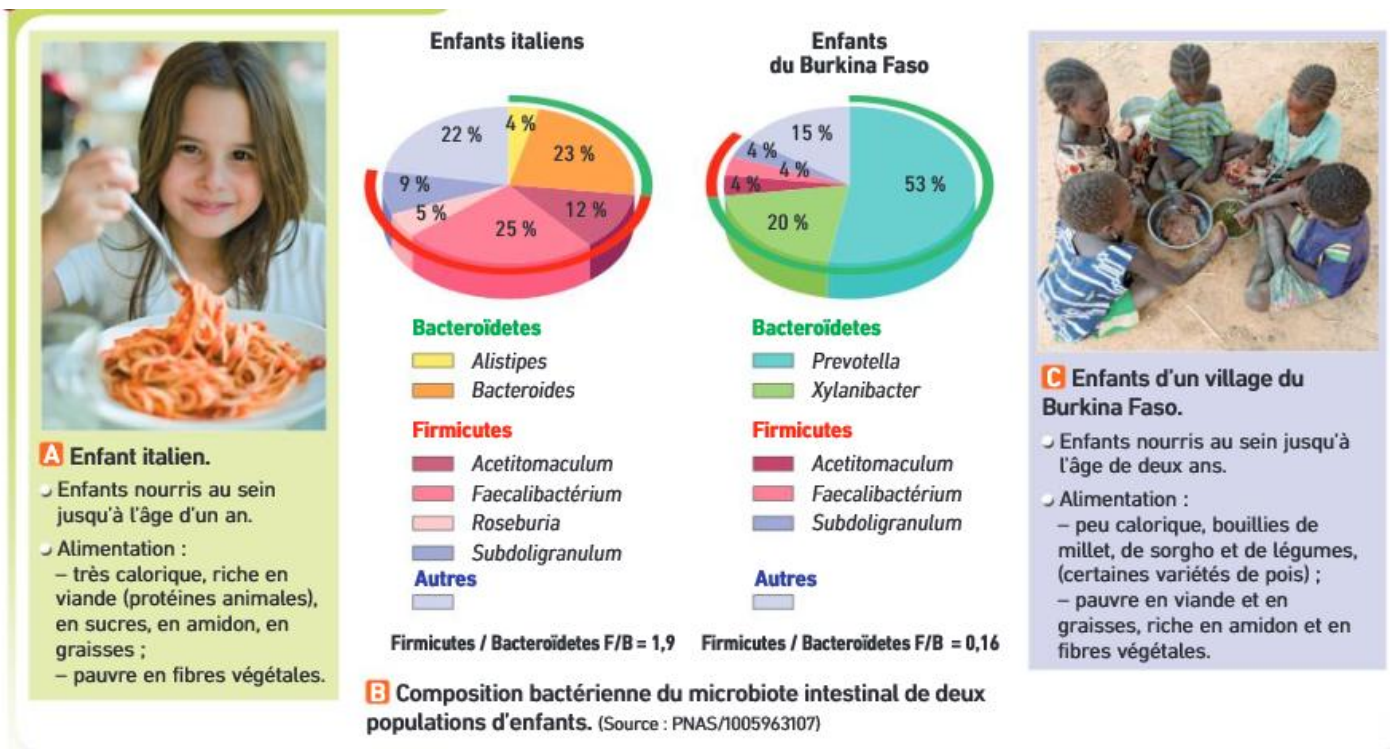


Dossier A : Comment le microbiote d'un individu est-il mis en place ?

	Microbiote intestinal	Etat de santé
Souris nées par voie basse (normalement)	Abondant et diversifié	Bon
Souris nées par césarienne	Réduit et peu diversifié	Plus sensibles aux allergies et infections
Souris nées par césarienne et dont on a barbouillé le pelage de selles provenant de la mère	Abondant et diversifié	Bon

