



L'acquisition du **microbiote** se fait dès les premières secondes de la vie. Lors d'une naissance par **voie basse**, le bébé est mis en contact avec la **flore** vaginale de la mère. Lorsqu'il naît par **césarienne**, le bébé est seulement mis au contact des micro-organismes de l'environnement, ce qui lui donne un microbiote différent et parfois moins performant. Les enfants nés par voie basse ont un microbiote intestinal plus dense et diversifié. Les premières bactéries jouent un rôle important puisqu'elles établissent le premier dialogue immunitaire. Des solutions existent pour les bébés nés par césarienne: les médecins font un prélèvement dans le vagin de la mère et l'introduisent dans la bouche du nouveau nez pour qu'il acquière le microbiote.

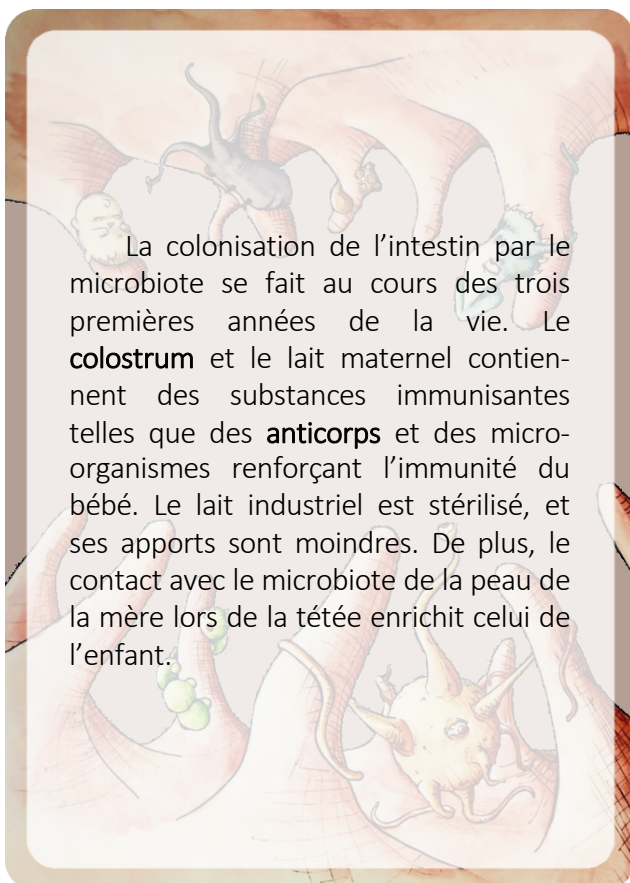
L'acquisition du **microbiote** se fait dès les premières secondes de la vie. Lors d'une naissance par **voie basse**, le bébé est mis en contact avec la **flore** vaginale de la mère. Lorsqu'il naît par **césarienne**, le bébé est seulement mis au contact des micro-organismes de l'environnement, ce qui lui donne un microbiote différent et parfois moins performant. Les enfants nés par voie basse ont un microbiote intestinal plus dense et diversifié. Les premières bactéries jouent un rôle important puisqu'elles établissent le premier dialogue immunitaire.



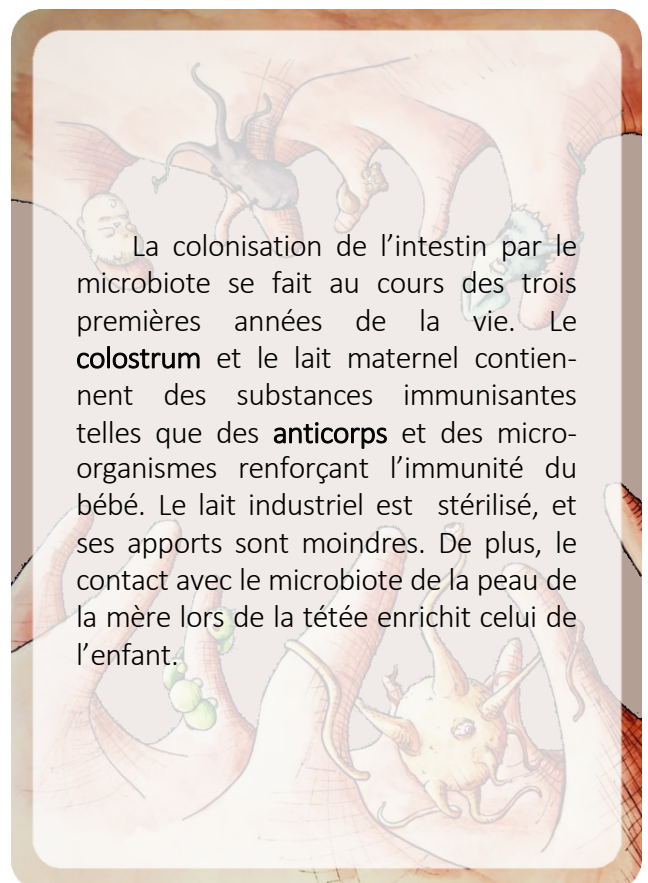
## Lait maternel



## Lait industriel

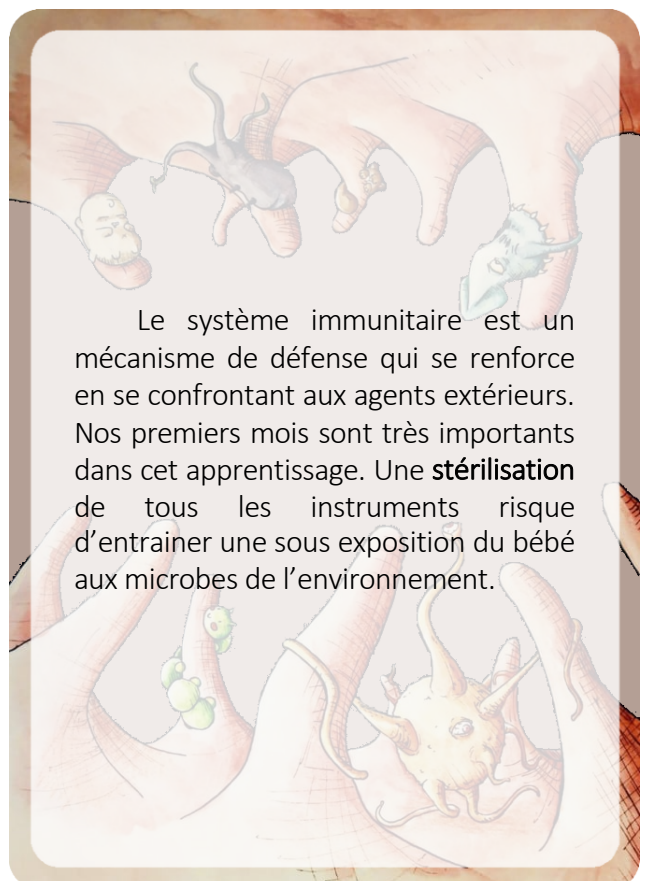
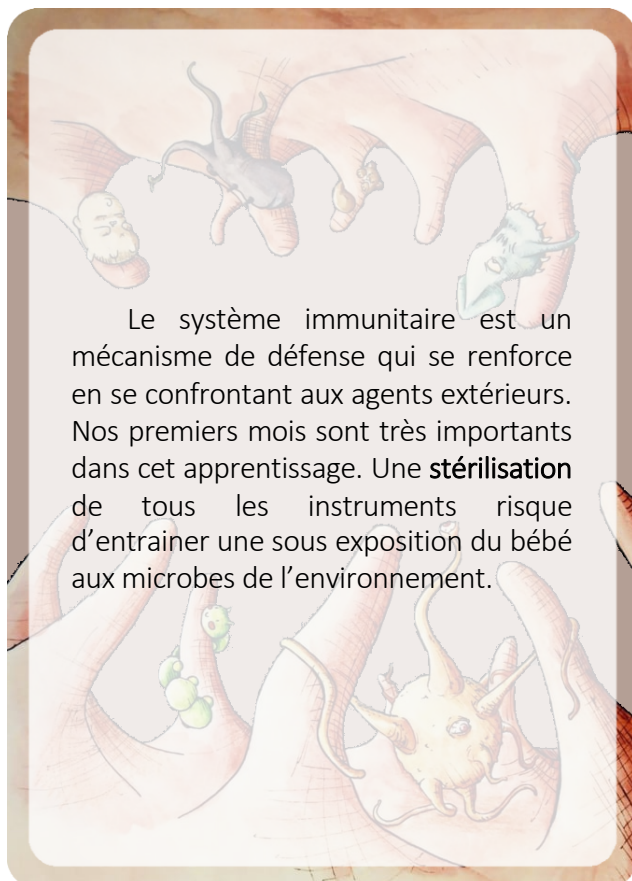


