

# L'ÉTUDE DES MICROBES AU COLLÈGE

Par **Guillaume Lassalle**,

professeur de SVT,  
collège Joachim-du-Bellay,  
Authon-du-Perche

et **Aurélié Ménard-Parrod**,

professeure de SVT,  
lycée Édouard-Branly, Dreux

■ **POUR LA MAJORITÉ** des élèves, le mot « microbe » est associé à quelque chose de négatif ou létal dont il faut se protéger. Ce lien entre dangerosité et micro-organisme a été renforcé lors de l'émergence de la Covid-19 et la mise en place des règles sanitaires pour faire face à cette pandémie. Pourtant, il est nécessaire de déconstruire cette représentation de « méchant microbe ». Il s'agit de montrer que ces organismes, s'ils peuvent être pathogènes dans certains cas, sont aussi indispensables à notre santé.

## PLACE DANS LES PROGRAMMES

Au collège, l'étude microscopique permet d'introduire le terme « micro-organisme » et ainsi compléter la notion de microbe abordée en cycle 2 dans la partie « Reconnaître des comportements favorables à sa santé ». Aux cycles 3 et 4, il s'agit de faire découvrir ce monde invisible aux yeux des élèves, à la fois en l'abondant de façon expérimentale et en utilisant les données des revues scientifiques.

Le terme « microbiote » n'apparaît pas dans les programmes de cycles 3 ou 4, mais si l'on considère qu'il représente les micro-organismes vivant dans un milieu spécifique chez un hôte et interagissant avec lui, on constate que cette notion y apparaît plusieurs fois. S'appuyer sur les acquis des cycles 2 et 3, et plus particulièrement sur l'interdépendance des organismes vivant dans un milieu, permet d'aborder les relations étroites entre un organisme et son microbiote. Au cycle 4, le microbiote est traité à travers les deux thèmes principaux suivants.

### LE THÈME « LE VIVANT ET SON ÉVOLUTION »

Ce thème propose de choisir plusieurs exemples afin d'illustrer la diversité des microbes et de leurs interactions.

L'étude de la nutrition végétale est l'occasion de parler des mycorhizes (voir exemple du champignon *Neotyphodium* et des graminées du genre *Festuca* dans l'article « Microbiote et identité », TDC, n° 1130, p. 48) ou des nodosités fixatrices d'azote. De plus, elle peut être reliée au thème « La planète Terre, l'environnement et l'action humaine » en comparant, par exemple, différentes techniques agricoles prenant en compte, ou non, ces connaissances sur les micro-organismes (voir TDC « Agrosystèmes. La nature à notre service? », n° 1124). Cela permet de discuter des différents impacts de l'être humain sur son environnement et du rôle des micro-organismes dans la production alimentaire.

L'étude de la respiration et du transport du dioxygène par le sang peut être mise en relation avec l'impact de micro-organismes pathogènes comme le *Plasmodium falciparum*, responsable du paludisme. En parasitant les globules rouges et en menant à leur destruction, ce micro-organisme peut entraîner une forte anémie.

### LE THÈME « LE CORPS HUMAIN ET LA SANTÉ »

Ce thème est l'occasion de faire le lien entre le fonctionnement du corps humain, notre santé et les micro-organismes qui nous entourent. La partie « Relation avec le monde microbien » permet d'aborder les relations avec les micro-organismes

## SAVOIR +

**Corpus**, « Le microbiote intestinal », vidéo (5 min 10), Réseau Canopé.  
[En ligne]

pathogènes afin de comprendre les notions de défenses immunitaires, d'hygiène corporelle, de vaccination et d'utilisation des antibiotiques. C'est aussi l'occasion de mettre en évidence la relation triangulaire entre hôte, microbiote et pathogène. La partie « Reproduction et sexualité » s'intéresse aux infections sexuellement transmissibles. La partie « Alimentation et digestion » étudie le rôle du microbiote intestinal. Cette partie peut s'avérer essentielle dans l'objectif de montrer que l'ensemble du monde microbien ne se résume pas à des pathogènes nocifs pour l'être humain, mais qu'il existe des bactéries et autres microbes indispensables à notre bonne santé.

### EXEMPLE DE SÉQUENCE : LE MICROBIOTE, À « THOR » OU À RAISON

Les séances et activités proposées ci-dessous ne sont pas forcément à réaliser dans un ordre chronologique, elles correspondent davantage à des exemples pouvant être développés, sans qu'il y ait nécessité de toutes les réaliser à la suite ou sur un même niveau. On pourra par exemple ne choisir qu'une ou deux étapes permettant de faire des focus sur des notions ou des compétences à développer à un moment donné de la progression.

