



CORRIGÉ p. 253

Pour chaque question,
indiquer la proposition exacte.

- 1 Les agents pathogènes sont :
 - a. des cellules de l'organisme qui ne fonctionnent plus correctement.
 - b. des microorganismes qui infectent un hôte et peuvent le rendre malade.
 - c. des moustiques qui transmettent des maladies.
 - d. l'ensemble des microorganismes qui vivent dans le corps humain.
- 2 La transmission des agents pathogènes :
 - a. utilise les mêmes voies quel que soit l'agent pathogène.
 - b. est toujours réalisée par un contact avec le sang d'une personne contaminée.
 - c. ne se réalise que si la personne infectée est porteuse de symptômes.
 - d. utilise parfois un vecteur intermédiaire.
- 3 Un réservoir de pathogènes correspond à :
 - a. l'ensemble des personnes infectées.
 - b. l'ensemble des personnes infectées et présentant des symptômes d'infection.
 - c. l'ensemble des milieux assurant la conservation ou la multiplication de l'agent pathogène.
 - d. l'ensemble des agents pathogènes existants.
- 4 La lutte contre la transmission des agents pathogènes procède par :
 - a. une mise en quarantaine systématique des personnes infectées.
 - b. un dépistage systématique.
 - c. des mesures individuelles et collectives de bonne conduite.
 - d. des traitements médicamenteux uniquement.

5 Définitions inversées

Retrouver le terme scientifique défini dans chacune des propositions suivantes.

- a. Pratiques permettant la prévention de l'apparition ou de la propagation d'une maladie.
- b. Organisme infecté par un agent pathogène sans présenter de symptômes visibles.
- c. Apparition soudaine d'une maladie infectieuse qui frappe en même temps et en un même endroit un nombre de plus en plus grand de personnes.
- d. Hôte intermédiaire vivant, généralement invertébré, chez lequel l'agent pathogène se multiplie.

6 Entraînement à l'oral

Présenter oralement l'image en utilisant les mots clés suivants.
moustiquaire – vecteur – prophylaxie – agent infectieux



7 Phrases à construire

Écrire une phrase qui contient les mots suivants.

- a. agent pathogène aire de répartition
changement climatique vecteur réservoir
- b. hôte parasite infection
microorganisme agent pathogène
- c. mesures prophylactiques agent pathogène
mode de transmission spécifiques
connaissance
- d. rapide pathogènes réservoir épidémie
propagation

8 Affirmations à corriger

CORRIGÉ p. 253

Modifier ces fausses affirmations pour les transformer en phrases justes.

- a. Les mesures d'hygiène et la vaccination permettent d'éviter la transmission de la maladie et de guérir les personnes infectées par un agent pathogène.
- b. Un vecteur est un organisme généralement mammifère qui propage un agent pathogène en se contaminant sur un hôte infecté et en le transmettant ensuite à un autre.
- c. Le réservoir de pathogènes est constitué par les hôtes malades, humains ou animaux.
- d. Une prévalence faible dans une zone géographique est caractéristique d'une endémie.

9 La découverte historique de l'implication d'agents pathogènes dans les maladies infectieuses

Pratiquer une démarche scientifique

Expliquer les travaux de Davaine et Rayet qui ont permis, en 1848, de montrer que les *Bacillus anthracis* sont des parasites responsables de la fièvre charbonneuse.



