

D^r Julien Scanzi
GASTRO-ENTÉROLOGUE

Illustrations d'**Alice Varoquaux**

Préface du **P^r Harry Sokol**

Incredyable micro biote!



**Voyage au cœur des
étonnants pouvoirs
de l'intestin**

LELUC ↗

Et si tout venait de notre microbiote intestinal ?

Chaque jour, de nouvelles études scientifiques montrent en tout cas que notre santé y est étroitement liée. Il est même probable que, dans les prochaines années, l'analyse de votre microbiote sera pour votre médecin aussi importante qu'une prise de sang ou un scanner, afin de mieux vous soigner !

Dans cet ouvrage illustré, le Dr Julien Scanzi vous emmène découvrir les fabuleux pouvoirs de votre deuxième cerveau et vous explique comment en prendre soin :

- ▶ **Le point sur les idées reçues et les dernières recherches scientifiques :** qu'est-ce qu'un microbiote ? Quel est le rôle du microbiote intestinal ? Notre comportement serait-il dicté par nos bactéries ?...
- ▶ **Le microbiote au cœur de notre santé et les perspectives médicales :** crise cardiaque, autisme, Parkinson, prise de poids... toute maladie commence dans l'intestin.
- ▶ **Tous les conseils d'un gastro-entérologue pour agir sur notre microbiote et le préserver :** prébiotiques, probiotiques, symbiotiques, aliments fermentés, transplantation fécale, conseils alimentaires, activité physique...

Un passionnant voyage au cœur du microbiote, clé de notre santé.

Le docteur **JULIEN SCANZI** est hépato-gastro-entérologue au CHU Estaing de Clermont-Ferrand et au CH de Thiers, en Auvergne. Diplômé d'un master en nutrition et santé, ses travaux s'intéressent au microbiote intestinal, aux pathologies digestives (maladies inflammatoires chroniques de l'intestin, syndrome de l'intestin irritable...) et à la transplantation de microbiote fécal.

Illustrations d'**ALICE VAROQUAUX**, illustratrice en communication et vulgarisation (www.waliz.fr).

Préface du Pr **HARRY SOKOL**, gastro-entérologue à l'hôpital Saint-Antoine à Paris.

ISBN : 979-10-285-2563-7



9 791028 525637

22 euros

Prix TTC France

editionsleduc.com

LEDUC 



Rayon : Santé

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.

Un livre écoresponsable, c'est une impression respectueuse de l'environnement, un papier issu de forêts gérées durablement (papier FSC® ou PEFC), un nombre de kilomètres limité avant d'arriver dans vos mains (90 % de nos livres sont imprimés en Europe, et 40% en France), un format optimisé pour éviter la gâche papier et un tirage ajusté pour minimiser le pilon ! Pour en savoir plus, rendez-vous sur notre site.



Design de couverture : Caroline Gioux
Illustration de couverture : © ovocheva / AdobeStock
Maquette : Sébastienne Ocampo

© 2022 Leduc Éditions
10, place des Cinq-Martyrs-du-Lycée-Bufferon
75015 Paris
ISBN : 979-10-285-2563-7

Dr Julien Scanzi
GASTRO-ENTÉROLOGUE
Illustrations de Alice Varoquaux

Incroyable micro biote !

**Voyage au cœur des
étonnants pouvoirs
de l'intestin**

LEDUC 

Préface

du Pr Harry Sokol

Ah, le microbiote intestinal ! C'est vrai qu'il est incroyable, comme le dit le D^r Julien Scanzi !

Il joue un rôle dans le maintien de la bonne santé et on a découvert ces dernières décennies son importance dans la médecine. Même si, aujourd'hui, il n'est ciblé par les traitements que de manière anecdotique, on peut se prendre à rêver de nouvelles classes thérapeutiques visant ou utilisant exclusivement le microbiote dans les prochaines années. Aussi, même si les tests actuellement disponibles pour analyser le microbiote et vendus directement au public n'ont aucun intérêt, il est probable qu'une nouvelle catégorie d'explorations médicales s'intéressant au microbiote devrait émerger prochainement pour aider le médecin à faire des diagnostics, voire pour prédire la sévérité d'une maladie ou la réponse à différents traitements.

