

la barrière hémato-encéphalique *via* le récepteur des lipoprotéines LDL. Sur des cultures de neurones, ils ont montré que la toxicité due à l'agrégation du peptide bêta-amyloïde est encore plus inhibée par ces nanovecteurs que par la curcumine libre.

D'autres résultats plus étonnants montrent que le peptide bêta-amyloïde aurait de l'affinité pour les nanoparticules elles-mêmes. En 2008, Celia Cabaleiro-Lago, de l'University College Dublin, en Irlande, et ses collègues, ont proposé l'utilisation de nanoparticules de 40 nanomètres préparées à partir d'un copolymère (PNIPAAm-co-PBAM) pour retarder l'agrégation du peptide bêta-amyloïde. Ils ont observé que ces particules perturbent l'agrégation en retardant, voire en bloquant, l'amorçage (la nucléation) des agrégats. Plus récemment, en 2012, notre équipe a mis en évidence que des nanoparticules recouvertes de PEG ont une affinité pour le peptide bêta-amyloïde et sont capables de le capturer, même dans un environnement aussi riche que du sérum (le sang dont on a ôté les cellules).

Tous ces résultats, même s'ils ont été en général obtenus *in vitro* et nécessitent

des confirmations *in vivo*, devraient aider à mieux comprendre l'agrégation du peptide bêta-amyloïde dans la maladie d'Alzheimer et à identifier et concevoir des nanoparticules avec des propriétés de surface optimales pour obtenir un effet bénéfique sur les patients atteints de la maladie.

Diagnostiquer plus tôt la maladie

Les nanoparticules pourraient aussi faciliter la mise en place d'un diagnostic plus précoce des maladies cérébrales. Elles sont de plus en plus utilisées pour le diagnostic de diverses maladies. Des nanoparticules magnétiques d'oxyde de fer servent déjà, par exemple, d'agent de contraste pour l'imagerie par résonance magnétique du foie.

Dans le cas de la maladie d'Alzheimer, un diagnostic précoce, avant que les symptômes cliniques ne se manifestent, est critique pour agir avant la formation des lésions irréversibles des neurones qui conduisent à la démence. Et ce d'autant plus que peu de méthodes existent pour examiner le cerveau humain vivant. La

formation des agrégats de peptide bêta-amyloïde étant le premier phénomène visible de la maladie, beaucoup d'efforts ont été dirigés vers la détection et l'identification *in vivo* des plaques amyloïdes par l'imagerie avec des nanoparticules, telles celles d'oxyde de fer ciblant le peptide bêta-amyloïde, mises au point en 2005 par Jolanda de Vries, du Centre des sciences de la vie moléculaires de Nimègue, aux Pays-Bas, et ses collègues. Une autre approche est fondée sur la détection et la quantification des biomarqueurs sanguins de la maladie d'Alzheimer, le peptide bêta-amyloïde et la protéine tau. Pour l'heure, cependant, seules des nanoparticules métalliques (en or, par exemple) ont été décrites comme des outils potentiels pour cette approche.

Ainsi, de par leur biocompatibilité, leur biodégradation et leur capacité de ciblage, les nanoparticules représentent une piste prometteuse pour améliorer le traitement et le diagnostic de certaines maladies cérébrales, telle la maladie d'Alzheimer. Toutefois, nous sommes encore loin de disposer d'une formulation à base de vecteurs colloïdaux pour traiter cette maladie. ■



LES
{ Partagez
les savoirs }
**RENDEZ-VOUS DU
MUSÉUM**

Entrée
gratuite

**Au Jardin
des Plantes**
Détails sur jardindesplantes.net,
dans "l'agenda du jardin"

COURS PUBLICS

Cycle : "Évolution animale et humaines : de l'Histoire à l'actualité des sciences"

Jeudi 10 octobre – 18h
Les Humains : une longue histoire, puis un retour à la nuit des temps ?
A. Langaney, Professeur au Muséum
Grand Amphithéâtre du Muséum — 57 rue Cuvier — Paris 5^e