Doc 1 : Résultat d'une expérience menée sur des souris

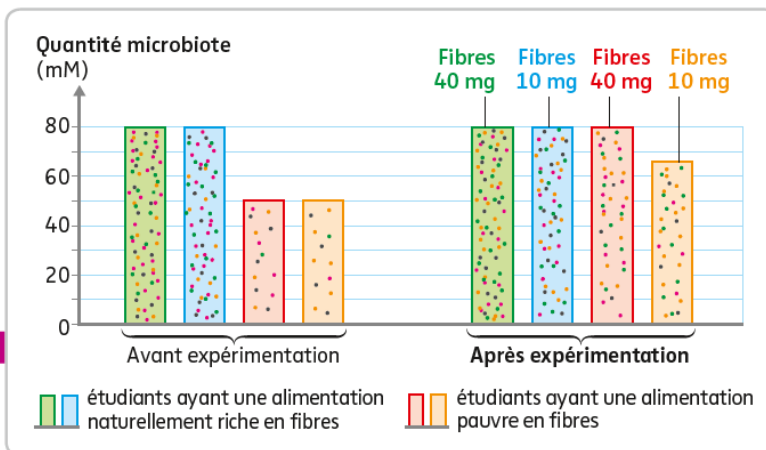


Doc 2 : des microbiotes différents















Doc 3 Résultat d'une expérience menée sur des étudiants à Grenoble

- Des chercheurs de l'hôpital de Grenoble se sont livrés à une expérience inédite sur 20 jeunes adultes minces en bonne santé. Durant 8 semaines, ils ont soumis les étudiants (scindés en deux groupes) à un régime omnivore fournissant 10 g ou 40 g de fibres par jour.
- Les participants avaient précisé si, avant le test, leur alimentation était riche ou non en fibres.

d Comparaison de la quantité et de la diversité du microbiote après un régime riche en fibres. Les points symbolisent la diversité et la concentration du microbiote.

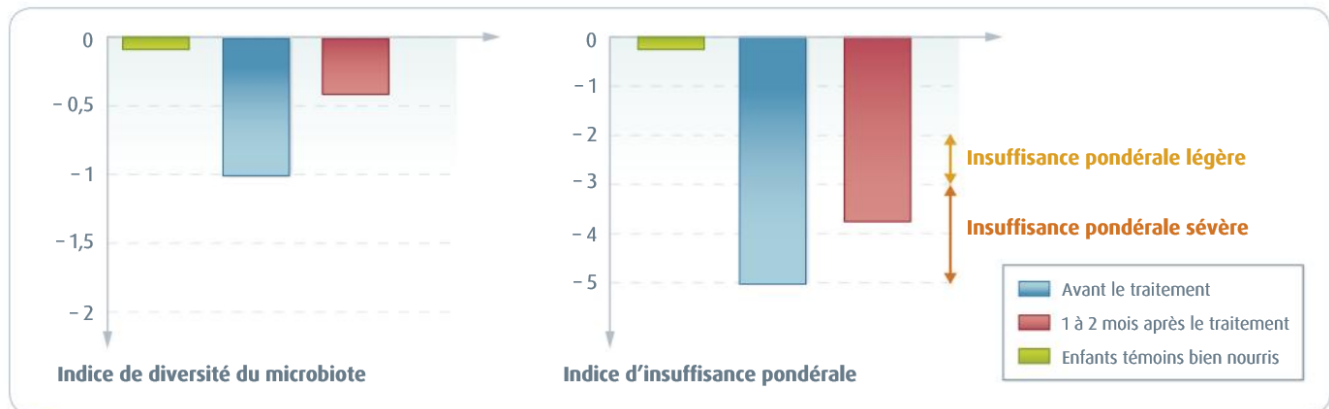


e Richesse en fibres de quelques aliments (pour 100g d'aliment).

