

www.pourlascience.fr

170 bis boulevard du Montparnasse – 75014 Paris
Tél. 01 55 42 84 00

GROUPE POUR LA SCIENCE

Directrice des rédactions: Cécile Lestienne

HORS-SÉRIE POUR LA SCIENCE

Rédacteur en chef adjoint: Loïc Mangin

Révisseuses: Maud Bruguère, Anne-Rozenn Jouble

POUR LA SCIENCE

Rédacteur en chef: Maurice Mashaal

Rédactrice en chef adjointe: Marie-Neige Cordonnier

Rédacteurs: François Savatier, Sean Bailly

Développement numérique: Philippe Ribeau-Gésippe

Community manager: Aëla Keryhuel

Conception graphique: William Londiche

Directrice artistique: Céline Lapert

Maquette: Pauline Bilbault, Raphaël Queruel,
Ingrid Leroy

Révisseuse: Anne-Rozenn Jouble

Marketing & diffusion: Arthur Peys

Chef de produit: Charline Buché

Direction du personnel: Olivia Le Prévost

Secrétariat général: Nicolas Bréon

Fabrication: Marianne Sigogne et Zoé Farré-Vilalta

Directeur de la publication et gérant: Frédéric Mériot

Anciens directeurs de la rédaction: Françoise Pétry
et Philippe Boulanger

Conseiller scientifique: Hervé This

A également participé à ce numéro:
William Rowe-Pirra

PRESSE ET COMMUNICATION

Susan Mackie

susan.mackie@pourlascience.fr • Tél. 01 55 42 85 05

PUBLICITÉ France

stephanie.jullien@pourlascience.fr

ABONNEMENTS

Abonnement en ligne: <http://boutique.pourlascience.fr>

Courriel: pourlascience@abopress.fr

Tél.: 03 67 07 98 17

Adresse postale: Service des abonnements

Pour la Science – 19 rue de l'Industrie – BP 90053
67402 Illkirch Cedex

Tarifs d'abonnement 1 an (16 numéros)

France métropolitaine: 79 euros – Europe: 95 euros

Reste du monde: 114 euros

DIFFUSION

Contact kiosques: À Juste Titres ; Stéphanie Troyard

Tél. 04 88 15 12 48

Information/modification de service/réassort:

www.direct-editeurs.fr

SCIENTIFIC AMERICAN

Acting editor in chief: Curtis Brainard

President: Dean Sanderson

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 adressés par écrit à « Pour la Science S.A.R.L. », 162 rue du Faubourg Saint-Denis, 75010 Paris.

© 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).

Origine du papier: Italie

Taux de fibres recyclées: 0%

« Eutrophisation » ou « Impact sur l'eau »: Ptot 0.008kg/tonne

Ce produit est issu de forêts gérées durablement et de sources contrôlées.



ÉDITORIAL



LOÏC MANGIN
Rédacteur
en chef adjoint

Je est un autre, et vous aussi

Dans une lettre adressée le 15 mai 1871 à Paul Demy, également poète, Arthur Rimbaud lance son fameux: «Je est un autre». Et de poursuivre: «Si le cuivre s'éveille clairon, il n'y a rien de sa faute. Cela m'est évident: j'assiste à l'éclosion de ma pensée: je la regarde, je l'écoute.»

On peut y comprendre que le poète ne maîtrise pas ce qui s'exprime en lui. Au-delà de la création artistique, c'est toute la conception d'identité qui est ainsi remise en cause.

Exprimés à peine quatorze ans après les expériences de Mendel sur les pois et seulement deux ans après ceux de Friedrich Miescher isolant ce que l'on appellera bien plus tard ADN, les tourments de Rimbaud trouvent pourtant un écho formidable dans les plus récents travaux de génétique qui bousculent eux aussi la notion d'identité.

L'idée d'individualité devient floue. Et pour cause! Notre génome est truffé de fantômes du passé, ceux de virus qui nous ont infectés et ceux d'autres espèces humaines avec qui nos ancêtres se sont métissés. Et l'on découvre que les gènes de nos microbiotes nous sont indispensables. À l'inverse, depuis l'avènement de l'épigénétique, on sait que notre patrimoine héréditaire, transmis à nos descendants, ne se résume pas à la seule séquence de l'ADN de nos chromosomes.

En un mot, nous sommes le fruit de forces plurielles, polyvalentes, parfois contradictoires. «La première étude de l'homme qui veut être poète, préconise Rimbaud un peu plus loin dans sa lettre, est sa propre connaissance, entière.» Ce numéro est l'occasion de tendre vers cette connaissance de vous-même, en réalisant que, poète ou non, vous êtes un autre, vous êtes même plein d'autres!

