

# 1.3 Le microbiote



**Age : 13-19 ans**

Sciences et technologies :

- Classer les organismes, exploiter les liens de parenté pour comprendre et expliquer l'évolution des organismes ;
- Expliquer les besoins variables en aliments de l'être humain ; l'origine et les techniques mises en œuvre pour transformer ou conserver les aliments.

## Objectifs d'apprentissage

**Tous les élèves :**

- comprendront l'importance du rôle des microbes que nous hébergeons naturellement ;
- comprendront que ce microbiote doit être préservé comme un écosystème.

Sciences de la vie et de la Terre :

Le corps humain et la santé :

- Ubiquité, diversité et évolution du monde microbien ;
- Relier le monde microbien hébergé par notre organisme et son fonctionnement.

**Durée estimée d'enseignement :**

50 minutes

Parcours éducatif de santé

## Description

Dans ce chapitre, la notion de flore naturelle et son importance pour le bon fonctionnement de l'organisme sont présentées aux élèves. Les interactions entre le microbiote et l'hôte sont expliquées et l'accent est mis sur la nécessité de préserver cette flore qui nous est utile.

L'activité principale permet aux élèves de comprendre les effets des antibiotiques sur la flore naturelle protectrice, apportant ainsi un argument supplémentaire en faveur de l'utilisation raisonnée des antibiotiques. Les activités complémentaires encouragent les élèves à prendre conscience des fonctions de cette flore et de son importance.

# 1.3 Le microbiote

## Introduction - Guide enseignant (GE1)



Lie Age : 13-19 ans

Sciences et technologies :

- Classer les organismes, exploiter les liens de parenté pour comprendre et expliquer l'évolution des organismes ;
- Expliquer les besoins variables en aliments de l'être humain ; l'origine et les techniques mises en œuvre pour transformer ou conserver les aliments.

Cycles 3 et 4 : Parcours éducatif de santé

Sciences de la vie et de la Terre :

Le corps humain et la santé :

- Ubiquité, diversité et évolution du monde microbien ;
- Relier le monde microbien hébergé par notre organisme et son fonctionnement.

Parcours éducatif de santé

ns avec le programme national

Cycle 3 : cycle de consolidation

Sciences et technologies

- Classer les organismes, exploiter les liens de parenté pour comprendre et expliquer l'évolution des organismes ;
- Expliquer les besoins variables en aliments de l'être humain ; l'origine et les techniques mises en œuvre pour transformer ou conserver les aliments.

Education morale et civique : La responsabilité de l'individu et du citoyen dans l'environnement et la santé

Cycles 4 : cycle des approfondissements

Sciences de la vie et de la Terre : Le corps humain et la santé :

- Ubiquité, diversité et évolution du monde microbien ;
- Relier le monde microbien hébergé par notre organisme et son fonctionnement.

Enseignements pratiques interdisciplinaires : Corps, santé, bien-être et sécurité.

Education morale et civique : Droits et devoirs des citoyens.

## Mots clés

Aérobie  
Alimentation  
Anaérobie  
Antibiotiques  
Bactériophages  
Biodiversité

Ecosystème  
Microbiote  
Nucléosides  
Séquençage  
Symbiose  
Voies respiratoires supérieures

## Contexte

Les micro-organismes, premiers êtres vivants à apparaître sur Terre, président au fonctionnement de toute la matière vivante : ils permettent aux végétaux d'incorporer l'azote nécessaire à la synthèse des acides aminés et produisent des nucléosides qui permettent la synthèse de l'ADN. Ils se situent au 1er niveau de la chaîne alimentaire. Leur rôle est primordial dans le règne animal en assurant des fonctions essentielles à la bonne santé de l'animal et de l'être humain.

On appelle microbiote humain l'ensemble des micro-organismes qui cohabitent avec chacun d'entre nous. Il représente un poids total d'environ 2 kilos, et un nombre de cellules dix fois supérieur à celui que comprend le corps humain. Tous les organismes vivants ont leur microbiote. La connaissance de sa composition et surtout de ses fonctions est encore incomplète, mais des techniques modernes de séquençage et des expériences chez la souris révèlent progressivement l'importance de son rôle dans la santé. Il est composé d'une grande variété de bactéries, aérobies et anaérobies, dont certaines ont une résistance naturelle aux antibiotiques, mais aussi de champignons microscopiques et des virus (par exemple des bactériophages qui parasitent les bactéries).



