

Groupe POUR LA SCIENCE

Directrice de la rédaction : Françoise Pétry

Pour la Science

Rédacteur en chef : Maurice Mashaal

Rédacteurs : François Savatier, Marie-Neige Cordonnier,
Philippe Ribeau-Gésippe, Guillaume Jacquemont, Sean Bailly

Dossiers H.S. Pour la Science

Rédacteur en chef adjoint : Loïc Mangin

Cerveau & Psycho

Rédactrice en chef : Françoise Pétry

Rédacteur : Sébastien Bohler

L'Essentiel Cerveau & Psycho H.S.

Rédactrice : Bénédicte Salthun-Lassalle

Directrice artistique : Céline Lapert

Secrétariat de rédaction/Maquette : Annie Tacquenet,

Sylvie Sobelman, Pauline Bilbault, Raphaël Queruel, Ingrid Leroy

Site Internet : Philippe Ribeau-Gésippe

Marketing : Élise Abib assistée de Anaïs Grelet

Direction financière : Anne Gusdorf

Direction du personnel : Marc Laumet

Fabrication : Jérôme Jalabert assisté de Marianne Sigogne

Presse et communication : Susan Mackie

Directrice de la publication et Gérante : Sylvie Marcé

Conseillers scientifiques : Philippe Boulanger et Hervé This

Ont également participé à ce numéro :

Roger Bowley, Silvana Condemi, Jean-Michel Désert,

Laurent Lamy, Christophe Pichon, Tom Stallard, Michael Swift,

Daniel Tacquenet, Richard Taillet

PUBLICITÉ France

Directeur de la Publicité : Jean-François Guillotin

(jf.guillotin@pourlascience.fr), assisté de Nada Mellouk-Raja

Tél. : 01 55 42 84 28 ou 01 55 42 84 97 • Fax : 01 43 25 18 29

SERVICE ABONNEMENTS

Ginette Bouffaré. Tél. : 01 55 42 84 04

Espace abonnements :

http://tinyurl.com/abonnements-pourlascience

Adresse e-mail : abonnements@pourlascience.fr

Service des abonnements - 8 rue Férou - 75278 Paris cedex 06

Commande de livres ou de magazines :

0805 655 255 (numéro vert)

DIFFUSION DE POUR LA SCIENCE

Contact kiosques : À Juste Titres ; Benjamin Boutonnet

Tel : 04 88 15 12 41

Canada : Edipresse : 945, avenue Beaumont, Montréal,
Québec, H3N 1W3 Canada.

Suisse : Servidis : Chemin des châlets, 1979 Chavannes - 2 - Bogis

Belgique : La Caravelle : 303, rue du Pré-aux-oies - 1130 Bruxelles.

Autres pays : Éditions Belin : 8, rue Férou - 75278 Paris Cedex 06.

SCIENTIFIC AMERICAN Editor in chief : Mariette DiChristina. Editors :

Fred Guterl, Ricky Rusting, Philip Yam, Mark Fischetti, Christine Gorman,

Anna Kuchment, Michael Moyer, Gary Stix, Kate Wong. President :

Steven Inchcoombe. Executive Vice President : Michael Florek.

Toutes demandes d'autorisation de reproduire, pour le public

français ou francophone, les textes, les photos, les dessins ou

les documents contenus dans la revue « Pour la Science », dans

la revue « Scientific American », dans les livres édités par

« Pour la Science » doivent être adressées par écrit à « Pour la

Science S.A.R.L. », 8, rue Férou, 75278 Paris Cedex 06.

© Pour la Science S.A.R.L. Tous droits de reproduction, de traduction, d'adaptation et de représentation réservés pour tous les pays. La marque et le nom commercial « Scientific American » sont la propriété de Scientific American, Inc. Licence accordée à « Pour la Science S.A.R.L. ».

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement la présente revue sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français de l'exploitation du droit de copie (20, rue des Grands-Augustins - 75006 Paris).



Questions de forme

La forme est l'apparence, dont on sait qu'elle est trompeuse. Difficile à définir, elle a donné lieu à diverses théories, dont la Gestalt-théorie ou gestaltisme, *Gestalt* signifiant *forme* en allemand. Née en 1890, elle stipule qu'une perception n'est pas une juxtaposition de sensations, mais une sensation globale. Ainsi, une mélodie est plus que la somme des notes qui la composent. De même, la forme est une propriété émergente, c'est-à-dire qu'elle est davantage que l'assemblage de ses constituants. La forme d'un objet dépend des propriétés de ses constituants, mais les dépasse.

