

LE VIRUS DE LA GRIPPE • LE BOGUE DE L'AN 2000 • ADN et évolution

Pour la Science

■ POUR LA

SCIENCE

Mars 1999

édition française de

SCIENTIFIC
AMERICAN

Cosmologie

Une nouvelle vision
de l'Univers

Canada : \$ 8,75



BLOC-NOTES

de Didier Nordon

5

TRIBUNE DES LECTEURS

6



JEU-CONCOURS

Problème d'hôtelier

par Pierre Tougné

7



POINT DE VUE

L'eugénisme

par Pierre-Henri Gouyon

8

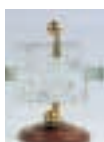


SCIENCE ET ÉCONOMIE

Chômage et flexibilité

par Bernard Guerrien et Sophie Jallais

10

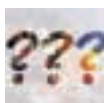


PRÉSENCE DE L'HISTOIRE

Les «appareils» de l'enseignement

par Francis Gires et Nicole Hulin

12

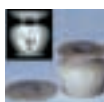


SCIENCE ET GASTRONOMIE

Questions...

par Hervé This

16



PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES

- La carte d'identité des émeraudes
- Le mildiou est une algue ■ Le stress du réveil
- Le ciel se couvre... ■ Le glioblastome ■ Évanescences
- Symbiose de galaxies ■ La cheville des baleines
- Lignes de billes ■ Nouveau regard sur des fards
- Un ancêtre venu du froid

24

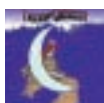


VISIONS MATHÉMATIQUES

Pliages et origami

par Ian Stewart

96



LOGIQUE ET CALCUL

Les découpages artistiques

par Jean-Paul Delahaye

100



L'IMAGE DU MOIS

Van Gogh, mauvais chimiste

106



SAVOIR TECHNIQUE

Les parachutes

par Dan Poynter

109



ANALYSES DE LIVRES

- Regards sur l'éthique des sciences, de G. Toulouse
- Le Muséum au premier siècle de son histoire, sous la direction de C. Blanckaert, C. Cohen, P. Corsi et J.-L. Fischer
- Arbres de pierre, la croissance fractale de la matière, de V. Fleury
- Réalisez votre télescope, de K. et J.-M. Lecleire

110

La révolution cosmologique

Des supernovae pour sonder l'espace-temps

par Craig Hogan, Robert Kirshner et Nicholas Suntzeff

L'analyse des explosions d'étoiles très lointaines indique que l'expansion de l'Univers accélère. Une forme d'énergie étrange semble être la cause de cette accélération.

36

L'antigravité

par Lawrence Krauss

Certains cosmologistes expliquent les nouvelles observations des astronomes à l'aide d'équations qui comprennent un terme découvert par Einstein : la constante cosmologique.

42

L'inflation de l'Univers

par Martin Bucher et David Spergel

L'Univers contiendrait moins de matière que ne le prévoit la théorie de l'inflation : il semble se dilater plus vite que prévu. Certains cosmologistes résolvent ce paradoxe avec une inflation en deux étapes.

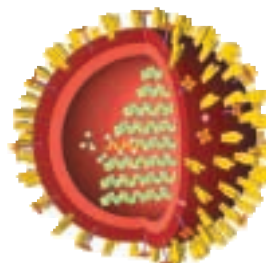
50

La lutte contre la grippe

60

par Graeme Laver, Norbert Bischofberger et Robert Webster

Bientôt commercialisés, les nouveaux médicaments antigrippaux empêchent le virus de la grippe de se multiplier dans les tissus humains. Ils devraient également prévenir l'infection.



De la voile à l'aile

70

par V. Radhakrishnan

Les progrès dans la conception des bateaux résultent de l'implantation des foils qui surélèvent la coque et de la structure des mâts ailes plus efficaces



Les ordinateurs passeront l'an 2000

78

par Peter de Jager

De nombreux informaticiens avaient négligé le changement prochain de millénaire : ils n'ont utilisé que les deux derniers chiffres pour indiquer les années.

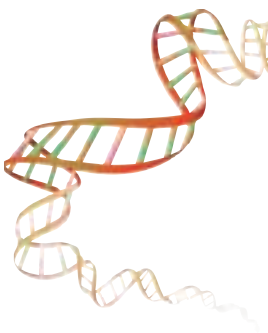


ADN et évolution

84

par Richard Moxon
et Christopher Wills

Des séquences répétées dans l'ADN interviennent dans l'adaptation des bactéries à leur environnement et, également, dans l'apparition de maladies humaines.



