

LE MARIAGE DE L'HUMOUR ET DE LA SCIENCE

par Didier Nordon

Nouveauté
POUR LA
SCIENCE

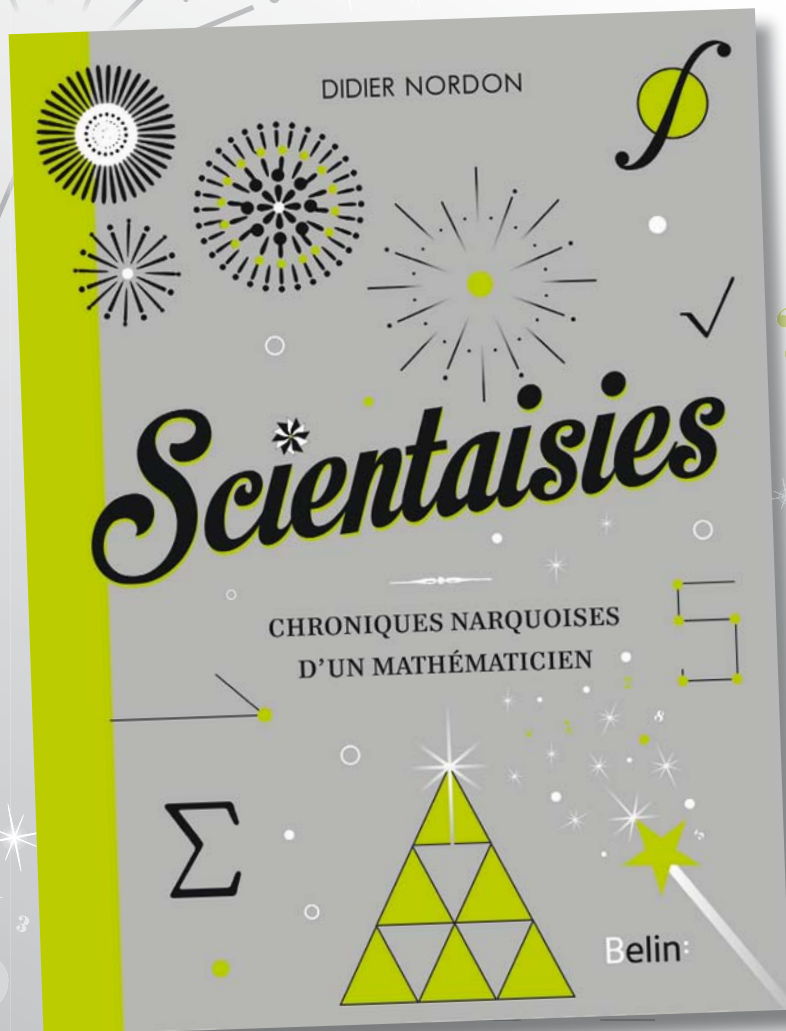
SCIENTAISIES

CHRONIQUES NARQUOISES

D'UN MATHÉMATICIEN

Le croisement de la science et de la fantaisie donne naissance à des Scientaisies, chroniques qui alimentent le Bloc-Notes de Didier Nordon dans le mensuel *Pour la Science*. Des billets d'humeur, joliment illustrés de dessins humoristiques ; à savourer sans modération en commençant par le dernier si votre humeur vous y incite !

Éditions Belin/Pour la Science
158 pages - 15€ - 12/11/2014
ISBN 978-2-8424-5196-7



**FLASHEZ CE QR CODE
ET COMMANDEZ
DIRECTEMENT VOTRE LIVRE**



BON DE COMMANDE

À découper ou à photocopier et à retourner accompagné de votre règlement à :
Groupe Pour la Science - 628 avenue du Grain d'Or - 41350 Vineuil
E-mail : pourlasciencevp@daudin.fr

POUR LA
SCIENCE

☐ **Oui**, je commande l'ouvrage *Scientaisies* de Didier Nordon



exemplaires x 15€ (Réf. 84295196) =

Frais de port (3€ France - 12€ Étranger) +

Total à régler

J'indique mes coordonnées :

Nom : _____

Prénom : _____

Adresse : _____

CP : _____ Ville : _____

Pays : _____ Tél. : _____

Pour le suivi client (facultatif)

Je choisis mon mode de règlement :

☐ Par chèque à l'ordre de *Pour la Science*

☐ Par carte bancaire

Numéro : _____

Date d'expiration : _____

Cryptogramme : _____

Signature obligatoire

En application de l'article 27 de la loi du 6 janvier 1978, les informations ci-dessus sont indispensables au traitement de votre commande. Elles peuvent donner lieu à l'exercice du droit d'accès et de rectification auprès du groupe Pour la Science. Par notre intermédiaire, vous pouvez être amené à recevoir des propositions d'organismes partenaires. En cas de refus de votre part, merci de cocher la case ci-contre ☐.

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

_____@_____

Pour la vie sur Mars, on ne sait pas encore. Pour les cinq vies du papier, c'est sûr.