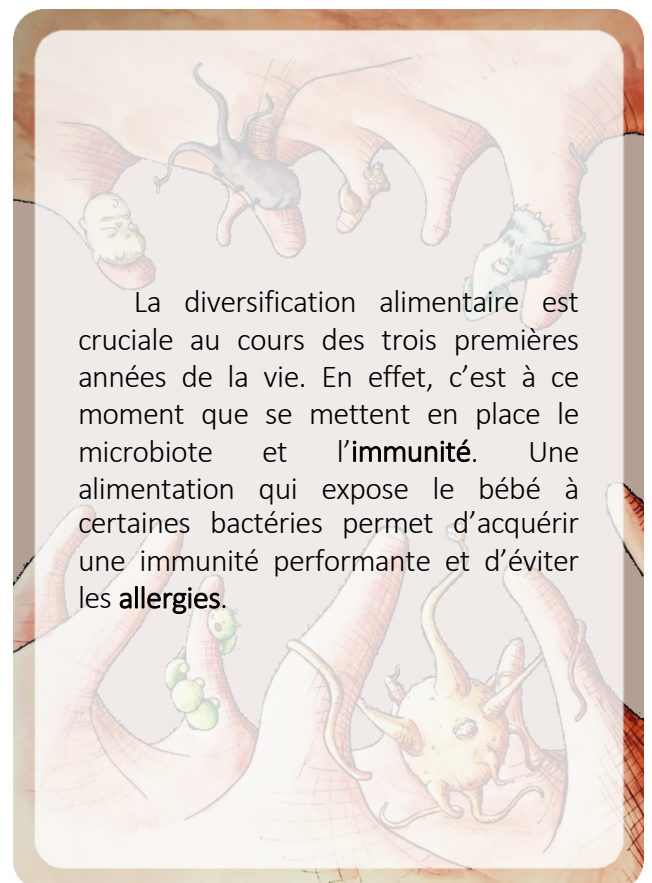
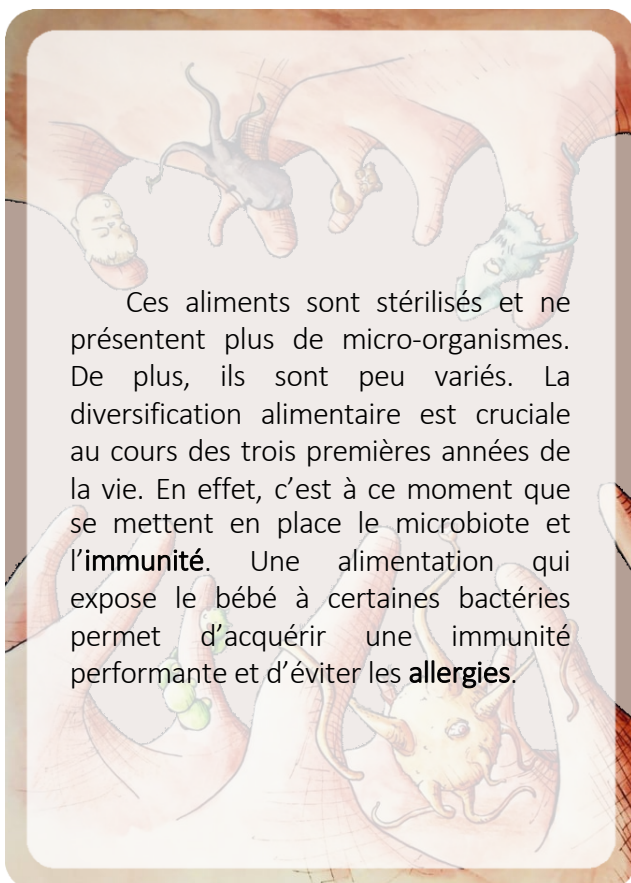
La colonisation de l'intestin par le microbiote se fait au cours des trois premières années de la vie. Le **colostrum** et le lait maternel contiennent des substances immunisantes telles que des **anticorps** et des micro-organismes renforçant l'immunité du bébé. Le lait industriel est stérilisé, et ses apports sont moindres. De plus, le contact avec le microbiote de la peau de la mère lors de la tétée enrichit celui de l'enfant.



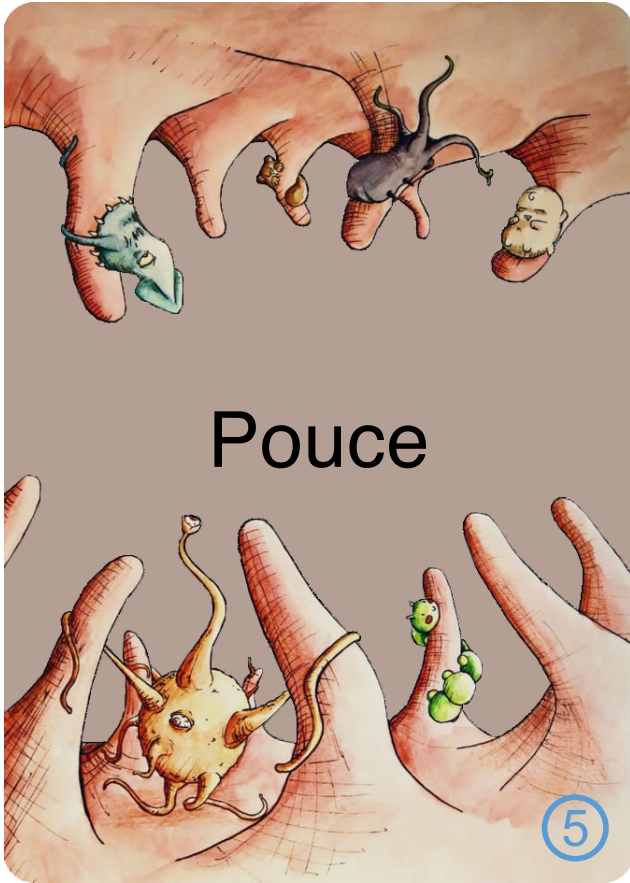
La colonisation de l'intestin par le microbiote se fait au cours des trois premières années de la vie. Le **colostrum** et le lait maternel contiennent des substances immunisantes telles que des **anticorps** et des micro-organismes renforçant l'immunité du bébé. Le lait industriel est stérilisé, et ses apports sont moindres. De plus, le contact avec le microbiote de la peau de la mère lors de la tétée enrichit celui de l'enfant.