La protection des jeunes chez les insectes

90

par Douglas Tallamy

Les insectes de certaines espèces risquent leur vie pour protéger leur progéniture.



La maîtrise de la cosmologie

Si la matière de l'Univers n'obéissait à aucune loi, il nous faudrait un cerveau aussi grand que l'Univers pour prévoir son évolution. Heureusement, des lois synthétiques autorisent l'analyse : nous comprenons la nature parce qu'elle est régie par des lois qui simplifient l'entendement du petit nombre d'entités composant la matière. Les aristotéliens pensent que ces lois sont *sine qua non*, que sans elles la matière ne peut exister et qu'il n'y a rien d'autre que ce qui est sensible ; les idéalistes, croient qu'il y a plus dans l'Univers que le visible, et que l'invisible transcendantal nous restera toujours étranger.

Entre ces deux positions, la science ne tranche pas : même si nous découvrons un jour l'équation ultime qui régit tous les phénomènes, nous nous interrogerons toujours sur le pourquoi de l'existence de cette loi.

Le physicien s'est quelquefois étonné de l'universalité des lois physiques dans l'espace – les confins de l'Univers sont interprétables par les lois déterminées dans nos laboratoires terrestres. Leur immanence temporelle lui permet aussi de reconstruire les premiers moments de l'Univers (*voir les articles du dossier spécial de ce numéro sur la cosmologie nouvelle, pages 35 à 57*).

Y a-t-il vraiment lieu d'être surpris ? La matière, créée à partir d'une source unique, est contrainte par les lois qui permettent son existence ; aussi ces lois sont, par nature, intangibles. Plus les contraintes sont fortes, plus notre pouvoir est grand, car nous pouvons les analyser et prévoir le comportement des choses. Il semblerait que les contraintes soient tout juste suffisantes pour que nous puissions saisir le fonctionnement du monde. Selon les tenants du principe anthropique, qui expliquent que notre présence sur Terre impose des limitations à ce que peut être l'Univers, nous sommes comme *Boucle d'or* dans une maison cosmique ni trop mystérieuse ni trop simple.

PHILIPPE BOULANGER

Concision biologique

Nombreux sont les lecteurs qui abhorrent les descriptions. Nombreux sont les auteurs qui, sans pitié, les accumulent pages après pages. La technique va mettre tout le monde d'accord. Un romancier, peu porté sur les descriptions, a eu l'idée salvatrice : «Je rêve du jour où, la mise en fiches du génome humain enfin achevée, l'auteur donnera le signalement de ses personnages par une séquence d'ADN. Le lecteur n'aura qu'à taper le code sur son clavier d'ordinateur et, hey presto !, sur l'écran quinze pouces, il verra se dessiner l'exacte anatomie de la personne, ainsi qu'un menu : en cheveux, trois quarts, pleine peau, écorché...» (Fouad Laroui, *De quel amour blessé*, Julliard, 1998, p. 144.)

Marginale et fondamentale...

Certains objets de l'histoire des sciences sont devenus des vedettes de l'iconographie. Les hémisphères de Magdebourg, le baromètre de Torricelli, la machine à calculer de Pascal, l'ombre de Thalès au pied des Pyramides illustrent, avec une lassante persévérance, les livres d'enseignement ou les ouvrages de vulgarisation. Or l'objet le plus célèbre des mathématiques reste invisible. Jamais on ne voit reproduite la note portée à la main par Fermat dans la marge d'un livre, où il affirme avoir démontré son fameux «Grand Théorème». Il est vrai que la démonstration ne figure pas dans la note, Fermat ayant jugé la marge trop étroite. Il est vrai

que les commentateurs actuels sont convaincus qu'il n'avait pas de démonstration. N'empêche, cette marge a été à l'origine de 350 ans de travaux acharnés, ce qui l'a rendue légendaire. Elle mérite sans aucun doute de figurer en frontispice de tous les cours d'arithmétique. Pourquoi n'est-ce pas le cas ? La raison est aussi simple qu'imparable : le livre sur lequel Fermat a griffonné serait perdu – et sa marge avec. On n'en connaît l'existence que par l'intermédiaire d'un contemporain de Fermat. Les meilleurs mathématiciens ne peuvent montrer que ce qu'ils ont.