Une telle définition s'applique à de nombreux objets, notamment aux agrégats des protéines impliquées dans diverses démences survenant chez les personnes âgées. Ces protéines dites tau, synthétisées par l'organisme, ont une forme « native », normale et fonctionnelle. Mais les neurobiologistes ont constaté qu'elles acquièrent parfois une forme anormale, laquelle se transmet par une sorte d'effet domino aux protéines normales. À cause du changement de leur conformation, les protéines s'assemblent en agrégats responsables de diverses pathologies (voir le dossier : *Alzheimer, Parkinson, Huntington... Quand des protéines de type prion détruisent le cerveau, page 27*).

La forme d'un objet résulte des propriétés de ses constituants, mais les dépasse.

Citons deux autres exemples : celui des carrés magiques dont les nombres sont remplacés par des figures géométriques. Dans de tels carrés géomagiques, la « somme » des formes situées dans les cases d'une même ligne, colonne ou diagonale est constante (voir *Les carrés magiques géométriques, page 80*). Ou encore, l'exemple des particules élémentaires. Elles sont considérées comme ponctuelles, mais on découvre qu'elles contiendraient des sous-particules, les préons. Si cette hypothèse se confirme, les quarks cesseront d'être des points. Resterait à déterminer leur forme (voir *Au cœur des quarks, page 18*) !

Une forme est parfois ambiguë. C'est, par exemple, l'illusion du canard-lapin : quand on observe une tête de canard-lapin de profil, le cerveau perçoit alternativement soit des oreilles de lapin, soit un bec de canard. Le cerveau se trompe. Ce fut aussi le cas quand on a cru qu'une maladie ne pouvait être due à une protéine naturellement synthétisée par l'organisme. Depuis, l'idée selon laquelle la forme anormale d'une protéine cause des démences fait son chemin. Sans ambiguïté possible !

1 ÉDITO

4 BLOC-NOTES

Didier Nordon

Actualités

6 Les sources de la civilisation maya en question

8 La température qu'il fait au centre de la Terre

9 L'origine des très longs sursauts gamma



11 Des nanoéponges à toxines

... et bien d'autres sujets.

Opinions

14 POINT DE VUE

Perturbateurs endocriniens : l'EFSA botte en touche

Barbara Demeneix

15 DÉVELOPPEMENT DURABLE

Comment lutter contre la pollution lumineuse ?

Samuel Challéat

17 VRAI OU FAUX

Les enfants apprennent-ils plus facilement les langues ?

Ranka Bijeljic-Babic



Ce numéro comporte un encart « Offre spéciale abonnés » posé sur l'ensemble de la diffusion abonnés ainsi que deux encarts d'abonnement Pour la Science brochés sur la totalité du tirage et une sélection de livres Pour la Science/Belin/Le Pommier en p. 78.
En couverture : © Craig Cutler

À LA UNE

18 PHYSIQUE DES PARTICULES

Au cœur des quarks

Don Lincoln

L'électron, les quarks et d'autres particules sont considérés comme des objets élémentaires et ponctuels. Mais ces particules pourraient cacher une structure interne constituée d'éléments hypothétiques, les préons.

50 ASTROPHYSIQUE
La vie intérieure des amas stellaires

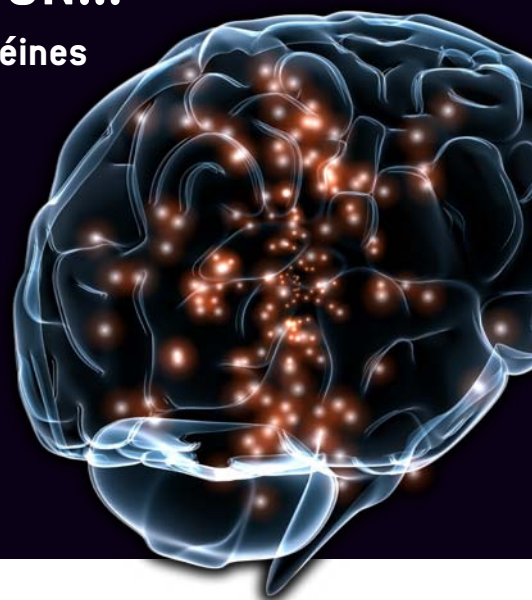
Steven Stahler

Les étoiles naissent en groupes, avant de se disperser dans l'espace. Une théorie explique comment ces amas stellaires se font et se défont ou, parfois, perdurent pendant des centaines de millions d'années.

DOSSIER

ALZHEIMER, PARKINSON, HUNTINGTON...

Quand des protéines de type prion détruisent le cerveau.