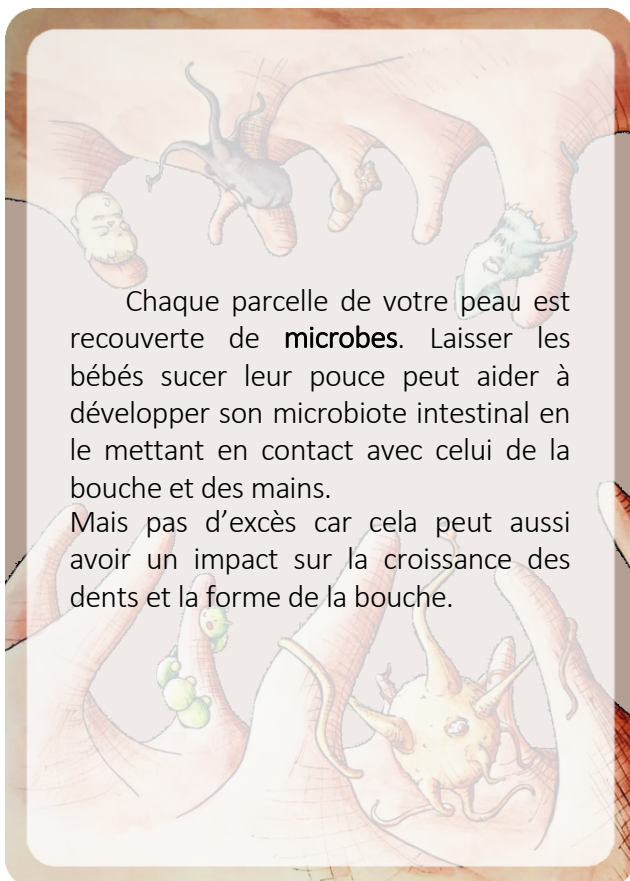




## Pouce

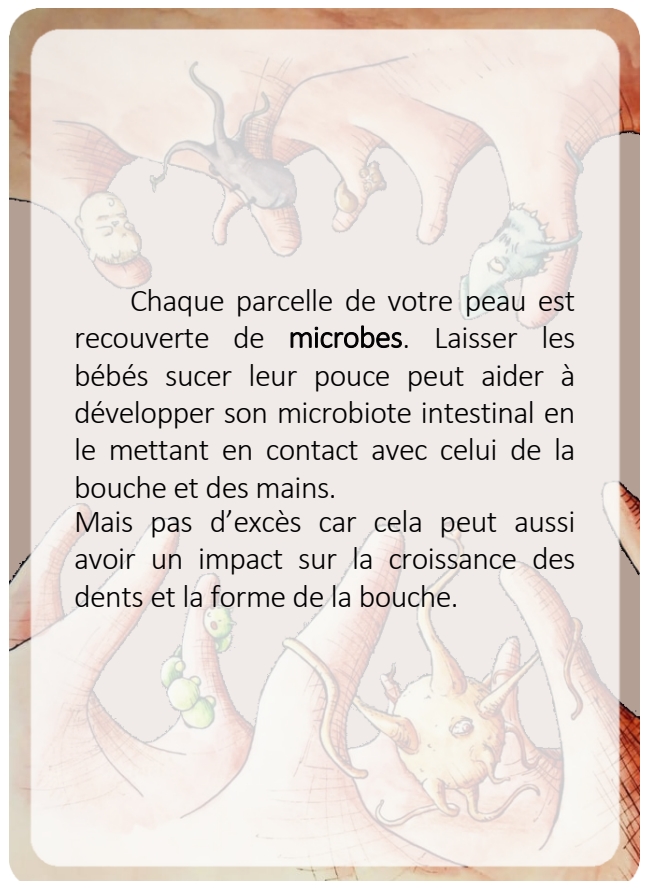


## Interdiction du pouce



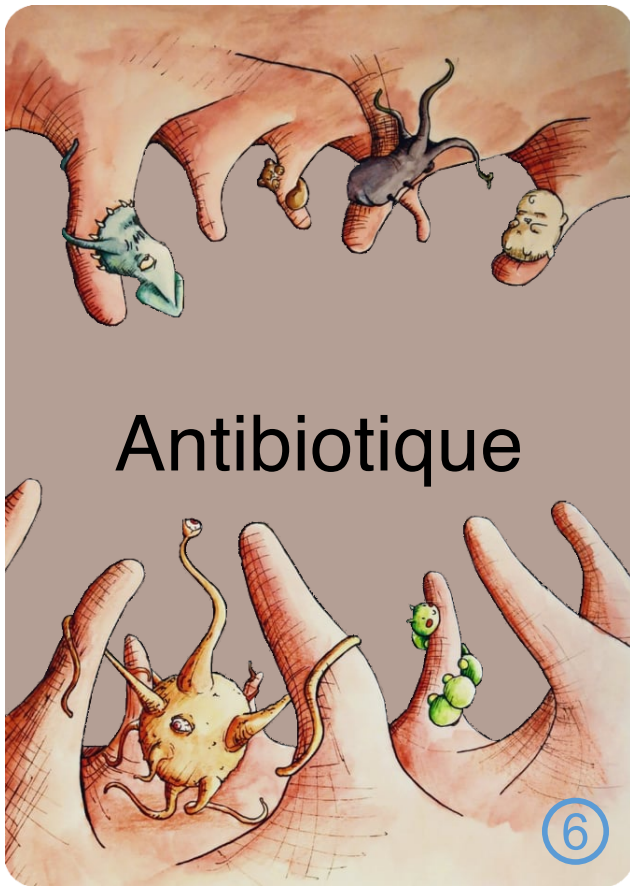
Chaque parcelle de votre peau est recouverte de **microbes**. Laisser les bébés sucer leur pouce peut aider à développer son microbiote intestinal en le mettant en contact avec celui de la bouche et des mains.

Mais pas d'excès car cela peut aussi avoir un impact sur la croissance des dents et la forme de la bouche.



Chaque parcelle de votre peau est recouverte de **microbes**. Laisser les bébés sucer leur pouce peut aider à développer son microbiote intestinal en le mettant en contact avec celui de la bouche et des mains.

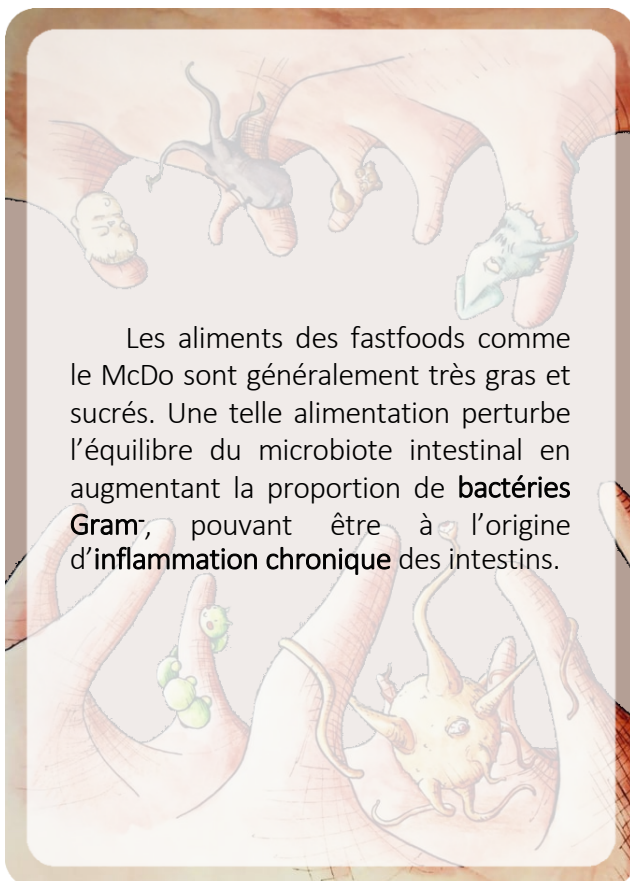
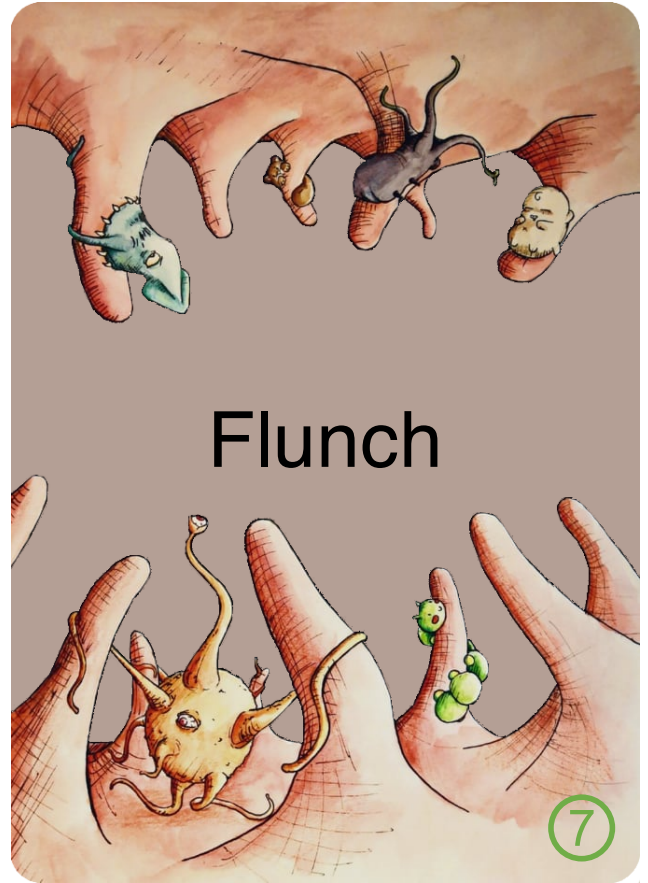
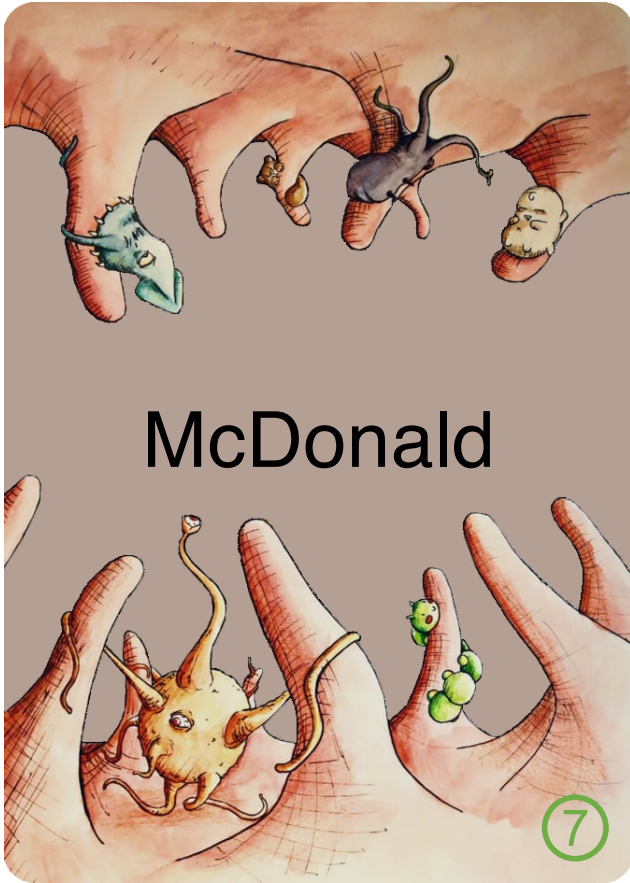
Mais pas d'excès car cela peut aussi avoir un impact sur la croissance des dents et la forme de la bouche.

