

VÉRONIQUE LIESSE

Diététicienne-nutritionniste-micronutritionniste

Préfaces de Joël Doré et de Pierre Weill



Mon MICROBIOTE

sur mesure



Stress, surpoids, troubles digestifs...

**Vos conseils nutrition
pour 20 pathologies**

LEDUC ↗

« **Impressionnant par la richesse de son contenu et ultra-abordable pour un non-spécialiste, avec des astuces-clés pour comprendre et prendre soin de nos innombrables partenaires de jeu : nos bactéries intestinales. À laisser entre toutes les mains !** »

Professeur Patrice Cani

Allergies, infections urinaires, stress, maladies bucco-dentaires... **Et si tous ces problèmes avaient une même cause : le dérèglement de votre microbiote intestinal ?** Quand tout va bien, ces milliards de microbes qui peuplent le tube digestif interagissent de façon harmonieuse, participant au fonctionnement normal de l'organisme. Lorsqu'en revanche la mécanique se dérègle, c'est la source de problèmes de santé multiples. Dans cet ouvrage, découvrez :

- ✓ **le fonctionnement de votre écosystème intestinal** et son évolution au cours de votre vie ;
- ✓ **les facteurs qui ont un impact sur votre microbiote ;**
- ✓ **des stratégies sur mesure** pour toutes vos problématiques : maladies cardio-vasculaires, endométriose, diabète, cancer, ménopause... ;
- ✓ **des recettes personnalisées** pour atteindre vos objectifs santé.

LE GUIDE POUR METTRE EN PLACE VOTRE PROGRAMME MICROBIOTE !

Véronique Liesse est diététicienne-nutritionniste et enseignante en nutrition et micronutrition. Formatrice en ligne pour les professionnels de la santé, et chroniqueuse dans les médias, elle a déjà publié chez Leduc *Ma Bible pour perdre du poids sans régime*, *Le Grand Livre de l'alimentation « spécial énergie »* et *Le Grand Livre de l'alimentation « spécial immunité »*.

Joël Doré est directeur de recherche à l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement français (INRAE).

Pierre Weill est ingénieur agronome, spécialiste du lien entre production agricole, environnement et santé.

22 euros

Prix TTC France
ISBN : 979-10-285-2826-3



9 791028 528263

editionsleduc.com

LEDUC



Rayon :
Santé

DE LA MÊME AUTEURE AUX ÉDITIONS LEDUC :
Le Grand Livre de l'alimentation « spécial immunité », 2021.
Ma Bible pour perdre du poids sans régime, 2021.
Hormones : arrêtez de vous gâcher la vie !, avec le D^r Vincent Renaud, 2019.
Le Grand Livre de l'alimentation « spécial énergie », 2019.

REJOIGNEZ NOTRE COMMUNAUTÉ DE LECTEURS !

Inscrivez-vous à notre newsletter et recevez des informations sur nos parutions, nos événements, nos jeux-concours... et des cadeaux !
Rendez-vous ici : bit.ly/newsletterleduc

Retrouvez-nous sur notre site www.editionsleduc.com
et sur les réseaux sociaux.



Leduc s'engage pour une fabrication écoresponsable !

« Des livres pour mieux vivre », c'est la devise de notre maison.
Et vivre mieux, c'est vivre en impactant positivement le monde qui nous entoure ! C'est pourquoi nous avons fait le choix de l'écoresponsabilité.
Pour en savoir plus, rendez-vous sur notre site.



Avec la collaboration d'Alix Lefief-Delcourt.
Conseil éditorial : Alessandra Moro Buronzo
Recettes : Muriel Cruysmans
Édition : Sophie Guibout
Relecture : Audrey Peuportier
Maquette : Jennifer Simboiselle
Graphisme de couverture : Laurence Maillet
Images de couverture : Adobe Stock
Photographie de couverture : Bettina Delmeule

© 2023 Leduc Éditions
76, boulevard Pasteur
75015 Paris – France
ISBN : 979-10-285-2826-3