Toutes les disciplines ont leur Atlantide, leur objet perdu qui accède, par sa perte, à la dimension d'un mythe. Les plus belles tragédies grecques sont celles que nous n'avons plus, les livres de la bibliothèque d'Alexandrie étaient des chefs-d'œuvre comme nous ne savons plus en écrire, la musique n'a pas retrouvé le secret du vernis de Stradivarius, la sculpture a renoncé à connaître le visage de la Victoire de Samothrace... Il est révélateur de l'esprit des mathématiciens que leur objet perdu à eux soit non pas une démonstration, mais une absence de démonstration.

Une correction élémentaire

Le bon pédagogue est celui qui se trompe beaucoup devant les élèves – pourvu qu'il s'en rende compte et montre aux élèves où est l'erreur, comment elle se corrige et pourquoi il l'a faite. La presse, qui s'estime investie de la mission de nous familiariser avec l'euro, prend soin de donner l'équivalent en euros de toutes les

sommes en francs qu'elle mentionne. Se montre-t-elle bonne pédagogue ?

Assez bonne : elle fait des erreurs dans ce qu'elle nous enseigne, mais elle les corrige. Rapportant qu'un juge a estimé à «plus de 1 milliard de francs» les sommes ayant transité sur les comptes du financier Alfred Sirven, *Le Monde* du 5 janvier 1999 spécifie : 152 439 020 euros. Misère des calculettes ! Le chiffre avancé par le juge est un ordre de grandeur, et c'est une erreur de ne pas le manier comme tel.

Le journal aurait été plus pertinent s'il avait fourni comme équivalent (à son choix) 150 000 000 ou 160 000 000 d'euros.

Le lendemain, ce journal revient sur l'affaire, et cite le même chiffre en francs, donnant 152,5 millions d'euros pour équivalent. Cette fois, rien à objecter. Pour obtenir la médaille du parfait pédagogue, il aurait dû expliquer en quoi sa conversion de la veille était erronée. Mais l'essentiel n'est-il pas que le journal fasse des progrès et, dans son sillage, nous aussi ?

Un savant dîner... de leçons

Pour allécher le client, la quatrième de couverture d'*Un savant dîner* de John Casti (Flammarion, 1998) – ouvrage de vulgarisation censé se lire comme un roman – demande : «Quoi de plus délicieux que d'apprendre sans s'en rendre compte ?» La réponse est facile : il est encore plus délicieux de ne pas apprendre. Le principal plaisir d'un apprentissage – librement choisi, s'entend – réside dans l'effort qu'il exige. Comment parvenir au sentiment exaltant d'avoir vaincu une difficulté si on n'a eu aucun effort à faire ? L'idée d'un enseignement sous anesthésie – apprendre sans mal comme on se fait opérer sans douleur – est la plus fallacieuse qui soit. Pour paralyser toute aptitude à comprendre, rien de tel que de se présenter en roue libre devant l'obstacle, comme s'il allait se résorber tout seul. «Conférer au lecteur le droit d'accéder à l'intelligence des textes sans fatigue, voire avec de l'agrément, est d'une démagogie achevée.» (Georges Picard, *De la connerie*, éditions José Corti, 1994.)

Quant à *Un savant dîner*, qui expose sous forme dialoguée les pensées de Wittgenstein, de Turing, de Schrödinger, je l'ai feuilleté. Il n'a pas du tout l'air de se lire comme un roman. Alors, j'ai eu la flemme d'aller y voir de plus près. C'est donc sans aucune réserve que j'en recommande vivement la lecture.

Vers une extinction de l'informatique ?

Le bogue s'annonce terrible. Les ordinateurs, confondant 2000 avec 1900, sommeront les vieillards de 106 ans d'aller illico se faire inscrire à l'école ; les agios sur des impayés porteront sur une durée d'un siècle, ce qui fâchera à mort les débiteurs avec les propriétés de l'exponentielle ; les avions perdront à la fois leur sens de l'équilibre et celui de l'orientation, etc. Ces prévisions pèchent-elles par catastrophisme ? Non : par optimisme.