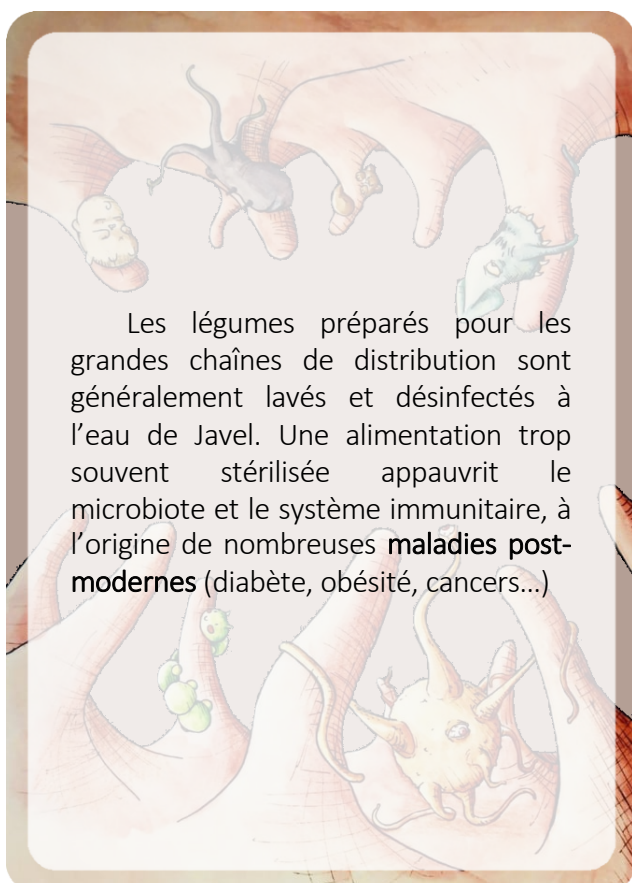


En effet, vous ne savez pas si la maladie est causée par la même bactérie, ou même si c'est une bactérie. La prise d'**antibiotique** n'est pas très dangereuse, mais un traitement antibiotique réduit la qualité et la quantité du microbiote pendant plusieurs jours à plusieurs semaines. Certaines différences peuvent même subsister. Utiliser des antibiotiques trop souvent pourraient induire une évolution progressive et définitive du microbiote, potentiellement dangereuse: risque d'obésité, voire problèmes neurologiques.

Surtout pas ! Vous ne savez pas si la maladie est causée par la même bactérie, ou même si c'est une bactérie. La prise d'**antibiotique** n'est pas très dangereuse, mais un traitement antibiotique réduit la qualité et la quantité du microbiote pendant plusieurs jours à plusieurs semaines. Certaines différences peuvent même subsister. Utiliser des antibiotiques trop souvent pourraient induire une évolution progressive et définitive du microbiote, potentiellement dangereuse : risque d'obésité, voire problèmes neurologiques.







