

Biomédecine

Du microbiote intestinal aux maladies neurodégénératives

Maladies de Parkinson et d'Alzheimer, dégénérescence frontotemporale, sclérose latérale amyotrophique : quel est le point commun de ces pathologies cérébrales ? La mort de neurones dans différentes régions cérébrales, à cause, entre autres, de l'accumulation de protéines « agrégées » dites amyloïdes. Ces anomalies protéiques, sortes de pelotes qui s'agrègent dans le cerveau, se propagent de neurone en neurone, entre les différentes régions cérébrales et même entre diverses parties du corps, provoquant probablement une inflammation et la mort des cellules. D'où proviennent-elles ? Shu Chen, de l'université Case Western Reserve, à Cleveland, et ses collègues montrent qu'elles seraient issues de nos intestins, précisément des bactéries formant le microbiote intestinal.

Nos intestins renferment plus de 1,5 kilogramme de bactéries aux rôles variés (digestifs, anti-inflammatoires...), pour la plupart inoffensives. Mais depuis 2002, on sait que certaines produisent des protéines amyloïdes, qui favorisent leur prolifération, leur adhérence et leur résistance. Les plus étudiées sont les « curli » des bactéries *Escherichia coli*. Les chercheurs ont supposé que ces protéines amyloïdes de la flore intestinale provoquaient l'apparition des protéines amyloïdes dans les neurones du cerveau. Ils ont donc choisi d'étudier l'agrégation de l'une de ces protéines, l'alpha-synucléine, qui s'accumule chez les patients atteints de la maladie de Parkinson. Pour ce faire, ils ont nourri pendant deux ou trois mois 344 rats âgés avec des bactéries *E. coli* produisant des curli, tandis que d'autres animaux recevaient des bactéries modifiées n'en produisant pas.

Les rats du premier groupe ont présenté des protéines alpha-synucléines agrégées dans leurs intestins et dans leurs neurones, alors que ceux du second groupe en ont développé très peu. En outre, l'apparition des protéines amyloïdes provoquait une réaction inflammatoire locale intense dans le cerveau des rats, comparable à celle observée dans le cerveau des malades humains.

Cette étude est l'une des premières à démontrer que le microbiote est capable de provoquer l'agrégation de protéines dans les neurones. Bien que le mécanisme de propagation des « pelotes » reste inconnu, on a là une nouvelle piste de recherche pour mieux comprendre les maladies neurodégénératives.

Bénédicte Salthun-Lassalle

S. Chen et al., Nature, en ligne le 6 octobre 2016

Paléontologie

Du mimétisme très ancien

Un fossile d'aile de sauterelle du Permien, nommée *Permotettigonia*, a été retrouvé dans les roches rouges du dôme de Barrot dans les Alpes-Maritimes. Or André Nel, du Muséum national d'histoire naturelle, l'a étudié avec des collègues et a constaté que cette aile antérieure datant de quelque 265 millions d'années est très similaire aux ailes des sauterelles-feuilles d'aujourd'hui, qui ressemblent à s'y méprendre à une feuille.

Pour s'en persuader, les chercheurs ont cartographié précisément les nervures des ailes antérieures de toute une série de sauterelles actuelles faisant partie de la famille des Tettigoniidés comme *Permotettigonia*. Leur comparaison a conduit à les classer par similarité en deux groupes, dont l'un correspond à celui des sauterelles imitant les feuilles. L'aile de *Permotettigonia* en fait partie, ce qui suggère que cet insecte imitait aussi les feuilles.

Lesquelles ? Pour nous, une « feuille » est avant tout un organe photosynthétique de plantes à fleurs... qui n'existaient pas au Permien. Les chercheurs se sont donc demandé quelles feuilles les ailes de *Permotettigonia* imitaient. Malheureusement, dans la formation du dôme de Barrot, aucune plante n'est connue. Parmi celles des autres formations permienues de France (Var, Hérault), toutes produites par des milieux lacustres ou fluviaux, ils ont noté la présence de *Taeniopteris*, un genre de fougère dont les feuilles présentent une veine centrale et des veinules, tout comme l'aile de *Permotettigonia*.

Ainsi, cette espèce aurait acquis des ailes qui la camouflent de ses prédateurs, sans doute d'autres insectes volants. L'aile de cette sauterelle représente en tout cas le plus ancien cas de mimétisme connu à ce jour.