Car le problème est bien plus grave, et nous n'en parlons pas tant il fait peur. En 1900, les ordinateurs n'existaient pas. Donc si, arrivant à l'an 2000, ils se croient ramenés à 1900, ils cesseront aussitôt d'être : au douzième coup de minuit, ils retourneront au néant comme le carrosse de Cendrillon. Où ira la matière dont ils étaient faits ? Où s'envolera leur âme ? Belles questions théoriques dont disputeront les penseurs pendant tout le troisième millénaire – du moins ceux qui croiront aux ordinateurs ; les esprits forts, eux, nieront que ces machines magiques aient jamais pu exister. Ainsi, l'an 2000 verra l'espèce des ordinateurs s'éteindre brutalement, comme les dinosaures.

Retraites sonnantes

Qui va payer nos retraites ? demandent Bernard Guerrien et Sophie Jallais (voir *Pour la Science*, janvier 1999). «Aujourd'hui, avec sept actifs pour trois inactifs, les actifs donnent 30 pour cent de ce qu'ils produisent aux inactifs» écrivent-ils. Or, actifs et inactifs ne sont pas les seuls intervenants dans la production et la consommation des richesses : n'oublie-t-on pas le rôle des machines et de leurs possesseurs ? Ce n'est pas seulement le vieillissement de la population qui diminue le rapport entre actifs et inactifs, mais aussi (et principalement ?) les machines qui remplacent l'homme. Le propriétaire d'une machine, qui produit des richesses, est-il un actif ? Quand un actif, qui cotise pour sa retraite, est remplacé par une machine, celle-ci ne participe pas à sa place au paiement des retraites.

On peut toutefois noter que, à croissance économique nulle, la quantité de richesses produites chaque année reste constante et disponible pour la consommation par l'ensemble des actifs et des inactifs, indépendamment du rapport entre ces deux catégories. Tout est donc un problème de répartition de ces richesses.

Pierre PROVOST, Clamart

Je suis choqué par la présentation selon laquelle «les actifs» financent les retraites par répartition. Peut-être me répondrez-vous retenues salariales et patronales. Retenues sur quoi ? Sur un salaire théorique.

Aujourd'hui, en arrondissant les chiffres, 1 franc de salaire net correspond à 1,25 franc de salaire brut et 1,78 franc de coût salarial (net plus charges salariales plus charges patronales). Pas un centime des cotisations correspondant aux charges salariales ne passe par la poche du salarié. Tout se passe comme si l'entreprise versait 1 franc de salaire net et 0,78 franc de cotisations sociales. C'est l'appareil économique, et lui seul, qui finance les retraites. Cela signifie que les salaires des actifs ne sont pas à l'origine du financement des retraites mais constituent simplement une «assiette» de cotisations, pour parler comme l'administration fiscale.

Le montant du salaire brut perçu assure au salarié un «droit de tirage» pour sa retraite. Les sommes nécessaires aux retraites futures pourraient être dégagées en changeant simplement l'assiette des prélèvements et le problème de financement des retraites ne se poserait qu'en cas de récession économique. La seule vraie difficulté sera alors de justifier la légitimité du prélèvement auprès des entreprises.

M.G. FENYÖ, Paris

Réponse de Bernard Guerrien et Sophie Jallais

La production est, par définition, le fait des seuls actifs. Elle a pour contrepartie des revenus, qui vont aux travailleurs (salariés) et aux propriétaires des machines. Celles-ci permettent d'augmenter la production, ou de la rendre possible avec moins d'hommes. Moins d'actifs font alors vivre la société. Dans l'article sur les retraites, nous n'avions pas abordé cet aspect des choses, en faisant l'hypothèse inactifs égalent retraités, car nous voulions attirer l'attention sur le fait que ce sont les actifs d'aujourd'hui qui font vivre les inactifs (retraités, en l'occurrence) d'aujourd'hui. Toutefois, l'article *Actifs et inactifs* (voir *Pour la Science*, février 1999) répond en bonne partie à cette question.

L'exemple de M. Fenyö est excellent. Le problème est de savoir ce qu'est le «salaire» : ce que reçoit le travailleur, ou ce qu'il coûte ? En fait, dans le prix du produit, ce sera le coût salarial. Dans les 1,78 franc de ce coût il y a, disons, 0,40 franc de cotisations retraite (salariale ou patronale, peu importe). Ces cotisations vont, après passage dans l'«appareil économique», servir à payer les retraites «aujourd'hui» (les retraités achetant avec elles une partie du produit d'«aujourd'hui», celle qui correspond aux 0,40 franc). Et ainsi, la boucle est bouclée.