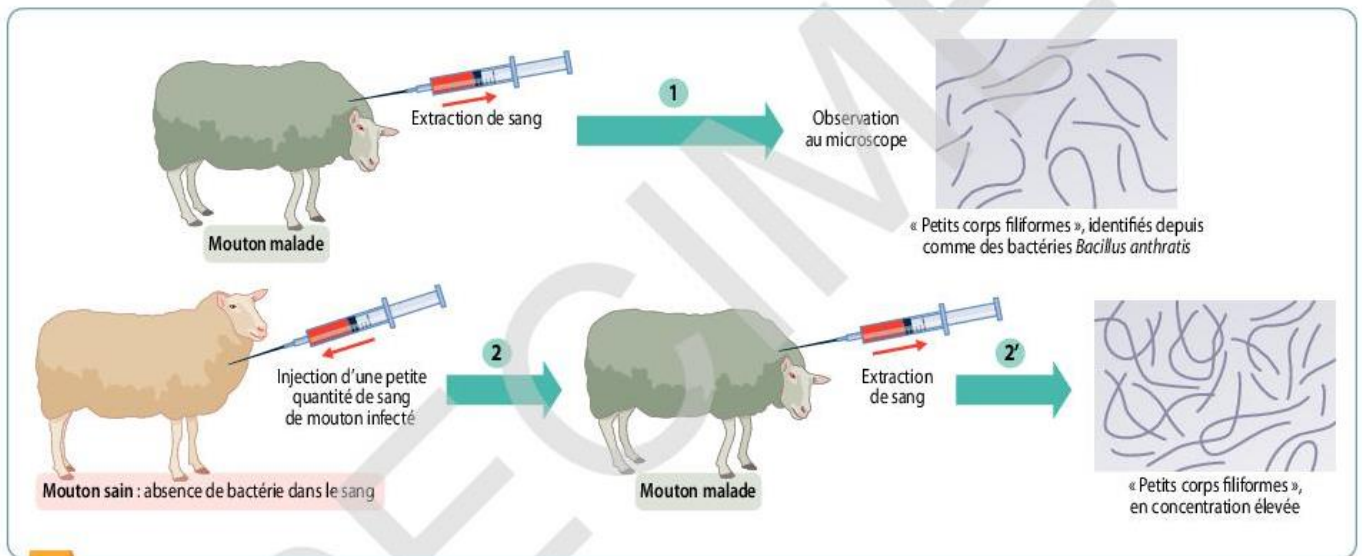
HISTOIRE
DES SCIENCES

Dans les Hautes-Alpes, une épidémie de fièvre charbonneuse a tué une cinquantaine d'animaux d'élevage en août 2018. Surnommée la « maladie des champs maudits », elle se transmet par une bactérie du sol et peut tuer une bête en bonne santé en quelques heures. Les êtres humains peuvent aussi être contaminés, mais la maladie n'a pas les mêmes conséquences que chez les animaux et se soigne facilement avec des antibiotiques.



Microscopie optique

1 *Bacillus anthracis*, des bactéries de 2 à 5 µm en filaments



2 Expérience de Davaine et Rayet

Méthode

Déterminer les liens pouvant exister entre fièvre charbonneuse et *Bacillus anthracis* d'après la 1^{ère} expérience.

Expliquer ce que montre l'injection de sang de mouton infecté. Quels témoins permettraient de confirmer cette conclusion ?

Expliquer pourquoi le sang du mouton inoculé contient des *Bacillus anthracis* en concentration élevée

Conclure

Solution

Analyse de l'expérience 1 : Elle montre un lien entre fièvre charbonneuse et *Bacillus anthracis*, mais le lien de causalité n'est pas établi. La présence de *Bacillus* pourrait être sans lien, la cause ou la conséquence de la maladie.

Analyse de l'expérience 2 : Le fait qu'une petite quantité de sang de mouton malade induise la maladie suggère que c'est la présence de *Bacillus anthracis* qui est l'agent causal. Il faudrait cependant un témoin négatif d'injection de sang de mouton sain et confirmer qu'une injection de *Bacillus anthracis* purifiés induise la maladie pour s'assurer que le sang ne contienne pas un autre agent infectieux.

Analyse de l'expérience 2 : Le fait que le sang du mouton inoculé contienne des *Bacillus anthracis* en concentration élevée montre qu'ils se sont multipliés dans le sang du mouton.

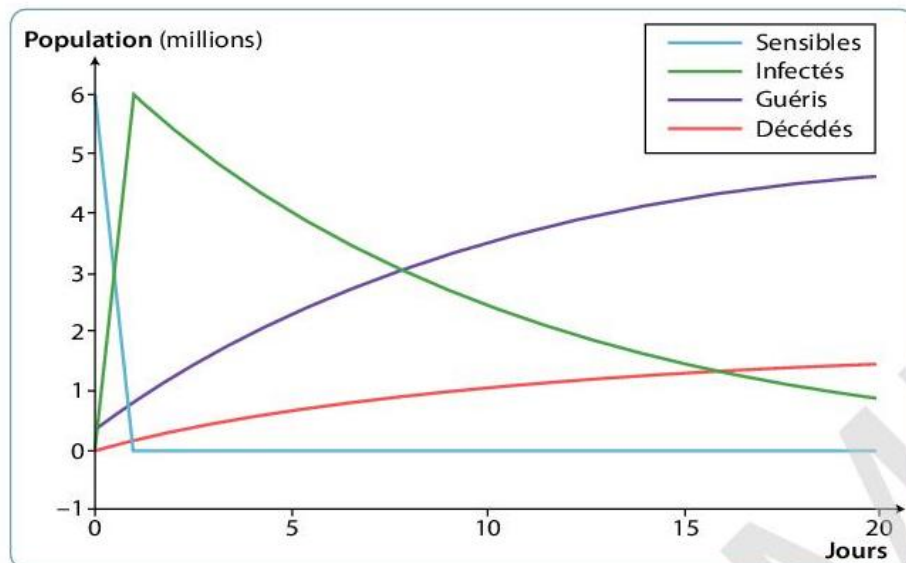
Cette expérience a pu démontrer que la fièvre charbonneuse est due à des bactéries qui se multiplient au sein de l'organisme contaminé. La maladie peut expérimentalement se transmettre par le sang, mais le réservoir sol joue un rôle prédominant dans la nature.