François Savatier

A. Nel et al., Nature, à paraître



© André Nel et al./MNHN

L'aile de la sauterelle *Permotettigonia* ressemble à une feuille nervurée, avec sa grande veine centrale (nervure principale) et ses ramifications. La feuille imitée ne pouvait être celle d'une plante à fleurs.

Le plus fort et le plus lointain flash gamma

Jamais le flash gamma d'une source aussi lointaine et d'aussi haute énergie n'avait été détecté. Mesuré par l'observatoire MAGIC, aux îles Canaries, et par d'autres télescopes, ce signal a été émis, selon les chercheurs, lors d'une explosion gigantesque près du trou noir central de la galaxie QSO B0218+357. Il a été reçu directement, puis à nouveau au bout de onze jours, parce qu'il a été dévié par une lentille gravitationnelle due à la galaxie B0218+357G, située à un milliard d'années-lumière de QSO B0218+357.

Une MST issue de Néandertal ?

Des chercheurs du CNRS et de l'Institut catalan d'oncologie ont reconstruit l'histoire évolutive de la diversification du papillomavirus humain après en avoir séquencé 118 sous-types. Ils concluent que ce virus infectait déjà l'ancêtre d'*Homo neanderthalensis* et *H. sapiens*, il y a 500 000 ans,

et qu'il a ensuite divergé en deux souches, en même temps que ces deux espèces humaines. Toutefois, la souche PVH 16, qui provoque des cancers du col de l'utérus, n'est apparue chez les hommes modernes qu'après leur sortie d'Afrique, il y a 100 000 à 60 000 ans, de sorte qu'elle résulterait de leur métissage avec les Néandertaliens.

Suivez les dernières actualités de Pour la Science sur les réseaux sociaux



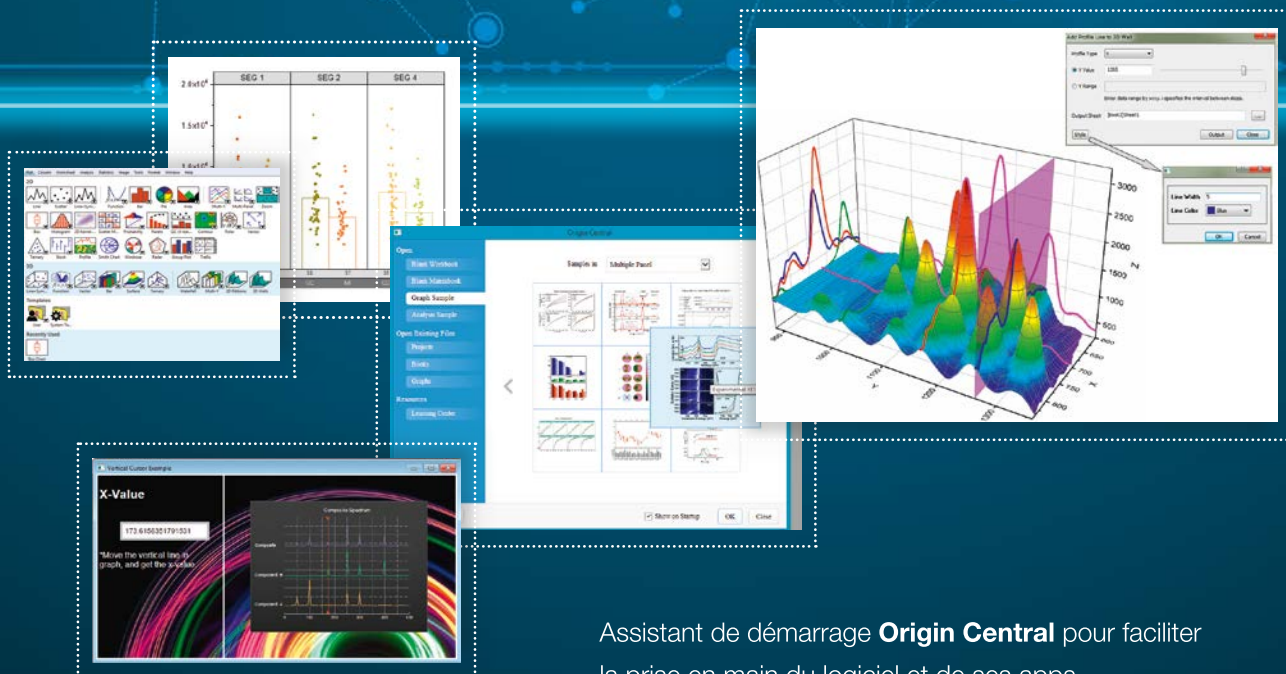
Retrouvez plus d'actualités sur www.pourlascience.fr