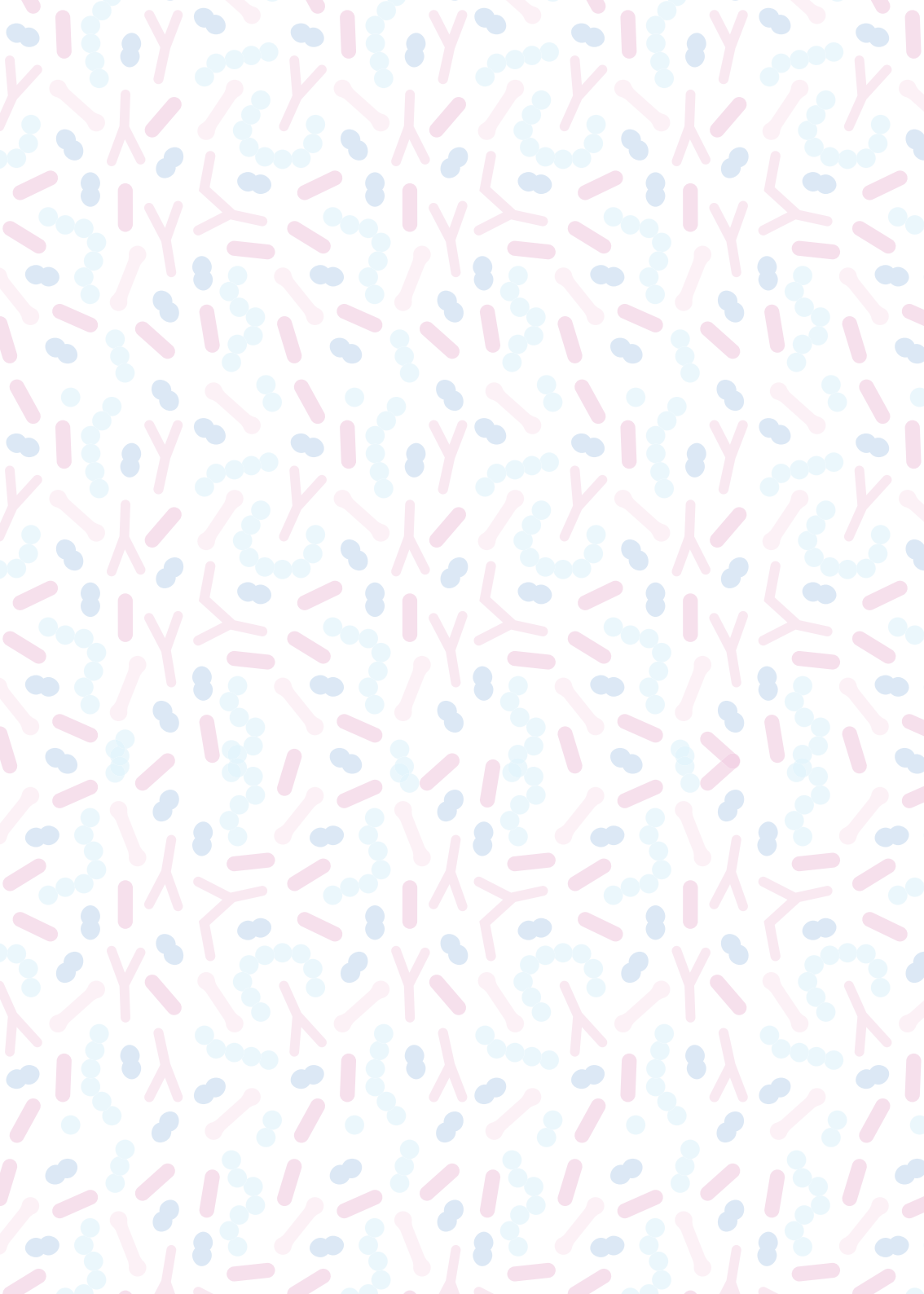
VÉRONIQUE LIESSE

Diététicienne-nutritionniste-micronutritionniste

Préfaces de Joël Doré et de Pierre Weill

Mon
MICROBIOTE
sur mesure

LEDUC 



SOMMAIRE

Préface de Joël Doré	7
Préface de Pierre Weill	10
Introduction	13
Partie 1 : Le microbiote, au centre de l'écosystème intestinal	15
Chapitre 1 : À la rencontre du microbiote intestinal	17
Chapitre 2 : Les autres grands acteurs de l'écosystème intestinal	39
Chapitre 3 : Les produits dérivés de l'écosystème intestinal	47
Chapitre 4 : L'évolution du microbiote au cours de la vie	63
Partie 2 : Les différents facteurs qui influencent le microbiote et son écosystème	75
Chapitre 1 : Les effets de l'alimentation sur le microbiote, les recommandations générales	79
Chapitre 2 : Les super-potes et les despotes du microbiote	91
Chapitre 3 : Les autres facteurs qui influencent le microbiote	151

Partie 3 : Moduler le microbiote	161
Chapitre 1 : Comment évaluer la qualité de son microbiote et de son écosystème ?	163
Chapitre 2 : La stratégie générale pour un microbiote au top	173
Chapitre 3 : Les stratégies ciblées	187
Chapitre 4 : Les fiches pathologies	207
Conclusion	293
Le carnet de recettes : Et si on fibrait ensemble ?	295
Quelques idées de produits à trouver en pharmacie ou sur Internet	345
Glossaire	353
Remerciements	355
Table des matières	356

PRÉFACE DE JOËL DORÉ

Comment a-t-on pu mettre plus d'un siècle pour prendre conscience que les microbes qui nous entourent sont essentiels au maintien des grands équilibres ? Et ce, tant au niveau de la planète que des êtres vivants qui l'habitent, plantes et animaux, humains compris ? Le propos, ici, n'est pas de renier les travaux essentiels et les grandes découvertes qui, en contribuant à comprendre et gérer les microbes qui peuvent causer des maladies, ont permis d'améliorer l'espérance de vie des humains à une époque où les maladies infectieuses étaient le fléau majeur. Toutefois, nous savons aujourd'hui que l'humain est composé de microbes et d'écosystèmes formant une symbiose délicate. Nous ne sommes pas seulement porteurs de microbes par dizaines de milliers de milliards, sur la peau et au niveau des muqueuses en contact avec l'extérieur ; nous entretenons également une relation permanente avec nos microbiotes, et notamment avec notre microbiote intestinal qui joue un rôle particulier dans notre santé.

C'est de cette relation humain-microbes dont nous parle Véronique Liesse dans cet ouvrage : zoomant jusque dans les moindres détails sur ses acteurs, leurs rôles et leurs modes d'action, elle nous conduit dans un voyage qui permet de prendre conscience de ce qui nous lie à nos microbes et des bénéfices qu'ils nous apportent. En retour du gîte et du couvert qu'on leur fournit, ils nous aident à digérer, nous fournissent des molécules essentielles au bon fonctionnement de nos cellules, nous protègent contre les microbes agresseurs que l'on rencontre chaque jour ou encore entretiennent nos défenses naturelles qui gèrent en permanence petits et gros dérèglements et

envoient des signaux dans l'entièreté de notre corps vers des tissus et organes aussi variés que le foie, les poumons, le cœur ou le cerveau.

Nous savons aussi que cette relation est fragile. Elle l'est lorsqu'elle se constitue, au moment même de la naissance voire durant la gestation, et le reste tout du long de notre vie. En effet, elle est influencée par de nombreux facteurs que nous présente Véronique Liesse dans son livre. Le constat est éclairant, presque accablant : à l'instar de l'impact de notre mode de vie sur la santé planétaire, nous avons en quelques générations très fortement dégradé la relation humain-microbes par nos choix en changeant tout ce qui entoure la naissance, en coupant les vivres à nos microbes intestinaux, mais aussi en nous exposant à une chimie médicamenteuse et environnementale ainsi qu'à des stress divers, autant de perturbateurs de la symbiose.