10 Simulations numériques d'une épidémie

CORRIGÉ p. 253

Comprendre le lien entre les phénomènes naturels et le langage mathématique

Certains modèles mathématiques permettent de simuler numériquement la propagation d'une épidémie liée à un agent infectieux dans une population. En voici un exemple :



- Rechercher** des paramètres qu'il faut déterminer au préalable pour pouvoir réaliser une telle modélisation.
- Pour chacun de ces paramètres, **préciser** s'ils peuvent être modifiés par des comportements de lutte individuelle et collective et si oui, par quels moyens.

➤ Questionnement différencié

11 La borréliose de Lyme

Les tiques sont des acariens qui se nourrissent du sang de mammifères (campagnols, écureuils, cervidés, humain) et d'oiseaux. *Ixodes ricinus* est une tique vecteur de la maladie de Lyme. Elle vit dans les hautes herbes ou les sous-bois de feuillus aux altitudes inférieures à 1 200 m, surtout dans l'est et le centre de la France. Lorsqu'elle mord un animal infecté, elle ingurgite son sang ainsi que les bactéries *Borrelia* qu'il contient. Par la suite, ces bactéries traversent la paroi de l'intestin de la tique et migrent dans ses glandes salivaires. Lorsque la tique infectée mord un nouvel hôte, les bactéries sont ainsi transmises par sa salive. Chez l'humain, la morsure se produit sur une zone corporelle découverte, généralement du printemps à l'automne.

Il faut enlever la tique le plus vite possible avec un tire-tique et bien désinfecter. Le premier symptôme de la maladie de Lyme est généralement l'apparition d'une plaque rouge inflammatoire autour du point de piqûre. Cette plaque qui apparaît dans les 3 à 30 jours après la piqûre s'étend ensuite progressivement. Le traitement par antibiotiques est indispensable.



Tique *Ixodes ricinus* (1 à 2,5 mm)

Les tiques sont sensibles aux répulsifs contenant du DEET et à certains insecticides cutanés. La maladie ne se transmet pas par contact direct avec un animal ou un individu infecté.

Recenser, extraire et organiser des informations
Communiquer dans un langage scientifiquement approprié

- Représenter** le cycle évolutif de la bactérie borrelie en vous inspirant de celui du *Plasmodium* de l'activité 1.
- Lister**, à l'aide du document, les pratiques à employer pour éviter les morsures de tiques et éviter de contracter la maladie de Lyme.

➤ Questionnement différencié

12 Démoustication à La Réunion

Une forte épidémie de dengue transmise par le moustique tigre a affecté La Réunion en 2018 (plus de 6 600 cas). Des opérations en porte-à-porte de sensibilisation de la population et d'élimination des gîtes de larves de moustique dans les jardins ont eu lieu autour des cas de dengue signalés. En complément, des opérations de démoustication de nuit ont eu lieu dans les zones de l'île présentant la plus forte incidence de dengue. Elles ont été menées grâce à des appareils de pulvérisation d'insecticides montés sur des véhicules pick-up.

Tous les habitants des zones concernées ont été informés avant le passage du traitement par un avis de démoustication distribué dans leur boîte aux lettres.

ars Agence de Santé de l'Océan Indien

OPÉRATION DE DEMOUSTICATION

RECOMMANDATIONS

Les opérations de démoustication sont programmées entre 1h et 5h du matin dans les ou des cas de dengue ont été identifiés.
En cas d'empêchement (météo défavorable : pluie, vents, ou pertes de matériel), ces traitements pourront être reportés au lendemain.