**Thème 3 :** Le corps humain et la santé

Se nourrir : régimes et équilibre alimentaire

**Prérequis :**

- Le fonctionnement de l'appareil digestif avec le devenir des aliments dans le tube digestif.
- Réagir à son environnement avec la découverte de la diversité du monde microbien en contact avec le corps.

**Objectif :** mettre en évidence l'importance du microbiote pour être en bonne santé.

#### SITUATION DÉCLENCHANTE

Dans le film *Avengers : Endgame*, cinq ans après la défaite contre Thanos, Thor a pris du poids. Il passe ses journées devant les jeux vidéo et se nourrit de junkfood et d'alcool. Ses capacités physiques en combat ont diminué. Que peut-on faire pour que Thor retrouve son meilleur niveau le plus rapidement possible ?

#### SÉANCE 1 : ÉQUILIBRE ALIMENTAIRE ET MÉTABOLISME

Cette première séance a pour objectif de remobiliser et d'approfondir des éléments vus en cycle 3 ou en début de cycle 4 sur l'équilibre alimentaire en travaillant sur :

- les recommandations nutritionnelles ([mangerbouger.fr/](http://mangerbouger.fr/) Les-recommandations) pour les comparer à un régime alimentaire peu équilibré, en se basant sur celui de Thor ;
- la notion de métabolisme de base et de balance énergétique entre les apports et les dépenses pour comprendre l'intérêt de l'alimentation et faire le lien avec l'importance de l'activité physique.

La production des élèves pourra prendre la forme d'un programme de remise en forme comprenant un exemple de menu équilibré.

#### SÉANCE 2 : L'ACTION DU MICROBIOTE

Thor commence à suivre les recommandations alimentaires proposées, mais les résultats attendus ne sont pas immédiats. Il est donc nécessaire de trouver un moyen d'accélérer le processus afin que notre super-héros retrouve la forme le plus rapidement possible. En quoi les micro-organismes peuvent-ils aider Thor à retrouver la forme ?

Afin de comprendre les rôles des différents microbiotes, il est possible de travailler en atelier. Pour chaque atelier sont présentées une ou deux expériences (proposées par l'enseignant) permettant d'identifier un rôle du microbiote. Chaque atelier peut être enrichi de ressources documentaires afin d'en assurer la compréhension.

Le travail en groupe peut permettre de différencier les ressources afin de prendre en compte l'hétérogénéité de la classe. Le fait que tous les élèves n'aient pas vu les mêmes documents et n'aient pas les mêmes éléments de réponses invite à une mise en commun par une restitution orale, par exemple.

Le travail peut être présenté aux élèves de différentes manières en fonction de leur niveau ou du temps disponible pour traiter cette partie.

- Proposition 1 : les documents ci-après présentent directement les expériences et l'élève doit en déduire un rôle du microbiote.
- Proposition 2 : une affirmation est présentée à l'élève. Il doit alors proposer une expérience accompagnée d'une ou deux expériences témoins permettant de vérifier cette affirmation. L'enseignant transmet alors les résultats à l'élève afin que celui-ci puisse conclure.

#### DOCUMENT 1

#### LE RÔLE DU MICROBIOTE DANS LA DIGESTION, L'ACCUMULATION OU L'UTILISATION DES RÉSERVES GRAISSEUSES

L'impact du microbiote intestinal sur la digestion et ses conséquences sur l'obésité, en particulier, apparaissent régulièrement dans les manuels scolaires. Pour mettre en évidence cet impact, on propose aux élèves d'étudier des expériences de transfert de microbiote sain ou provenant de souris obèses. Cela montre que la qualité du microbiote joue un rôle dans la prise de poids.

Il peut être intéressant d'ajouter à cette étude l'exemple de la bactérie *Akkermansia muciniphila* qui permet de montrer que certains micro-organismes peuvent avoir l'effet inverse sur la masse corporelle et faciliter la perte de masse grasseuse.

« L'analyse détaillée du microbiote révèle que certaines bactéries, telle *Akkermansia muciniphila*, sont moins abondantes chez les individus obèses, et que ceux qui en sont dotés réagissent mieux aux régimes : leurs cellules répondent mieux à l'insuline en brûlant les graisses. En l'absence d'*Akkermansia muciniphila*, les cellules grasseuses emmagasinent plus de réserves et le tissu adipeux présente des signes d'inflammation. »

Marc-André Selosse, Delphine Cuny, « Microbiote humain et santé », in *TDC*, n° 1130, 1<sup>er</sup> novembre 2020, p. 53.