Le constat qu'une telle altération participe grandement à l'entretien des grandes maladies de nos sociétés modernes fait froid dans le dos. Obésité, diabète, complications cardio-métaboliques, inflammations digestives et articulaires, cancers intestinaux, sont autant de maladies qui résultent de cette altération. Et si elle n'en est pas toujours la cause principale, elle entretient, par un jeu de causalités circulaires, un terrain défavorable au retour à un état d'équilibre promoteur de santé. En outre, depuis plus d'un demi-siècle, ces troubles et maladies chroniques affectent une part de la population de plus en plus importante.

C'est pourquoi l'ouvrage de Véronique Liesse est si essentiel. Il nous guide vers des pistes et des moyens d'actions pour mieux gérer, entretenir et préserver notre symbiose. Elle nous y donne les clés de la prévention si nécessaire pour la société, puisqu'elle conditionne pour une grande part notre parcours-santé. Véronique Liesse nous dévoile également des solutions scientifiquement documentées dont l'épidémiologie nutritionnelle renforce aujourd'hui la pertinence par des études se basant sur des dizaines de milliers d'individus.

Comme cet ouvrage l'illustre très bien, la nutrition représente un levier d'action majeur dans la restauration et la préservation d'une relation humain-microbes saine et résiliente. Aujourd'hui, nos choix alimentaires ont également une influence globale sur notre environnement. Ainsi, bien nourrir notre microbiote pour préserver notre symbiose, c'est aussi faire des choix qui tendent à diminuer notre impact sur le dérèglement climatique et à préserver notre planète. L'invitation de Véronique Liesse à cette

introspection nous éclaire sur notre statut d'holobionte et nous conduit vers une prise de conscience de notre potentiel d'action sur la préservation de notre santé personnelle et ce faisant sur notre contribution à une meilleure santé planétaire. Que ce soit sur un plan individuel mais aussi sociétal, global, et planétaire, l'ouvrage de Véronique Liesse répond aux urgences de ce siècle ; merci.

Joël Doré

Directeur de recherche à l'Inrae

PRÉFACE DE PIERRE WEILL

Lorsque Véronique m'a fait l'honneur de me demander d'écrire la préface de son livre sur le microbiote, j'en ai été à la fois honoré et... un peu angoissé. Qu'est-ce que l'agronome que je suis, se consacrant à la santé des sols, allait pouvoir dire ?

En fait (avec le privilège de l'âge et du regard en arrière...), la réponse est dans mon parcours. Dans les dernières années du siècle passé, mes premières initiatives qui allaient conduire à la création du label Bleu-Blanc-Cœur étaient tournées vers la vie des sols. Maltraités par des années d'intensification, de monocultures, d'actions mécaniques trop intenses, ceux-ci devenaient de moins en moins fertiles, perdaient leurs capacités de résistance aux maladies des plantes et nécessitaient de plus en plus de « médicaments » (pesticides), alimentant ainsi un cycle délétère. Ils étaient de moins en moins « vivants ».

Qu'est-ce qu'un sol « vivant » ? C'est un sol riche de bons microbes. Sans microbes, le sol est juste une roche inerte. Le « microbiote du sol » est alimenté en énergie par la matière organique des plantes. Celles-ci ont la capacité d'utiliser le soleil pour leur synthèse d'énergie. Elles en transfèrent une partie à la vie souterraine *via* leurs exsudats racinaires. En retour les microbes fournissent aux plantes les minéraux nécessaires à la fabrication de leurs nutriments. Les plantes nourrissent le sol, le sol nourrit les plantes... et le microbiote souterrain sert d'intermédiaire.

Un sol riche de vie souterraine dans de bonnes conditions de pH et de redox (équilibre des flux électriques d'oxydoréduction) saura aider les plantes à résister aux pathogènes qui les attaquent. À l'inverse, un sol « inerte », trop tassé, trop (mal) traité aura besoin de médicaments des plantes, que l'on

appelle pesticides, pour aider les végétaux à résister aux attaques de leurs ennemis.

De la même façon, un corps humain où bouillonne une « vie intérieure » faite de diversité microbienne saura développer son immunité et résister aux stress (oxydants) de la vie. Sans un microbiote de bonne qualité, nous devons aider notre corps à résister à ces attaques avec des médicaments qui combattront à notre place (ou plutôt à la place du microbiote) les excès d'inflammation et d'oxydation. Les conditions de pH et de redox ont leur place aussi dans l'entretien et la qualité de notre microbiote.

Dans nos premiers articles parus dans la presse scientifique, nous nous intéressions au lien entre la santé des sols et des plantes et la santé des animaux. Au tournant du siècle, notre première étude humaine mettait en évidence l'impact des modes de production agricole sur des marqueurs de santé chez l'homme, pas en fonction de ce que mangeaient les gens, mais en fonction de ce que mangeaient les sols, les poules, les vaches et les cochons qui nourrissent les gens. Toutes nos études humaines ont le même protocole expérimental : les volontaires mangent la même chose... en apparence, mais les modes de production des aliments de leurs repas ont changé... et nous publions des différences significatives sur des marqueurs des maladies cardiovasculaires, du diabète et de l'obésité !

Lorsque nos travaux se sont intéressés au microbiote intestinal chez l'homme, ce fut logiquement, après avoir mesuré l'impact des modes de production agricole sur le microbiote du sol, puis sur celui des animaux (dans le rumen des vaches, et dans l'intestin des poules et des cochons). Nos derniers articles parlent du rôle du microbiote intestinal comme « médiateur » des effets des changements de composition fine des aliments selon la façon dont ils sont produits, c'est-à-dire selon la façon dont les sols, les plantes et les animaux sont nourris.