La force de tous les papiers, c'est de pouvoir être recyclés
au moins cinq fois en papier. Cela dépend de chacun de nous.
www.recyclons-les-papiers.fr

Tous les papiers ont droit à plusieurs vies.
Trions mieux, pour recycler plus !



La presse écrite s'engage pour le recyclage
des papiers avec Ecofolio.





DOSSIER

Ces bactéries qui nous gouvernent

Q uatre-vingts millions de bactéries sont échangées lors d'un baiser, a-t-on pu lire récemment. C'est peu à côté de la quantité de microbes que nous hébergeons. Notre intestin contient à lui seul dix fois plus de bactéries que le corps humain ne compte de cellules !

En fait, avec les centaines de billions de bactéries qui peuplent la peau, la bouche, l'appareil digestif, les voies respiratoires, le vagin, nous ressemblons plus à un écosystème qu'à un organisme autonome, capable de se former et de se réguler seul. Depuis une dizaine d'années, on s'aperçoit que nos bactéries jouent un rôle clé dans le maintien de notre santé. On pense même qu'elles sont indispensables au développement du système immunitaire (*voir l'article de Gérard Eberl, page 26*).

À l'inverse, des perturbations de notre flore intestinale sont associées à diverses maladies, parfois inattendues : des pathologies métaboliques, telles que l'obésité et ses complications (*voir l'article de Philippe Gérard, page 34*), mais aussi mentales, comme le stress, la dépression, ou les troubles du spectre autistique (*voir l'article de Valérie Daugé et al., page 42*). Ce dossier fait le point sur ces travaux et les multiples liens qu'ils ont révélés entre nos bactéries et nous.

– Marie-Neige Cordonnier

26 Nos bactéries et nous : un subtil équilibre
par Gérard Eberl

34 Obésité, la flore intestinale
mise en cause par Philippe Gérard

42 Les maladies mentales viennent-elles du ventre ?
par V. Daugé, M. Jaglin, L. Naudon et S. Rabot



Nos bactéries et nous : un subtil équilibre

Gérard Eberl

L'ESSENTIEL

- On a longtemps pensé que le système immunitaire ne visait qu'à nous défendre contre les microbes.
- Puis on s'est aperçu qu'au fil de l'évolution, une myriade de bactéries ont colonisé notre organisme.
- Tolérées par le système immunitaire, ces bactéries nous procurent des éléments essentiels et nous protègent.
- Le système immunitaire établit en permanence une relation durable et équilibrée avec ces micro-organismes.

Toutes les illustrations sont de Bryan Christie

Notre organisme est peuplé de centaines de milliards de bactéries. Pourquoi notre système immunitaire ne les élimine-t-il pas ? Parce qu'il est sans doute bien plus qu'une armée de cellules et de molécules tueuses...

Notre vision du monde est bien manichéenne : nous éprouvons un fort besoin de classer les choses en « bien » et en « mal », d'identifier nos amis et nos ennemis, de reconnaître ce qui peut nous bénéficier ou nous nuire. Peut-être est-ce un instinct de survie qui nous guide dans un monde dangereux, fruit de mécanismes anciens qui ont assuré notre pérennité. Il n'en reste pas moins que la science elle-même est empreinte de manichéisme, surtout lorsqu'il s'agit de microbes et, en conséquence, du système immunitaire : d'un côté, les germes porteurs de maladies, qui peuvent nous infecter et nous tuer, de l'autre, notre système immunitaire, qui les reconnaît et les élimine.

Pendant plus d'un siècle, les immunologistes ont cherché à comprendre comment le système immunitaire détecte et détruit cette énorme diversité de microbes et, ce faisant, nous protège de nombreuses maladies infectieuses. Des résultats étonnants ont été obtenus, telle la découverte de la recombinaison génétique chez certaines cellules du système immunitaire (les lymphocytes), un processus par lequel l'organisme produit des milliards d'anticorps différents, capables de reconnaître autant de microbes distincts. Tout aussi étonnantes sont la découverte de molécules qui reconnaissent, à l'inverse, des structures communes au plus grand nombre de microbes, la découverte de cellules dites

dendritiques, qui collectent les débris de microbes partout dans l'organisme et les acheminent vers les cellules produisant les anticorps, et la découverte de cellules « camion-poubelles » – les macrophages –, qui nettoient les tissus des microbes et des cellules mortes à la suite des infections. Chacune de ces découvertes a été récompensée par un prix Nobel, ce qui témoigne de leur importance !

Cependant, un autre champ de recherche révèle à quel point les interactions des mondes animal et microbien ne peuvent se restreindre à une guerre entre attaquants et défenseurs. La biologie animale fournit de nombreux exemples spectaculaires de symbiose entre ces deux mondes. Ainsi, des moules vivent à plusieurs kilomètres de profondeur sur les dorsales océaniques grâce aux bactéries qu'elles hébergent et à leur capacité d'utiliser l'hydrogène comme source d'énergie ; des calmars hawaïens se camouflent grâce à des bactéries lumineuses qui colonisent de petites cryptes sur le ventre de leur hôte ; des vers tuent et consomment la larve d'insecte dans laquelle ils vivent grâce à des bactéries qu'ils relâchent dans leur hôte infortuné.