Avocat 6,7 g de fibres 	Banane 2 g de fibres 	Poire 2,5 g de fibres 	Pruneaux secs 6 g de fibres 	Amande 15 g de fibres 
Riz complet 2 g de fibres 	Lentilles cuites 7,5 g de fibres 	Petits pois frais 5,8 g de fibres 	Artichaut cuit 9 g de fibres 	Chamallow 0,1 g de fibres 
Sandwich 2 g de fibres 	Pizza 2,3 g de fibres 	Hamburger 1 g de fibre 	Haricots rouges cuits 10,4 g de fibres 	

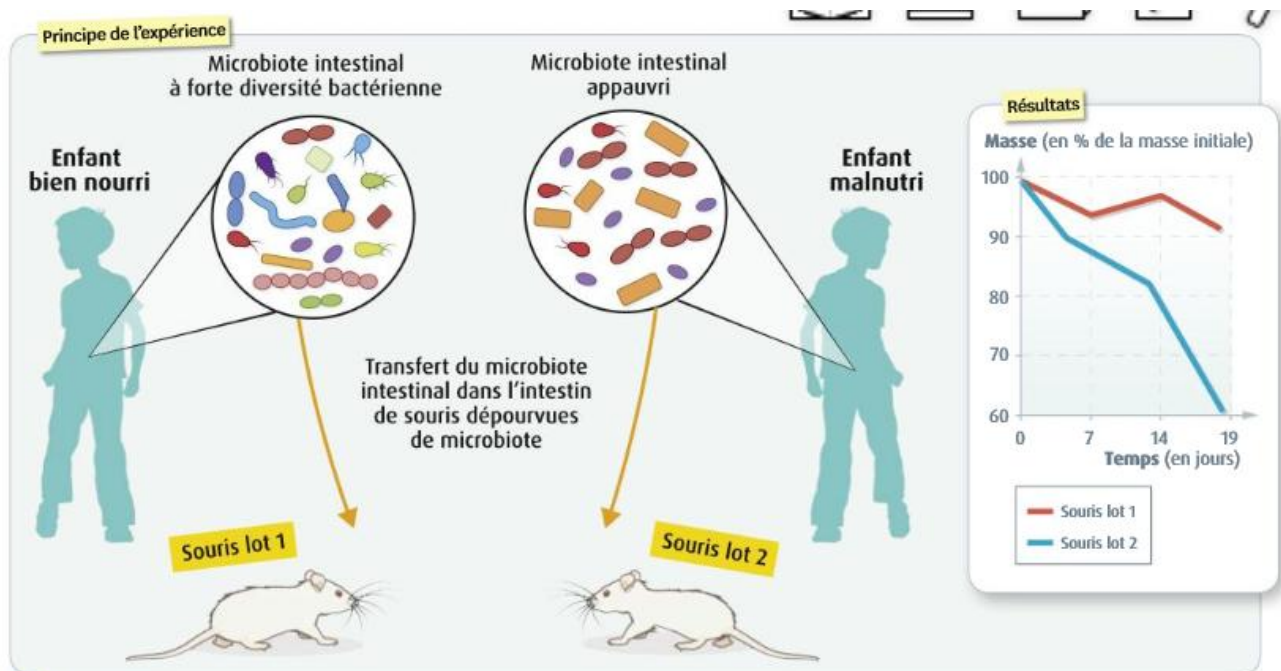
Source : d'après UP2You.

Dossier B : Quel est l'impact de l'alimentation sur le microbiote et donc la santé?



1 Étude de la diversité du microbiote intestinal et insuffisance pondérale d'enfants malnutris.

Cette étude porte sur 64 enfants souffrant de malnutrition, c'est-à-dire d'une alimentation gravement déséquilibrée. Ils ont été pris en charge et ont suivi un régime alimentaire équilibré. Des chercheurs ont mesuré, avant et après ce régime, la diversité de leur microbiote intestinal et leur masse corporelle. Une valeur négative de l'indice de diversité signifie un appauvrissement de la diversité du microbiote par rapport à des enfants bien nourris. L'indice d'insuffisance pondérale est établi par rapport à une norme, qui tient compte de la masse corporelle et de l'âge des enfants.

