

LES NPBT SELON LA COMMISSION EUROPÉENNE

■ **LA MUTAGÈSE DIRIGÉE PAR OLIGONUCLÉOTIDE** : on injecte dans la cellule végétale un fragment d'ADN simple brin (un oligonucléotide) complémentaire d'une séquence d'ADN de la cellule, mais portant une zone mutée. Le fragment se colle à son complément, ce qui permet l'introduction de la zone mutée dans le génome de quelques cellules filles, que l'on sélectionne.

■ **L'ÉDITION DU GÉNOME CIBLÉE PAR NUCLÉASE** (doigt de zinc, TALEN, CRISPR-Cas) : une enzyme reconnaît une séquence spécifique d'ADN et la coupe pour y insérer ou non un fragment d'ADN.

■ **LA CISGÈNESE ET L'INTRAGÈNESE** : on insère, dans le génome d'une espèce, un fragment d'ADN respectivement intact ou remanié provenant de la même espèce ou d'une espèce sexuellement compatible.

■ **LA GREFFE** : on effectue une greffe classique, mais entre un greffon OGM et un porte-greffe non OGM, ou inversement.

■ **L'AGRO-INFILTRATION** : une bactérie *Agrobacterium tumefaciens* injecte de l'ADN étranger dans une cellule végétale, qui le traduit en protéines, puis le détruit sans l'intégrer dans son génome.

■ **LA MÉTHYLATION DE L'ADN DÉPENDANTE D'UN ARN** : on modifie l'ADN d'une cellule végétale sans changer sa séquence (modification épigénétique) à l'aide d'un ARN étranger afin de changer l'expression d'un gène.

■ **LA SÉLECTION INVERSE** : on produit, à partir d'une plante hybride et à l'aide de rétrocroisements, deux lignées pures complémentaires qui reconstitueront cet hybride, débarrassé des (épi)mutations indésirables. Pour cela, on introduit des gènes qui modifient les processus de reproduction de la plante. Ces gènes sont ensuite éliminés par sélection dans les lignées pures obtenues.

■ **LA BIOLOGIE DE SYNTHÈSE** : on synthétise des ADN et ARN en laboratoire, et on remplace au moins une partie du génome d'un organisme.

techniques, comme l'ajustement souligné le comité économique du HCB dans son avis.

PLS

Que préconisez-vous ? Faut-il revenir à la législation de 1997, qui stipulait que tout aliment non consommé de manière courante dans l'Union européenne avant 1997 devait faire l'objet d'un suivi et d'un étiquetage ?

Y.B. : C'est le minimum qu'on puisse proposer : une période probatoire de dix ans, qui permettrait d'examiner les dossiers de ce que je considère de toute façon comme des OGM, de peaufiner les méthodes et d'en savoir plus sur les mutations et épimutations produites par les NPBT, ainsi que sur leur persistance, afin de les encadrer de la façon la plus stricte possible. Je ne suis pas anti-OGM. Je suis phytopathologiste imprégné de la culture de la station d'amélioration des plantes de Dijon. Notre idée est de nourrir au mieux le monde. Si l'on n'avait pas sélectionné de plantes, le blé mesurerait toujours 2,50 mètres et verserait sous le vent. Il ne s'agit donc pas de revenir aux espèces sauvages et de perdre tout ce que l'on a acquis, mais de permettre la coexistence de différentes formes d'agriculture. Pourquoi l'Europe contraint-elle autant les semences paysannes (constituées de populations plutôt que de variétés pures hybrides), mais cherche-t-elle à autoriser l'utilisation de NPBT sans régulation ? Quelle que soit la technique employée, classique ou nouvelle, les contrôles et le suivi restent indispensables. Surtout, le consommateur doit continuer à bénéficier du libre choix au travers d'un étiquetage approprié.

PLS

Un monde où coexisteraient des cultures issues des techniques classiques et nouvelles serait-il envisageable ?

Y.B. : C'est la grande question. De combien de kilomètres séparer ces cultures pour qu'il n'y ait pas de contamination ? Prenez le maïs, l'espèce la plus étudiée à ce sujet. Environ 95 % des grains de pollen tombent dans les 100 premiers mètres. Les 5 % restant, en revanche, partent dans l'atmosphère et fécondent jusqu'à 3 kilomètres. De plus, il faut prendre en compte les incertitudes de mesure liées à l'échantillonnage. Si le seuil d'étiquetage OGM est de 0,9 % du génome de la plante, les filières non OGM (la quasi-totalité

de la production européenne) visent un seuil de 0,1 % pour être sûres de ne pas atteindre le seuil d'étiquetage. Et pour obtenir un tel seuil, ce ne sont plus 50 mètres et 3 rangs de maïs non OGM qu'il faut placer entre les cultures OGM et non OGM, mais des kilomètres.