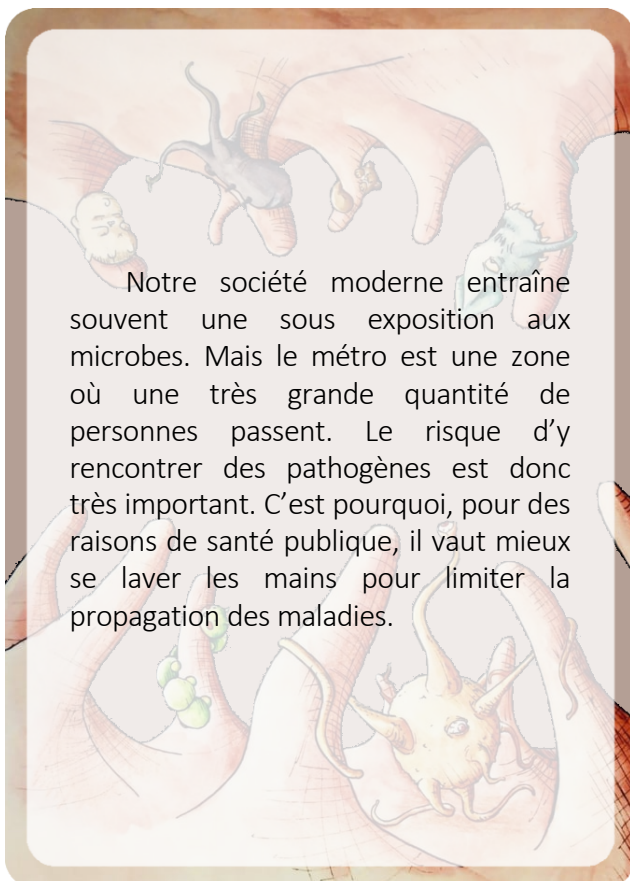




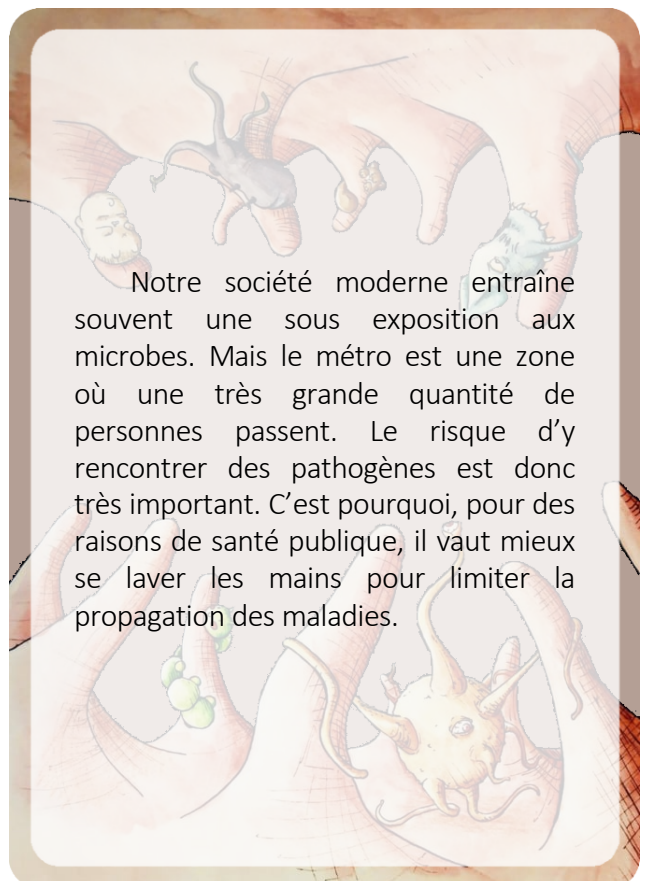
Je ne me lave  
pas les mains



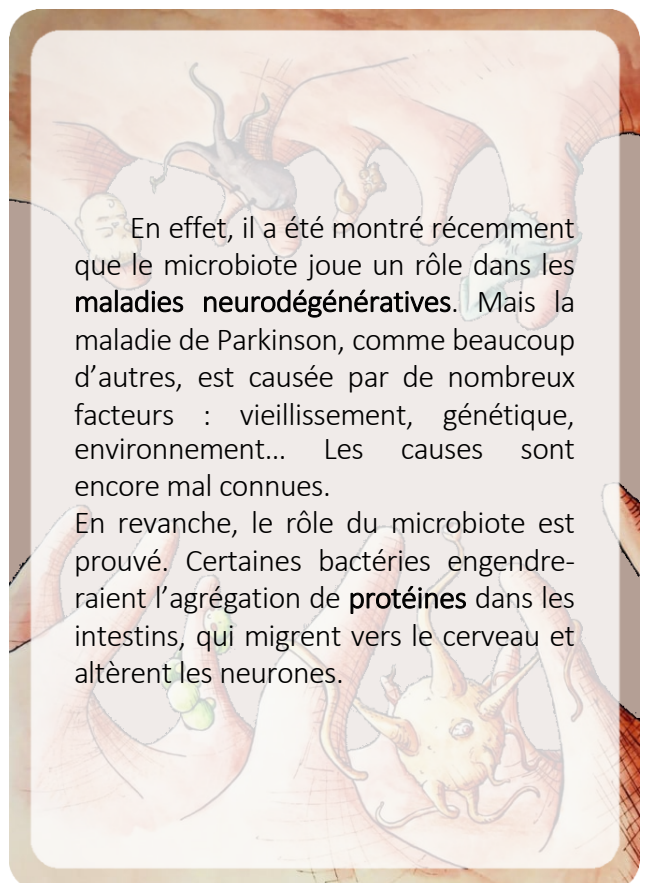
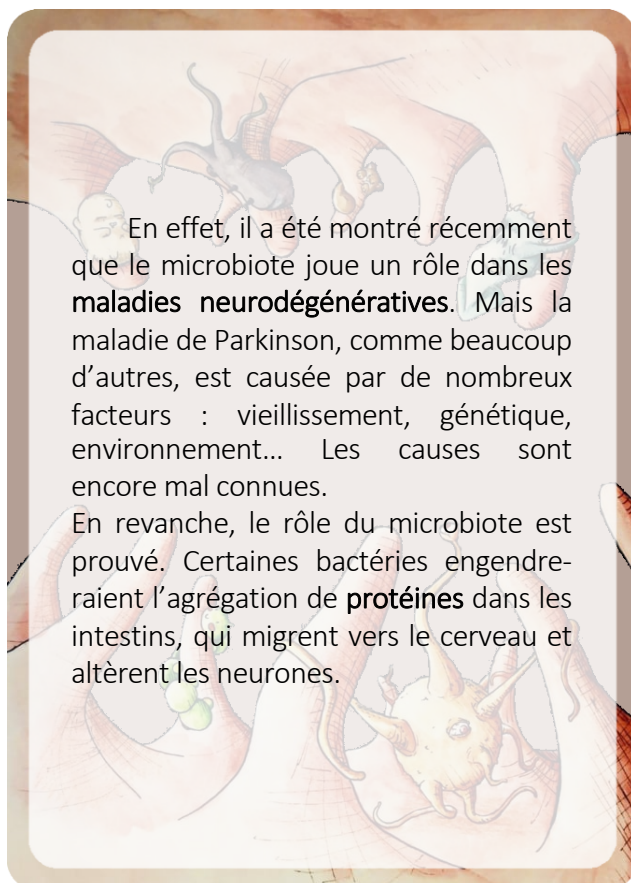
Je me lave les  
mains



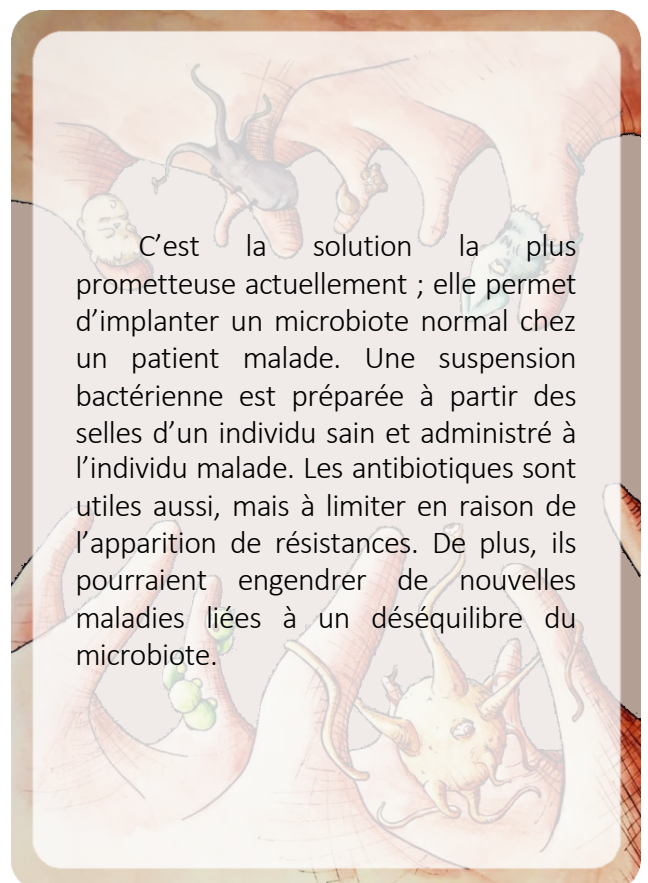
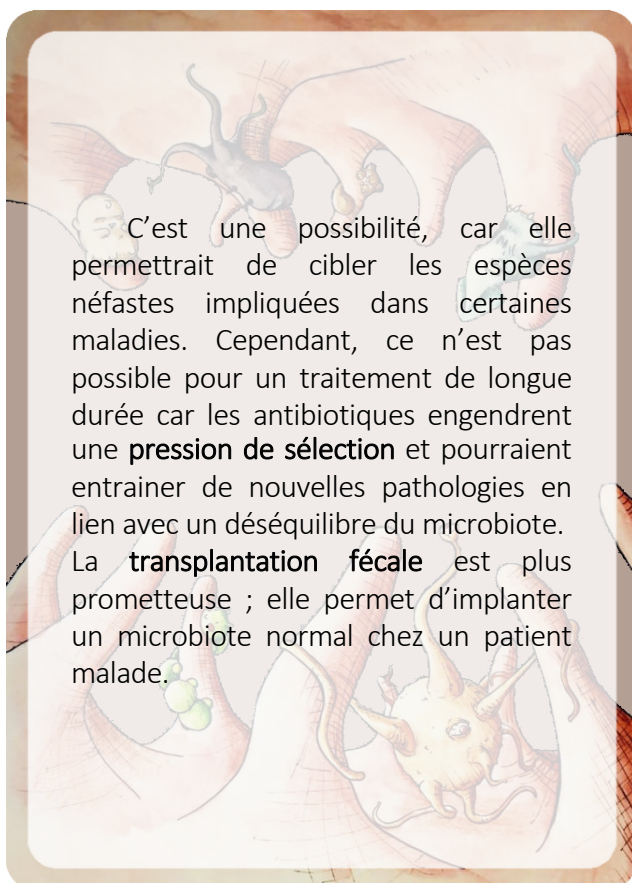
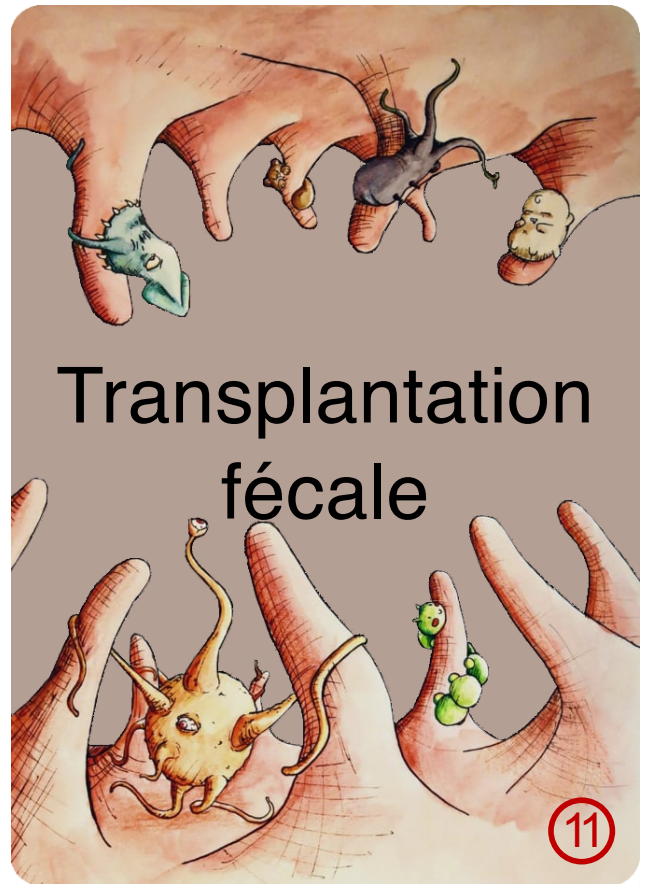
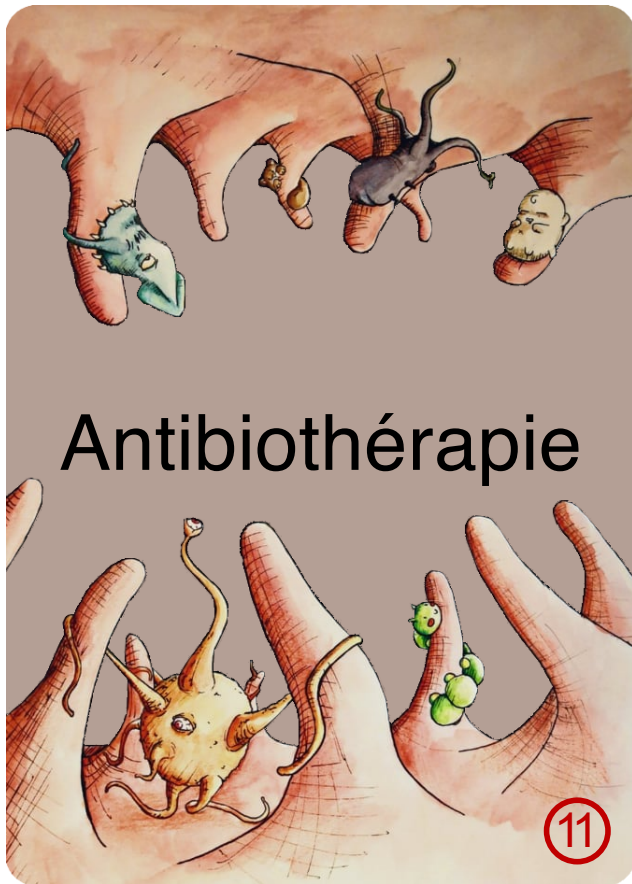
Notre société moderne entraîne souvent une sous exposition aux microbes. Mais le métro est une zone où une très grande quantité de personnes passent. Le risque d'y rencontrer des pathogènes est donc très important. C'est pourquoi, pour des raisons de santé publique, il vaut mieux se laver les mains pour limiter la propagation des maladies.