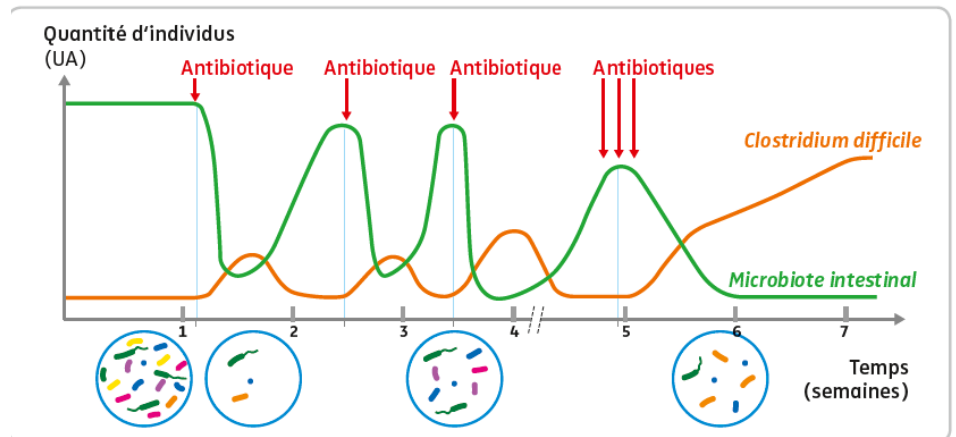


2 Une expérience pour étudier le microbiote des enfants malnutris.

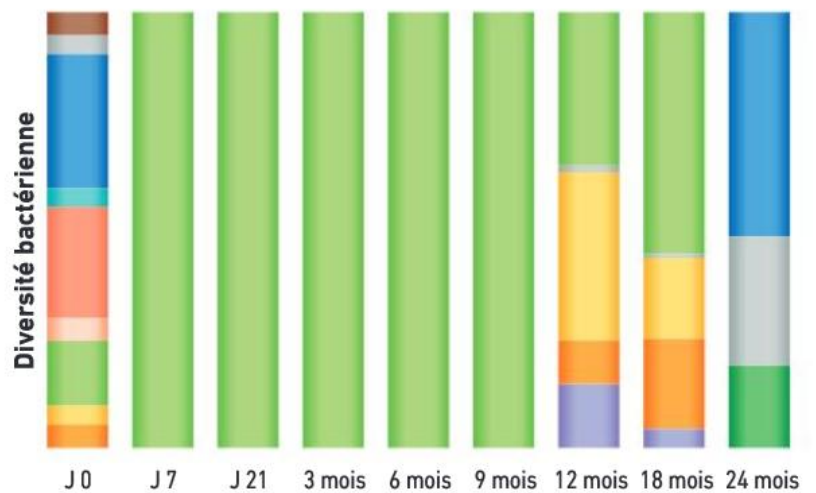
La diversité du microbiote est plus faible chez des enfants souffrant de malnutrition que chez des enfants bien nourris. Les souris étant un bon modèle pour comprendre des mécanismes biologiques, des chercheurs ont transféré le microbiote intestinal d'enfants malnutris ou d'enfants en bonne santé à des souris totalement dépourvues de microbiote. Les deux groupes d'animaux ont ensuite eu une alimentation normale et similaire. L'évolution de leur masse a été suivie.

Dossier C : Quels éléments peuvent impacter le microbiote au cours de la vie d'un individu et comment ?

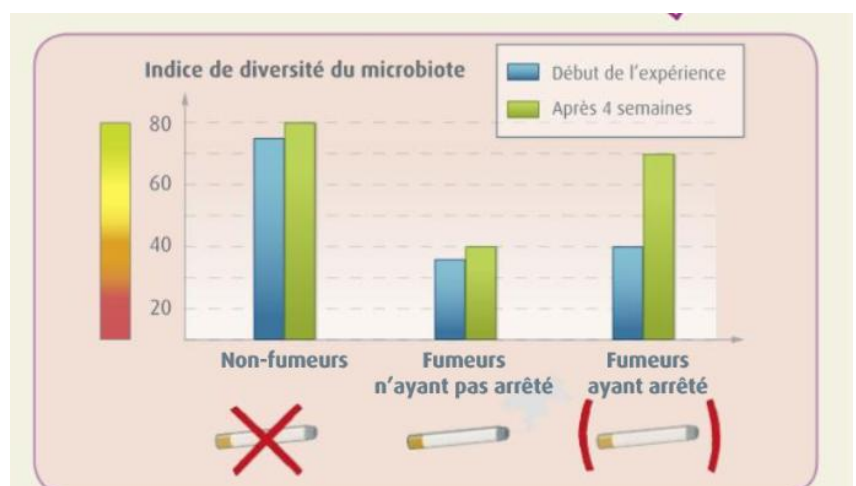
Doc 1 : Effet d'une prise d'antibiotiques sur le microbiote intestinal et la population de *Clostridium Difficile*. *Clostridium difficile* est une bactérie du microbiote qui devient pathogène lorsqu'elle prolifère et génère des diarrhées.