Chacun de nous possède un microbiote particulier avec des espèces différentes selon les différentes localisations de la peau (aisselles, mains...) ou des muqueuses (voies respiratoires supérieures, tube digestif, vagin...). Ce microbiote constitue une « flore barrière » de microbes qui vivent en équilibre, nous protégeant contre les microbes pathogènes ;

Elle empêche la prolifération des microbes pathogènes par un effet de compétition. Le microbiote intestinal est le plus important avec environ 10<sup>14</sup> microorganismes et en moyenne 160 espèces de bactéries différentes par personne. Le nouveau-né est rapidement colonisé par les bactéries de sa mère. Celles-ci lui permettent de digérer le lait. Le tube digestif comporte des micro-organismes différents à tous les niveaux, mais avec des concentrations particulièrement élevées dans la bouche et le colon. Ces micro-organismes vivent en symbiose avec nous : il existe un profit mutuel à cette cohabitation. Les bactéries se multiplient environ toutes les 20 minutes ce qui permet une adaptabilité rapide aux conditions locales. Le microbiote intestinal (notre flore digestive), en échange de l'abri et de la nourriture que nous lui offrons, assure en notre faveur une grande variété de fonctions : il participe à la digestion des aliments, interfère avec les capacités d'absorption des nutriments et par là influence notre poids, synthétise certaines vitamines, nous protège contre les infections par différents mécanismes : effet barrière, action sur le système immunitaire. Selon des études récentes, il joue un rôle important sur l'humeur, du fait de son interaction avec le système nerveux.

Le microbiote humain, chez un individu en bonne santé, ne constitue pas seulement un ensemble de microbes utiles, mais un véritable écosystème à protéger. Comme tous les écosystèmes, celui-ci est vulnérable et sujet à des perturbations pouvant nuire à son fonctionnement. Nous devons le préserver. En effet, sa composition peut être modifiée par notre alimentation, par une infection du tube digestif (gastro-entérite...), par notre activité physique, et par les antibiotiques. Une alimentation variée, équilibrée et sans excès, des précautions d'hygiène lors de la préparation et la conservation des aliments, une bonne hygiène des mains, une activité physique régulière, et une utilisation raisonnée des antibiotiques sont les facteurs principaux permettant de développer et de protéger la biodiversité de notre microbiote. Selon des études récentes ce dernier aurait un effet protecteur contre certaines maladies (diabète, obésité, maladies cardio-vasculaires, cancer...). Il faut donc trouver un juste équilibre entre les mesures d'hygiène recommandées pour éviter les infections et les comportements pouvant nuire à notre microbiote, comme remplacer systématiquement le savon par des produits antibactériens, prendre des antibiotiques quand ils sont inutiles lors d'infections virales (rhumes, grippe...) ou fumer (ce qui modifie le microbiote des voies respiratoires supérieures).

## Matériel nécessaire

Par élève :

- Copie de DTE 1

## Préparation

- Distribuer une photocopie de DTE 1 à chaque élève.

## Liens Internet

- <https://e-bug.eu/fr-fr/le-microbiote>
- [www.mangerbouger.fr](http://www.mangerbouger.fr)
- <https://www.inrae.fr/actualites/dereglement-du-microbiote-est-associe-formation-d'une-molecule-favorisant-diabete-type-2>
- <http://www.inserm.fr/thematiques/physiopathologie-metabolisme-nutrition/dossiers-d-information/microbiote-intestinal-et-sante>