Petit à petit, sur trois décennies, nous avons dessiné et précisé le lien qui va du microbiote du sol à celui des hommes en passant par ceux des plantes, des animaux (et de leurs produits offerts à la fermentation). Ce lien est une histoire d'équilibre, de chaîne alimentaire et d'harmonie. La synthèse de certaines vitamines, des oméga-3, des antioxydants est exclusivement végétale dans une première étape, puis elle devient animale pour d'autres vitamines, d'autres antioxydants et d'autres oméga-3. La microbiologie des sols y joue au départ un rôle prédominant.

On pourra faire pousser des végétaux dans des hangars stériles ou des serres complètement « hors sol ». Les plantes fabriqueront des sucres, des fibres et des protéines... Mais leur teneur en nutriments d'intérêt (Véronique cite ces « potes du microbiote » : polyphénols, oméga-3, vitamines...) seront inévitablement plus faibles.

Les animaux et les hommes qui s'en nourriront n'auront pas dans l'assiette la densité nutritionnelle indispensable à leur immunité, dont le microbiote est la première ligne de défense.

On pourra peut-être produire demain des viandes, des laits, des œufs, synthétiques dans des labos de génie génétique. Des viandes de laboratoire existent déjà tandis que de gigantesques fermes d'insectes nourrissent les vers de farine qui sont censés nous apporter les protéines animales du futur. Ces produits nous apporteront des protéines, mais sans les nutriments (EPA, DHA, vitamine B12, vitamine D3...) qui font l'intérêt des protéines animales quand le lien au sol est préservé.

Quand on s'intéresse à la microbiologie chez l'homme après s'être intéressé à la microbiologie des sols, on constate tant de similitudes que notre intestin apparaît comme une racine invaginée. « Soigner le terrain » est d'ailleurs une expression commune aux professionnels de santé et aux agronomes.

Soigner son terrain, c'est d'abord comprendre ce qui s'y passe, c'est ce que ce très beau livre vous invite à faire.

En effet, ce livre est une véritable encyclopédie du microbiote intestinal. Il raconte aussi une belle histoire de chaîne alimentaire et de santé « globale ». Il appelle également à une prise de conscience sur la préservation de notre environnement, interne et externe.

Notre santé est bien le prolongement de la santé des sols, des plantes, des animaux et de notre planète. Ce n'est pas un slogan creux, c'est une réalité que le livre que vous avez entre les mains décrit en détail et avec brio.

Merci et bravo pour cette somme !

Pierre Weill

Ingénieur agronome

Fondateur de l'association Bleu-Blanc-Cœur

Titulaire de la chaire Alimentation et bien manger

à l'université de Rennes

INTRODUCTION

Si vous tenez ce livre entre les mains, il y a fort à parier que le mot « microbiote » vous dise au moins vaguement quelque chose. Il y a dix ans, ce livre n'aurait sans doute pas pu exister, et ce pour diverses raisons. Mon éditeur ne m'aurait sûrement pas fait confiance, le livre aurait été très théorique, ou seules trois personnes (de mon entourage, bien sûr) l'auraient acheté.

J'avais très à cœur d'écrire ce livre pour rendre le microbiote et son écosystème moins mystérieux (ils le sont toujours...) et de mettre à la disposition tant du grand public que des professionnels de santé, des informations accessibles et pratiques.

Totalement oublié durant des millénaires, le microbiote est passé du statut « inconnu au bataillon » à celui de « star incontestée ». Fin 2012, 7720 études scientifiques répondaient au critère de recherche « microbiote » ; ce nombre passe à 111 200 si l'on considère une période allant jusqu'à fin 2022. C'est dire l'engouement incroyable que connaît ce nouvel organe. Car c'est bien de cela qu'il s'agit.

Effet de mode ? Sûrement pas. Le souffle n'est pas près de retomber. Il est aujourd'hui très clair qu'il va faire non seulement partie encore très longtemps du paysage médical et scientifique, mais que les futures connaissances viendront renforcer sa position de maître de la santé.

Pourquoi un tel succès tardif me direz-vous ? Pour des raisons techniques d'abord. Cette connaissance que l'on a aujourd'hui du microbiote n'a été rendue possible que grâce à des équipements auparavant inexistants, notamment les techniques de séquençage. Sans doute malheureusement

aussi parce que le microbiote ne s'est jamais autant manifesté et exprimé qu'aujourd'hui. Il est maltraité et agressé quotidiennement par notre alimentation, l'environnement et notre mode de vie. Et bien sûr, grâce à la compréhension de son implication incontournable dans les maladies de civilisation : les maladies métaboliques, cardiovasculaires, neurodégénératives, inflammatoires, digestives, immunitaires ou mentales, les cancers...

Aujourd'hui, le microbiote des Occidentaux est souvent mis à mal : déséquilibré, peu diversifié, pauvre en bactéries protectrices, riche en pathogènes ou pathobiontes (voir p. 34). Cet état de déséquilibre qualitatif ou quantitatif appelé dysbiose intestinale est associé à une kyrielle de maladies. Il est donc clair que corriger le tir tant que possible et redonner de l'harmonie à notre monde intérieur permettra non seulement de mieux préserver la santé, mais aussi de mieux répondre à certains traitements médicamenteux (ou de mieux les supporter), notamment dans la prise en charge des cancers.

Mais s'il n'existe pas un probiotique universel capable de traiter toutes les problématiques de santé, il se pourrait qu'à chaque pathologie correspondent une ou plusieurs souches efficaces.

Ce livre poursuit une triple ambition :

- sensibiliser à l'importance du microbiote sur la santé ;
- expliquer de façon vulgarisée, mais complète, comment tout ce petit monde fonctionne à l'intérieur ;
- et surtout, donner des clés très concrètes et pratiques sur la meilleure façon de le dorloter de manière générale, et de manière personnalisée dans la mesure des connaissances actuelles.

