

MICROBIOTE HUMAIN ET SANTÉ UNE APPROCHE ÉCOSYSTÉMIQUE

Thème

Thème 3 - le corps humain et la santé.

Note d'intention

Ensemble de ressources scientifiques et pédagogiques permettant d'aborder ce thème sous l'angle de la notion d'écosystème.

Mots-clés

Symbiose ; hôte et microbiote ; unicité et diversité du microbiote ; habitudes alimentaires et évolution du microbiote ; microbiote maternel et construction de la symbiose hôte-microbiote ; compétition, coopération entre microbes.

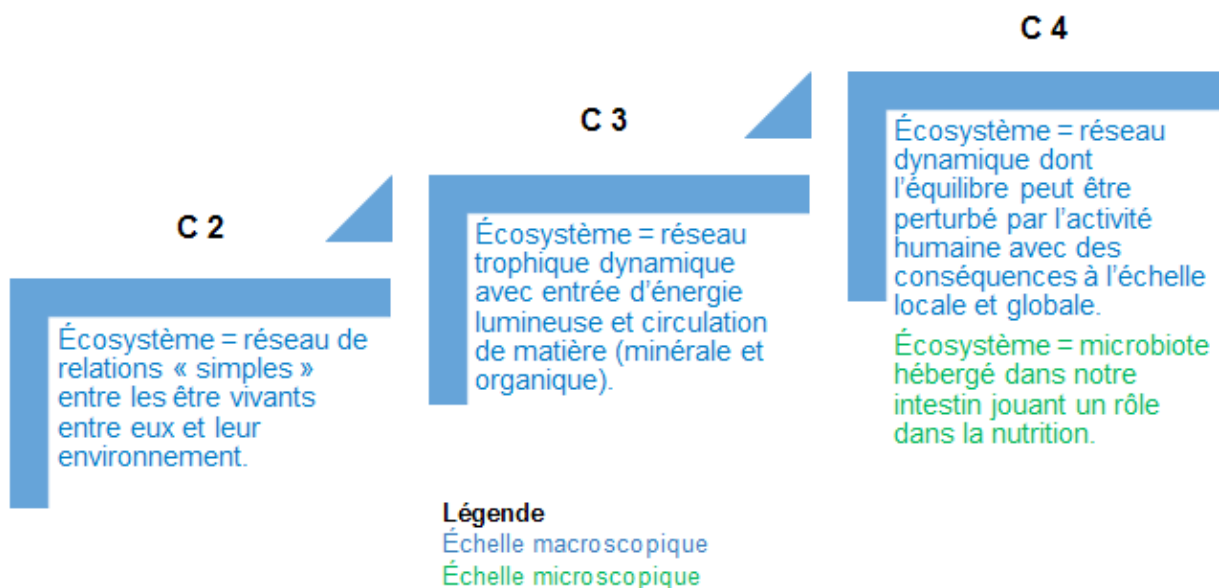
Le microbiote et l'humain : un écosystème

Le CNRS définit un écosystème comme un ensemble vivant formé par un groupement de différentes espèces en interrelations (nutrition, reproduction, prédation, ...), entre elles et avec leur environnement (minéraux, air, eau), sur une échelle spatiale donnée. Les composants de l'écosystème développent un dense réseau de dépendances, d'échanges d'énergie, d'information et de matière.

Dans un écosystème équilibré, à chaque niveau, en interactions avec les autres niveaux, la quantité de biomasse est stable.

Les écosystèmes procurent de nombreux services dits services écologiques ou services écosystémiques.

Cette notion d'écosystème est abordée à plusieurs reprises du cycle 2 au cycle 4. Toutefois c'est au cycle 4 qu'elle est traitée pour la première fois à l'échelle microscopique avec la découverte du monde microbien hébergé par notre organisme jouant un rôle dans la nutrition.



L'orientation résolument dynamique des différentes parties des programmes actuels amène à réfléchir, notamment en seconde, l'étude du microbiote sous l'angle de l'organisation écosystémique des microorganismes intestinaux. En effet, on retrouve toutes les caractéristiques de l'écosystème dans les éléments du microbiote qui se met en place à partir de la naissance :

- interactions entre les populations (trophiques, commensalisme, compétition, coopération...);
- équilibre dynamique;
- capacité de résilience;
- services écosystémiques.
 - *Services d'approvisionnement* : nutrition, et molécules organiques...
 - *Services de régulation* : régulation des maladies, résilience (relative)...
 - *Services culturels* : bénéfiques non matériels...
 - *Services de soutien* : Ils contribuent notamment à l'entretien des équilibres écologiques locaux et globaux...
 - *Services ontogéniques*, qui représentent l'apport au corps humain. Cette interaction reste aujourd'hui nécessaire à l'épanouissement humain et à sa santé (immunitaire notamment).