AVANT LE TRAITEMENT :	APRÈS LE TRAITEMENT :
- Couvrir les bassins et aquarium - Mettre à l'abri les tortues - Fermer portes et fenêtres - Protéger les ruches	- Maintenir portes et fenêtres fermées au moins 30 minutes après le traitement - Éviter, autant que possible, de pénétrer dans la zone traitée pendant 6 heures - Laver et/ou peler les fruits et légumes avant de les consommer

* VOUS ÊTES APICULTEUR : Pour toute demande d'informations, de conseils, vos contacts : Association GDS Réunion au 02 62 27 85 78 — Syndicat Apicole de La Réunion — sar@reunion.fr

Aux doses utilisées, le produit insecticide (la deltaméthrine) ne présente pas de danger pour les animaux à sang chaud (chèvres, cabris, poules...), mais il peut être toxique pour les animaux à sang froid (poissons, tortues...).
Néanmoins, en cas d'exposition, cet insecticide peut provoquer des irritations chez les personnes sensibles.
En cas d'apparition de symptômes suite à une opération de démoustication, il est recommandé de consulter un médecin.

Agence de Santé de l'Océan Indien - Service de Lutte Anti-Vectorielle
9 rue, rue de la Santé - 97400 Saint-Denis de La Réunion - 02 62 27 85 78

www.ocean-indien.ars.sante.fr
0 800 110 000 (appel gratuit depuis les fixes)

Avis de démoustication (La Réunion, 2018)



Comprendre les responsabilités individuelles et collectives en matière de santé

Expliquer les recommandations à la population et pourquoi l'opération de démoustication est réalisée de nuit et uniquement dans les zones à forte prévalence de dengue.

13 La maladie d'Aujeszky

La maladie virale d'Aujeszky a été détectée début décembre 2018 sur trois sangliers en Meurthe-et-Moselle et un chien de chasse en serait mort. Les animaux contaminés présentent des symptômes similaires à la rage, tels que des signes nerveux, des démangeaisons démentielles, une paralysie partielle et une forte fièvre. Il n'y a pas de traitement pour cette maladie mais un vaccin existe. Cette maladie, hautement contagieuse, touche principalement les porcs et sangliers, pour lesquels le taux de mortalité varie de 100 % chez les porcelets de moins de 2 semaines à moins de 2 % de mortalité dans une population d'animaux adultes.

Le virus est présent dans le sang et les sécrétions nasales et buccales du sanglier infecté. Il peut le transmettre aux carnivores et ruminants mais pas à l'être humain.

Le virus est généralement fatal pour les bovins, les chiens et chats, ainsi que les chevaux, mais ces animaux ne sont pas à même de transmettre la maladie d'Aujeszky à leur tour.



Formuler et résoudre une question scientifique

Fonder ses choix de comportement en tenant compte d'arguments scientifiques

- Proposer** des méthodes d'éradication (arrêt total) de l'épidémie une fois qu'elle a débuté, à court et à long terme.
- Indiquer** quelles seraient les précautions à prendre pour éviter les risques d'une contamination si vous résidez dans une zone dans laquelle des cas de virus responsables de la maladie d'Aujeszky ont été déclarés.

Questionnement différencié

**QCU**

CORRIGÉ p. 253

Pour chaque question, indiquer la proposition exacte.

- 1 Le microbiote humain correspond à :
 - a. la symbiose entre l'humain et ses microorganismes.
 - b. l'ensemble des microorganismes présents au niveau des surfaces externes et internes du corps.
 - c. l'ensemble des cellules du corps humain.
 - d. la microflore de la peau.
- 2 On peut considérer l'association entre l'organisme et son microbiote comme une symbiose car :
 - a. le microbiote est hébergé par l'humain.
 - b. le microbiote se développe dans et sur l'organisme.
 - c. le microbiote assure des fonctions importantes pour l'humain qui lui sert d'hôte bénéfique.
 - d. les espèces microbiennes sont en concurrence.
- 3 L'usage d'antiseptiques :
 - a. est à envisager dès qu'il y a un risque d'exposition à des microorganismes.
 - b. doit être interdit.
 - c. a des effets bénéfiques sur le microbiote cutané.
 - d. nécessite d'être raisonné du fait des effets sur le microbiote.
- 4 La compétition entre microorganismes du microbiote a toujours pour effet de :
 - a. provoquer des maladies chez l'humain.
 - b. réguler les populations microbiennes.
 - c. stimuler les défenses immunitaires.
 - d. fragiliser les défenses immunitaires.