Mais on peut dès aujourd'hui s'intéresser à notre microbiote intestinal. Il existe des moyens relativement simples pour le préserver et le chouchouter. Cela passe avant tout par l'alimentation.

Dans le livre du D^r Julien Scanzi, vous trouverez un bilan des connaissances actuelles sur le sujet, dans un style accessible au plus grand nombre. Qu'est-ce que le microbiote ? D'où vient-il ? Quel est son rôle dans notre santé ? Comment en prendre soin ?

Qu'est-ce que la transplantation de microbiote fécal ?... Voici une petite partie des questions qui trouveront une réponse dans cet ouvrage. Les informations sont sérieuses, précises et référencées. De nombreuses illustrations, réalisées par Alice Varoquaux, enrichissent l'ouvrage et facilitent la compréhension. À la fin de chaque chapitre, on trouve notamment un résumé visuel sur une page correspondant à ce qui a été dit dans les pages précédentes.

Bonne lecture !

P^r Harry Sokol

Service de gastro-entérologie, Hôpital Saint-Antoine, AP-HP, Paris.
Codirecteur de l'équipe « Microbiote, Intestin et Inflammation », INSERM, Sorbonne Université.
Coordinateur du Centre de transplantation fécale de l'AP-HP.
Président du Groupe Français de Transplantation Fécale.



Sommaire

Préface du P ^r Harry Sokol.....	4
--	---

PREMIÈRE PARTIE

À la découverte du microbiote	9
--	---

Chapitre 1 L'humain, un être hybride.....	11
---	----

Chapitre 2 L'émergence du microbiote intestinal chez le nouveau-né : une deuxième naissance.....	23
---	----

Chapitre 3 Les incroyables pouvoirs de notre microbiote intestinal.....	41
--	----

DEUXIÈME PARTIE

Le microbiote au cœur de notre santé	63
---	----

Chapitre 4 La diversité de notre microbiote intestinal au cœur de notre santé.....	65
---	----

Chapitre 5 Les antibiotiques, ennemi numéro 1 de notre microbiote intestinal	95
---	----

TROISIÈME PARTIE

Agir sur notre microbiote 109

Chapitre 6

Les « biotiques » : prébiotiques, probiotiques
(classiques, naturels et de nouvelle génération)
et symbiotiques 111

Chapitre 7

La transplantation de microbiote fécal,
ou « comment changer son microbiote intestinal » ... 137

Chapitre 8

Préserver notre microbiote intestinal :
l'enjeu du XXI^e siècle ? 161

Chapitre 9

Montrez-moi votre microbiote, je vous dirai
quoi manger et comment vous soigner 179

Annexes 188

Recettes lactofermentées 189

Le régime méditerranéen 193

Notes bibliographiques 201



**PREMIÈRE
PARTIE**



À la
découverte
du microbiote



CHAPITRE 1

L'humain, un être hybride

Savez-vous que nous sommes constitués de plus de microbes que de cellules « humaines » ? Cela peut sembler incroyable, mais nous hébergeons, rien que dans notre gros intestin, autour de 40 000 milliards de bactéries, ce qui correspond à quelque chose près au nombre de cellules de notre organisme¹. Et beaucoup d'autres micro-organismes vivent également dans nos intestins : phages (virus s'attaquant aux bactéries), champignons, archées... Cela fait donc de nous une sorte d'être hybride moitié humain moitié microbien.

• **Qu'est-ce qu'un** • **microbiote ?**

Nos hôtes microscopiques vivent en nous au sein de communautés microbiennes que l'on appelle « microbiotes ». Ce terme vous dit sûrement quelque chose, c'était ce que l'on appelait autrefois la « flore », le plus souvent « flore intestinale » pour décrire l'ensemble des bactéries présentes dans notre intestin. Mais il ne s'agit pas que de bactéries (même si c'est principalement de nos bactéries qu'il sera question dans ce livre), et notre microbiote n'est pas qu'intestinal. En effet, nous hébergeons également des milliards de bactéries et autres micro-organismes dans notre bouche, sur notre peau, dans notre vagin (pour les concernées), dans nos voies urinaires, et même dans les voies respiratoires de nos poumons (organe pourtant considéré jusqu'à peu comme stérile !) : on parle donc de microbiote intestinal, buccal, cutané, vaginal, urinaire, pulmonaire... Chacun de ces microbiotes représente un écosystème microbien, une sorte de communauté au sein de laquelle vivent en harmonie (lorsque tout va bien) des milliards de micro-organismes...