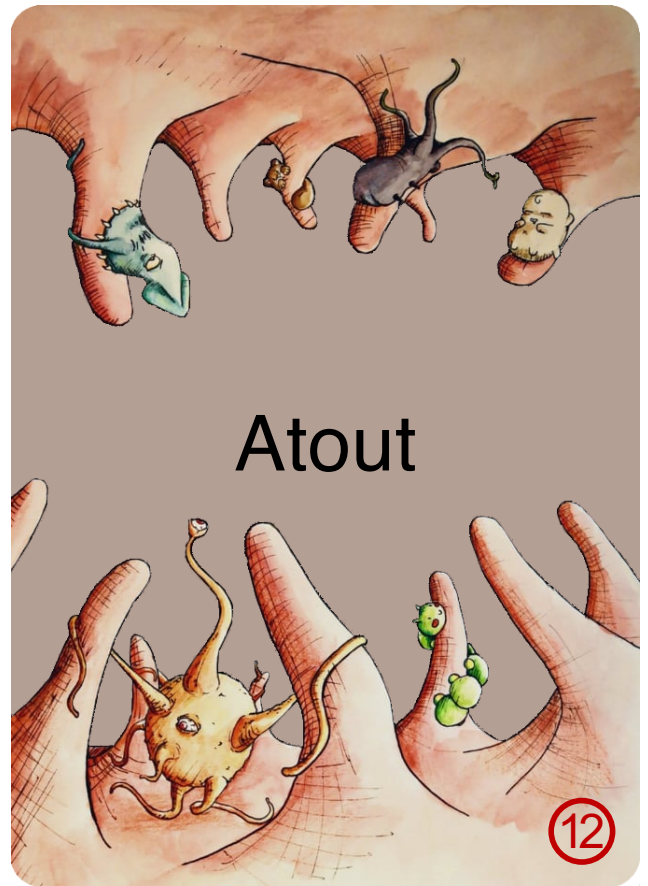


Notre société moderne entraîne souvent une sous exposition aux microbes. Mais le métro est une zone où une très grande quantité de personnes passent. Le risque d'y rencontrer des pathogènes est donc très important. C'est pourquoi, pour des raisons de santé publique, il vaut mieux se laver les mains pour limiter la propagation des maladies.





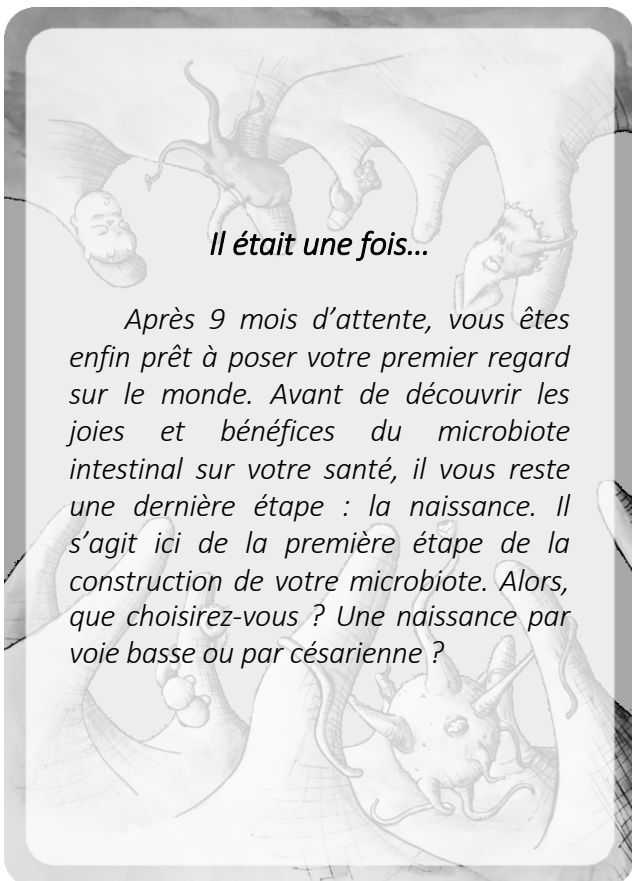
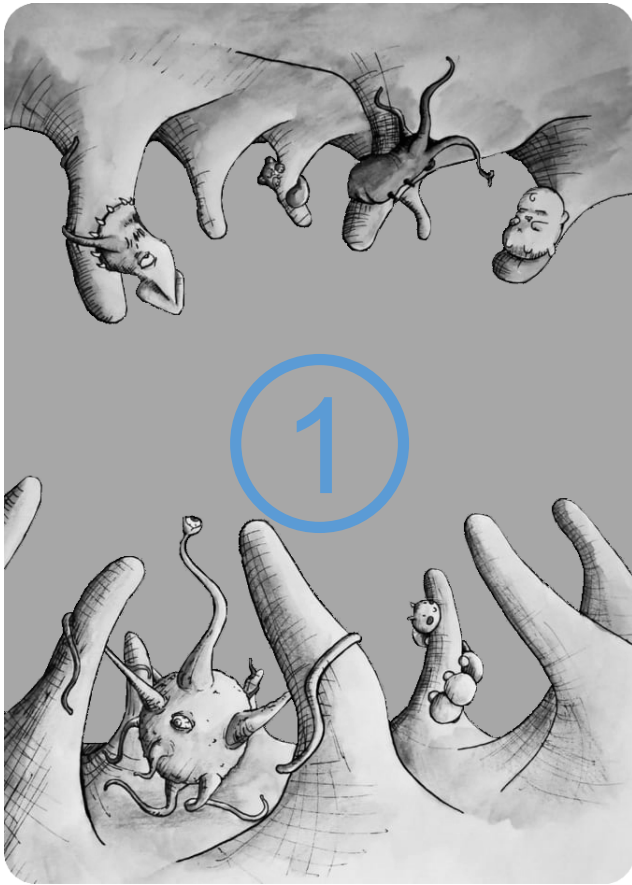