# 1.3 Le microbiote

## Plan du cours - Guide enseignant (GE2)



### Introduction

1. Commencer le cours en demandant aux élèves s'ils pensent être porteurs de microbes, et si oui, où les hébergent-ils et quelles sont leurs fonctions ?
2. Leur expliquer que notre corps héberge dix fois plus de cellules microbiennes que de cellules humaines, ce qui représente un poids d'environ 2 kg car ces microbes sont beaucoup plus petits que les cellules du corps. Ils jouent un rôle très important pour notre santé. C'est ce qu'on appelle le microbiote. Le microbiote intestinal est le plus important avec environ  $10^{14}$  microorganismes et en moyenne 160 espèces de bactéries différentes par personne.
3. Ce sont des microbes utiles d'une grande variété de bactéries, de champignons et de virus, qui couvrent notre peau et nos muqueuses. Ils constituent une flore barrière nous protégeant contre les microbes pathogènes. La majeure partie de ces microbes vit dans notre tube digestif. Certaines bactéries sont naturellement résistantes aux antibiotiques.
4. Demander aux élèves s'ils savent ce qu'est la symbiose et s'ils peuvent en donner des exemples. Expliquer que le microbiote constitue un exemple de symbiose : nous profitons de sa présence, et il profite de nous. Expliquer aux élèves que lorsque nous nous alimentons, nous nourrissons aussi nos microbes. En échange, ils digèrent certains de nos aliments que les cellules du corps ne sont pas capables de digérer, fabriquent des vitamines, nous protègent des infections, et nous fournissent de l'énergie.
5. La fermentation, que les élèves ont étudiée dans le cours sur les microbes utiles, se produit également dans notre intestin grâce à l'activité de certaines bactéries anaérobies, ce qui permet d'extraire de l'énergie des aliments que nous mangeons.
6. Expliquer aux élèves que les termes d'écosystème, de biodiversité qu'ils ont pu entendre s'appliquent parfaitement à notre microbiote et qu'il faut donc le développer et le protéger. Ceci passe par une alimentation variée et équilibrée et une bonne hygiène de vie. Leur demander ce que ces notions représentent pour eux.
7. Demander aux élèves ce qui se passe sur la muqueuse quand ils prennent des antibiotiques. Réponse : la plupart des microbes du microbiote vont mourir, sauf ceux qui ne sont pas détruits par les antibiotiques, comme les bactéries résistantes.
8. Expliquer aux élèves que les antibiotiques diminuent la diversité du microbiote et permettent aux microbes qui leur résistent de se multiplier et d'occuper l'espace libéré. Ces bactéries résistantes peuvent se transmettre à d'autres personnes. C'est pour cela qu'il faut réserver leur utilisation uniquement aux infections bactériennes qui les nécessitent.



## Activité principale

Au cours de cette activité, les élèves devront illustrer l'évolution du microbiote intestinal chez une personne en bonne santé avant, pendant et après un traitement antibiotique. Ceci leur permettra de prendre conscience des modifications exercées par les antibiotiques.

1. Distribuer à chaque élève une copie de DTE1.
2. Schéma 1 - En dehors de tout traitement antibiotique : leur demander de représenter la variété habituelle du microbiote (bactéries, virus, champignons différents) dans l'intestin (colon) sur le premier schéma par des formes, des couleurs ou des symboles de leur choix. Rappeler aux élèves d'inclure quelques bactéries naturellement résistantes aux antibiotiques.
3. Schéma 2 - À la fin d'un traitement antibiotique : les élèves devront imaginer l'effet du traitement antibiotique sur le microbiote et représenter les microbes qui auront survécu.  
Commentaire : les bactéries résistantes aux antibiotiques, virus et champignons survivent et occupent l'espace libéré par les bactéries détruites.
4. Schéma 3 - Après le traitement antibiotique : les élèves doivent imaginer et représenter les microbes qui ont pu se multiplier de nouveau. Commentaire : une fois le traitement terminé, les microbes qui ont survécu ont pu se multiplier de nouveau pour occuper l'espace libéré, il y aura autant de microbes mais la composition du microbiote a pu changer (avec davantage de bactéries résistantes, champignons...) par rapport à sa composition initiale.

# 1.3 Le microbiote

## Plan du cours - Guide enseignant (GE3)



### Après le travail des élèves

Vérifier la compréhension du cours en posant aux élèves les questions suivantes :

- Qu'est-ce que le microbiote humain ? De quoi est-il composé ?

Réponse : c'est l'ensemble des micro-organismes qui vivent sur notre peau et nos muqueuses d'une grande diversité, (voir schéma 1).

- Donnez des exemples de muqueuses possédant un microbiote ?

Réponse : voies respiratoires supérieures, voies digestives (microbiote le plus important), vagin...

- Quelles sont les cellules les plus nombreuses présentes dans le corps ?

Réponse : ce sont les cellules microbiennes qui sont les plus nombreuses : environ  $10^{13}$  cellules humaines contre  $10^{14}$  cellules microbiennes.

- Quel intérêt avons-nous à vivre avec des milliards de bactéries sur notre peau et nos muqueuses ? Pourquoi est-ce important de les préserver ?