Co-Extra, un programme de recherche européen que je coordonnais, a étudié cette question entre 2005 et 2009. Il a ainsi démontré que si l'on prend tous ces aspects en compte, la coexistence ne doit pas être négociée avec son voisin, mais entre des zones de cultures dédiées. Au Portugal, par exemple, les agriculteurs d'OGM se sont regroupés autour de coopératives OGM et ont négocié avec ceux des cultures conventionnelles de constituer autour d'eux des zones tampons de plusieurs kilomètres.

PLS

Que va-t-il se passer à présent ?

Y.B. : Le plus grand flou persiste. Par saisine datée du 22 février, mais révélée qu'en avril, le gouvernement a saisi le HCB pour « compléter » le premier rapport provisoire, que je considère donc nul et non avenu, avec quelques points que j'avais soulevés, tels que la traçabilité des plantes obtenues ou leurs risques pour la santé et l'environnement. Le nouveau rapport doit être rendu avant l'été 2016, un délai bien court pour apporter une expertise sur des sujets aussi complexes. Mais je ne me fais pas trop d'illusions, l'enjeu économique pèse trop et les jeux sont faits. La Commission européenne elle-même n'arrive pas à prendre position et a reculé à fin 2016 son avis, qu'elle devait rendre fin 2015, notamment sous la pression américaine, en particulier à cause du TAFTA, le projet de zone de libre-échange entre les États-Unis et l'Europe.

OGM ou non OGM, la vraie question n'est pas là, mais dans le recul que nous voudrions bien nous accorder sur les techniques utilisées. En d'autres termes, quelle agriculture voulons-nous ? Et c'est au citoyen de répondre. Le rôle du HCB est de lui fournir toutes les informations possibles et imaginables, afin qu'il puisse faire son choix en fonction des avantages et inconvénients. Des informations scientifiques neutres, objectives et nuancées. Il a failli à sa tâche et sort décredibilisé de cette expertise scientifique « Canada Dry ». Sa gouvernance est à reprendre au plus vite. ■

Propos recueillis par Marie-Neige CORDONNIER

CABINET DE CURIOSITÉS SOCIOLOGIQUES par Gérald Bronner



Les vertus du canular

Les articles canulars dont ont été victimes quelques revues académiques mettent en relief des dysfonctionnements du monde intellectuel et la fatuité de certaines vedettes.

Entre autres anecdotes, Pierre Belfond, célèbre éditeur parisien, raconte dans *Les Pendus de Victor Hugo* (Fayard, 1994) comment il avait refusé de publier un manuscrit de Victor Hugo. Le texte lui était parvenu par la poste et l'on avait changé le nom de l'auteur et le titre du roman. Il s'agissait d'un canular. Et lui, l'amoureux de la littérature, n'avait pas reconnu la plume du maître !

L'auteur dudit canular voulait démontrer le caractère arbitraire de la sélection des manuscrits qui arrivent par la poste. Ce type de canular a été tenté cent fois et a cent fois réussi. La procédure a le mérite de rassurer les innombrables aspirants à l'édition (« On me refuse pour de mauvaises raisons »), mais elle en a un autre, celui de souligner les défauts des processus de sélection. Ici, le dispositif se révélerait trop sélectif puisqu'il aboutirait au refus d'auteurs vénéérés.

Mais le canular peut aisément dévoiler le phénomène inverse : des processus sélectifs beaucoup trop lâches. De ce point de vue, l'article « Transgressing the boundaries : towards a transformative hermeneutics of quantum gravity », paru en 1996 dans la revue *Social Text* aux États-Unis, est prototypique. De l'aveu même de son auteur Alan Sokal, il est constellé de sottises. Et pour cause, l'objectif de ce physicien était de montrer qu'une partie des sciences humaines se payent de mots, notamment lorsqu'elles cherchent à importer, sans les comprendre, des concepts des sciences de la nature.

L'acceptation de cet article absurde par une revue universitaire en était la preuve.