Certaines tumeurs sont liées à la présence de micro-organismes précis, ou encore à une **dysbiose** intestinale, ce qui semble être le cas pour le cancer du colon. Les antibiotiques détruisant la flore sont aussi un risque de cancer. Cependant, l'efficacité des thérapies anticancéreuses serait aussi influencée par le microbiote. Il existerait une association bénéfique entre certains médicaments anticancéreux et la flore intestinale : celle-ci favorise la perméabilité intestinale et la migration de bactéries **immunogènes** vers le système immunitaire tumoral.

Certaines tumeurs sont liées à la présence de micro-organismes précis, ou encore à une **dysbiose** intestinale, ce qui semble être le cas pour le cancer du colon. Les antibiotiques détruisant la flore sont aussi un risque de cancer. Cependant, l'efficacité des thérapies anticancéreuses serait aussi influencée par le microbiote. Il existerait une association bénéfique entre certains médicaments anticancéreux et la flore intestinale : celle-ci favorise la perméabilité intestinale et la migration de bactéries **immunogènes** vers le système immunitaire tumoral.





### ***Il était une fois...***

*Après 9 mois d'attente, vous êtes enfin prêt à poser votre premier regard sur le monde. Avant de découvrir les joies et bénéfiques du microbiote intestinal sur votre santé, il vous reste une dernière étape : la naissance. Il s'agit ici de la première étape de la construction de votre microbiote. Alors, que choisirez-vous ? Une naissance par voie basse ou par césarienne ?*



### ***Premiers (re)pas***

*Vous voici venu au monde, ..., joli nourrisson en excellente santé. Fraîchement sorti de la maternité, votre mère commence déjà à se poser des questions sur la façon de vous nourrir. Quel sera votre choix : l'allaitement maternel, ou plutôt le lait industriel ?*



### ***Quand les tétées doivent cesser***

*Il est temps d'entamer la transition pour vous guider vers une alimentation avec une préparation pour nourrisson au biberon. Vos parents vous ont acheté le plus beau biberon imaginable mais une question trotte dans leurs têtes : devraient ils le stériliser à chaque utilisation, ou simplement le laver ?*

### ***À TABLE !***

*Vous êtes âgé de 6 mois. Il est temps que votre alimentation ne se limite plus seulement au lait. Cependant, les questions concernant la manière de vous nourrir refont surface chez vos parents. À vous de choisir : préférez vous le petit pot pour bébé ou souhaitez vous plutôt commencer à manger les mêmes aliments que vos parents ?*





### **Sus à la succion ?**

*Téter est un réflexe naturel, apaisant et réconfortant pour l'enfant lui procurant une sensation de bien être. Il est donc normal que vous commenciez de temps à autre à sucer votre pouce. Les conseils donnés à vos parents ne leur permettent pas de faire de choix, alors peut être pourrez vous les aider : faudrait-il vous laisser sucer votre pouce, ou au contraire vous l'interdire ?*

### **Le mal a dit : antibiotiques ou non ?**

*L'hiver a été rude cette année, et malgré les efforts de vos parents, vous tombez malade tout comme votre frère. Après un rendez-vous, le médecin décide de prescrire des antibiotiques à votre frère ayant quelques symptômes similaires, mais pas à vous. Vos parents se posent alors une question : devraient ils suivre les conseils du docteur, ou vous traiter également aux antibiotiques ?*



### *Venez comme vous (spiroch)êtes*

Plusieurs années plus tard, vous voici adolescent pleinement épanoui au lycée. Après un cours intéressant à propos des bienfaits du microbiote sur l'organisme, midi sonne. Vos amis et vous, le ventre vide, n'arrivez pas à vous décider où manger : êtes vous plutôt tenté de manger chez Flunch ou McDonald ?

### *Veggies and chill*

Le vendredi soir, vos parents rentrent généralement tard de leur travail. Ils s'assurent cependant de toujours vous laisser de quoi manger. En ouvrant les placards, vous vous apercevez qu'il reste des légumes, déjà préparés en conserve, mais également un bac de légume fraîchement achetés en vrac. Quel sera donc votre festin ce soir ?





### *Virée entre ami-e-s*

*Le lendemain, vous décidez de prendre l'air avec vos amis et visitez la belle ville de Lyon. Grâce au métro, vous avez pu découvrir une multitude d'endroits que vous n'aviez encore jamais fréquentés. En rentrant chez vous, fatigué de vos nombreuses activités, vous vous demandez s'il est vraiment nécessaire de vous laver les mains après avoir touché la barre du métro. Que choisissez vous ?*

### *Le grand jour*

*C'est le grand jour, après plusieurs années de travail acharné, vous passez un concours pour obtenir un poste dans l'enseignement supérieur. Un extrait d'article vous est donné. Il porte sur les causes de la **maladie de Parkinson**. Les auteurs montrent que les malades sont aussi atteints de **dysbiose**... On vous demande d'argumenter sur les causes possibles de cette maladie. Pensez-vous que le microbiote est responsable de la maladie ou que d'autres facteurs entrent en jeu ?*



**Maladifficile**

*Depuis plusieurs mois, votre père souffre de douleurs abdominales et diarrhées. Après l'y avoir incité, il décide de prendre rendez-vous chez le médecin et de passer des examens. Une semaine après, la nouvelle tombe : votre père est atteint d'une infection par Clostridium difficile, causant des troubles intestinaux violents. Après entretien avec le médecin, deux options thérapeutiques s'offrent pour votre père : l'antibiothérapie ou la greffe fécale. Laquelle choisissez vous ?*

**ColonférENS**

*Après avoir obtenu des résultats remarquables concernant le microbiote, vous avez été choisi pour présenter vos travaux lors un séminaire de renom autour du thème "microbiote et cancers". C'est bientôt votre tour, mais vous vous rendez compte quelques minutes avant votre passage que vos notes concernant le lien entre microbiote et cancer du colon ont disparu. Il va falloir faire preuve de mémoire : le microbiote est-il une cause de ce cancer ou au contraire un atout pour le prévenir ?*





C'est bien, votre **immunité intestinale** est acquise. En effet, le microbiote intestinal joue un rôle-clé dans le fonctionnement du système immunitaire. Par compétition et par sécrétion de molécules de défense, les micro-organismes du microbiote luttent contre les pathogènes. De plus, il permet à l'immunité intestinale de « distinguer » les espèces amies et pathogènes.

🔍 *Des études montrent que le système immunitaire de souris axéniques est immature et incomplet par rapport à celui de souris élevées normalement : dans la paroi intestinale de ces souris, les plaques de Peyer, inducteurs de l'immunité au niveau intestinal, sont immatures et les lymphocytes, effecteurs des réactions immunitaires, sont en nombre réduit. De plus, les organes immunitaires sont mal formés (rate, ganglions lymphoïdes).*



Votre microbiote est peu développé. Cela peut avoir des conséquences sur l'**immunité** et la santé. En effet, le microbiote intestinal joue un rôle dans le fonctionnement du système immunitaire. Par compétition et par sécrétion de molécules de défense, les micro-organismes du microbiote luttent contre les pathogènes. De plus, il permet à l'immunité intestinale de « distinguer » les espèces amies et pathogènes.