Mais c'est bien dans nos intestins, et surtout dans le gros intestin ou côlon, que l'on retrouve la plus grande concentration de micro-organismes, et notamment de bactéries. Il n'y a pas d'endroit sur la planète où l'on trouve une plus grande concentration de bactéries que dans notre côlon. Et si l'on considère l'ensemble de nos microbiotes, cela représente pour un adulte pas moins de 1 à 2 kg de son poids ! Mais n'ayez pas peur, vous vous doutez bien que si tous ces microbes étaient méchants, on ne serait plus là pour en parler. Vous allez voir que c'est d'ailleurs grâce à eux si



nous sommes en bonne santé... Mais, *a contrario*, c'est aussi parfois à cause d'eux que notre santé peut être mise à mal, notamment si l'on vient perturber leur communauté !

• **Le microbiote intestinal** • **au cœur de notre santé**

Notre microbiote intestinal est de loin le plus connu, et probablement le plus intéressant, de nos microbiotes car, comme vous le verrez, il est, plus que les autres, au cœur de notre santé et du bon (ou du moins bon) fonctionnement de notre organisme. Chaque jour, de nouvelles études scientifiques montrent que notre état de santé est en lien avec celui de notre microbiote intestinal. Il est probable que dans les prochaines années l'analyse de votre microbiote sera pour votre médecin aussi importante qu'une prise de sang, une échographie ou un scanner, afin de mieux vous soigner (concept de médecine personnalisée).



« Donnez-moi votre microbiote, je vous dirai qui vous êtes, comment mieux manger et comment vous soigner. »

Mais cela n'est pas encore le cas et, avant de faire des suppositions sur le futur de la médecine, restons sur les connaissances que nous avons acquises, dans les dernières décennies, sur notre microbiote.

• **Des connaissances** • **très récentes**

En effet, le microbiote intestinal a commencé à être vraiment étudié à la fin du xx^e siècle. Pas uniquement par manque d'intérêt des scientifiques pour nos fèces, mais tout simplement car nous n'avions auparavant pas les bons outils. Pourquoi je parle de fèces ? Parce que, vous l'avez sûrement déjà compris, quand on parle de microbiote intestinal, le terme « intestinal » est impropre (sans jeu de mots !) car le microbiote le plus souvent étudié, et qui sera dans ce livre le principal centre d'intérêt, est le microbiote fécal : c'est-à-dire l'ensemble des micro-organismes présents dans nos selles.

Et des bactéries, nos selles n'en manquent pas, puisque l'on considère qu'il y a plusieurs dizaines voire centaines de milliards de bactéries rien que dans 1 gramme de selles (soit bien plus que d'humains sur Terre, ou autant que d'étoiles dans la Voie lactée). Nos selles, dont le processus de fabrication se termine au niveau du côlon, représentent la plus grande concentration microbienne de notre organisme, loin devant la salive (environ 750 millions de bactéries par millilitre, et dont 80 millions pourraient être

transmises par un baiser) et devant la peau (environ 1 million de bactéries par centimètre carré de peau).

Le problème qui a fortement limité l'étude de ces bactéries, c'est leur sensibilité à l'oxygène. En effet, environ 70 à 80 % des bactéries ne survivent pas dans un milieu avec de l'oxygène : elles sont dites anaérobies. Les chercheurs ne pouvaient donc pas les cultiver pour les étudier. Certaines sont même encore plus fragiles en présence d'oxygène, elles sont dites « extrêmement sensibles à l'oxygène » et sont donc encore plus difficiles à étudier et cultiver. C'est d'ailleurs pour cela que leur concentration est plus dense au sein de notre gros intestin, car le milieu leur est plus propice qu'au niveau de l'estomac ou de l'intestin grêle : moins d'oxygène, une faible acidité, moins de mouvements.