UNE INTERFACE REPENSÉE ET DES POSSIBILITÉS DÉMULTIPLIÉES



ORIGIN[®] 2017

Graphing & Analysis



Assistant de démarrage **Origin Central** pour faciliter la prise en main du logiciel et de ses apps

Nouvelles **applications** dans le User File Exchange

Classeurs ou books plus intuitifs et proches de

Microsoft Excel[®]

Customisation possible en **HTML / CSS** pour produire des rapports de qualité

Encore plus de personnalisation des **graphes**



NOUVELLE VERSION ORIGIN 2017

ritme.com/origin

Tél. : +33 (0)1 42 46 00 42

Distributeur officiel en France

RITME
SCIENTIFIC SOLUTIONS

ENTRETIEN

Enseignement : « Il faut donner du sens aux nombres dès la maternelle »

Au sortir du collège, en France, de plus en plus d'élèves ne maîtrisent pas les calculs sur des nombres entiers. Pourtant, en donnant du sens aux nombres, on permet à des élèves de CE1 de résoudre des problèmes de niveau collège.



Stella BARUK est professeure de mathématiques et chercheuse en pédagogie.

A la fin de l'école primaire, environ 30 % des enfants n'ont pas les bases suffisantes en mathématiques et en sciences. Et ces résultats sont directement liés à l'origine sociale : alors que dans les milieux les plus favorisés, seuls 10 % des élèves sont concernés, dans les familles les plus modestes, ils sont 45 %, soit près d'un enfant sur deux. Tel est l'un des constats de la dernière étude du ministère de l'Éducation nationale, réalisée en novembre 2015 sur 160 000 élèves de 6^e dans plus de 4 000 collèges et publiée en juin 2016. Ces résultats confirment ceux de l'enquête PISA 2012 (le programme international de l'OCDE pour le suivi des acquis des élèves), qui estime que près de un quart des élèves de 15 ans en France ont un niveau très bas en mathématiques – une proportion en augmentation depuis 2003 – et qui place la France en tête du déterminisme social parmi les pays de l'OCDE. Dans son livre *Les Chiffres ? Même pas peur !* (PUF, 2016), Stella Baruk, chercheuse en pédagogie des mathématiques, invoque comme principale cause des difficultés en mathématiques l'inchiffisme précoce – le déficit dans l'accès aux chiffres. Voici son éclairage, fondé sur plus de quarante ans de réflexions et d'actions dans les écoles.

POUR LA SCIENCE

Quelles bases attend-on en mathématiques à la fin de l'école primaire ?

STELLA BARUK : Il s'agit des compétences du socle commun en vigueur au moment de l'étude. En l'occurrence, en mathématiques, un enfant en fin de primaire doit connaître et savoir utiliser les nombres décimaux et les fractions, maîtriser les quatre opérations, savoir résoudre des problèmes ayant trait à la proportionnalité, convertir des grandeurs et construire différents éléments géométriques (hauteur d'un triangle, symétrie d'une figure par rapport à un axe quelconque...). Il doit aussi pouvoir utiliser toutes ces notions pour produire de façon autonome des réponses argumentées lors de la résolution de problèmes.

PLS

Quelles sont les lacunes des élèves ?

S. B. : En France, en 2014, 16 % des élèves ne maîtrisaient pas le système de numération des nombres entiers et la soustraction avec retenue, selon l'enquête nationale Cedre 2014, réalisée sur un échantillon d'environ 8 000 élèves de CM2, soit environ autant qu'en 2008. Et les choses ne s'améliorent pas ensuite. En 2014, 19 % des

élèves de 3^e avaient encore des difficultés à réaliser des calculs sur les nombres entiers et décimaux relatifs, contre 15 % en 2008, selon l'autre volet de la même étude, réalisé sur un échantillon similaire de jeunes en fin de collège.

PLS

En 2011 déjà, le ministère de l'Éducation nationale a lancé un plan « sciences et technologies à l'École » visant à prévenir l'innomérisme, qu'il définit comme étant « à la maîtrise des nombres, du raisonnement et du calcul ce qu'est l'illettrisme à la maîtrise de la langue ». Pourquoi préférez-vous parler d'inchiffisme ?

