous formes de chiffres arabes.

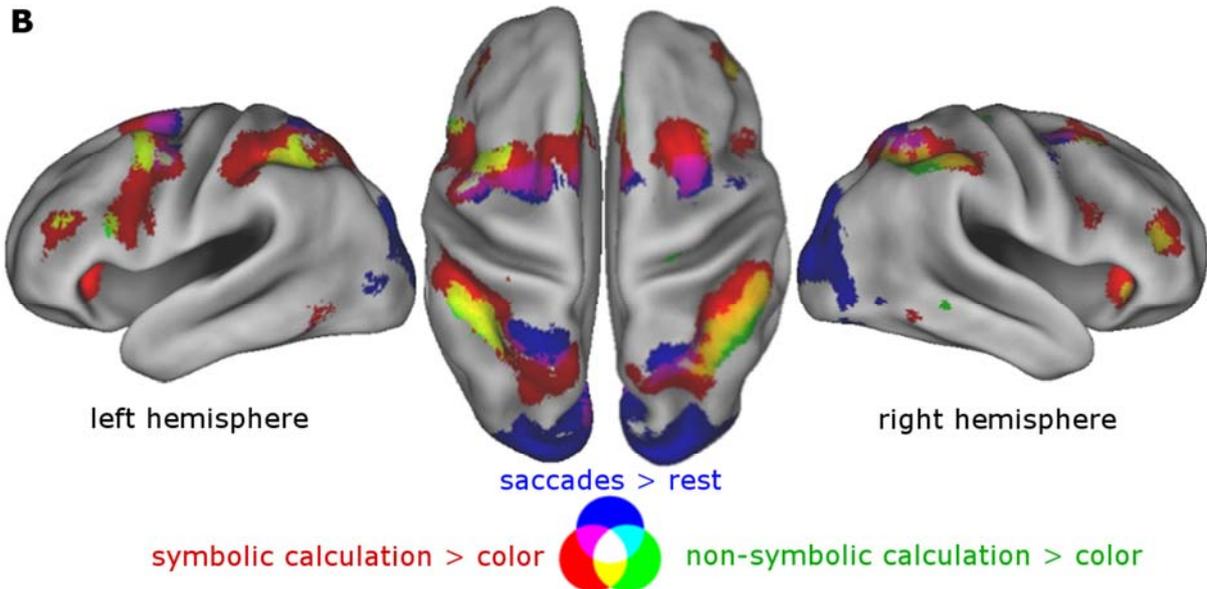
Ils en ont conclu que le calcul mental ressemblait à un déplacement spatial. Par exemple, dans une certaine mesure, lorsqu'une personne qui a appris à lire de gauche à droite, calcule $18 + 5$, son attention se déplace « vers la droite » de 18 à 23 dans l'espace des nombres, comme si les nombres étaient représentés sur une ligne virtuelle.

En mettant en évidence l'interconnexion entre le sens des nombres et celui de l'espace, ces résultats éclairent l'organisation de l'arithmétique dans le cerveau. Ils sont compatibles avec l'hypothèse, développée par Stanislas Dehaene, que les apprentissages scolaires entraînent un *recyclage neuronal* de régions cérébrales héritées de notre évolution et dédiées à des fonctions proches.

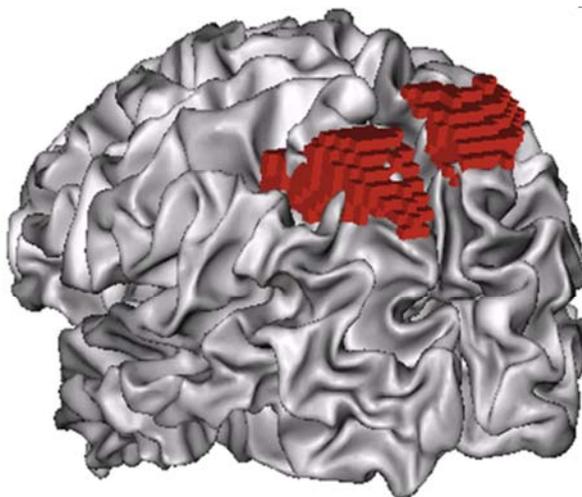
Chez les enfants en difficultés, l'utilisation de jeux qui insistent sur la correspondance entre les nombres et l'espace, tels que le jeu des « petits chevaux », peut conduire à des améliorations prononcées des compétences en mathématiques. Sur ce principe, un logiciel

ludo-pédagogique en libre accès, « *La course aux nombres* », a été développé par le même groupe afin de faciliter l'apprentissage de l'arithmétique.

Carte des régions activées par le calcul (en jaune) et par les mouvements oculaires (saccades en bleu), avec leurs intersections



La région utilisée pour décoder la direction des mouvements oculaires :



Pour en savoir plus :

« **Recruitment of an area involved in eye movements during mental arithmetic** »
André Knops¹, Bertrand Thirion^{2,4}, Edward Hubbard^{1,2,3}, Vincent Michel^{2,3,4}, Stanislas Dehaene^{1,2,3,5}

¹ Inserm, Unité de neuroimagerie cognitive, Institut Fédératif de Recherche (IFR) 49, Gif-sur-Yvette, France.

² CEA/I₂BM, Centre Neurospin, Gif-sur-Yvette, France

³ Université Paris-Sud, F-91405 Orsay, France

⁴ Inria Saclay-Ile de France, Orsay, France

⁵ Collège de France, Paris, France

Liens utiles

Site web de l'unité Inserm-CEA de Neuro-imagerie Cognitive : www.unicog.org

Logiciel « *La course aux nombres* » : <http://www.unicog.org/main/pages.php?page=NumberRace>

Ouvrages : S. Dehaene, « *La bosse des maths* » (O. Jacob, 1997) et « *Les neurones de la lecture* » (O. Jacob, 2007).

▪ **Contact chercheur**

Stanislas Dehaene

Unité Inserm 562 « Neuroimagerie cognitive »

Tel.01 69 08 79 32

▪ **Contacts presse**

Inserm

Anne Mignot

Tel. 01 44 23 60 73

anne.mignot@inserm.fr

CEA

Delphine Nicolas

Tel. 01 64 50 14 88

delphine.nicolas@cea.fr