Cet équilibre, lié à la dynamique des populations, est susceptible d'être perturbé avec l'âge, par l'alimentation, les agents pathogènes et divers traitements (antibiotiques, prébiotiques, probiotiques, transplantation fécale, etc). Notre « écosystème interne » a des capacités de résilience qui dépendent notamment de sa richesse spécifique et de l'importance et la durée des facteurs perturbants. L'étude du microbiote intestinal révèle que la composition de celui-ci est très différente d'un individu à l'autre. Plus de 200 espèces différentes de bactéries colonisent l'intestin. Toutefois, une dizaine d'espèces appartenant aux 3 phyla dominants (*Firmicutes Bacteroidetes* et *Actinobacteria*) sont communes à tous les individus. On peut ainsi distinguer trois entérotypes selon les bactéries prédominantes : *Bacteroides*, *Prevotella* (phylum *Bacteroidetes*) et *Ruminococcus* (phylum *Firmicutes*). L'entérotipe *Prevotella* est lié à un régime riche en glucides, l'entérotipe *Bacteroides* est lui lié un régime riche en lipides saturés et en protéines et l'entérotipe *Ruminococcus* est lié à un régime riche en alcool et lipides polyinsaturés.

Retrouvez éducol sur :



Tableau I - Phyla majoritaires et groupes, genres et espèces importantes associées

Phyla majoritaires du microbiote intestinal humain. Entre parenthèse, proportion des différents phyla.	Les groupes, genres et espèces bactériennes qui peuvent être importantes pour la santé humaine
<i>Firmicutes</i> (60-80 %)	<i>Clostridium</i> (<i>Ruminococcus</i> - <i>Faecalibacterium prausnitzii</i>)
<i>Bactéroïdetes</i> (15- 30 %)	<i>Bactéroïdes</i> - <i>Prevotella</i>
<i>Actinobacteria</i> (2-25 %)	<i>Bifidobacterium</i> - <i>Atopobium</i>
<i>Proteobacteria</i> (1-2 %)	<i>Enterobacteriaceae</i>
<i>Fusobacteria</i>	
<i>Sprochaetes</i>	
<i>Verrumicrobia</i> (1-2%)	<i>Akkermancia muciciphila</i>
<i>Archaea</i>	<i>Methanogens</i>

Les dysbioses sont essentiellement à relier à une perte d'espèces fondatrices, perte de la richesse de la diversité, une augmentation des pathobiontes, un « glissement » métabolique ou une perte de dialogue entre les espèces. Ainsi une corrélation pourrait être établie entre une diminution de la diversité du microbiote et la maladie de Crohn (réduction du *Clostridium F. prausnitzii*) et l'infection à *Clostridium difficile*. L'obésité serait à mettre en relation avec un déséquilibre dans le rapport *Bactéroïdetes* et *Firmicutes*. De même une augmentation de *Ruminococcus* pourrait être impliquée dans le syndrome de l'intestin irritable. *Akkermancia muciciphila* pourrait, au contraire, permettre de « combattre » ce syndrome en luttant contre l'entrée de pathogènes. L'alimentation riche en fibres qui contribue à augmenter la richesse du microbiote est donc un facteur déterminant dans l'équilibre du microbiote intestinal.