S. B. : La comparaison de l'innomérisme à l'illettrisme donne l'illusion d'une symétrie qui n'existe pas. Ce n'est pas parce que vous ne pouvez pas lire un mot que celui-ci n'a pas de sens. Même si l'illettrisme est un lourd handicap social, les personnes concernées disposent toujours d'une langue orale pour parler, réfléchir, communiquer, raisonner. Au point que sur les 2,5 millions d'illettrés recensés en France en 2011, plus de la moitié ont un emploi. En revanche, l'incapacité de lire l'écriture chiffrée empêche tout accès à des énoncés où elle intervient, et donc aux opérations et à leur sens, de même qu'à tout algorithme de calcul.



En d'autres termes, un élève qui n'a pas accès aux chiffres a rapidement de grandes chances de renoncer au sens en mathématiques, pour ne plus appliquer que des techniques et des règles apprises, sans savoir pourquoi il les applique. C'est ainsi que l'on obtient des adolescents puis des adultes imperméables à toute démarche mettant en jeu des données chiffrées ; on les dira alors en situation d'innumérisme.

La première rupture apparaît souvent avec l'introduction du zéro en maternelle

Pour le ministère de l'Éducation nationale, l'innumérisme est l'incapacité de mobiliser les notions élémentaires de mathématiques, du calcul et des modes de raisonnement associés. Mais cette incapacité n'est pas un état : elle est le résultat d'un processus qu'il s'agit de prévenir en agissant à la source – en luttant contre l'inchiffrisme.

PLS

Comment se manifeste l'inchiffrisme ?

S.B. : De plusieurs façons qui ont toutes la même origine. D'abord par l'incompréhension du rôle

des chiffres dans l'écriture des nombres, par exemple quand un enfant écrit 30047 pour « trois cent quarante-sept ». Ensuite par la difficulté d'attribuer aux chiffres une signification autre que celle, primordiale, des 1, 2, 3, 4, ..., 9 originels. C'est-à-dire d'accepter que « 3 » puisse *signifier* le nombre « trois », mais aussi le nombre « trente » dans 37, ou le nombre « un tiers » dans $\frac{2}{3}$, ou une « puissance trois », dans 2^3 .

Toutes choses qui ont pour effet de compromettre le rôle des chiffres dans l'expression des quantités quelles qu'elles soient, matérielles ou numériques.

Aussi curieux que cela puisse paraître, l'enfant qui répond 6 quand on lui demande combien de gâteaux il y a dans 4 *paquets* de 2 *gâteaux* est dans le même brouillard numérique que l'élève qui, en 4^e, trouve 6 *huitièmes* en additionnant 4 *cinquièmes* et 2 *tiers* (voir la photo page 18). Seul compte le $4 + 2 = 6$ de l'enfance. C'est cela, l'inchiffrisme : des chiffres et des signes (le signe + en particulier) figés dans une fonction de comptage, vidés très tôt de leur sens. D'où l'innumérisme.

Résultat, à la fin de l'école primaire, un élève sur quatre ne sait pas écrire un grand nombre entier (supérieur à 10 000) en chiffres (par opposition à l'écriture en mots), rapportaient le

Conseil national d'évaluation du système scolaire et l'Institut français de l'éducation, dans le cadre de la Conférence de consensus sur la numération qu'ils ont organisée en novembre 2015.

PLS

À quel moment perd-on les enfants et pourquoi ?

S.B. : La première rupture apparaît souvent avec l'introduction du 0. Ce qui est attendu des enfants en fin de maternelle, c'est de savoir « lire les nombres écrits en chiffres jusqu'à dix ». Mais les enfants voient le 0 apposé au 1 pour former 10 comme s'il s'agissait d'associer deux lettres *b* et *a* pour constituer la syllabe *ba*. Si ce côté à côté n'a aucune raison d'être, aucune justification, c'est une blessure intellectuelle. Or avec une matière aussi limitée, l'explication, qui est fondatrice du système décimal, n'est pas facile à donner. Il faut donc différer l'écriture chiffrée du dix. C'est d'abord un *mot* qui a du sens et qui, pour être chiffré, attendra d'entrer en numération.

Par ailleurs, les enseignants tiennent absolument à traiter 0 comme un nombre – ce qui est vrai mais arrive trop tôt. Car en numération, 0 a d'abord un statut de chiffre. Le mélange de ces deux états peut avoir des effets redoutables. Les