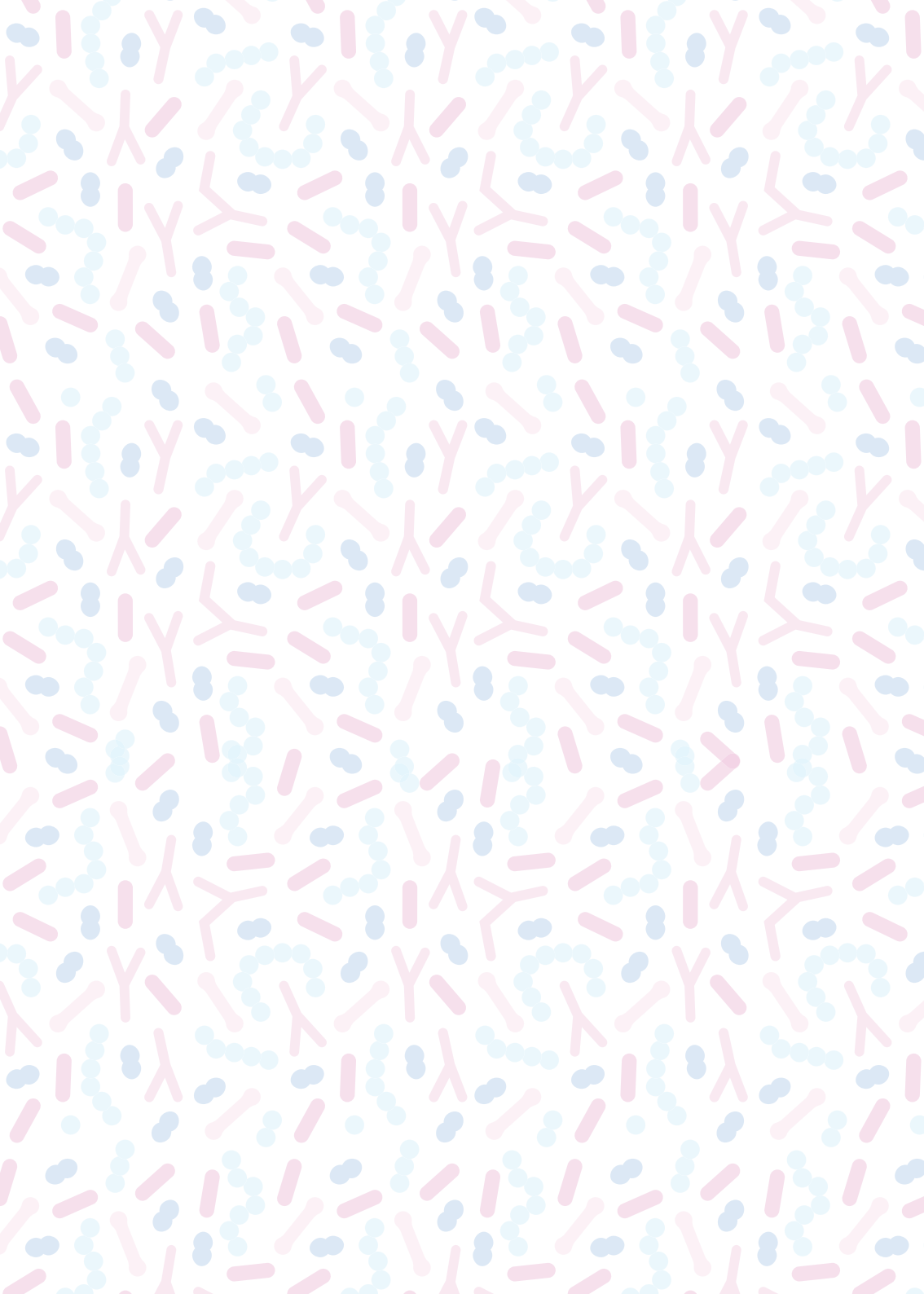
La partie 1 de ce livre est la plus « technique ». Elle vous présente les principaux acteurs et mécanismes de l'écosystème intestinal. Libre à vous de la passer si vous désirez vous plonger directement dans l'aspect plus pratique du livre. De la même manière, dans la partie 3, j'aborde de nombreuses pathologies de façon plus pratique. Vous pouvez bien entendu ne lire que celles qui vous intéressent ou vous concernent plus particulièrement. Ce livre s'adresse donc tant à un public averti que novice. Il est possible d'aller directement à la partie qui vous intéresse.

Et les gourmands peuvent même aller (et retourner à volonté) regarder les délicieuses recettes situées à la fin du livre (merci Muriel). Vous verrez, on ne s'en lasse pas.



PARTIE 1

Le microbiote, au centre de l'écosystème intestinal



CHAPITRE 1

À LA RENCONTRE DU MICROBIOTE INTESTINAL

Nous ne sommes pas tout seuls dans notre corps ! Nous sommes habités par plusieurs milliers de milliards (!) de bactéries, virus et autres micro-organismes qui colonisent nos intestins, notre bouche, notre peau, nos poumons, notre vagin... L'ensemble de cette population forme ce que l'on appelle le microbiote. Celui-ci joue un rôle essentiel dans notre santé, comme nous allons le voir dans ce livre. Mais intéressons-nous d'abord à ce qu'est ce fameux microbiote.