BAR DES SCIENCES

Dimanche 13 octobre – 16h30 : Bicentenaire de la naissance de Claude Bernard
Intervenants : R. Fischmeister, physiologiste, Inserm, M. Goyffon, toxicologue, attaché honoraire, Muséum, W. Rostène, spécialiste de neurosciences, Inserm, P. Wise, médecin, auteur de *Un défi sans fin – la vie romancée de Claude Bernard*
Café restaurant la Baleine — 47 rue Cuvier — Paris 5^e

CONFÉRENCE EXCEPTIONNELLE

Bicentenaire de la naissance de Claude Bernard
Lundi 21 octobre – 18h : Claude Bernard et la pharmacologie d'aujourd'hui
J.-P. Changeux, professeur honoraire au Collège de France et à l'Institut Pasteur, membre de l'Académie des Sciences
Grand Amphithéâtre du Muséum — 57 rue Cuvier — Paris 5^e

MÉTIER DU MUSÉUM

Dimanche 27 octobre – 15h : Écologie des champignons, M.-A. Selosse
Auditorium de la Grande Galerie de l'Évolution — 36 rue Geoffroy St-Hilaire — Paris 5^e

La naissance de L'ÉCRITURE EN ÉGYPTE

Gwenola Graff

Les gravures rupestres, les vases peints ou les sceaux de l'Égypte du IV^e millénaire relèvent de cinq systèmes graphiques. Les plus anciens de ces systèmes préfigurent l'écriture hiéroglyphique.

La volonté d'enregistrer des messages se manifeste dès la fin du Paléolithique, avec les premières peintures pariétales apparues il y a 35 000 ans. Les plus anciennes connues sont celles de la grotte Chauvet, dans le Sud-Est de la France. Dans des grottes occupées plus tardivement, telle celle de Lascaux (environ 18 000 ans avant notre ère), on a même retrouvé des signes non figuratifs (traits, triangles ouverts, points, etc.) à côté des grandes peintures d'animaux. Les multiples études effectuées n'ont pu percer leur signification. D'autres ensembles de signes ont été découverts ailleurs dans le monde, notamment en Égypte, et sur des supports variés, tels que des parois rocheuses, des vases ou des os.

Nous désignerons ces ensembles par l'expression « systèmes graphiques ». Un certain nombre de règles s'y appliquent, aussi bien pour la construction de chaque élément que pour leur combinaison.

S'agit-il d'écritures ? Le débat est vif, en particulier pour les signes non figuratifs. On considère classiquement que l'écriture a été inventée de façon indépendante en Égypte, vers -3250, et en Mésopotamie,

L'ESSENTIEL

■ Les plus anciens écrits égyptiens connus datent de 3250 avant notre ère.

■ À cette époque, plusieurs systèmes graphiques existent déjà. Il s'agit d'ensembles structurés de signes retrouvés sur divers supports, tels que des roches ou des vases.

■ Les Égyptiens se sont ainsi habitués à attribuer un sens à des signes graphiques, indépendamment de leur support, et à les associer selon des règles précises.

■ L'innovation ayant donné naissance à l'écriture a été l'attribution d'un caractère phonétique aux signes.

© Gwenola Graff

quelque 200 ans plus tard, ainsi qu'en Chine et en Amérique (dans le monde maya), au I^{er} millénaire avant notre ère. Une écriture, nommée proto-élamite, aurait aussi été élaborée en Iran à peu près en même temps qu'en Mésopotamie, mais elle n'est pas déchiffrée aujourd'hui. Existerait-il d'autres foyers d'invention de l'écriture, plus anciens ?

L'une des raisons de la polémique est l'absence de consensus sur la définition de l'écriture. Je proposerai et utiliserai ici une définition fondée sur les travaux récents de spécialistes de l'écriture, et présenterai ensuite les systèmes graphiques égyptiens, que j'étudie depuis les années 2000 et que l'on commence à mieux comprendre. Je montrerai ainsi que, si ces systèmes graphiques ne peuvent être considérés comme des écritures, ils en constituent une sorte d'expérience préparatoire.

Dans un article publié en 1993, l'égyptologue français Pascal Vernus a défini l'écriture comme un système de signes capable d'encoder des énoncés linguistiques pour former un message ; ce dernier doit pouvoir être déchiffré hors de son contexte de production (c'est-à-dire à un