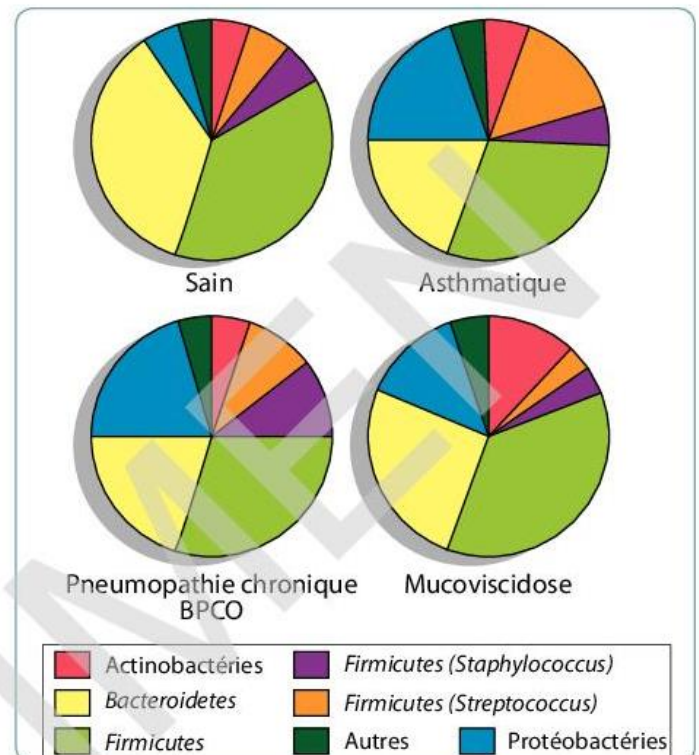
5 Définitions inversées

Retrouver le terme scientifique défini dans chacune des propositions suivantes.

- a. L'ensemble des microorganismes hébergés au niveau des surfaces externes et internes du corps ainsi que dans certaines sécrétions.
- b. La richesse en microorganismes hébergés par l'hôte et la multitude de leurs fonctions.
- c. L'individu hébergeant un microbiote.
- d. L'association durable réciproquement bénéfique à deux êtres vivants.

6 Entraînement à l'oral

Présenter oralement le schéma en utilisant les mots-clés suivants :
microbiote – unité – diversité



Les microbiotes pulmonaires de quatre individus

7 Phrases à construire

Écrire une phrase qui contient les mots suivants.

- a. unicité microbiote habitudes alimentaires
- b. interaction symbiose espèces
fonctions digestives
- c. équilibre anti-inflammatoire maladies
- d. évolution microbiote maternel unicité

8 Vrai / faux

CORRIGÉ p. 253

Indiquer si les affirmations suivantes sont exactes en justifiant votre réponse.

- a. L'interaction hôte-microbiote est une symbiose.
- b. Un déséquilibre du microbiote s'explique par l'infection par une espèce bactérienne.
- c. Le microbiote d'un humain dépend totalement du microbiote maternel.
- d. Les mêmes espèces bactériennes constituent le microbiote de tous les humains.

9 Une compétition entre bactéries à l'origine des caries

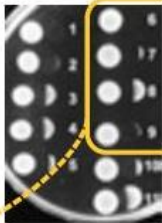
Observer, questionner, formuler une hypothèse

À partir d'une analyse rigoureuse des documents et de leur mise en relation, proposer un lien entre les caries et un déséquilibre du microbiote de la bouche.

Contrairement aux dents saines, les dents cariées présentent en général une forte abondance de *Streptococcus mutans* et une très faible abondance d'autres bactéries comme *Streptococcus sanguinis* au niveau de la plaque dentaire.

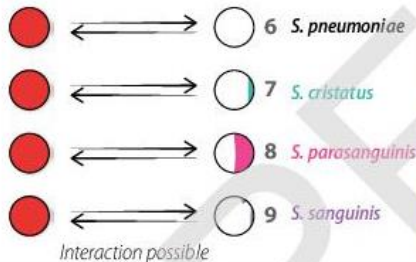
Les interactions de *Streptococcus mutans* avec d'autres bactéries de la bouche ont été testées. Des colonies bactériennes sont cultivées dans des puits circulaires qui limitent leur propagation. Ces puits, disposés en binômes rapprochés, permettent une interaction entre des espèces bactériennes différentes.

Source : *Journal of Bacteriology*, 187 (2005)