Doc 2 : effet d'une prise d'antibiotiques sur la diversité bactérienne du groupe *Bactéroïdes*. Chaque couleur représente d'une espèce de bactéries du groupe *Bactéroïdes*, la hauteur du rectangle correspond à l'abondance de cette espèce. L'antibiotique est pris de J0 à J7.



Doc 3 : Impact du tabac sur le microbiote intestinal



▲ Les résultats d'une étude. Des chercheurs ont analysé le microbiote intestinal pendant 4 semaines chez des individus. Le groupe 1 est non-fumeur, les groupes 2 et 3 sont fumeurs. Pendant cette durée, les individus du groupe 1 ont continué à fumer, tandis que ceux du groupe 2 ont arrêté. La diversité du microbiote intestinal a été étudiée.

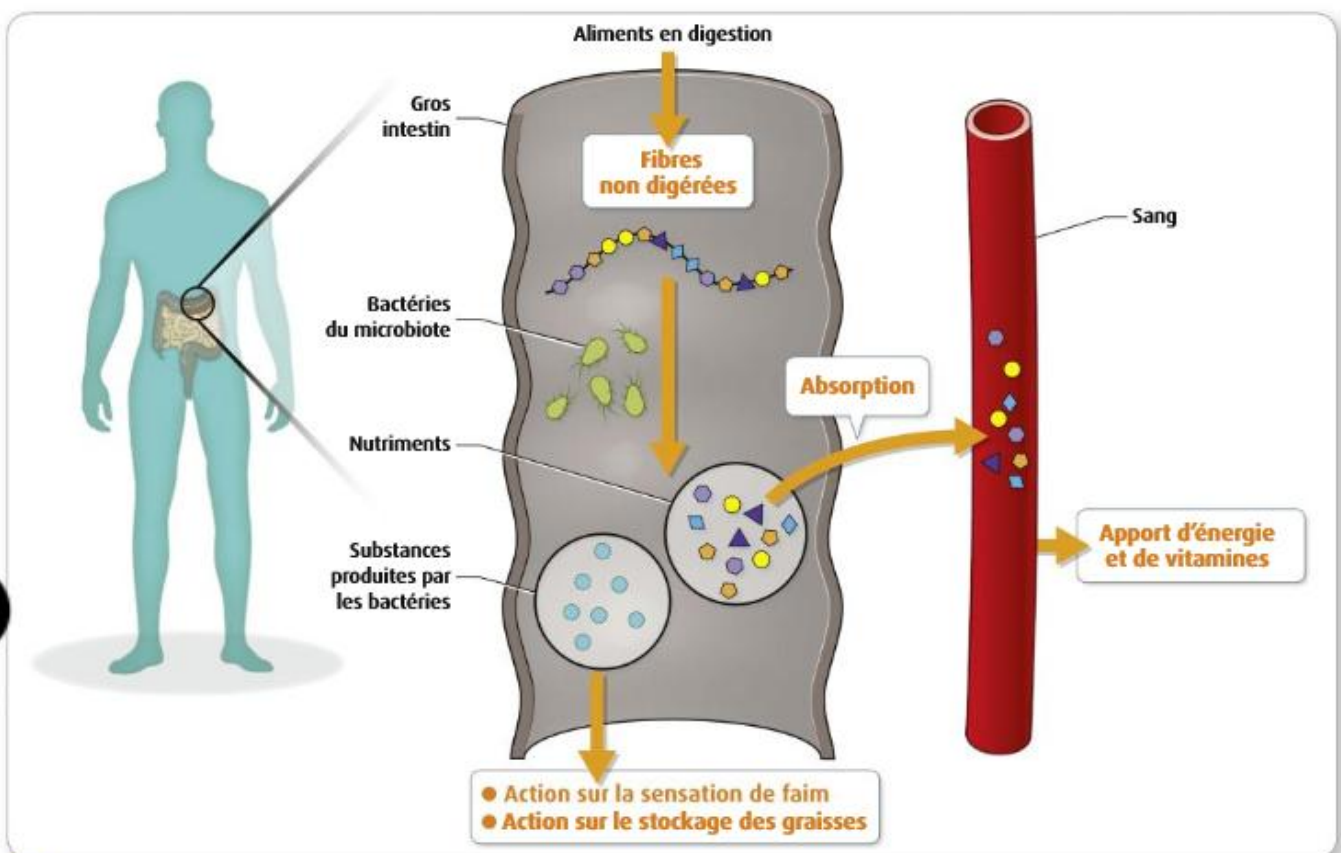
Dossier D : Quel rôle le microbiote a-t-il dans la digestion ?