Les réactions outrées que cet article et le livre subséquent ont suscitées constituent à elles seules des trésors pour les futurs historiens des canulars. Il est vrai qu'on y moquait quelques figures respectées des sciences humaines et sociales, telles que Bruno Latour, l'un des sociologues les plus cités au monde.



LE CANULAR D'ALAN SOKAL, en 1996, a suscité de nombreuses et vives réactions. Un sujet pour les sociologues !

La procédure a été reproduite il y a environ un an et c'est la revue *Sociétés* qui en a fait les frais. L'article, intitulé « Automobilités postmodernes : quand l'Autolib' fait sensation à Paris » et rédigé par deux sociologues (Manuel Quinon et Arnaud Saint-Martin) sous le pseudonyme de Jean-Pierre Tremblay, était totalement loufoque et pastichait certaines fantaisies de la sociologie « postmoderne ». On y trouve des perles telles que : « À travers l'examen de l'esthétique du véhicule [que l'on caractérise comme poly-identificatoire], comme de ses caractéristiques et fonctionnalités les plus

saillantes [la voiture électrique connectée illustre le topos contemporain de "l'enracinement dynamique"] ». Le but des deux auteurs était, entre autres, de montrer que la revue ne sélectionnait pas sérieusement ses articles. Démonstration faite.

Plus récemment encore, deux philosophes, Anouk Barberousse (CNRS/université Lille 1) et Philippe Huneman (CNRS/université Paris 1), ont réussi à publier un texte totalement absurde dans une revue consacrée au philosophe Alain Badiou et au comité éditorial de laquelle il appartient. Alain Badiou, connu pour être l'un des derniers maoïstes de la scène intellectuelle, et à vrai dire une star des médias plutôt que des universités, s'en est ému. Comme Michel Maffesoli, le directeur de la revue *Sociétés*, il a invoqué la jalousie supposée des auteurs du canular pour réduire à rien la portée de son enseignement.

Je pense que dans ces affaires, dont nous devrions tous rire, les réactions sociales sont au moins aussi intéressantes que le processus en lui-même. Cela nous invite à considérer que les canulars académiques ont au moins deux vertus. D'une part, celle de montrer les défauts de régulation de certains marchés intellectuels, que les pairs devraient considérer comme des symptômes inquiétants, sur lesquels il faut réfléchir. D'autre part, mais c'est plus anecdotique, celle de souligner la fatuité de certains personnages qui occupent le devant de la scène. ■

Gérald BRONNER est professeur de sociologie à l'université Paris-Diderot.

DOSSIER POUR LA SCIENCE

GÉOMÉTRIE

Triangle, rectangle, cercle... Ils n'ont pas livré tous leurs secrets.

FRACTALES

À quoi ressemblent-elles ?
transformé en un tore
toutes les longueurs sont
conservées ?

Actuellement
en kiosque

DOSSIER POUR LA SCIENCE - MATHÉMATIQUES - GÉOMÉTRIE - DESIGN - MORPHOGENÈSE - FRACTALES

Quand les MATHS prennent formes

Formes
élémentaires

Fractales

Naissance
des formes

AVANT-PROPOS
DE **CÉDRIC
VILLANI**



N° 91 Avril-Juin 2016

pouirlascience.fr

BEL : 8,9 € - CAN : 12,5 \$ CAD - DOMS : 8,9 € - ESP : 1,5 € - GRE : 1,5 € - IRL : 4,5 € - IND : 2,200 PPF - JPN : 1.050 PPF - PNB.COM : 4,5 € - CH : 16,2 CHF

N° 91 - 120 pages - prix de vente : 7,50 €

www.pouirlascience.fr

Le site de référence de l'actualité scientifique internationale

HOMO SAPIENS INFORMATICUS chronique de Gilles Dowek

La résurrection de l'imparfait du subjonctif

Les outils disponibles sur le Web facilitent l'utilisation de mots et de temps tombés en désuétude.



Depuis quelque temps, je m'aperçois que j'utilise plus souvent l'imparfait du subjonctif, sans que je n'aie réussi à quantifier ce phénomène, ni à savoir s'il concernait d'autres personnes que moi.