🔍 *Des études montrent que le système immunitaire de souris axéniques est immature et incomplet par rapport à celui de souris élevées normalement : dans la paroi intestinale de ces souris, les plaques de Peyer, inducteurs de l'immunité au niveau intestinal, sont immatures et les lymphocytes, effecteurs des réactions immunitaires, sont en nombre réduit. De plus, les organes immunitaires sont mal formés (rate, ganglions lymphoïdes).*



La **dysbiose** est un changement dans la composition ou la stabilité du microbiote de l'intestin, pouvant donner des troubles métaboliques. Une augmentation des graisses dans l'alimentation augmente la proportion des bactéries à Gram négatif. De ce fait, nous observons une augmentation de LPS inflammatoires (molécules favorisant les inflammations) au niveau de l'intestin pour commencer puis dans tout le reste du corps... Cette légère inflammation difficilement repérable s'installe de manière chronique dans tous les tissus, favorisant l'insulinorésistance préalable au diabète et à l'obésité.

🐭 *Chez la souris axénique, l'implantation de microbiote provenant de souris obèses provoque d'ailleurs rapidement une prise de poids importante.*



Le microbiote vit en symbiose avec l'organisme: les bactéries intestinales vivent en puisant dans nos aliments, et en contrepartie elles jouent un rôle dans notre digestion (fermentation des aliments non digestibles, assimilation de **nutriments** grâce à des **enzymes** dont l'organisme n'est pas pourvu, synthèse de **vitamines**...).

🐭 *Des animaux élevés sans microbiote ont ainsi des besoins énergétiques 20 à 30% fois supérieurs à ceux d'un animal normal.*





*Le microbiote intestinal est l'ensemble des micro-organismes colonisant l'ensemble du système digestif et vivant de façon commensale voire symbiotique avec notre organisme. Il a été longtemps négligé mais ses nombreux bénéfices commencent à être reconnus...*

## Règles du jeu

Vous naissez avec une "espérance de vie" théorique de 82 ans. Tout au long du jeu, vous serez confrontés à des situations qui amèneront à des choix influençant votre microbiote.

Pour chaque situation, un **scénario** est donné, il pose une question, à laquelle sont associés deux **choix**. Attention, des pièges se sont glissés ! Serez-vous les déjouer ? Faites le bon choix !

Selon votre réponse, des points vous seront accordés ou retirés. Ces points

Finalment, vous avez vu juste : il existe un rôle du microbiote et de son déséquilibre dans les maladies neuro-dégénératives, les MICI (Maladies intestinales chroniques inflammatoires) et les cancers. Ainsi, la "réparation" du microbiote est une piste prometteuse pour soigner ces maladies. Mais tout cela reste un peu flou et fait aujourd'hui l'objet de nombreuses recherches.

ne sont pas indiqués. Ainsi, si vous regrettez votre choix après lecture de l'explication, vous aurez la possibilité de revenir en arrière pour le modifier, en perdant 2 points à vos risques et périls. Vous pourrez aussi gagner 2 points si vous justifiez votre réponse avant de retourner la carte en couleur, mais pas d'abus: 1 point sera retiré si la justification est fautive !

Le jeu est découpé en thèmes concernant différents aspects de l'évolution du microbiote au cours de la vie. Ces thèmes sont indiqués par un code couleur. À chaque fin de thème, vous choisirez la carte "**CONSÉQUENCE**" correspondant au nombre de points obtenus. Vous pouvez compter vos points grâce à la carte "**Points**".

Vous pourrez jouer individuellement ou en équipe. Pensez à choisir un nom !

## Sources

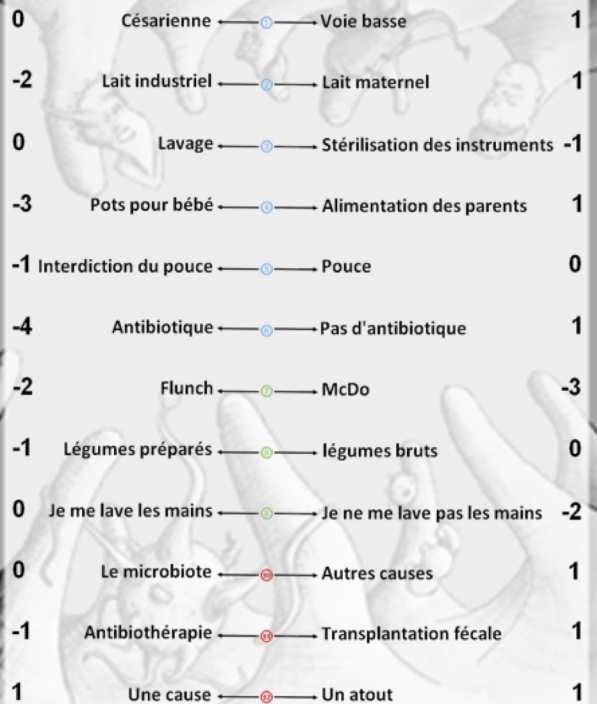
Microbiote intestinal (flore intestinale)  
[Internet]. *Inserm - Sci. Pour Santé*.

Philippe Sansonetti, *Le microbiote intestinal: une nouvelle dimension en médecine?* [Internet].

La transplantation de microbiote fécal et son encadrement dans les essais cliniques - Point d'information - ANSM : Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé [Internet].

Sampson TR et al.: Gut Microbiota Regulate Motor Deficits and Neuroinflammation in a Model of Parkinson's Disease. *Cell* 2016, 167

## Construisez votre microbiote



Delpech Lisa-Marie,  
Flandrin Ulysse, Petit  
Thomas

Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution – Pas d'utilisation commerciale – Partage dans les mêmes conditions 2.0 France



## Remerciements

Yousef Maali, pour l'accompagnement du projet

Nathalie Davoust, pour le soutien du projet

Morgan Demeure, pour le graphisme

Hervé Levesque et Stéphanie Brunel, tuteurs enseignants

Victor Rey, pour les conseils et idées



## Lexique (1)

**Microbe/micro-organisme** : organisme vivant n'étant pas visible à l'œil nu (ex : bactérie).

**Voie basse** : accouchement ne nécessitant pas une césarienne.

**Césarienne** : opération consistant à inciser la paroi abdominale de la mère pour pouvoir retirer le bébé.

**Flore** : ensemble des micro-organismes qui vivent dans notre organisme.

**Immunité** : résistance de notre organisme face aux maladies.

**Anticorps** : molécules biologiques qui nous protègent contre les maladies.

**Colostrum** : le lait sécrété à la fin de la grossesse.

## Lexique (2)

**Maladies neuro-dégénératives** : maladies causant la détérioration progressive des neurones.

**Maladies post-modernes** : maladies qui se répandent depuis le XX<sup>ème</sup> siècle dans les pays développés, souvent dues à un mode de vie opulent (obésité, diabète, cancer...).

**Pression de sélection** : contrainte qui va engendrer l'évolution d'une espèce dans une direction donnée.

**Dysbiose** : déséquilibre du microbiote intestinal.

**Immunogène** : se dit d'une substance qui peut engendrer une réponse immunitaire.

**Pathogène** : qui peut engendrer une maladie.

**Maladie de Parkinson** : maladie neuro-dégénérative qui affecte le contrôle des mouvements.

**Nutriments** : substances alimentaires essentielles à la vie.

**Enzymes** : protéines qui facilitent les réactions se produisant au sein d'un organisme.

**Vitamine** : substance nécessaire pour le déroulement de plusieurs réactions au sein d'un organisme.

**Axénique** : se dit d'un animal dépourvu de tout micro-organisme (et qui ne possède pas de microbiote par conséquent !).

**Stérilisation** : technique consistant à éliminer tous les micro-organismes.

**Allergie** : exagération du système immunitaire face à des substances pourtant inoffensives pour l'organisme.

**Antibiotique** : substance qui détruit ou perturbe la croissance des bactéries (⚠ ne marche pas sur les virus !)

**Bactérie Gram-** : possèdent deux membranes contrairement aux Gram + qui en possèdent une

**Inflammation** : rougeur, douleur, chaleur, gonflement dus à la réaction du système immunitaire.

**Inflammation chronique** : inflammation qui persiste dans le temps.

**Protéines** : molécules constituant l'essentiel des êtres vivants.