Réponse : le microbiote nous protège par un effet barrière contre une invasion par des microbes pathogènes, dans l'intestin il participe à la digestion, à la synthèse de vitamines, et contribue à la régulation de notre poids.

- Quel intérêt ont les bactéries à coloniser un organisme animal ou humain ?

Réponse : l'organisme-hôte assure leur survie en leur offrant « le gîte et le couvert ».

- Comment pouvons-nous développer et protéger notre microbiote ?

Réponse : en utilisant du savon normal plutôt que des produits antibactériens (qui détruisent aussi les microbes naturels de la peau), en ayant une bonne hygiène bucco-dentaire pour éviter une invasion par des pathogènes, en ayant une alimentation variée et équilibrée (viande ou poissons, laitages, fruits et légumes, féculents) pour préserver la diversité du microbiote intestinal, en respectant le bon usage des antibiotiques.

- Demander aux élèves ce qui se passe sur la muqueuse intestinale quand ils prennent des antibiotiques.

Réponse : la plupart des microbes du microbiote vont mourir, sauf ceux qui résistent aux antibiotiques, (voir schéma 2).

- Demander aux élèves comment ils ont illustré ce qui se passe sur la muqueuse ainsi « désertée par ses habitants ».

Réponse : les bactéries résistantes vont pouvoir se multiplier plus facilement (voir schéma 3).

- Discuter avec les élèves, en reprenant les notions de microbes utiles et pathogènes, de la nécessité de distinguer les uns des autres dans la vie quotidienne, en protégeant au mieux les premiers tout en évitant les seconds.

Commentaire : on pourra aborder ainsi les situations de risque de contamination cutanée, respiratoire, alimentaire, sexuelle à éviter, mais aussi évoquer le parallèle entre l'utilisation excessive de substances bactéricides, tant à l'échelle individuelle qu'environnementale, et l'utilisation de pesticides en agriculture qui protègent les plantes contre certaines maladies tout en décimant des insectes utiles (abeilles)...

# 1.3 Le microbiote

## Activités complémentaires - Guide enseignant (GE4)



### Activités complémentaires

1. Demander aux élèves de décrire les localisations du microbiote à l'aide du schéma ci-dessous.
2. Proposer aux élèves de faire des recherches sur internet (liens ci-dessous) et de construire (en groupe ou individuellement) un schéma/poster sur la symbiose entre le microbiote intestinal et notre organisme, en soulignant les échanges de part et d'autre de la muqueuse intestinale et le profit tiré par chacun. Inclure la définition de symbiose (voir glossaire).  
Commentaire: le microbiote constitue pour l'hôte une protection contre les pathogènes, une aide à la digestion, la synthèse de vitamines. Pour les bactéries, c'est une source alimentaire, un milieu favorable à leur survie.
3. Proposer aux élèves de calculer le poids d'une personne de 50 kg si les cellules microbiennes étaient aussi grosses que les cellules humaines.  
Commentaire : les cellules bactériennes sont dix fois plus nombreuses que les cellules humaines, le poids de la personne serait donc  $50 \times 10 = 500$  (poids des cellules humaines),  $500 + (500 \times 10) = 5500$  (poids du microbiote) = 5500 kg
4. Demander aux élèves de dessiner une silhouette humaine et de colorier uniquement la partie représentée par la proportion de cellules humaines.  
Commentaire: 10%, soit l'équivalent de la partie inférieure de la jambe jusqu'au genou.

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Microbiote\\_intestinal\\_humain](https://fr.wikipedia.org/wiki/Microbiote_intestinal_humain)

<http://www.inra.fr/Grand-public/Alimentation-et-sante/Tous-les-dossiers/Metagenome-intestinal>

<http://www.gutmicrobiotawatch.org/fr/home-fr/>

[Le microbiote et son rôle sur la digestion - Corpus - réseau Canopé \(reseau-canope.fr\)](#)