La question de la «légitimité» du prélèvement, auprès des salariés ou des entreprises, peut se poser effectivement. Mais cette légitimité est celle du droit à une retraite décente, et à un âge également «décent». Elle relève donc d'un choix de société.

Économie et échange

Dans *L'intelligence des robots* (voir *Pour la Science*, décembre 1998), Arab Ali Chérif évoque «l'économie», à propos des échanges entre les robots. Or, la théorie économique se heurte, dès le départ, à un problème essentiel : comment s'établissent les prix, base de l'échange ? En effet, sans prix donnés, les échanges sont indéterminés. Dans l'exemple des robots, il semble qu'il y ait un gain d'utilité (ici, de l'énergie) pour que l'échange ait lieu. Rien n'étant dit sur la façon dont ce gain est partagé entre les robots concernés, on est en présence d'un processus complètement indéterminé, et l'allusion aux théories économiques est discutable, à moins de les réduire à la proposition triviale : «les gens font des échanges s'ils y trouvent un avantage».

Bernard GUERRIEN, Paris

Réponse d'Arab Ali Chérif

Dans ce modèle le prix de base des ressources est inscrit dans la constitution afin d'amorcer le processus collectif. Ce prix peut évoluer selon la rareté des biens ou des informations disponibles sur le marché. Les comportements d'économie de marché qui structurent notre groupe de robots sont le partage rémunéré de capacités sensorielles et la négociation pour l'achat et la vente d'information sur l'environnement. Par exemple, si un robot, après l'exploration d'une zone, découvre des voies sans issues, il peut mettre en vente cette information afin de faire économiser aux autres robots l'énergie nécessaire à la même exploration. En contrepartie, les robots acheteurs doivent rémunérer le robot offreur. Le paiement se fait par radio. À chaque transaction, le compteur crédits et débit de chaque robot est mis à jour, et la recharge des robots en énergie est proportionnelle à la valeur de ce compteur.

L'intelligence des machines

L'intelligence artificielle (voir *Pour la Science*, décembre 1998) permet de réaliser des machines qui tiennent tête aux champions d'échec, et parfois en triomphent. Les réalisations de certaines de ces prodigieuses machines à calculer sont si impressionnantes qu'elles peuvent engendrer admiration et espérances irrationnelles. Toutefois, quels que soient le nombre et la qualité des opérations que ces machines peuvent accomplir et la vitesse de ces exécutions, elles ne font que mettre en œuvre des recettes qu'on leur a apprises. Elles ne sont pas moins idiotes que ces personnes qui étonnent par leurs exceptionnels dons en calcul et sont malheureusement, mais légitimement déclarées idiotes au regard de leur comportement social. Les machines n'étonneront jamais leur concepteur par une invention personnelle. Elles savent mais n'imaginent pas. Descartes pensait à tort qu'un chien était une machine : une machine ne mord pas quand on l'énervé.

Gabriel BARRIÈRE, Nice.

Écrivez à **Pour la Science** vos réactions, vos commentaires et vos réflexions sur l'actualité scientifique et vos relations avec la science. L'adresse de **Pour la Science** : tribune@pourlascience.fr. Indiquez Tribune des lecteurs dans la rubrique objet.

JEU-CONCOURS N° 57

PIERRE TOUGNE

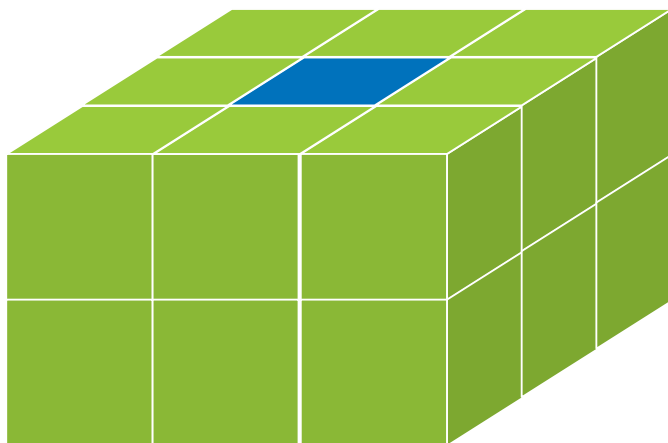
Problème d'hôtelier

Un hôtel parallélépipédique comporte 16 chambres (voir la figure ci-dessous). Les deux cubes intérieurs étant réservés au service et à l'accès aux chambres, nous n'épilouernerons pas sur le caractère réaliste de cet hôtel! Remarquons enfin que huit chambres sont communes à deux façades. N mathématiciens souhaitent s'y rendre pour un séminaire aux conditions suivantes :