## DOCUMENT 2 LE RÔLE DU MICROBIOTE DANS L'AUGMENTATION DES PERFORMANCES PHYSIQUES

Les bactéries du genre *Veillonella* identifiées dans les intestins des marathonniens permettent d'augmenter les performances et en particulier l'endurance. Elles utilisent l'acide lactique produit lors de l'effort et le transforment en propionate, réutilisé par notre métabolisme afin de produire de l'énergie.

	Conditions de l'expérience	Endurance de la souris
Expérience 1 (témoin)	Test d'effort sur une souris présentant un microbiote basique <i>sans</i> bactéries du genre <i>Veillonella</i> .	+
Expérience 2	Test d'effort sur une souris présentant un microbiote basique <i>avec</i> bactéries du genre <i>Veillonella</i> .	+++

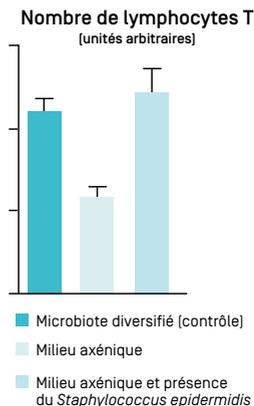
## DOCUMENT 4 LE RÔLE DU MICROBIOTE FACE AUX ALLERGIES

Les allergies sont des réactions excessives de notre corps face à des éléments extérieurs. Leur nombre dans les pays dits industrialisés est en augmentation : 10 % de la population en souffrait en 1980, 30 % en 1999, certains chiffres annoncent qu'elles toucheront 50 % de la population de l'hémisphère Nord en 2025. Le système immunitaire doit être stimulé par

## DOCUMENT 3 LE RÔLE DU MICROBIOTE DANS L'IMMUNITÉ

*Staphylococcus epidermidis* est une bactérie commensale typique de la peau humaine.

*Leishmania major* est un parasite cutané, proche des trypanosomes (protozoaire) et responsable, parmi d'autres de la même famille, de la leishmaniose, une maladie cutanée humaine. On compte deux millions de nouveaux cas humains par an.



**Impact du microbiote sur la leishmaniose des souris.** On mesure la quantité de lymphocytes T sur la peau à la suite d'une infection au *Leishmania major* chez des souris porteuses d'un microbiote cutané diversifié, chez des souris élevées en milieu axénique et chez des souris inoculées avec un staphylocoque [*Staphylococcus epidermidis*].

Source : Shruti Naik et al., « Compartmentalized control of skin immunity by resident commensals », in *Science*, vol. 337, n° 6098, août 2012, p. 1115-1119.

des micro-organismes de l'environnement, y compris ceux du microbiote, afin d'agir efficacement. L'absence de ces micro-organismes – et par conséquent l'absence de cette stimulation – provoque des allergies. Ce rôle du microbiote peut être mis en évidence à travers l'exemple de la réunification de l'Allemagne lors de la chute du mur de Berlin ci-dessous.

## ÉTUDE DE L'IMPACT DES CONDITIONS DE VIE ET DE L'HYGIÈNE SUR LE MICROBIOTE ET LES ALLERGIES (ERIKA VON MUTIUS)

	Munich [Allemagne de l'Ouest]	Leipzig [Allemagne de l'Est]	
	Avant et après 1989	Avant 1989	Après 1989
Conditions de vie et hygiène	– Milieu urbain – Forte hygiène dans le lieu de vie – Peu de contact avec des micro-organismes dans l'environnement	– Milieu plus rural – Hygiène moins drastique – Contact avec des micro-organismes variés dans l'environnement	– Milieu urbain – Forte hygiène dans le lieu de vie – Peu de contact avec des micro-organismes dans l'environnement
Diversité du microbiote	+	+++	+
Incidence des allergies dans la population	++++	+	++++

## SÉANCE 3 : RÉÉQUILIBRER LE MICROBIOTE DE THOR

Un microbiote sain, de par ses actions positives sur le corps, devrait permettre à Thor de retrouver ses capacités. Comment peut-on faire pour rééquilibrer le microbiote intestinal de Thor ?