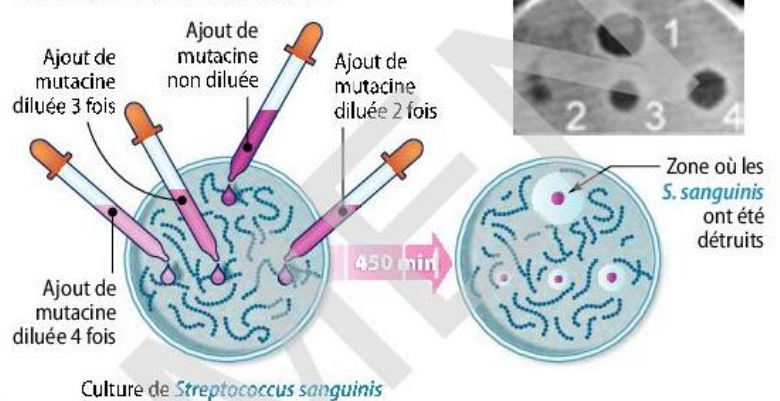
Puits inoculés avec *S. Mutans*

Puits inoculés avec d'autres espèces



1 Les interactions de *S. mutans* avec d'autres espèces bactériennes de la bouche

S. mutans a la particularité de produire différentes substances comme de l'acide lactique, plus particulièrement lorsque l'alimentation est riche en sucre, ainsi que des protéines nommées mutacines dont les effets ont été testés sur une des autres espèces bactériennes de la bouche.



2 Une expérience pour tester une des substances produites par *Streptococcus mutans* : la mutacine

Expériences	Résultats
Tests du développement de <i>S. mutans</i> et <i>S. sanguinis</i> en fonction de l'ordre de colonisation	Si <i>S. sanguinis</i> a été inoculé en premier sur le milieu de culture, il se développera mieux que <i>S. mutans</i>
Tests de tolérance à l'acidité sur <i>S. mutans</i> et <i>S. sanguinis</i>	<i>S. sanguinis</i> est moins tolérant vis-à-vis de l'acidité
Tests de molécules sécrétées par différents streptocoques sur la production de mutacine par <i>S. mutans</i>	Plusieurs molécules sécrétées par des bactéries (dont <i>S. sanguinis</i>) réduisent la production de mutacine par <i>S. mutans</i>

3 Des expériences pour déterminer les conditions favorisant le développement de *S. mutans*

Méthode

Identifier une compétition entre bactéries (Doc. 1 et 2)

Identifier les conditions d'un déséquilibre (Doc.3)

Conclure

Solution

Analyse des doc. 1 et 2 : Lorsque *S. mutans* est inoculé à côté d'autres espèces bactériennes, beaucoup d'entre elles n'arrivent pas à se multiplier et à occuper tout l'espace disponible. La mutacine produite par *S. mutans* élimine des bactéries de l'espèce *S. sanguinis*. *S. mutans* est donc en compétition avec d'autres espèces bactériennes.

Analyse doc.3 : Les caries sont associées à une surabondance de *S. mutans*. L'ordre de colonisation des bactéries au niveau de la plaque dentaire, l'acidité (pouvant provenir de *S. mutans* du fait d'une alimentation enrichie en sucre) et la capacité des autres espèces bactériennes à empêcher la production de mutacine par *S. mutans* peuvent modifier l'équilibre entre cette bactérie et les autres, et favoriser les caries.

Conclusion : Différentes bactéries sont en compétition au niveau de la plaque dentaire. Une espèce en particulier favorise le développement de caries. Différentes conditions pourraient influencer l'équilibre entre ces espèces, dont l'alimentation.

10 Des effets possibles du microbiote maternel sur l'évolution de celui du nourrisson

CORRIGÉ p. 25

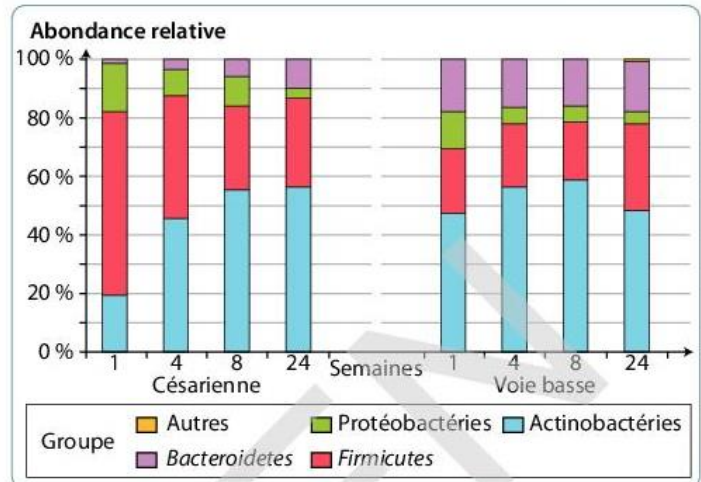
Le microbiote est acquis au moment de la naissance et peut ensuite évoluer selon les conditions de vie. La composition moyenne du microbiote intestinal de 192 nouveau-nés a été suivie sur 24 semaines de façon à étudier sa stabilité ou son éventuelle évolution. Les résultats sont donnés en fonction des conditions de naissance des enfants, par césarienne ou voie basse. Tous les enfants suivis ont été nourris exclusivement par allaitement durant toute la période d'étude.