Il a fallu attendre le début du XXI^e siècle et le développement d'outils de biologie moléculaire, notamment en termes de séquençage haut débit ou NGS (pour « *Next Generation Sequencing* »), pour que les scientifiques ne soient alors plus limités à l'observation et à la culture des micro-organismes, mais puissent analyser leurs génomes (ensemble des gènes présents dans l'ADN), nous apportant d'immenses informations. Et il y avait du travail, car le génome bactérien est environ 150 fois plus vaste que le génome humain : plus de 3 millions de gènes bactériens contre « seulement » 22 000 gènes humains. C'est ce qu'a rapporté l'étude MetaHIT, une incroyable étude internationale lancée en 2008, financée par la Commission européenne et coordonnée par l'INRA (récemment devenu INRAE – Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement)². Cette étude, la première de ce type, a porté sur l'analyse d'échantillons de selles recueillis auprès de 124 personnes, et a permis d'identifier pas

moins de 3,3 millions de gènes différents, appartenant à plus de 1 000 espèces différentes, principalement d'origine bactérienne. Elle a aussi montré que chaque individu portait en moyenne 540 000 gènes microbiens, soit environ 160 espèces. Enfin, MetaHIT a été la première étude à démontrer l'extrême richesse de notre microbiote, en identifiant des centaines d'espèces bactériennes inconnues jusque-là. Plus récemment, en 2019, des chercheurs britanniques ont étudié 11 850 microbiotes et découvert, grâce à des technologies bio-informatiques, près de 2 000 nouvelles espèces bactériennes, jusqu'alors inconnues, pour la plupart issues de sujets non européens et non américains³. En effet, les premières études de microbiote ayant principalement été faites par des équipes européennes ou américaines, le microbiote de ces populations a été beaucoup plus analysé, alors que l'on sait, grâce à des études plus récentes, qu'il est globalement bien plus pauvre en espèces bactériennes que celui de certaines populations africaines ou asiatiques par exemple.



• Un microbiote • qui nous est propre

De richesse variable, notre microbiote intestinal est unique, il est différent entre chaque individu, certains parlant même « d'empreinte digitale » mais je n'aime pas trop cette image car, contrairement à notre empreinte digitale, notre microbiote évolue tout au long de notre vie. Et la police scientifique est encore loin de pouvoir vous identifier à l'aide de votre microbiote ! Parmi plus de 1 000 espèces bactériennes identifiées dans notre microbiote intestinal, celui d'un adulte européen est composé en moyenne de 200 espèces bactériennes, vivant pour la plupart en anaérobie (c'est-à-dire avec le moins possible d'oxygène). Alors que quelques dizaines d'espèces bactériennes sont communes à presque tous les individus, les autres sont très variables d'un individu à l'autre. Les bactéries sont regroupées en grandes familles appelées « *phyla* », parmi lesquelles 3 sont majeures : les *Firmicutes*, les *Bacteroidetes* et les *Actinobacteria*. Au sein de ces grandes familles on retrouve de nombreux groupes (ou « genres ») de bactéries. Certains vous sont certainement familiers, comme les lactobacilles (*Lactobacillus*) en forme de bâtonnets ou les bifidobactéries (*Bifidobacterium*) en forme de Y, car ce sont des bactéries utilisées par l'homme depuis le néolithique pour fabriquer des aliments fermentés comme les yaourts, les fromages ou la charcuterie, faisant de ces aliments de véritables probiotiques naturels (voir « Probiotiques », p. 111). D'autres genres de bactéries aux noms moins communs sont retrouvés au sein de notre tube digestif, comme les genres *Bacteroides*, *Ruminococcus*, ou *Prevotella*. Et au sein de ces grands groupes, on trouve de multiples espèces de

bactéries, aux noms encore plus farfelus : *Akkermansia muciniphila*, *Faecalibacterium prausnitzii*, *Hafnia alvei*, *Enterococcus hirae*, *Roseburia intestinalis*...

Domaine	Prokaryota
Règne	Bacteria
Embranchement	Proteobacteria
Classe	Gamma-Proteobacteria
Ordre	Enterobacteriales
Famille	Enterobacteriaceae
Genre	Escherichia
Espèce	Escherichia coli

• Une relation symbiotique • très ancienne

La nature faisant bien les choses, il est important d'avoir toujours à l'esprit que ce n'est pas pour rien si tous ces microbes vivent en nous, au sein de notre organisme « humain » : ils sont indispensables au bon fonctionnement de notre organisme. D'ailleurs, ils étaient sur Terre bien avant nous, la première forme de vie remontant à plus de 3,5 milliards d'années et il s'agissait de micro-organismes unicellulaires, alors que l'homme est apparu il y a seulement environ 300 000 ans (*Homo sapiens*). Nous devons donc accepter de vivre en symbiose avec tous ces micro-organismes, tous ces microbes qui nous veulent du bien.