58 **BIOLOGIE ANIMALE** Les grands albatros, vautours des mers

*D. Grémillet, A. Prudor, Y. Le Maho
et H. Weimerskirch*

Le plus grand oiseau de la planète passait pour un pêcheur. C'est en réalité un charognard des mers, ont découvert les biologistes.



64 **MATHÉMATIQUES** Le chaos des triangles de réflexion

Grégoire Nicollier

Dessinez un triangle, puis construisez-en un nouveau en prenant, pour chaque sommet, le point symétrique par rapport au côté opposé. Répétez l'opération sur le triangle obtenu, et ainsi de suite. Cette procédure simple cache un riche système dynamique.

28 **MÉDECINE** Les graines de la démence

Lary Walker et Mathias Jucker

36 **BIOPHYSIQUE** Quand des protéines s'agrègent dans le cerveau

Andrey Kajava et Jean-Pierre Liautard

42 **NEUROBIOLOGIE** Les tauopathies : des agrégats dans les neurones

*Simon Dujardin, Laetitia Troquier,
Morvane Colin et Luc Buée*

Regards

72 **HISTOIRE DES SCIENCES**

La culture est-elle dans les gènes ?

Régis Meyran

La sociobiologie, née autour de 1970, postule que les comportements humains sont contrôlés par les gènes. Elle suscite toujours de vives critiques.

80 **LOGIQUE & CALCUL**

Les carrés magiques géométriques

Jean-Paul Delahaye

Les carrés géomagiens sont des carrés magiques où les nombres sont remplacés par des formes géométriques.

86 **SCIENCE & FICTION**

Les vers de la démesure

J. Sébastien Steyer et Roland Lehoucq

88 **ART & SCIENCE**

Un éléphant qui a de l'allure

Loïc Mangin

90 **IDÉES DE PHYSIQUE**

Les ronds de fumée

Jean-Michel Courty et Édouard Kierlik

93 **SCIENCE & GASTRONOMIE**

Les jeux goûteux de la rugosité

Hervé This

94 **À LIRE**

Rendez-vous sur

**POUR LA
SCIENCE.fr**

Le site de référence
de l'actualité scientifique internationale

■ Toutes les sciences en un clic

- Des actualités quotidiennes
- Des articles en libre accès
- Votre magazine numérique en ligne*
- Plus de 8 ans d'archives*

■ Des services exclusifs

- Les réactions aux articles**
- Des offres d'emploi scientifiques
- Des newsletters**
- Un espace abonnement

* Service payant. Si vous êtes abonné(e), les numéros compris dans votre abonnement sont offerts.
** En créant votre compte.

→ LE TEMPS DE LA FORME

Parfois, une définition agit comme une baguette magique. Untel ignore le sens d'un mot, on lui donne la définition et hop !, il sait utiliser le mot. Mais, en général, une définition est trop impersonnelle pour familiariser avec un mot. Mieux vaut se frotter à des gens qui l'emploient.

Il arrive aussi que définir n'ait pas pour effet de clarifier. Par exemple, la littérature spécialisée propose des centaines de définitions du mot *culture*. Ce mot est polémique, comme tant de ceux qui ont trait aux sociétés humaines et à la tentation de les hiérarchiser. Alors, chaque auteur veut imposer sa conception. Il participe ainsi à un pugilat dont nul ne sort vainqueur. Loin de faire naître un unisson, il ajoute à la cacophonie. En définissant ce terme, il obscurcit le débat à son sujet.

D'autres tentatives de définition ouvrent des abîmes. Chacun connaît le mot *temps*, chacun sent qu'il échouerait à le définir. Dans son acception générale, le mot *forme* est tout aussi évanescent. Donner une forme précise à la notion abstraite de forme est une gageure ! Je n'avais pas noté cette difficulté avant de lire *La Vie des formes et les formes de la vie* (Jean-Pierre Changeux dir., Odile Jacob, 2012). Paradoxe : maintenant que je sais que ce mot m'échappe, je le connais mieux.

Dès notre naissance, le temps et les formes tissent notre univers et posent des questions fascinantes. Mais il est plus usuel de méditer sur le temps que sur la forme. C'est

que le temps nous condamne à mort : rien de tel que de faire peur pour attirer l'attention.

→ L'INVISIBILITÉ DU GLOBAL

« **C**haque homme agit dans son intérêt personnel, mais ces actions individuelles se conjuguent en un processus qui concourt à l'intérêt général. » Les ravages provoqués par les rivalités économiques démentent cette interprétation de la théorie de la main invisible, mais ils ne suffisent pas à en détourner ceux qui ont décidé d'y croire. Mieux : on a, dans la même veine, inventé l'intelligence planétaire [alias cerveau global].