Source : *Microbiome*, 5 (2017)

Interpréter des résultats et en tirer des conclusions

Comparer l'évolution des microbiotes après la naissance pour chaque groupe de nouveau-nés, et discuter la contribution maternelle sur le microbiote intestinal.

➤ Questionnement différencié



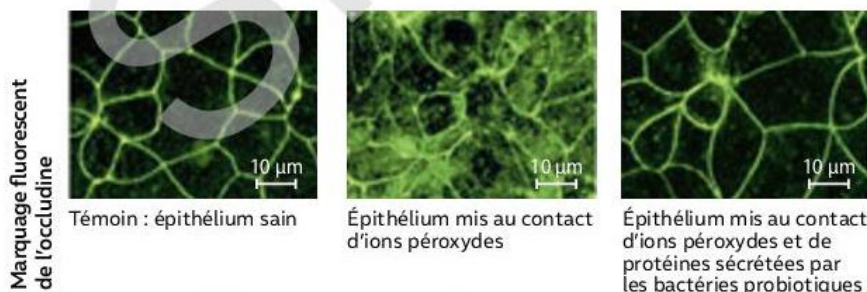
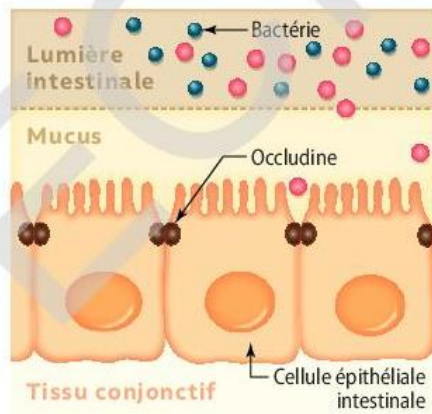
L'évolution des proportions des groupes de bactéries du microbiote intestinal chez des nouveau-nés en fonction des conditions de naissance

11 L'efficacité des probiotiques pour lutter contre les maladies provoquant des diarrhées

Les probiotiques sont des microorganismes vivants qui peuvent avoir un effet bénéfique sur la santé de l'intestin. Leur effet a donc été testé dans le traitement de diarrhées à travers deux études distinctes.

Les cellules d'une paroi intestinale saine constituent une barrière étanche, grâce à des protéines (dont les occludines) liant hermétiquement les cellules entre elles. Certaines formes de diarrhées sont dues à une altération de cette paroi. L'étude porte sur l'effet potentiel des probiotiques sur l'état de parois intestinales lésées artificiellement par contact avec du peroxyde.

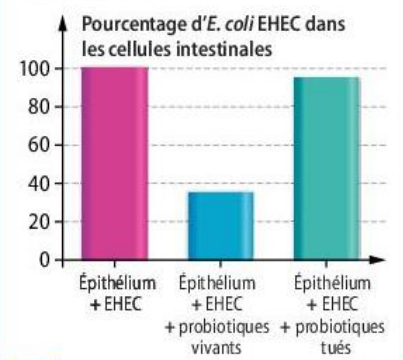
Source : *Mucosal Biology*, 294 (2008)



Observation de tissu épithélial (vue de dessus) avec marquage des occludines

1 Effet des probiotiques sur la paroi intestinale

Certaines formes de diarrhées sont dues à des bactéries *Escherichia coli* pathogènes (EHEC) dont les toxines endommagent les cellules intestinales. Les bactéries sont alors retrouvées à l'intérieur des cellules. Un éventuel effet des probiotiques (ici *Lactobacillus rhamnosum*) est alors étudié en comptabilisant les bactéries *E. coli* EHEC qui ont été internalisées dans les cellules de la paroi intestinale.



2 Effet des probiotiques sur les lésions provoquées par les bactéries pathogènes *E. coli*

Modéliser

Construire un schéma expliquant le mode d'action des probiotiques au niveau de l'intestin dans le cadre de la lutte contre les maladies responsables de diarrhées.

➤ Questionnement différencié

12 Microbiote et immunité

Les premières recherches sur des espèces animales dépourvues de bactéries ont commencé vers 1930. Mais ce n'est qu'au cours des années 1950 que les études ont cherché à relier microbiote et santé. Des animaux axéniques (rat, souris et poulet), c'est-à-dire dépourvus de microbiote, ont été élevés dans des conditions stériles et certains paramètres physiologiques ont été mesurés par comparaison avec des animaux témoins normaux : leur espérance de vie et le développement de leur système de défenses immunitaires (des organes immunitaires développés reflètent un système de défense élevé).