Pas plus que quiconque, je ne sais cependant si je dois écrire qu'il aurait fallu « que nous résolvions », « que nous résolûmes » ou « que nous résolussions » un problème. Et comme je ne tiens pas à m'exposer à la raillerie, je me suis longtemps contenté d'écrire qu'il aurait fallu « l'avoir résolu », employant ainsi une stratégie d'évitement qui, comme l'avait remarqué le linguiste André Martinet (« Les puristes contre la langue » dans *Le français sans fard*, 1969), appauvrit la langue.

Toutefois, savoir que la forme correcte est « que nous résolussions » n'est pas si difficile. Lorsque nous écrivons en utilisant un logiciel de traitement de texte, sur un ordinateur par ailleurs relié au réseau Internet, il nous suffit de lancer la requête « résoudre conjugaison » dans un moteur de recherche pour tomber sur une page web qui nous donne la conjugaison de ce verbe à tous les temps. Bien entendu, sans utiliser Internet, nous aurions pu trouver cette même information dans un livre de grammaire. Mais, pour cela, il aurait fallu que nous nous levassions de notre chaise, que nous le trouvassions dans la bibliothèque et que nous l'y remissions ensuite, dissipant ainsi une telle quantité d'énergie que, longtemps, nous avons préféré utiliser une autre construction syntaxique.

Si les puristes œuvrent contre la langue, celle-ci a désormais trouvé, avec les sites de conjugaison en ligne, une parade, qui nous permet d'utiliser, sans crainte, les verbes des quelque 80 groupes du français, à chacun de leurs 23 temps. Bien entendu, cette parade concerne uniquement la langue écrite, car il faudra sans doute encore une révolution technique avant que nous puissions consulter une table de conjugaison en ligne tout en bavardant à la terrasse d'un café.

Fallait-il que je vous aimasse,
Que vous me désespérassiez.
Et qu'en vain je m'opiniâtresse
Et que je vous idolâtrasse,
Pour que vous m'assassinassiez !

Alphonse Allais

Notre cerveau intracrânien n'est apparemment capable d'utiliser qu'un petit nombre de temps, mais notre cerveau augmenté – par une connexion au réseau – est capable d'en utiliser davantage. Nous pouvons donc nous demander pourquoi nous devrions nous limiter à une vingtaine de temps. Le français, par exemple, a 7 temps pour le présent, 14 pour le passé, mais seulement 2 pour le futur. Si notre cerveau augmenté peut utiliser un nombre quelconque de temps, pourquoi ne pas inventer un futur du subjonctif ou un

futur de l'impératif ? Il ne serait pas nécessaire d'apprendre par cœur la conjugaison de tous les verbes à ces nouveaux temps, puisqu'il suffirait de consulter une table de conjugaison.

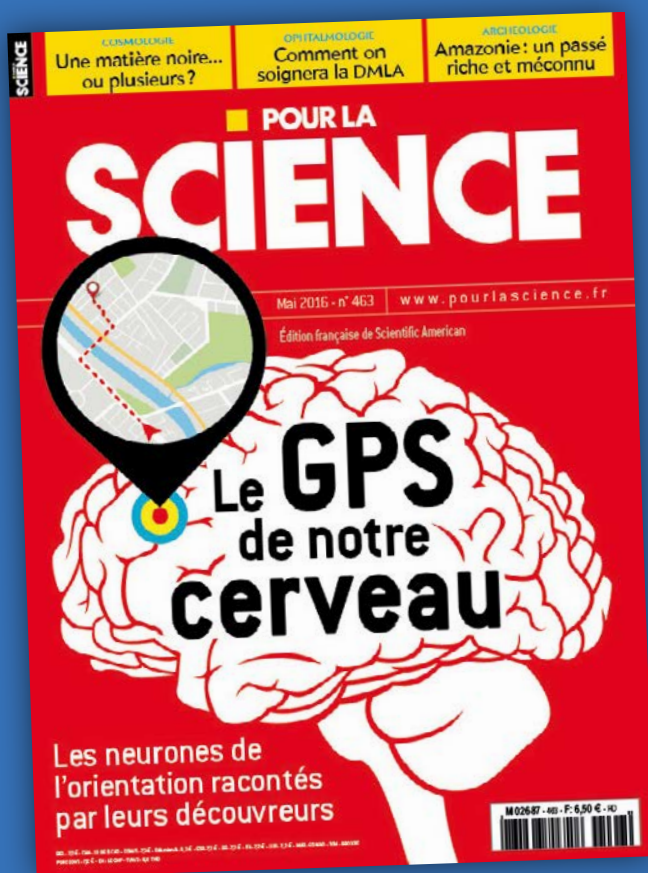
Notre cerveau, désormais augmenté, pourrait donc utiliser une grammaire plus riche que celle que nous utilisons aujourd'hui. Et ce qui est vrai de la grammaire l'est également du vocabulaire. Longtemps, utiliser dans un texte des mots tels qu'« amphigouri » ou « phébus » l'obscurcissait, car peu de lecteurs en connaissaient la signification et moins encore faisaient l'effort de les chercher dans un dictionnaire. Mais il suffit désormais de lancer la requête « amphigouri définition » ou « phébus définition » dans un moteur de recherche pour en connaître immédiatement la signification. Et l'art de deviner la signification d'un mot en utilisant le contexte de l'une de ses occurrences tombe, peu à peu, en désuétude.