Un microbiote, des microbiotes

Si le microbiote intestinal est aujourd'hui le plus connu et le plus documenté, nous disposons de multiples autres microbiotes (anciennement appelés flores), répartis dans et sur tout le corps, dont par exemple :

- **le microbiote buccal**, au niveau de la bouche. Il fait partie des microbiotes les plus importants. La bouche étant la porte d'entrée principale, le microbiote intestinal est en réalité une continuité du microbiote buccal. Il existe des liens bien établis entre sa composition

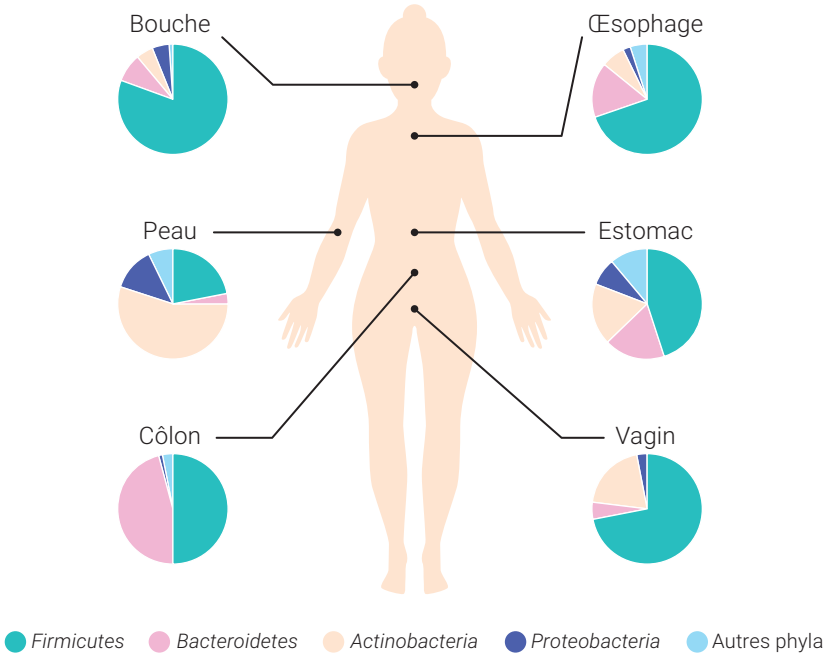
et certaines maladies (notamment les maladies cardiovasculaires ou l'obésité) ;

- **le microbiote pulmonaire**, au niveau des poumons. Il est notamment en relation avec le microbiote buccal. Sa composition est modifiée dans certaines pathologies pulmonaires chroniques : asthme, BPCO (bronchopneumopathie chronique obstructive), mucoviscidose ;
- **le microbiote génital**, présent au niveau des organes génitaux, chez l'homme comme chez la femme (on parle aussi de **microbiote vaginal** chez cette dernière). Chez les femmes, différents facteurs l'influencent : l'âge, le moment du cycle, la prise de contraceptifs et de médicaments (notamment antibiotiques et corticoïdes), la consommation d'alcool et de tabac, le stress, l'hygiène (trop ou trop peu), les rapports sexuels... Un déséquilibre du microbiote vaginal pourrait même expliquer des fausses couches récurrentes chez certaines femmes ;
- **le microbiote cutané**, qui est l'ensemble des micro-organismes présents sur et dans la peau. Sa composition est très différente selon l'endroit du corps, mais varie aussi en fonction du sexe, de l'âge, du mode de naissance, de la génétique, de l'environnement, de l'hygiène ou encore de certaines maladies. Il est impliqué dans certaines pathologies cutanées, notamment la dermatite atopique et l'acné, mais également dans la cicatrisation. Il conditionne aussi la guérison chez les grands brûlés ;
- **le microbiote nasal**, au niveau du nez ;
- **le microbiote gastrique**, au niveau de l'estomac. Certaines bactéries sont en effet capables de résister à l'extrême acidité de l'estomac. Parmi elles, *Helicobacter pylori*, la plus connue, dont la présence augmente le risque d'ulcère ou de cancer gastriques.

À noter !

En l'absence de précision, dans ce livre, l'utilisation du mot microbiote fera référence à celui qui se trouve dans notre intestin (microbiote intestinal).

Les différents microbiotes



À la découverte du petit monde qui peuple nos intestins

On estime que le microbiote se compose d'environ $4 \cdot 10^{13}$ (soit 40 trillions ou encore 40 000 milliards !) de micro-organismes, soit un peu plus que le total des cellules qui composent notre corps. Ce qui représenterait jusqu'à 200 g de notre poids corporel total (de bactéries) ! Le microbiote intestinal est le plus nombreux avec 10^{13} micro-organismes (10 000 milliards, ça fait du monde).

Quand tout va bien, tous ces acteurs vivent de façon harmonieuse au sein de notre tube digestif et interagissent entre eux.

Le microbiote intestinal : pas que des bactéries

Le microbiote intestinal est composé de bactéries, mais aussi de nombreux autres acteurs :

- des virus dont des phages (ou bactériophages) qui sont des virus de bactéries ;
- des champignons (on parle de « mycobiote ») ;
- des archées qui sont des micro-organismes unicellulaires.



Phage



Saccharomyces
(champignons)

Si les bactéries sont le plus souvent au centre de toutes les attentions, les chercheurs s'intéressent de plus en plus aux autres acteurs et notamment aux bactériophages dont la majorité appartient à l'ordre des « Caudovirales ». Ils ont la capacité d'influencer l'équilibre du microbiote, par exemple en détruisant les bactéries. Les bactériophages semblent être promis à un bel avenir et pourraient être une alternative prometteuse aux antibiotiques, car ils sont en effet capables de « manger » les bactéries dangereuses. Le plus étudié est le bactériophage T4, qui est capable d'infecter (et donc d'éliminer) *Escherichia coli*.

N'oublions pas les champignons (ou levures), présents sur l'ensemble du corps, qui, malgré leur mauvaise réputation, collaborent étroitement avec les bactéries et semblent également jouer un rôle fondamental dans la santé. Le « mycobiote » serait notamment impliqué dans les maladies inflammatoires chroniques de l'intestin et l'équilibre vaginal.



Microbiote et microbiome, quelle différence ?