Cette symbiose est dite mutualiste, car les deux parties (l'humain et son microbiote) retirent un bénéfice de leur relation. De façon schématique, en échange d'un mode de vie sain et d'une bonne alimentation, nos bactéries intestinales vont nous aider à digérer les fibres, synthétiser de nombreux métabolites comme des vitamines ou des neurotransmetteurs, développer notre système immunitaire et nous protéger de méchants microbes (dits « pathogènes »), tout cela en vue de nous maintenir en bonne santé. Nous sommes l'hôte de nos bactéries intestinales et devons tout faire pour qu'elles soient le plus épanouies au sein de notre tube digestif, tout faire pour mériter 5 étoiles si elles pouvaient nous noter sur Airbnb ou Tripadvisor ! En pratique, nous devons leur apporter la nourriture dont elles ont besoin (des fibres principalement) et, en échange, elles nous aident à fabriquer des molécules dont notre organisme a besoin.

Cette relation symbiotique entre notre organisme humain et notre écosystème microbien est la clé d'une bonne santé. Elle est néanmoins fragile car nous sommes entourés en permanence d'éléments nuisibles à notre microbiote (antibiotiques et autres médicaments, pesticides, aliments transformés, alcool, et même excès d'hygiène...) pouvant l'altérer et ainsi diminuer notre richesse microbienne, et par conséquent altérer le bon fonctionnement de notre organisme, et nous faire passer d'une symbiose bénéfique à une dysbiose délétère, nid de nombreuses maladies chroniques dysimmunitaires (maladies en rapport avec un dérèglement du système immunitaire, comme le diabète de type 1, la sclérose en plaques ou la maladie de Crohn par exemple), métaboliques (diabète de type 2, obésité, hypercholestérolémie...), voire cancéreuses !

Ce qu'il faut retenir chapitre 1



Le **microbiote intestinal**, abrité par notre tube digestif et principalement par notre **gros intestin**, comprend **environ 40 000 milliards de bactéries** mais aussi des **virus**, des **champignons**, et d'autres micro-organismes... représentant 1 à 2 kg de notre poids !

Ces micro-organismes ne peuplent pas seulement nos intestins, ils sont aussi massivement présents dans notre **bouche**, sur notre **peau**, dans notre **vagin** (pour les femmes !), mais aussi dans nos poumons.

Il a fallu attendre la dernière décennie et l'apparition de technologies de séquençage haut débit pour mieux étudier et comprendre notre microbiote intestinal.

De richesse variable (en moyenne **200 espèces bactériennes** différentes), notre microbiote intestinal est **unique**, constituant une sorte d'empreinte digitale bactérienne, mais il **varie au cours du temps**.

L'Homme possède environ **150 fois plus d'ADN bactérien** (plus de 3 millions de gènes) que d'ADN humain (22 000 gènes). L'être humain est donc en réalité un **être hybride**, à la fois « humain » (au moins pour l'apparence !) et « microbien » !

Tous ces microbes que nous hébergeons participent au bon fonctionnement de notre organisme. Nous devons en prendre soin, car cette **relation symbiotique**, fragile, entre notre organisme humain et notre écosystème microbien, est la clé d'une **bonne santé**.



L'HUMAIN, un être HYBRIDE

Chapitre 1

environ
200 espèces
bactériennes



mon microbiote
est **UNIQUE!**

et varie
au cours
du temps!



tube digestif
& gros intestin



bouche

peau

vagin

où ?

mode de
vie sain

microbiote



Symbiose

bonne santé

Humain

COMBIEN ?



1 à 2 kg
de notre poids

qui ?



40 000
MILLIARDS de
bactéries,
virus,
champignons
...



NGS
"Next Generation
Sequencing"



150X PLUS de gènes...

... que les humains





CHAPITRE 2

L'émergence du microbiote intestinal chez le nouveau-né : une deuxième naissance

À la naissance de l'enfant, une autre naissance se produit simultanément : celle de son microbiote intestinal. C'est alors un véritable écosystème qui émerge. Mais quand commence cette histoire ?