De même que certains anthropologues supposent que nos langues complexes ont émergé il y a 70 000 ans, à la suite d'une transformation de la structure de notre cerveau, il est possible que les langues que nous utilisons aujourd'hui connaissent un nouveau saut de complexité, à la suite de cette nouvelle transformation de structure que constitue la connexion de notre cerveau à une table de conjugaison, à un dictionnaire et à un correcteur orthographique. ■

Gilles DOWEK est chercheur chez Inria et membre du conseil scientifique de la Société informatique de France.

OFFRE DÉCOUVERTE

ABONNEZ-VOUS À POUR LA SCIENCE



1 AN - 12 N^{os}

59€

24%
d'économie

2 ANS - 24 N^{os}

110€

29%
d'économie

3 ANS - 36 N^{os}

159€

32%
d'économie

BULLETIN D'ABONNEMENT

POUR LA SCIENCE

À renvoyer accompagné de votre règlement à : Pour la Science - Service abonnements - 19 rue de l'Industrie - BP 90 053 - 67 402 Illkirch cedex

☐ **OUI, je m'abonne à Pour la Science en formule Découverte :**

☐ 1 an • 12 numéros • 59€ au lieu de 18,50€ (D1A59E)

☐ 2 ans • 24 numéros • 110€ au lieu de 157€ (D2A110E)

☐ 3 ans • 36 numéros • 159€ au lieu de 235,50€ (D3A159E)

MES COORDONNÉES

Nom : _____

Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal : _____

Ville : _____

Tél. : _____

Pour le suivi client (facultatif)

MON MODE DE RÈGLEMENT

☐ Par chèque à l'ordre de Pour la Science

☐ Par carte bancaire

N° _____

Date d'expiration _____ Clé _____

Signature obligatoire



PAS464B

Mon e-mail pour recevoir la newsletter Pour la Science (à remplir en majuscule). _____@_____

Grâce à votre email nous pourrions vous contacter si besoin pour le suivi de votre abonnement. À réception de votre bulletin, comptez 5 semaines pour recevoir votre n° d'abonné. Passé ce délai, merci d'en faire la demande à pourlascience@abopress.fr

J'accepte de recevoir les informations de Pour la Science ☐ OUI ☐ NON et de ses partenaires ☐ OUI ☐ NON

Délai de livraison: dans le mois suivant l'enregistrement de votre règlement. Offre réservée aux nouveaux abonnés, valable jusqu'au 30/06/16 en France métropolitaine uniquement. Pour un abonnement à l'étranger, merci de consulter notre site www.pourlascience.fr. Conformément à la loi "Informatique et libertés" du 6 janvier 1978, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification aux données vous concernant en adressant un courrier à Pour la Science.

La fraude fiscale : une histoire vieille comme le monde

par Cécile Michel, sur le blog Brèves mésopotamiennes

Les « Panama papers » ont dévoilé une vaste affaire de paradis fiscaux dans laquelle nombre de personnalités de la planète ont créé des sociétés offshore non déclarées et donc non soumises à l'impôt. C'est loin d'être un phénomène nouveau : déjà au XIX^e siècle... avant notre ère, les marchands assyriens étaient passés maîtres en matière de fraude et de contrebande afin de faire prospérer leurs capitaux – à leurs risques et périls.