	Aliments consommés (unités arbitraires)	Quantité d'aliments non digérés présents dans les selles (unités arbitraires)
Rats témoins	100	100
Rats axéniques	90	187

1 Étude du rôle du microbiote sur la digestion chez le rat. On a comparé, lors d'une expérience, la prise alimentaire et les selles de rats dépourvus de microbiote (animaux axéniques), à celles de rats avec un microbiote normal (animaux témoins).

	Pourcentage de graisse corporelle chez des souris âgées de 8 à 10 semaines.
Souris témoins	12 %
Souris axéniques	8 %
Souris axéniques à qui on a transféré le microbiote de souris témoins	13 %

2 Étude de l'effet du microbiote sur le stockage de la graisse corporelle chez la souris. On a comparé, lors d'une expérience, le pourcentage de graisse corporelle chez des souris témoins, des souris axéniques et des souris axéniques à qui on a transféré le microbiote de souris témoins.



3 Le rôle du microbiote lors de la digestion.

Parmi les glucides des aliments d'origine végétale, seuls le lactose, le saccharose et en partie l'amidon, peuvent être décomposés par nos enzymes digestives (une dizaine). Les autres glucides, comme la cellulose composant la paroi des cellules des plantes, sont appelés « fibres ». Ils sont digérés par les nombreuses enzymes (57 000) produites par le microbiote. De la bouche à l'intestin, notre microbiote est un acteur clé de la digestion. Les humains bénéficient donc des enzymes du microbiote et celui-ci bénéficie en retour d'un habitat et d'une source de nourriture : un humain et son microbiote vivent en symbiose.

Dossier E : Quel impact le microbiote peut-il avoir sur le surpoids et l'obésité ?

Le microbiote de souris obèses a été transféré à des souris axéniques. Ces dernières (individu A) prennent deux fois plus de poids que leurs congénères colonisées avec le microbiote de souris non obèses (individu B) et soumises au même régime alimentaire.

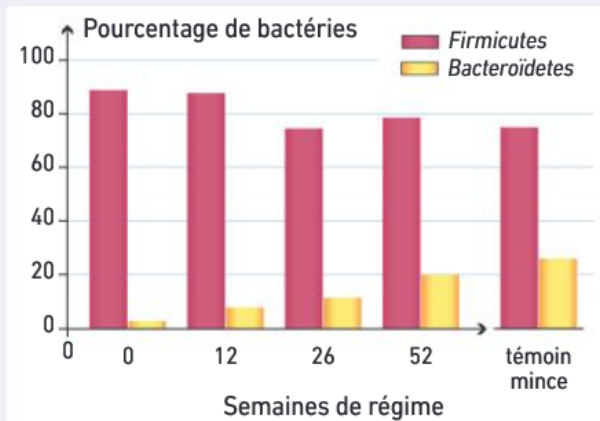
Des études complémentaires ont permis de comprendre que beaucoup de résultats obtenus s'étendent à l'être-humain.

d Une corrélation entre immunité et microbiote.