Que la technologie amplifie les interactions humaines à un point jamais vu est possible. Qu'on appelle « marche du monde » la résultante de ces interactions, soit. Mais, pour que cette marche soit l'expression d'une intelligence planétaire, il faudrait qu'existe une volonté planétaire. Or des volontés individuelles de millions d'internautes tirant à hue et à dia et s'entre-choquant, naît une direction pleine d'aléas, tantôt heureux, tantôt moins heureux, qui n'expriment aucune volonté.

Le cerveau invisible réalise un seul miracle – le même que la main invisible : la théorie prétendant qu'il œuvre au bien de tous trouve des défenseurs alors qu'elle est indéfendable.

→ MÉMOIRE ENJOLIVANTE

Un ami vous déclare qu'il est passionné par tel auteur, dont il a tout lu. Étonné, vous dites que vous n'en avez lu qu'un livre, et ne l'avez guère apprécié. La réponse de l'ami est, presque toujours : « Ah, ce livre-là n'est pas représentatif. Tu devrais essayer un autre. »

Cette scène est trop fréquente pour qu'on puisse supposer que, à chaque fois,

le hasard vous a fait lire le seul livre faible de cet auteur. Une explication plus plausible est que le bon souvenir, tant qu'il reste vague et général, magnifie tout. Mais si la mémoire est amenée à se fixer sur un titre particulier, un effet de réel se produit, et la magie de l'idéalisation s'atténue.

Ne jamais relire un auteur pour lequel on a gardé un enthousiasme de jeunesse...



→ L'OXYMORE DU PENSEUR CONCRET

Il y a plus de place dans les airs que sur Terre. Nombre de formes compliquées dans l'espace ont, sur un plan, une projection simple... Il est fréquent qu'un penseur, auteur de théories à l'originalité foisonnante, se révèle bien moins original quand on le fait revenir sur Terre et qu'on lui demande des suggestions pratiques. En gros, il se rabat sur les positions connues soit des progressistes, soit des conservateurs. Le vol de ce penseur original trace sur le sol une figure banale.

Rien là d'étonnant. Un observateur original perçoit ce que nul n'a perçu avant lui, ce qui permet de trouver des voies nouvelles. L'originalité d'un penseur, elle, ne réside pas dans sa perception aiguë de ce qui est, mais dans son aptitude à concevoir ce qui pourrait être, ou aurait pu être, ou devrait être, ou aurait dû être...

Interroger un penseur sur un problème concret, c'est faire offense à ses facultés d'imagination.



→ LA LUTTE DES CLASSES

Lisant la réflexion d'un anthropologue sur sa profession, j'ai découvert une foule d'écoles, apparemment plus rivales qu'amies : anthropologie cognitive, anthropologie interprétative, anthropologie fonctionnaliste, anthropologie culturaliste, anthropologie sociale, anthropologie philosophique. En outre, l'anthropologue peut être universaliste ou relativiste, auquel cas il a le choix entre relativisme éthique, relativisme cognitif, relativisme épistémologique, relativisme culturel (version forte, version faible), relativisme conceptuel, relativisme perceptuel, relativisme théorique...

Les sciences « dures » ne sont pas en reste, quant à la multitude de leurs rami-

fications. Celles-ci sont suscitées surtout par la variété des objets d'étude, qui mène à une profusion de sous-spécialités, alors que, dans l'exemple ci-dessus, les désaccords idéologiques influent sur le choix des méthodes et contribuent à l'éclatement.

Par ailleurs, en politique comme en religion, les subtilités doctrinales et les rivalités personnelles engendrent une abondance non moins bigarrée de groupuscules et de sectes.

Bref, il en va des pôles d'intérêt humains comme des règnes du monde vivant. Chacun se subdivise en une arborescence infinie, il n'en est aucun qui ne puisse faire l'objet d'une classification. D'ailleurs, parmi les spécialistes de la classification, les uns appellent cette science la taxinomie ; les autres, la taxonomie ;

les uns et les autres la distinguent avec plus ou moins de vigueur de la systématique. Nous tenons là une ébauche de classification, mais n'allons pas plus loin : à ceux qui classifient de se classifier eux-mêmes ! ■





les conférences

Dans la limite des places disponibles

> les samedis 1^{er}, 15, 22 juin à 15h et 8 juin à 14h

L'exploration des corps planétaires

L'exploration du Système solaire par différentes sondes a révélé l'existence de mondes prodigieux et insoupçonnés : Mars avec ses déserts et ses anciens cours d'eau, Titan avec ses lacs, Neptune avec ses anneaux... Au-delà sont repérés des « Jupiters chauds », et, bientôt, de nouvelles Terres.

programme complet sur www.universcience.fr

Avec le soutien de  

En partenariat avec  