1. Les 16 chambres doivent être occupées.
2. Aucune chambre ne peut recevoir plus de trois mathématiciens.
3. Les chambres de chaque façade doivent contenir 11 mathématiciens.
4. Au deuxième étage, il doit y avoir deux fois plus de mathématiciens qu'au

premier. Après quelques réflexions, l'hôtelier donne son accord. Malheureusement, le jour de l'arrivée, il manque trois mathématiciens. Cependant l'hôtelier réussit à les répartir en satisfaisant aux quatre conditions. Quel était le nombre de mathématiciens prévus initialement et comment avait-il prévu de les répartir? Enfin, comment a-t-il réparti ceux qui sont effectivement arrivés?

Envoyez vos réponses aux questions sur carte postale à **Pour la Science**, 8, rue Férou, 75006 Paris. Parmi les réponses exactes reçues pendant le mois de mars 1999, dix gagnants tirés au sort recevront un livre.



RÉPONSE AU JEU-CONCOURS N° 55

À la grande surprise, il y a parmi les lecteurs un nombre non négligeable de technocrates bruxellois! Bien des méthodes pouvaient être utilisées pour sa résolution, en voici une algébrique. Désignons par r la ration journalière d'herbe consommée par une vache, x la quantité initiale d'herbe par are dans le pré et y la quantité d'herbe poussant par jour sur un are. V vaches consomment en J jours une quantité Vjr d'herbe. D'autre part, un pré de surface S ares produit en J jours une quantité d'herbe $S(x + Jy)$. Si le pré nourrit exactement V vaches en J jours, on a

$Vjr = S(x + Jy)$. En appliquant cette relation aux deux prés de 20 et 24 ares, on obtient les deux équations $100r = 20x + 80y$ et $135r = 24x + 120y$ dont on tire $x = 5r/2$ et $y = 5r/8$. Pour nourrir 100 vaches durant 16 jours, il faut que $1600r \leq S(x + 16y)$ soit $S \geq 1600r/(x + 16y)$. En remplaçant x et y par leurs valeurs trouvées précédemment, on obtient $S \geq 128$, soit 128 ares au minimum pour le pré. Comme quelques lecteurs l'ont remarqué ce jeu-concours n'est qu'une variante à peine déguisée d'un classique des récréations mathématiques : le problème des bœufs de Newton.



L'eugénisme

PIERRE-HENRI GOUYON

Il existe des degrés de l'eugénisme, qui doivent faire l'objet de débats.

L'eugénisme ? Cette pratique qui consiste à «épurer l'humanité» de ses faiblesses génétiques est tabou. Pourtant les avancées de la génétique reposent le problème. Même s'il évoque des pratiques éminemment répréhensibles, le mot doit être évoqué : des analyses insuffisantes laissent subsister des idées antihumanistes qu'il est utile de déloger.

Précisons ma position avant de la défendre. Des parents atteints d'une maladie décident de ne pas avoir d'enfants : c'est déjà de l'eugénisme, mais individuel, et je ne le crois pas condamnable, loin s'en faut. Un État décide d'interdire la reproduction aux individus porteurs d'un gène particulier, jugé nuisible par ce même État : c'est de l'eugénisme d'État, qui me semble condamnable parce qu'il est une perte d'humanité. Cette pratique ne place plus le respect de l'être humain en haut de la hiérarchie des valeurs. Or l'histoire a amplement montré que les systèmes qui n'ont pas été humanistes ont conduit à des atrocités.

Laisser aux parents le soin de décider du sort réservé à leurs descendants, est une position humaniste. L'individu humain détermine ce qu'il veut faire, sans être soumis à quelque chose qui serait plus important que lui.

Les pratiques eugéniques sont diverses : il y a eugénisme chaque fois que l'on tente de favoriser ou de défavoriser des gènes dans les générations à venir. Cette acception englobe l'eugénisme individuel évoqué précédemment ; notons d'ailleurs que, même chez des individus sains, la décision d'avoir ou non des enfants relève de l'eugénisme.