Une étude chez des personnes obèses

Deux groupes de bactéries dominent le microbiote humain : les *Bacteroidetes* et les *Firmicutes* (voir page 274). Des scientifiques ont analysé le microbiote chez 12 patients obèses suivant un programme de perte de poids (régime hypocalorique) sur une année. Les résultats sont traduits par le graphique (A).

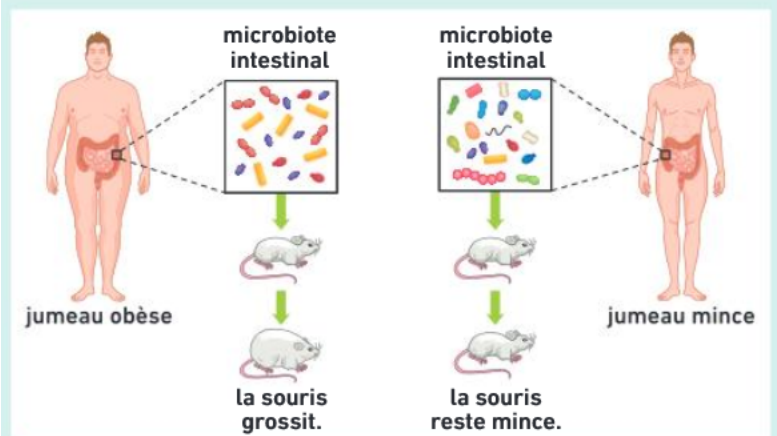


A Abondance relative des populations des deux principaux groupes de bactéries au cours d'une année de régime.

Expérience de transfert de microbiote

Les microbiotes respectifs de deux personnes jumelles, l'une obèse, l'autre pas, ont été prélevés et transférés à des souris axéniques, qui ont été ensuite soumises au même régime alimentaire, pauvre en graisses et riche en fibres. Les souris ont été maintenues isolées après le transfert (schéma B).

Si les souris sont placées dans la même cage, elles restent minces (les souris sont coprophages, c'est-à-dire qu'elles mangent leurs crottes).



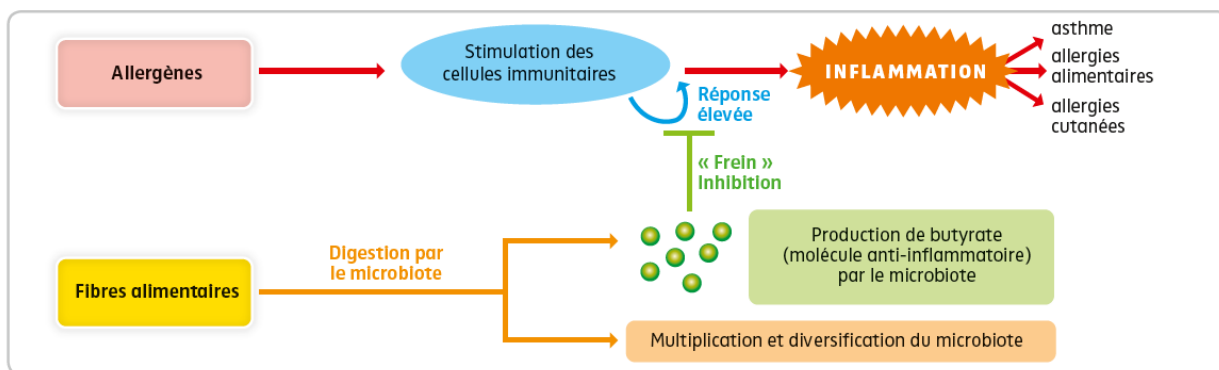
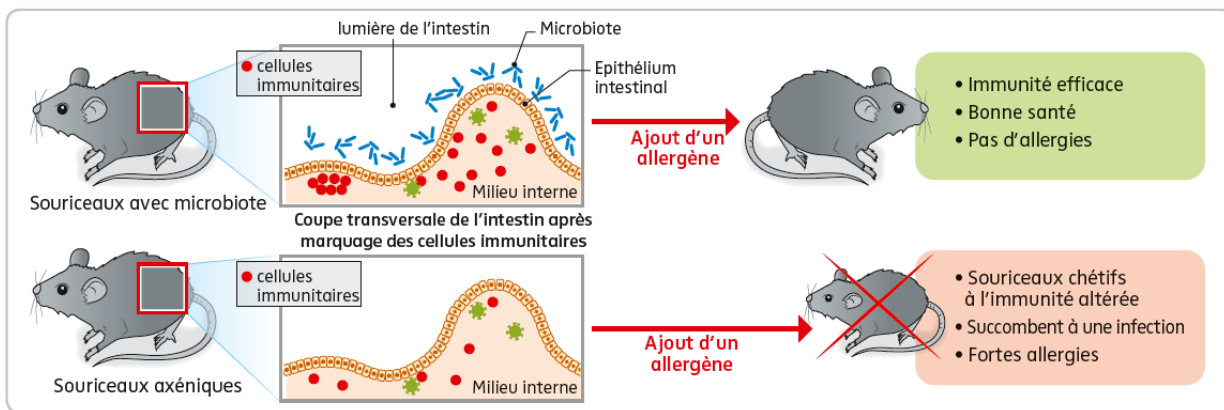
B Transfert de microbiote humain à des souris.