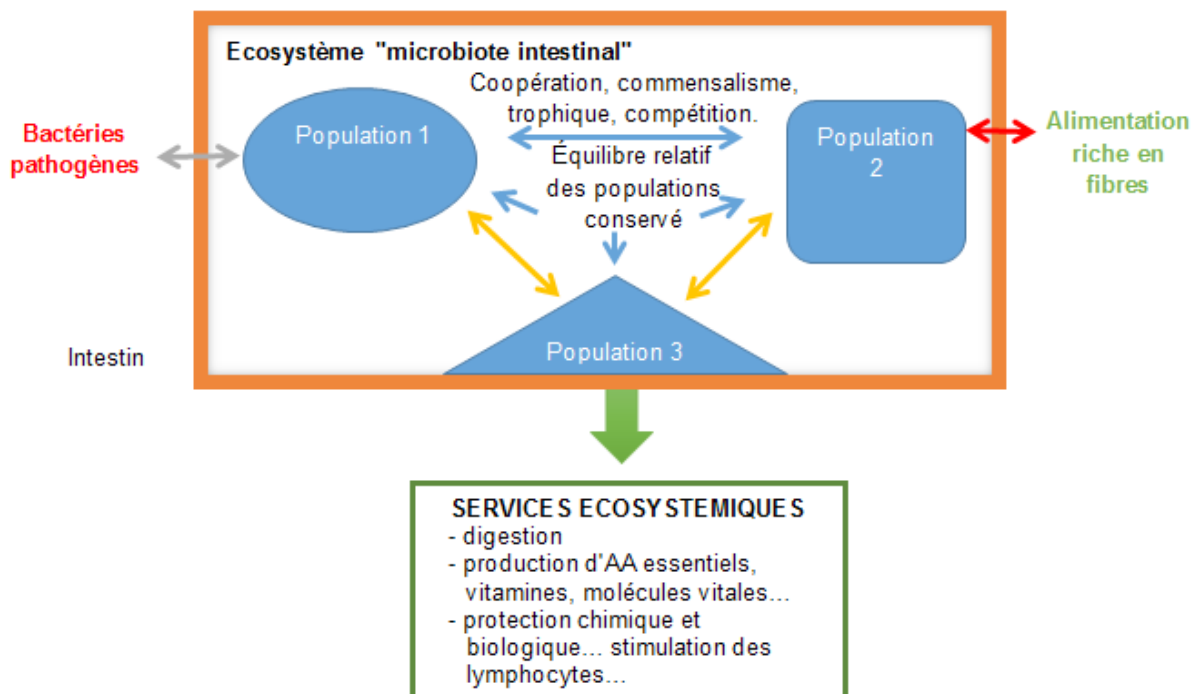
Tableau II - Pathologies ou troubles fonctionnels associés à des dysbioses (tableau issu essentiellement de Cherbuy et al. 2013)

Pathologies	Observations les plus pertinentes et corrélations potentielles
Maladie de Crohn	Diminution de la diversité du microbiote Réduction de <i>F. prausnitzii</i>
Rectocolite hémorragique	Diminution de la diversité du microbiote Réduction de <i>A. muciniphila</i>
Syndrome de l'intestin irritable	Augmentation de <i>Dorea</i> et de <i>Ruminococcus</i>
Infection à <i>Clostridium difficile</i>	Forte diminution de la diversité du microbiote Présence de <i>C. difficile</i>
Obésité	Rapport <i>Firmicutes/Bactéroïdetes</i> plus important chez les personnes obèses que chez les non obèses

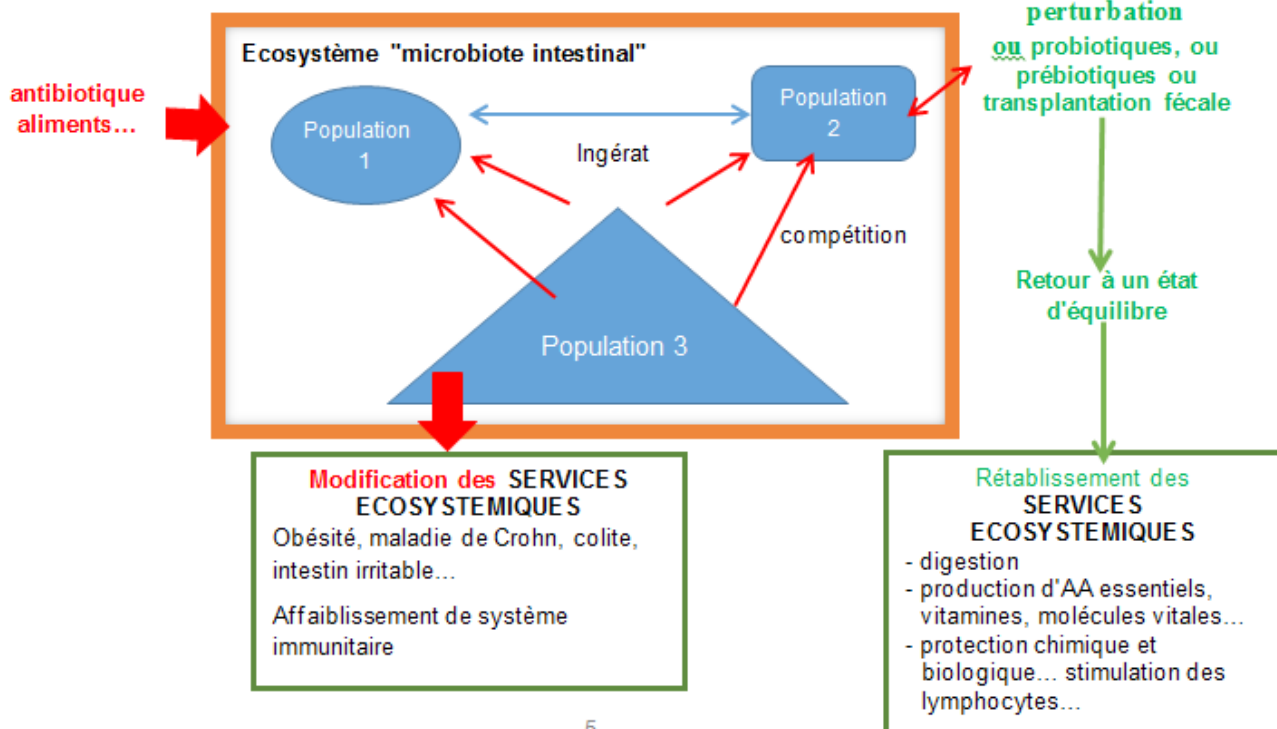
Retrouvez éducol sur :