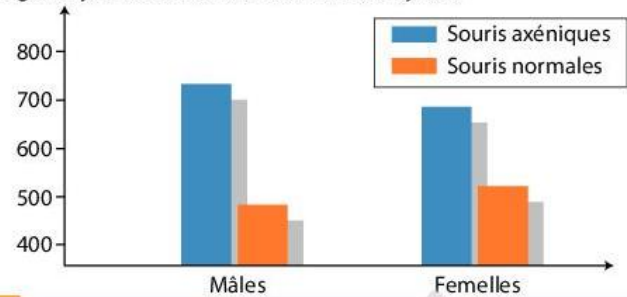
Des découvertes plus récentes ont montré que les souris axéniques ont des capacités de mémorisation moindres que les souris normales, et elles ont des comportements à risque plus fréquents. Leur longévité en milieu naturel est très courte.

Recenser, extraire, organiser et exploiter des informations à partir de documents

À partir des données historiques, **montrer** que le rôle du microbiote semblait ambigu dans les années 1950.

➤ Questionnement différencié

Âge moyen des souris lors de leur mort (jours)



1 Comparaison de la longévité de souris normales et axéniques en milieu stérile

Source : *Journal of Gerontology*, 21 (1966)

Masse de l'organe chez l'animal axénique / Masse de l'organe chez l'animal témoin

Rat	Ganglions lymphatiques	0,35
	Thymus	0,8
Souris	Ganglions lymphatiques	0,5
	Lymphocytes	0,1
Poulet	Ganglions lymphatiques	0,4
	Lymphocytes	0,1

2 Influence du microbiote sur la masse des organes (ou cellules) impliqués dans les défenses immunitaires

Source : *Annals of the New York Academy of Sciences*, 78 (1959)

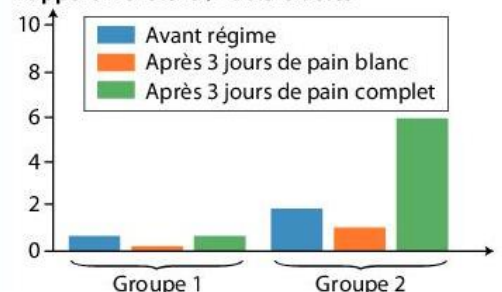
13 Microbiote intestinal et régulation du métabolisme

Le diabète est une maladie pour laquelle les mécanismes de régulation de la glycémie font défaut. La consommation d'aliments riches en fibres semble améliorer la régulation de la glycémie chez certains individus. En déterminant si l'effet des fibres implique le microbiote, il serait possible de concevoir des traitements pour améliorer la santé des individus diabétiques.

Un essai clinique chez l'humain a été réalisé pour tester les effets d'un régime enrichi en pain complet, riche en fibres, sur le microbiote intestinal et plus particulièrement sur le rapport entre deux groupes de bactéries (*Prevotella* et *Bacteroidetes*) qui semblent intervenir dans le métabolisme des sucres. Les 39 personnes testées n'ont pas réagi de la même manière et ont été groupées en deux ensembles selon l'évolution de leur microbiote.

Source : *Cell metabolism*, 22 (2015)

Rapport *Prevotella* / *Bacteroidetes*



1 Effet du régime alimentaire sur le rapport du nombre de bactéries *Prevotella* / *Bacteroidetes* dans le microbiote intestinal de 39 sujets

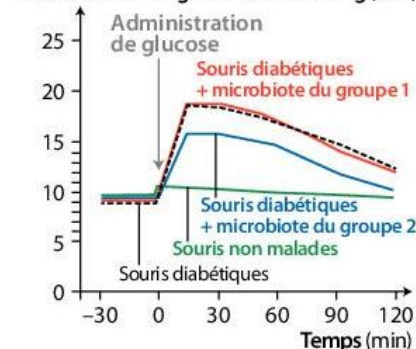
Fonder ses choix de comportement responsable vis-à-vis de sa santé en prenant en compte des arguments scientifiques

Utiliser les résultats des études pour argumenter l'intérêt de chercher à moduler le microbiote pour traiter les diabétiques.

➤ Questionnement différencié

Une étude parallèle a été conduite sur des souris afin de préciser l'effet des bactéries *Prevotella* et *Bacteroidetes*. Les chercheurs ont transplanté le microbiote d'individus du groupe 1 ou du groupe 2 dans l'intestin de souris ayant une forme de diabète modéré appelée intolérance au glucose. Après 14 jours, les souris ont ingéré une forte dose de glucose (au temps 0).

Concentration en glucose dans le sang (mM)



2 Influence du microbiote dans la régulation de la glycémie