Piste pédagogique : travailler sur un exemple d'aliment « santé » lié aux probiotiques plébiscité dans les revues, magazines ou blogs pour ses vertus. Il s'agit ici de mener une

investigation sur la production d'un aliment ou son mode de fabrication, pour comprendre les transformations qui se sont opérées sur cet aliment et les raisons pour lesquelles il agirait positivement sur un organisme. L'objectif est également de développer les aptitudes au discernement et à la réflexion critique en confrontant les observations et les résultats des recherches à des réponses ou des travaux issus de la recherche scientifique.

### Étape 1 : Sélectionner des exemples d'aliments transformés « bons » pour la santé

On pourra par exemple choisir de s'intéresser au kombucha, au kéfir ou aux légumes lactofermentés...

### Étape 2 : Faire une revue de presse concernant l'aliment

– Trouver un titre accrocheur. Par exemple, quand on cherche « kéfir » sur un moteur de recherche : « Kéfir et kombucha, des boissons santé! » ; « Le kéfir, une boisson miracle (et presque gratuite!) » ; « Les vertus santé du kéfir » ; « 9 bienfaits du kéfir »...

– Écrire la recette.

– Donner des conseils et des mises en garde...

Cette étape permet aussi de travailler sur l'importance du choix des sources d'information.

### Étape 3 : Définir et observer un probiotique

La consommation de certains aliments serait bénéfique pour la santé grâce à leur apport en micro-organismes vivants – aussi nommés « probiotiques » – censés rejoindre le microbiote.

Les recettes du kéfir et du kombucha mettent en évidence l'utilisation de micro-organismes que l'on pourra essayer d'observer dans des boissons du commerce (pour des raisons d'hygiène et de sécurité).

« Trois modalités d'intervention sont possibles pour réguler son microbiote intestinal. La première consiste à ingérer des probiotiques, c'est-à-dire des micro-organismes censés rejoindre le microbiote, comme l'ultra-levure et les yaourts. Il s'agit de microbes, vivants ou morts, qui ne persistent pas dans le microbiote mais modifient les conditions intestinales et favorisent ainsi le développement du reste du microbiote. [...] »

Marc-André Selosse, Delphine Cuny, « Microbiote humain et santé », in *TDC*, n° 1130, 1<sup>er</sup> novembre 2020, p. 53.

### Étape 4 : Réaliser une lactofermentation

De nombreux aliments que nous consommons font l'objet d'une lactofermentation : le fromage ou les yaourts, mais également la choucroute, les cornichons, en passant par des aliments qui reviennent à la mode, comme le kéfir ou le kombucha.

On proposera aux élèves de réaliser une recette de légumes lactofermentés afin qu'ils puissent :

- observer le dégagement gazeux dans les premiers jours ;
- observer et mesurer les changements de pH ;
- observer la transformation des aliments.

Attention aux respects des règles d'hygiène et de sécurité du laboratoire. Seuls les aliments lactofermentés achetés dans le commerce pourront être manipulés ou goûtés par les élèves.

### Étape 5 : Relier les observations aux données scientifiques (apportées sous forme de textes ou vidéos)

Réaction chimique : glucose (sucre) → acide lactique + énergie

L'acide lactique libéré lors de la digestion incomplète du glucose acidifie le milieu, conduisant à la disparition des bactéries potentiellement pathogènes.

Conseils pour préparer les aliments fermentés :

- utiliser une eau non chlorée (empêche le développement des micro-organismes) ;
- choisir des légumes bio (sans pesticides) ;
- utiliser un poids ou tout objet qui assure que tout est bien immergé (la réaction chimique se fait en anaérobie).

Ces recommandations sont données à l'étape 5 seulement, afin de faire réfléchir les élèves au lien entre les conditions favorisant la lactofermentation et la présence de bactéries.

Question : Pourquoi ne faut-il pas fermer le bocal de façon hermétique les premiers jours ?

### Étape 6 : Dresser un bilan critique sur les effets des micro-organismes sur la santé

- Indiquer les effets positifs lorsque les micro-organismes sont ingérés à petites doses régulières.
- Compléter la phrase suivante : « Pour rééquilibrer un microbiote qui a été perturbé... »
- Préciser les effets de la présence des micro-organismes dans l'appareil digestif sur la digestion (rend les aliments plus digestes).

## CONCLUSION

L'étude des interactions entre l'organisme et le microbiote est complexe et met en lumière un réseau étroit entre notre santé et notre alimentation, mais également les moyens de production, de transport et de conservation des aliments. C'est l'occasion de travailler autour de projets pluridisciplinaires faisant intervenir plus particulièrement la géographie et la chimie autour d'activités s'inscrivant dans les thèmes du corps, de la santé et de la sécurité. ■■