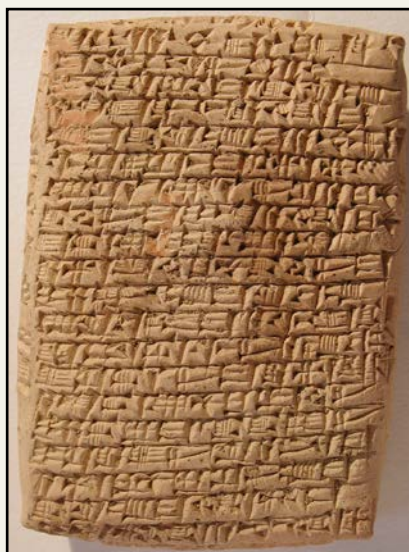
Les archives privées découvertes sur le site de Kültepe, l'ancienne Kaniš, en Anatolie centrale, et datées du début du II^e millénaire avant notre ère permettent de retracer les activités de leurs propriétaires. Il s'agit de marchands originaires de la ville d'Assur (sur le Tigre, en Iraq) venus vendre étain et étoffes de luxe pour rapporter chez eux or et argent.

Ce commerce à longue distance, favorisé par des mesures protectionnistes édictées par les rois d'Assur, était réglementé par des conventions commerciales signées avec les souverains des royaumes traversés par les marchands ou dans lesquels ils s'étaient installés. Selon ces accords, les autorités locales assuraient aux caravanes assyriennes le droit de passage, la protection des routes et garantissaient les pertes causées par des vols commis sur les territoires contrôlés. Les marchands jouissaient d'un droit de résidence et de protection dans les comptoirs de commerce. En contrepartie, ils devaient régler les taxes sur les caravanes aux postes douaniers des territoires traversés et les impôts dus aux palais anatoliens.

Aussi bien les Assyriens que les gouvernements locaux avaient tout intérêt au renouvellement de ces traités : les premiers sacrifiaient une partie de leurs bénéfices pour une sécurité accrue, tandis que les

seconds tiraient des revenus directs et indirects du commerce.

En dépit de ces traités commerciaux, les conflits entre les autorités anatoliennes et les marchands assyriens étaient fréquents. Le palais local était mauvais payeur et tardait à régler l'étain et les étoffes qu'il achetait aux Assyriens. Quant aux marchands, pour



Lettre d'un marchand assyrien
emprisonné dans un palais anatolien.

augmenter leurs bénéfices grevés par les taxes, ils s'essayaient à la contrebande.

Pour éviter les postes douaniers, ils empruntaient des chemins détournés et non surveillés... au risque de croiser des bandes de brigands qui les dépouillaient ! Pour échapper aux droits d'entrée, ils n'enregistraient qu'une partie des marchandises importées, le surplus pouvant être transporté de façon clandestine : « Si le chemin détourné est sûr, c'est par (ce) chemin détourné que mon étain et mes étoffes, autant qu'il en aura fait passer, devront me parvenir par

une caravane », écrit un marchand. « Si le chemin détourné est impraticable, que l'on apporte l'étain à Hurrama. Que des habitants de Hurrama fassent entrer la totalité de l'étain (dans la ville) par quantités de un talent (30 kilogrammes) chacun ; ou encore, que l'on fasse des paquets de 10 ou 15 mines (5 ou 7,5 kilogrammes) chacun, et que les employés (de la caravane les) fassent entrer (dans la ville cachés) dans leurs sous-vêtements. Une fois que l'on aura fait entrer le premier talent sans incident, alors seulement que l'on fasse entrer de nouveau un talent... » Les marchands n'hésitaient donc pas à laisser une trace écrite des méthodes qu'ils utilisaient pour contourner les postes douaniers.

La contrebande réussissait à certains marchands, qui réalisaient d'importants bénéfices. Mais ils attisaient aussi la jalousie de leurs voisins et risquaient une dénonciation. Face à une telle imagination déployée pour la fraude, les autorités prenaient des mesures à l'encontre des marchands assyriens : mises en garde, perquisitions, amendes, assignations à résidence, voire emprisonnements pour fraude fiscale. Quelles mesures seront prises à l'encontre des fraudeurs révélés par les « Panama papers » ?



Cécile MICHEL est
assyriologue et directrice
de recherche du CNRS
au laboratoire
Archéologies et sciences
de l'Antiquité, à Nanterre.
Elle préside l'International
Association for Assyriology
et tient le blog Brèves mésopotamiennes
(www.scilogs.fr/breves-mesopotamiennes).

Retrouvez tous nos blogueurs sur
www.sciLogs.fr et suivez-les sur les réseaux sociaux.