Les microbes, porteurs de maladies...

Nous-mêmes, nous ne pourrions digérer certains aliments et manquerions de certaines substances vitales sans les 100 000 milliards de bactéries (10^{14}) – nombre dix fois supérieur à celui des cellules de notre propre organisme – qui peuplent notre intestin, et le vagin serait très mal protégé sans l'acidité que lui fournissent ses lactobacilles symbiotiques. Que fait notre système immunitaire ? Comment tolère-t-il un tel zoo ? Risquons-nous de développer à tout moment une multitude d'infections à cause de ces microbes qui seraient prêts à nous envahir ? Cette question nous amènera vers de nouvelles idées sur la manière dont nous appréhendons notre environnement, non dans le conflit, mais dans l'équilibre sans cesse renouvelé.

C'est au début du XX^e siècle que l'idée de microbes porteurs de bienfaits a été avancée. Mais elle n'a eu alors aucun succès, car la communauté scientifique et médicale venait de se convaincre du caractère pathogène des microbes. Dans les années 1870, Louis Pasteur, ainsi que son rival allemand Robert Koch, avaient

■ L'AUTEUR



Gérard EBERL est immunologiste à l'Institut Pasteur, à Paris, où il dirige l'unité Développement des tissus lymphoïdes.

■ BIBLIOGRAPHIE

Y. Belkaid et T. W. Hand, *Role of microbiota in immunity and inflammation*, *Cell*, vol. 157, pp. 121-141, 2014.

G. Eberl, *A new vision of immunity : homeostasis of the superorganism*, *Mucosal Immunol.*, vol. 3, pp. 450-460, 2010.

H. W. Virgin et al., *Redefining chronic viral infection*, *Cell*, vol. 138, pp. 30-50, 2009.

M. McFall-Ngai, *Adaptive immunity : care for the community*, *Nature*, vol. 445, pp. 153, 2007.

P. Matzinger, *Tolerance, danger, and the extended family*, *Annu. Rev. Immunol.*, vol. 12, pp. 991-1045, 1994.

■ À ÉCOUTER

Le jeudi 22 janvier 2015, de 14h à 15h, Gérard Eberl reviendra sur le superorganisme symbiotique que nous formons avec notre microbiote dans la partie *Actualités* de l'émission *La marche des sciences*, sur France Culture. www.franceculture.com

confirmé la théorie des germes : ils avaient prouvé que les microbes présents dans notre environnement pouvaient transmettre des maladies. Et si l'on n'en avait pas tiré tout de suite les conséquences pour la médecine, les mesures prises ensuite n'en avaient que mieux ancré l'idée que les microbes sont des germes pathogènes.

À l'époque, une théorie antique perdurait, la théorie des humeurs, selon laquelle la maladie naissait d'un déséquilibre entre différents types de liquides corporels. La médecine ne mesurait donc guère le risque de transmission infectieuse de patient à patient lors d'interventions chirurgicales, même si ce risque avait été mis en évidence quelques années auparavant dans les maternités par l'obstétricien autrichien Ignace Semmelweis, et combattu notamment par le chirurgien britannique Joseph Lister. La découverte des microbes porteurs de maladies motiva Pasteur à préconiser, contre l'avis d'une grande partie du corps médical de l'époque, l'asepsie lors de la chirurgie, et à défendre le principe d'hygiène pour combattre les maladies infectieuses.

La théorie des germes se heurtait aussi à celle de la génération spontanée, stipulant qu'un organisme vivant, tel le microbe, pouvait naître de la matière inanimée. Portée par le médecin Félix-Archimède Pouchet, cette théorie mettait en cause les principes mêmes de l'hygiène. Une lutte scientifique d'une décennie opposa les deux hommes, jusqu'à ce que Pasteur prouve par l'expérience que les microbes sont issus de microbes, et donc que les maladies peuvent être contagieuses. Ces découvertes ont permis les réalisations les plus spectaculaires de la médecine, telles que les vaccins, à partir de germes atténués comme le fit Pasteur pour la rage, et les antibiotiques.

Ainsi s'était fixée dans l'esprit collectif l'idée que les microbes sont des vecteurs de maladies, et que l'hygiène est la clé pour défaire les maladies infectieuses. De fait, rien n'est en ce sens plus efficace que l'hygiène, et la chute de la mortalité due aux maladies infectieuses dans les nations industrialisées du XX^e siècle en est la preuve. En revanche, cette perception du microbe en tant qu'organisme fondamentalement pathogène avait aussi forgé une vision défensive du système immunitaire : un système dédié à la destruction des microbes.