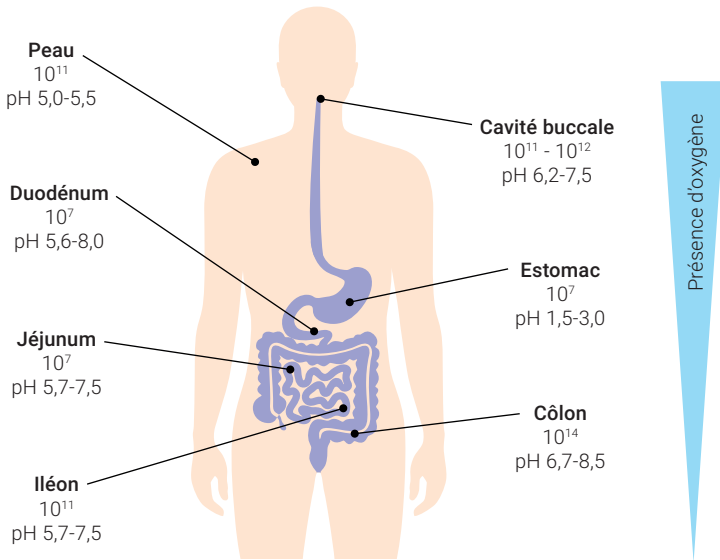
Le microbiote est l'ensemble des micro-organismes qui vivent dans l'organisme. Le microbiome inclut, en plus de ces micro-organismes, leurs gènes et ce qui les entoure, mais aussi tous les éléments qui les composent et tout ce qu'ils fabriquent.

Le microbiome contient donc le microbiote, son « domaine d'activité », mais aussi les conditions environnementales du milieu.

Une répartition différente tout le long du tube digestif

Les bactéries se répartissent de façon croissante et variable tout au long du tube digestif. Dans l'estomac, où le pH est très acide, seul un nombre limité de bactéries peuvent survivre. Plus on progresse le long du tube digestif, plus le pH monte (devient moins acide) et plus l'oxygène diminue. C'est la raison pour laquelle on ne retrouve pas les mêmes espèces ni les mêmes quantités de bactéries selon l'endroit du tube digestif.

Quantité totale de bactéries et pH selon les différents endroits du corps



C'est donc dans le côlon que l'on retrouve les bactéries qui résistent le mieux à l'absence d'oxygène, et qui d'ailleurs ne survivraient pas en présence d'oxygène. La charge bactérienne augmente au fur et à mesure que l'on progresse dans l'intestin et est à son maximum dans le côlon, là où les bactéries ont le plus de travail.

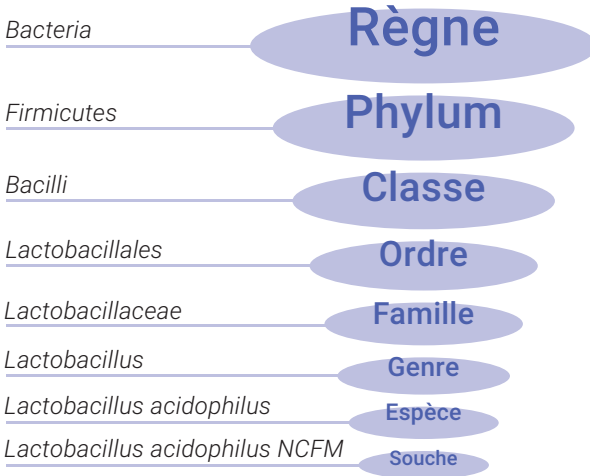
Les grands groupes de bactéries

De nombreux grands groupes de bactéries (appelés phylum au singulier et phyla au pluriel) ont été identifiés : 13 à ce jour. Chez l'homme, les plus importants sont les suivants (les deux premiers représentant environ 90 % de toutes les bactéries) :

- les *Firmicutes* (qui comprennent 200 genres, dont les *Clostridium*, *Roseburia*, *Ruminococcus*, *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Enterococcus*, *Staphylococcus*, *Faecalibacterium*). Ils représentent environ 60 à 80 % des bactéries ;
- les *Bacteroidetes* (comprenant des *Bacteroides*, le genre le plus important en proportion du microbiote, et *Prevotella*). Ils représentent 20 à 40 % des bactéries ;
- les *Actinobacteria* (comprenant surtout des bifidobactéries) ;
- les *Proteobacteria* (comprenant des *Escherichia*, *Shigella*, *Helicobacter*, *Bilophila*, *Desulfovibrio*) ;
- les *Verrucomicrobia* (comprenant surtout *Akkermansia muciniphila*).

Chaque phylum se décline de façon de plus en plus précise en classes, en ordres, en familles, en genres, en espèces, et finalement en souches. Cette classification évolue sans cesse, avec des changements de noms. Ainsi, en 2021, plusieurs phyla ont été rebaptisés, et en 2020, plus de 200 *Lactobacillus* ont été reclassifiées et ont changé de nom. Un groupe d'experts a également proposé de revoir totalement la nomenclature des bactéries et des archées.

Hiéarchie des bactéries



Courant 2021, l'International Committee on Systematics of Prokaryotes (ICSP) a voté pour inclure le rang de phylum dans les règles du Code international de nomenclature des procaryotes (ICNP). Les noms des principaux phyla ont été dès lors modifiés.

- Les *Firmicutes* ont été rebaptisés *Bacillota*.
- Les *Bacteroidetes* ont été rebaptisés *Bacteroidota*.
- Les *Actinobacteria* ont été rebaptisés *Actinomycetota*.
- Les *Proteobacteria* ont été rebaptisés *Pseudomonadota*.
- Les *Verrucomicrobia* n'ont pas changé de nom.

Nous avons fait le choix dans ce livre de conserver les anciens noms pour plusieurs raisons. D'une part pour faciliter la lecture des personnes habituées aux anciens noms, et d'autre part car l'utilisation des nouveaux noms n'est pas du tout généralisée, voire reste controversée par certains scientifiques. De plus, l'ensemble des études sur le microbiote fait référence aux anciens noms.