L'eugénisme d'État peut s'exercer de plusieurs façons : par élimination des individus adultes porteurs de «tares», par élimination des fœtus qui portent des gènes jugés nuisibles, ou par interdiction (condamnation pénale, voire stérilisation) à des individus porteurs de «mauvais» gènes de procréer pour la raison qu'ils transmettraient ces «mauvais gènes».

La première pratique est vite jugée inacceptable. La deuxième, en revanche, mérite une analyse éclairée par la génétique et par la théorie darwinienne de l'évo-

lution : l'avortement thérapeutique est eugénique quand il touche des fœtus qui se seraient développés en individus viables, mais on doit reconnaître qu'il ne change la constitution génétique de la population que s'il concerne des fœtus qui auraient atteint l'âge de la reproduction.

Gulliver raconte que, pour les habitants de Lilliput, «rien n'était plus injuste que de laisser les gens procréer des enfants pour satisfaire leurs instincts, en s'en remettant à la société du soin de les faire vivre». La position de Swift a le mérite de poser clairement le problème de la responsabilité de la reproduction, problème accru par les progrès de la médecine : on sait aujourd'hui faire vivre jusqu'à l'âge de la reproduction des personnes atteintes de mucoviscidose.

La collectivité a-t-elle le droit de s'opposer à des naissances qu'elle doit ensuite assumer ? Par exemple, lorsque deux individus souffrant de mucoviscidose atteignent l'âge adulte (ce qui arrive aujourd'hui), les enfants seront à coup sûr atteints de mucoviscidose et probablement orphelins.

La question n'est pas simple et les situations ne sont pas toujours aussi tranchées : par exemple, les procréations médicalement assistées visent à assurer une descendance à des personnes qui, parfois en raison de leur bagage génétique, ne peuvent se reproduire. La collectivité assume cette reproduction, alors qu'elle fait naître des individus qui risquent d'avoir le même patrimoine génétique «déficient» que leurs parents. La stérilité devient héréditaire !

Sur ce point, une mise en perspective évolutive est utile : si nos ancêtres avaient éliminé les individus non conformes à l'idée qu'ils avaient de leur espèce, qui était alors velue, ils n'auraient sans doute pas laissé se développer ces créatures glabres que nous sommes, car le gène de la perte de poils semble un fléau économique : il nous oblige à nous habiller et à nous chauffer l'hiver. Comble d'ironie, si un enfant humain naissait aujourd'hui avec un pelage normal, on le déclarerait anormal. Ce même argument vaut pour la plupart des maladies

que l'eugénisme voudrait supprimer. Si l'humanité entière était galactosémique, personne ne penserait à éliminer le gène de la galactosémie.

Les exemples précédents montrent la nécessité du débat social. Comment l'organiser ? Des cas précis doivent être examinés, et les biologistes ont le devoir d'y participer. Ils ne devront pas tomber dans les travers de leurs prédécesseurs : Alexis Carrel et les généticiens des années 1930 (rares dans la France lamarckienne de l'époque, mais puissants dans les pays anglo-saxons, ce qui a amené la stérilisation de plusieurs dizaines de milliers de personnes aux États-Unis dans les années 1930 et a cautionné certaines pratiques nazies) étaient majoritairement eugénistes. Selon ces zélotes, c'était même un devoir sacré d'éviter que le patrimoine de l'humanité se détériore. En plus d'être dangereuse, leur position était naïve, notamment parce qu'on ne peut jamais prouver qu'un gène n'a pas d'effet bénéfique. De l'anémie falciforme (qui «protège» contre le paludisme) au «gène des centenaires» (associé à des infarctus avant 40 ans) en passant par le diabète, il semble que de nombreux cas existent où un même gène combine des effets positifs et négatifs.

Comment fonder une politique de santé publique qui tienne compte des avancées de la génétique moderne ? Tout d'abord, la collectivité peut s'interdire des pratiques eugéniques, mais s'autoriser des conseils génétiques. Avec ses traditions humanistes, la France aurait un rôle à jouer dans le débat sur l'eugénisme. Ne jetons pas un voile pudique et larmarkien sur la génétique en général et sur ses implications concernant le comportement humain. La génétique conduit moins nécessairement à l'eugénisme, que l'ignorance et l'absence de réflexion, à la barbarie.

Pierre Henri GOUYON est professeur de génétique à l'Université Paris-Sud, à Orsay.