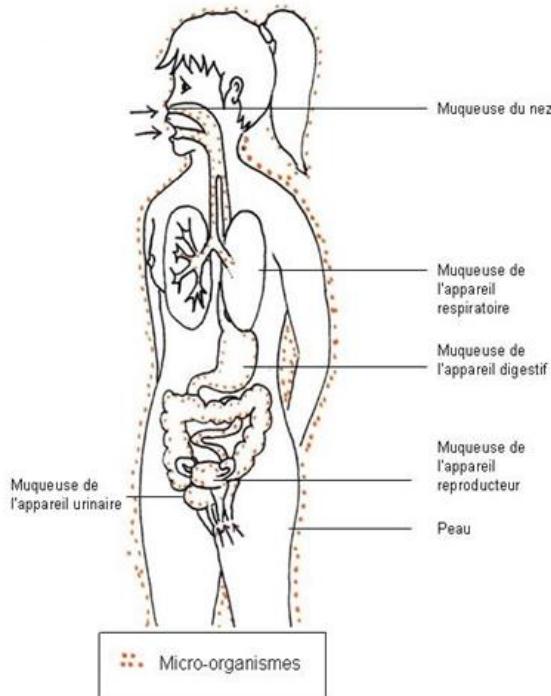
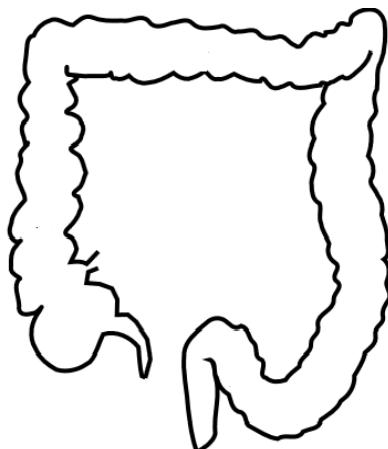


Image E. Bessoud-Cavillot, académie de Grenoble

# 1.3 Le microbiote

## Document de travail élève (DTE1)



### 1. En dehors de tout traitement antibiotique

Dessine le microbiote intestinal dans l'intestin ci-contre d'une personne en bonne santé, en représentant les microbes par des formes, des couleurs ou des symboles variés.

Combien d'espèces différentes as-tu dessinées ? \_\_\_\_\_

Combien d'espèces différentes y a-t-il en réalité ? \_\_\_\_\_

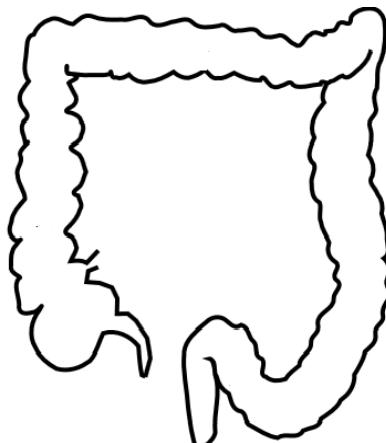
Combien de bactéries naturellement résistantes aux antibiotiques as-tu dessinées ? \_\_\_\_\_

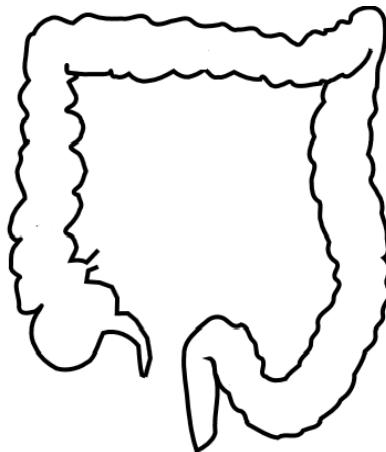
### 2. À la fin du traitement antibiotique

Cette personne a eu une infection bactérienne grave nécessitant un traitement antibiotique. Dessine le microbiote intestinal à la fin de ce traitement antibiotique.

Quelles sont les bactéries qui prédominent maintenant ?  
\_\_\_\_\_

À quoi est dû ce changement ?  
\_\_\_\_\_





### 3. Après le traitement antibiotique.

Les microbes ont pu se multiplier de nouveau. Comment est le microbiote maintenant ?

Dessine le nouveau microbiote et complète les propositions ci-dessous :

Quantité de microbes :

Plus qu'au départ ?

Moins qu'au départ ?

Autant qu'au départ ?

Diversité des espèces :

Plus grande qu'au départ ?

Moins qu'au départ ?

Autant qu'au départ ?

#### Fait étonnant !

Savais-tu qu'il est possible aujourd'hui de guérir certaines maladies de l'intestin en faisant une « greffe fécale », c'est-à-dire en remplaçant les bactéries de l'intestin avec celles d'une autre personne en bonne santé ?