De 1 500 à 2 000 espèces de bactéries ont été identifiées. Notre intestin ne les abrite pas toutes, mais plus la diversité qui y règne est grande, plus l'organisme est en bonne santé. On compte environ 160 espèces de bactéries par individu et 400 à 600 espèces de micro-organismes. Plus vous disposez de bactéries différentes, mieux vous êtes équipé pour faire face à l'ennemi et vous défendre car les effets santé sont très spécifiques à chaque souche (on parle d'effet « souche-dépendant »). Cette grande diversité s'acquiert principalement au début de la vie, puis s'entretient et se consolide par une alimentation variée et riche en fibres et prébiotiques.

Les super-pouvoirs du microbiote

Le microbiote intestinal remplit de très nombreuses fonctions au sein de notre organisme :

- il soutient la digestion, dégrade des aliments et permet l'élimination de déchets ;
- il participe à nos métabolismes et à la régulation du poids en influant sur l'appétit, l'absorption des calories, le stockage et le déstockage... ;
- il joue un rôle dans notre immunité en renforçant les barrières, en nous protégeant contre de nombreuses maladies et même de certains cancers... ;
- il joue un rôle central sur la santé intestinale (acidité de l'estomac, transit, protection contre les pathogènes...) ;
- il participe à notre équilibre inflammatoire ;
- il joue un rôle dans nos humeurs, notre cognition, nos comportements en produisant des neurotransmetteurs ;
- il joue un rôle dans la fabrication des vitamines (K, B) et des enzymes, et contribue à l'absorption de minéraux (magnésium, calcium et fer) et de vitamines. Il peut par exemple produire des folates (vitamine B9 qui peut être produite par les *Lactobacillus helveticus CD6*), de la vitamine B12, de la vitamine K ;
- il participe à la dégradation du cholestérol ;
- il produit des tonnes de métabolites qui permettent une communication entre le microbiote et les organes du corps (cerveau, foie, peau, poumons...) ;
- il active certains médicaments et permet leur efficacité ;

- il active certaines molécules, les rendant effectives. C'est le cas des phyto-œstrogènes lors de la ménopause ;
- il participe à la détoxification de polluants et hormones et dégrade des toxiques, et notamment ceux générés par les cuissons à haute température. C'est le cas des AGE (produits de glycation avancée que l'on retrouve dans les frites, les chips, le pain très grillé, les gratins...), qui sont toxiques, augmentent le risque de diabète de type 2 et de cancer colorectal. Certaines bactéries (notamment des *Lactobacillus* et des *Oscillibacter*) en réduisent la toxicité en les dégradant.

Et la liste est encore longue ! Aujourd'hui, on peut affirmer que de très nombreuses maladies sont, de près ou de loin, associées à la composition du microbiote (qualité et diversité des bactéries).

Les caractéristiques d'un microbiote au top

La diversité

C'est la caractéristique majeure d'un microbiote en bonne santé : **plus un organisme possède de (bonnes) bactéries différentes, plus il est en bonne santé**. Sinon, c'est la dysbiose (voir aussi p. 26). C'est logique car les bactéries remplissant des fonctions différentes, elles sont « équipées » de façons différentes. Plus votre boîte à outils est remplie d'outils différents, mieux vous serez équipé pour faire face aux potentielles missions à pourvoir.

Il existe ainsi des bactéries capables de remplir de très nombreuses fonctions différentes : on les appelle « généralistes ». Tandis que d'autres ne sont capables que de remplir peu de missions, mais très spécifiques : ce sont les « spécialistes ».

Votre gastro-entérologue soignera vos hémorroïdes car il est « spécialiste », mais vous n'irez pas le voir pour une angine. Votre médecin de famille prendra en charge une bronchite, mais ne vous prescrira pas une chimiothérapie si vous souffrez de cancer. Nous avons besoin de généralistes et de spécialistes. Il en va de même pour les bactéries. Manquer de *Faecalibacterium prausnitzii*, une bactérie « spécialiste » aux effets anti-inflammatoires, va notamment augmenter le risque de développer une maladie inflammatoire chronique de l'intestin. Avoir suffisamment de

bactéries généralistes permet de remplir de multiples fonctions. Si certaines sont manquantes, d'autres pourront prendre le relais. Un couteau suisse à 20 fonctions vous aidera mieux à atteindre votre objectif que s'il n'en a que trois.

Vous l'aurez compris : la diversité (c'est-à-dire le fait de disposer de nombreuses bonnes bactéries différentes) est essentielle !

La résilience

La résilience est la capacité du microbiote à maintenir son état (résister) ou à le retrouver (récupérer) malgré la présence de perturbations. Les perturbations peuvent se manifester sous différentes formes : infection bactérienne, intoxication alimentaire, modification profonde de l'alimentation, prise d'antibiotiques... Certains microbiotes ne se remettent pas après une gastro-entérite, ce qui peut entraîner un syndrome de l'intestin irritable.

L'importance de l'équilibre : eubiose et dysbiose

Quand ce petit monde remplit les caractéristiques ci-dessus, il est alors en état d'eubiose. À l'inverse, si c'est la cacophonie, on parlera de dysbiose.

Il existe plusieurs situations possibles de dysbiose. Le microbiote peut :

- avoir perdu de sa diversité ;
- être enrichi ou appauvri en certains groupes bactériens spécifiques ;
- être appauvri en certaines espèces dominantes ;
- être augmenté en espèces pathogènes pro-inflammatoires ou manquer d'espèces anti-inflammatoires.

Comment le savoir ? Ce n'est malheureusement pas toujours possible car un microbiote peut être en dysbiose sans pour autant que la personne ne ressente de symptômes. Mais une dysbiose étant souvent associée à une perte de diversité et de résilience, le microbiote ne peut plus assumer l'ensemble de ses tâches, ce qui risque de conduire à une maladie.