• **Le microbiote intestinal :** • **une hérédité presque** • **comme les autres**

Nous héritons de nos gènes mais également en partie de notre microbiote. Mais si nos gènes se sont transmis à travers les générations sans grandes modifications depuis l'apparition de notre espèce il y a 300 000 ans environ, il en est tout autrement de notre microbiote intestinal. En effet, notre mode de vie – et surtout d'alimentation – a radicalement changé depuis l'époque où nous étions chasseurs-cueilleurs. D'abord avec l'avènement de l'agriculture il y a 20 000 ans, puis plus récemment avec l'industrialisation, notre régime alimentaire est devenu beaucoup moins diversifié et beaucoup moins riche en fibres. De plus, le développement de pratiques d'hygiène, de la césarienne, l'usage des pesticides et des antibiotiques ont modifié notre microbiote, aujourd'hui bien différent de ce qu'il était à l'apparition de notre espèce.

Comment le sait-on ? Eh bien en étudiant la composition du microbiote intestinal de populations vivant actuellement avec un mode de vie « ancestral » (nomades, chasseurs-cueilleurs...). Par exemple, le microbiote intestinal des Hadza de Tanzanie est nettement plus riche et diversifié que le nôtre, pauvres Occidentaux⁴ ! De plus, cette perte de diversité s'accompagne d'une perte de plusieurs espèces probablement essentielles, comme certaines bifidobactéries, surtout chez le nouveau-né. Ainsi, en 2020, les selles de nouveau-nés sont beaucoup moins acides (avec un pH moyen de 6 au lieu de 5) que celles des nouveau-nés de 1920, car il leur manque des bactéries essentielles

à la production d'acide lactique qui acidifie leurs selles⁵. Ainsi, de génération en génération, les mamans transmettent un microbiote toujours moins riche et diversifié à leur descendance.

Mais, contrairement aux gènes dont nous héritons pour moitié de chacun de nos parents (rappel : 46 chromosomes, 23 provenant de l'ovule de notre mère, 23 du spermatozoïde de notre père, transmis intégralement), notre mère ne nous transmet pas directement son microbiote, cela est bien plus compliqué. En effet, même si une partie du microbiote du nouveau-né peut être héritée de sa mère (surtout en cas d'accouchement par voie basse), et probablement de son père via le fameux « peau-à-peau », il va ensuite rapidement varier en fonction de facteurs exogènes comme le mode d'alimentation⁶. Mais avant de parler de nouveau-né, intéressons-nous à la période anténatale...



• À la naissance, émergence • d'un écosystème

Les débats scientifiques discutant de la présence ou non d'un microbiote chez le fœtus sont féroces. Il semble aujourd'hui que la majeure partie des études qui ont retrouvé de l'ADN bactérien, notamment dans le placenta, ont surtout détecté des artefacts, c'est-à-dire de l'ADN bactérien qui ne provenait pas du placenta mais de la contamination des échantillons par des bactéries de l'environnement⁷. Récemment, une équipe scientifique a montré que le méconium (premières selles du bébé), prélevé *in utero* lors d'une césarienne, était stérile, confirmant que la colonisation microbienne des intestins se fait bien à partir de la naissance⁸.

Comme toute naissance d'écosystème, l'émergence du microbiote intestinal du nouveau-né suit des règles écologiques précises dont nous n'avons encore à l'heure actuelle qu'une connaissance partielle. Par exemple, nous savons que les premières espèces colonisatrices vont consommer l'oxygène du milieu pour favoriser l'implantation ensuite d'autres espèces qui constitueront la grande majorité du microbiote mature de l'enfant⁹. Des études réalisées chez l'animal nous indiquent également que l'ordre de la colonisation a son importance et que les premières espèces arrivées dans le milieu ont un avantage par rapport aux suivantes¹⁰.

Mais au-delà de ces règles écologiques, des facteurs vont influencer la mise en place de cet écosystème dès les premières secondes de vie. Nous savons maintenant que notre microbiote n'est pas (ou très peu) déterminé par nos gènes. À peine 2 % de notre microbiote intestinal sont influencés par notre patrimoine génétique¹¹ :