En résumé dans le schéma suivant :



En cas de perturbation



Un exemple de dispositif pédagogique

Compétences travaillées : pratiquer des démarches scientifiques, utiliser des outils et mobiliser des méthodes pour apprendre, communiquer (écrit et oral), adopter un comportement responsable vis-à-vis de sa santé, travailler son orientation.

Par petits groupes, les élèves sont amenés à réfléchir et à échanger dans le but de réaliser un schéma illustrant la phrase suivante : « Préserver sa santé, c'est préserver l'équilibre de son **écosystème intérieur** (cellules humaines, bactéries, protozoaires, champignons) ».

Les élèves peuvent alors selon leur autonomie, repartir de leurs connaissances antérieures et rapidement remobiliser la notion d'échanges réciproques entre bactéries intestinales et cellules humaines par exemple et par la suite demander des documents et/ou poser des questions à l'enseignant. Une fiche « dialogue » où les élèves inscrivent leurs besoins (ressources, questions) peut permettre de travailler sur la verbalisation collective des besoins et sur la répartition des tâches et permettre également à l'enseignant une meilleure anticipation pour la séance suivante. Des aides, sous différentes formes (définition d'écosystème, extrait de vidéo sur un écosystème à l'échelle macro ou microscopique), peuvent être apportées pour suggérer des pistes de travail aux élèves. Le travail d'exploitation des ressources scientifiques peut se faire de façon individuelle dans un premier temps afin de rendre le travail collectif ultérieur plus constructif. Chaque groupe doit pouvoir avoir à sa disposition au final un ou deux document(s) sur une situation d'équilibre de l'écosystème intérieur avec des bénéfices réciproques pour le microbiote et les cellules humaines, un ou 2 documents (s) sur une situation de déséquilibre, et un ou deux document(s) sur des pistes de traitement pour retourner à l'équilibre. Il serait peut-être intéressant de travailler la notion de résilience dans tous les groupes. De même dans le cadre de l'orientation certains documents scientifiques pourraient être accompagnés de « fiche métier » sur des métiers de la santé, de l'agroalimentaire et de la recherche (notamment en informatique en lien avec le métagénome notamment).

Retrouvez éduscol sur :



Sitographie - Bibliographie

Ressources scientifiques

- CHERBUY C., THOMAS M ;, LANGELLA P. (2013). Le microbiote intestinal : une composante santé qui évolue avec l'âge. *Innovations Agronomiques* n° 33, p 37-46 [Pathologies ou troubles fonctionnels associés à des dysbioses du microbiote intestinal].
- DAUGÉ, V., JAGLIN M., NAUDON L. et RABOT S. (2015). Les maladies mentales viennent-elles du ventre ? *Pour la Science* n° 447, p 42. [Le microbiote intestinal communique avec le cerveau par les voies sanguine et nerveuse].
- EBERL G. (2015). Nos bactéries et nous : un subtil équilibre. *Pour la Science* n° 447, p26. [Tolérées par le système immunitaire, ces bactéries nous procurent des éléments essentiels et nous protègent].
- ENDERS G. (2015). Le charme discret de l'intestin -. Actes sud. [Nombreux arguments scientifiques sur le rôle du microbiote en général et plus particulièrement dans la digestion].
- GÉRARD P. (2015). Obésité : la flore intestinale mise en cause. *Pour la Science* n° 447, p 34. [Le microbiote intestinal de chaque individu est unique -relation avec l'obésité].
- LODÉ T. manifeste de l'écologie évolutive.
- SELOSSE MA. (2017). Jamais seul : ces microbes qui construisent les plantes, les animaux et les civilisations. [un regard scientifique sur la symbiose et notamment le microbiote].
- SENDER R, FUCHS S, MILO R. Are We Really Vastly Outnumbered? Revisiting the Ratio of Bacterial to Host Cells in Humans. *Cell*. 2016 Jan 28 ; 164 (3) : 337-40. doi : 10.1016/j.cell.2016.01.013 [nombre de cellules humaines et nombre de bactéries dans notre microbiote].
- Dossier de presse « [Microbiote, révolution intestinale](#) » INRA sciences et impact.

Retrouvez éduscol sur :