SOMMAIRE

POUR LA
SCIENCE
HORS-SÉRIE

N° 105

Novembre-décembre 2019

Qui sommes-nous ? LES NOUVELLES RÉPONSES DE LA GÉNÉTIQUE

Constituez
votre collection
de *Hors-Séries*
Pour la science
Tous les numéros
depuis 1996

pourlascience.fr



En couverture :
© Pour la Science

P. 6

Repères

Définitions, grands principes, schémas...
l'indispensable pour apprécier ce numéro.

P. 8

Avant-propos

AXEL KAHN

**Tout est inné et tout
est acquis : génétique
et épigénétique interagissent
en permanence**



P. 14

Inné ou acquis ?

Une question obsolète

Luc-Alain Giraldeau et Denis Réale

On oppose souvent l'inné à l'acquis. C'est faire fi
des interactions entre gènes et environnement.

P. 20

L'ADN, un livre ouvert sur vos origines ?

*Catherine Bourgain, Audrey Sabbagh
et Mauro Turrini*

Le succès de la génétique récréative interroge :
jusqu'où le génome récapitule-t-il la généalogie ?

P. 28

La crédibilité limitée des tests de santé

*Catherine Bourgain, Audrey Sabbagh
et Mauro Turrini*

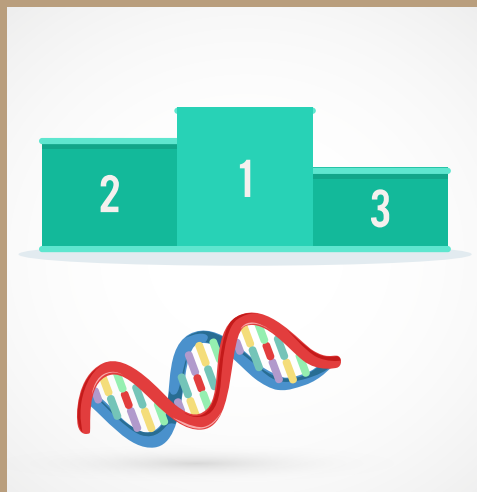
Les tests génétiques liés à la santé sont
en plein essor. Quelle foi leur accorder ?

P. 34

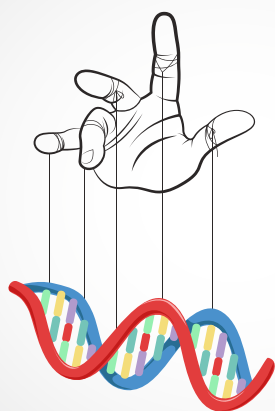
La fin du programme génétique

Thomas Heams

Le génome n'est pas le chef d'orchestre exclusif
d'une cellule. Le hasard y a aussi sa part.



LA FIN DE L'ADN TOUT-PUISSANT



UN GÉNOME SOUS INFLUENCE

P. 44

L'hérédité sans gène

Michael Skinner

Les marques épigénétiques se transmettent d'une génération à l'autre.

P. 52 Entretien

L'épigénétique, en influant sur l'expression des gènes, est un modulateur clé de l'évolution

Edith Heard et Vincent Colot

P. 58

L'homme augmenté... grâce aux microbiotes

Marc-André Selosse

Les gènes de nos microbes complètent les nôtres, assurant notre bonne santé.

P. 66

Des gènes sur mesure

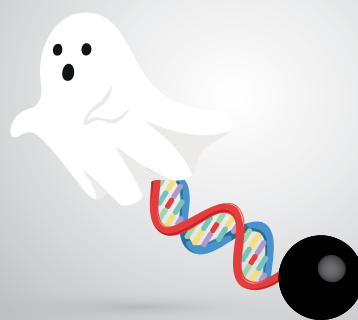
Emmanuelle Charpentier et Pierre Kaldy

Depuis 2012, un rêve des généticiens s'est accompli : il s'appelle CRISPR-Cas9.

P. 74 Entretien

« La fiabilité de CRISPR-Cas9 s'améliore, mais la réflexion et le débat n'ont guère progressé »

Patrick Gaudray



LES FANTÔMES DU PASSÉ

P. 80

Des architectes du génome venus du passé

Gaël Cristofari

Vestiges des temps anciens, des transposons apportent une plasticité inouïe aux génomes.

P. 88

L'humanité racontée par ses microbes

Tara Smith

Des microorganismes constituent des archives qui éclairent notre passé, mais aussi notre futur.

P. 94

Homo sapiens, une espèce mosaïque

Silvana Condemi et Anna Degioanni

Nos ancêtres se sont hybridés avec les espèces archaïques qu'ils ont rencontrées.

P. 102

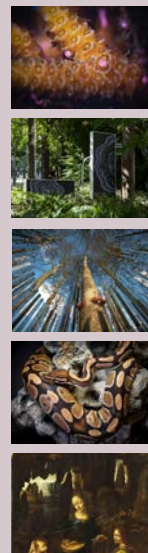
Des fantômes tapis dans notre ADN

Jordana Cepelewicz

L'intelligence artificielle débusque de nouvelles branches dans l'arbre généalogique des humains.