Dossier F : Quel impact le microbiote peut-il avoir sur le système immunitaire ?

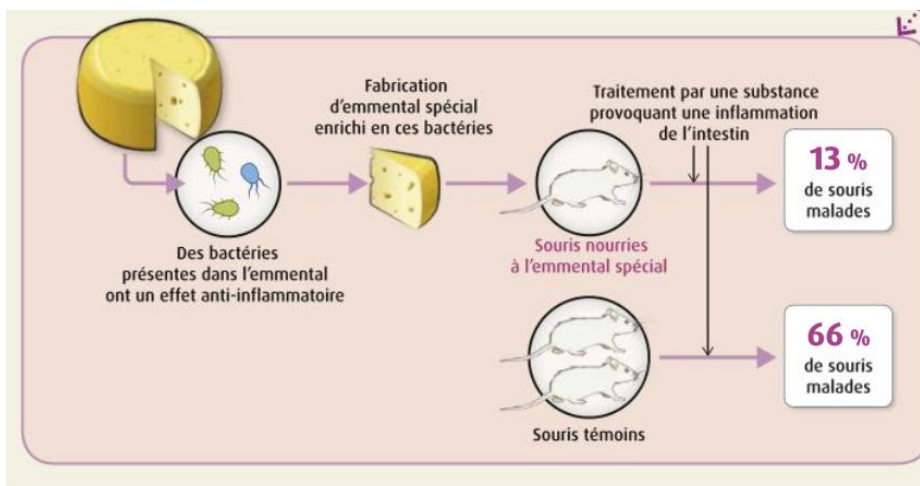
Le système immunitaire est constitué d'organes et de diverses cellules, notamment les lymphocytes*, permettant de lutter contre les pathogènes. Parmi ces organes, la rate et les ganglions lymphatiques* stockent diverses cellules immunitaires (voir page 221). Des observations et expériences sont menées chez des souris axéniques. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-contre.

	Lot témoin	Lot 1	Lot 2
Naissance	Souris avec son microbiote intestinal	Souris axénique	Souris axénique + <i>Bacteroides fragilis</i> introduites dans l'intestin
Taille de la rate et des ganglions lymphatiques	Normale	Petits, mal structurés	Normale
Quantité de lymphocytes dans la rate et l'intestin	Normale	Faible (déficit global)	Normale
Quantité d'anticorps dans l'intestin et le sang	Normale	Réduite ou nulle	Normale

Doc 1 : Quelques effets du microbiote sur le système immunitaire



Doc 2 : Effet du microbiote sur le système immunitaire et la réponse inflammatoire



Doc 3 :

« Résultats d'une expérience menée par des chercheurs de l'Inra à Rennes en 2018. »

Les bactéries contenues dans l'emmental enrichissent le microbiote des souris. Suite à cette expérience, un essai clinique de traitement par l'emmental « spécial » va être réalisé auprès de patients de l'hôpital de Rennes. Rappelons qu'il faut compter en moyenne 10 ans entre les premiers essais et la mise sur le marché d'un nouveau médicament.