P. 108

À lire en plus



RENDEZ-VOUS

par Loïc Mangin

P. 110

Rebondissements

Corail : un problème de synchronisation • Alzheimer, entre le gris et le blanc • La vie, l'univers, le reste... et la somme des cubes • Pour une bonne santé des arbres en ville •

P. 114

Données à voir

Un arbre en direct.

P. 116

Les incontournables

Des livres, des expositions, des sites internet, des vidéos, des podcasts... à ne pas manquer.

P. 118

Spécimen

La Floride, un sacré Graal pour les pythons !

P. 120

Art & Science

Léonard de Vinci, maître géologue

Un moment de gènes

ADN (ACIDE DÉSOXYRIBONUCLÉIQUE)

Constituant essentiel des chromosomes, c'est le support moléculaire de l'information génétique. Cette molécule consiste en une double hélice dont chaque brin est une suite de nucléotides. On en distingue quatre types, différant par la molécule nommée «base azotée» qu'ils portent : adénine (A), cytosine (C), guanine (G) et thymine (T). Ces nucléotides s'apparient de façon spécifique, A et T d'une part, C et G d'autre part. L'information nécessaire, par exemple à la synthèse d'une protéine, réside dans l'ordre de succession de ces nucléotides.

ALLÈLE

Formes différentes d'un gène, dérivant les unes des autres par mutation. Pour un même gène, un organisme eucaryote possède deux allèles, identiques ou non.

ARN (ACIDE RIBONUCLÉIQUE)

Structurellement proche de l'ADN, cette molécule est copiée de la séquence d'une portion d'ADN. Ses rôles sont multiples.

CHROMOSOME

Molécule continue d'ADN constituant l'unité physique de matériel génétique. Les cellules eucaryotes (dotées d'un noyau individualisé) comportent plusieurs chromosomes, par exemple 23 paires chez les humains.

CHROMATINE

Association de l'ADN et des protéines nommées histones, plus ou moins condensée. Cet état de condensation influe sur l'expression des gènes selon que ces derniers sont accessibles à la machinerie cellulaire ou non.

CODE GÉNÉTIQUE

Correspondance entre les nucléotides et les acides aminés constituant les protéines. Chaque triplet de nucléotides (ou presque), par exemple ATT, code un acide aminé. Ce code est commun à quasiment tous les êtres vivants.

ÉPIMUTATION

Modification chimique d'un chromosome ou des protéines qui le structurent, sans altération de la séquence d'ADN.

Des marques dites «épigénétiques» – un groupe méthyle par exemple – sont ajoutées ou ôtées, ce qui module l'expression de gènes.

ÉPIGÉNOME

Ensemble des épimutations.

GÈNE

Segment d'ADN réunissant la séquence codant une protéine, et celles qui en contrôlent l'expression. C'est l'unité de transmission héréditaire de l'information génétique.

GÈNE SOUMIS À EMPREINTE PARENTALE

Chez un individu donné, un tel gène porte une marque épigénétique qui atteste qu'il provient soit de la mère de l'individu, soit de son père. Les deux copies du gène sont présentes dans le génome de l'individu, mais grâce à cette marque, seule l'une des deux s'exprimera.

GÉNOME

Ensemble du matériel génétique présent dans chacune des cellules d'un individu.

GÉNOTYPE

Ensemble des caractères génétiques d'un individu. Son expression conduit au phénotype.

HISTONE

Protéine autour de laquelle s'enroule l'ADN pour former la chromatine.

MALADIE GÉNÉTIQUE

Maladie liée à des défauts, ou mutations, d'un ou de plusieurs gènes.

L'ÉPIGÉNÉTIQUE EN BREF

L'information génétique est codée dans les chromosomes de chaque cellule par l'ADN. Une couche supplémentaire d'informations est contenue dans les marques épigénétiques, tels les groupes méthyle (CH_3), qui se fixent sur l'ADN et les histones, des protéines autour desquelles s'enroule l'ADN. Souvent, lorsque ces marques épigénétiques se lient à l'ADN dans les gènes ou à proximité de ceux-ci, elles en modifient l'expression.

MARQUEUR GÉNÉTIQUE

Séquence d'ADN particulière utilisée pour «baliser» et cartographier les chromosomes.

MUTATION

Modification, spontanée ou due à un agent chimique ou physique, des nucléotides de l'ADN, par exemple le remplacement d'un T par un G, l'élimination d'une portion... Cette altération, héréditaire, entraîne une modification durable de certains caractères.

PHÉNOTYPE

Ensemble des caractères observables d'un individu, résultant de l'interaction entre son génotype et de l'environnement.

SÉQUENÇAGE DU GÉNOME

Identification de la succession de tous les nucléotides de l'ADN d'un organisme.

