



MOOC BIODIVERSITÉ

Ce document contient la transcription textuelle d'une vidéo du MOOC UVED « Biodiversité ». Ce n'est donc pas un cours écrit au sens propre du terme ; le choix des mots, l'articulation des idées et l'absence de chapitrage sont propres aux interventions orales des auteurs.

Changements de la biodiversité microbienne dus à l'activité humaine

Bernard Swynghedauw

Médecin – ex-INSERM

Nous allons parler un petit peu plus en détail de la vie microbienne et des changements dans la vie microbienne qui sont dus à l'activité humaine.

Alors il y a un certain nombre de sentences assez amusantes que j'ai listées sur cette diapositive : la vie microbienne, la vie en dessous de nos pieds, la matière noire de la Terre, la majorité non vue, les micro-organismes ne sont pas nécessairement visibles mais on ne peut pas éviter de les avoir toujours à l'esprit ; ce sont des sentences qui en fait soulignent toutes la simple définition de la vie microbienne, c'est-à-dire la vie que l'on ne voit pas avec nos yeux, il faut des microscopes pour ça et c'est tout. Mais le problème, c'est que les médecins, même s'ils ne la voient pas lorsqu'ils rencontrent un de leurs malades, c'est quand même la préoccupation majeure que nous avons.

Il est environ dans 1 tonne de terre, 10^{13} à 10^{15} bactéries, ce qui fait que dans l'ensemble du globe il y a un nombre absolument ahurissant de bactéries du sol. C'est important de le savoir car les bactéries qui vont jouer un rôle à la fois bénéfique et délétère sur la santé humaine, il faut bien qu'elles aient une origine et cette origine ne peut être que le sol lui-même.

Malheureusement, le lien entre les deux n'est pas encore vraiment bien fait, le sujet est oublié, il est un peu tabou. Les difficultés du sujet c'est pas tellement qu'il faille regarder les espèces bactériennes avec un microscope, c'est qu'il existe des bactéries dites abiotiques, marines ou terrestres, des bactéries biotiques, c'est celles avec lesquelles nous co-évoluons nous les

hommes ou notre chien ou notre chat préféré bien entendu, tous les animaux ont une espèce bactérienne qui coexiste avec eux et surtout que - on va le voir, je voudrais l'illustrer un peu plus en détail -, c'est que la biodiversité des bactéries et des virus est beaucoup plus compliquée que celle des animaux ou des végétaux.

Il y a des raisons de penser que la biodiversité est modifiée, pas nécessairement en plus, pas nécessairement en moins, ou les deux.

La première raison, certaine, c'est que de nouvelles bactéries sont apparues. Elles sont dues aux résistances qui créent des espèces nouvelles, ça peut être des résistances aux herbicides, aux antibiotiques (elle est archiconnue, la résistance aux antibiotiques est très documentée) mais aussi au savon de Marseille ou à l'eau de Javel car les bactéries ont une capacité de résistance incroyable, dès qu'elles sont attaquées, elles mutent et de nouvelles bactéries, de nouvelles espèces apparaissent. Certaines espèces ont presque disparu.

Alors *Helicobacter pylori*, la bactérie que nous avons dans notre estomac est en train de disparaître chez beaucoup de gens et heureusement parce que c'est lui qui est responsable de l'ulcère de l'estomac et dans une certaine mesure des cancers de l'estomac.

Les changements d'habitudes d'hygiène, d'habitudes alimentaires, la fréquence des césariennes modifient considérablement les bactéries qui coexistent avec nous. Les césariennes sont maintenant beaucoup plus fréquentes et le fait qu'on les fait plus fréquentes fait que l'enfant n'a plus contact avec les bactéries de sa maman lorsqu'il sort du vagin de la maman au moment de la naissance et qu'il est beaucoup plus stérile qu'il ne devrait l'être.

La réduction de certaines catégories. Alors il y a un très beau travail de l'INRA en France qui a montré dans une étude il n'y a pas très longtemps que certaines bactéries semblaient disparaître dans l'obésité et bien d'autres facteurs.

Donc la diversité bactérienne et probablement virale, est très affectée par l'activité humaine.

Il y a des raisons médicales de penser que la biodiversité est modifiée. La première c'est l'apparition de nouvelles infections, on n'en a malheureusement des exemples tous les 5 à 10 ans.

Il faut savoir que l'apparition de nouvelles infections n'est pas directement liée au réchauffement climatique, le facteur le plus important et de très loin, c'est la multiplication des transports, la facilité des transports.

Il existe une hypothèse, qu'on appelle l'hypothèse hygiénique qui lie l'augmentation des maladies immunes et allergiques comme les iléites, l'iléite de Crohn et l'asthme avec la diminution des désinfections, on en reparlera en détail par la suite.

Un des problèmes majeurs en la matière c'est qu'est-ce qu'une espèce bactérienne ? Alors, les critères morphologiques sont très peu précis, les grandes classifications morphologiques des

bactéries sont très peu utiles mais utilisent par contre des critères génétiques. On sait maintenant classer, montrer le nombre des espèces bactériennes au moyen de critères génétiques.

Mais il faut savoir que l'important en matière microbiologique c'est la fonction et les critères fonctionnels sont évidemment essentiels, c'est-à-dire qu'il existe par exemple des bactéries dénitrifiantes, qui enlèvent l'azote, il y a des bactéries qui produisent du CO₂ etc. mais ces classifications sont difficiles à préciser et elles ne regroupent généralement pas des critères génétiques et c'est un problème qui est actuellement en cours d'étude, qui va être résolu certainement mais qui n'est pas parfaitement clair.

En effet, en écologie microbienne, l'unité c'est moins l'espèce au sens phylogénétique du terme, au sens habituel pour les animaux par exemple, que sa fonction. Et en cas d'attaque environnementale, il y a de très nombreux travaux qui montrent que la fonction de la communauté qui résiste, c'est la fonction qui résiste et quelquefois elle résiste au profit d'une nouvelle espèce qui apparaît et lorsqu'une espèce qui assure cette fonction va disparaître. La réponse est assurée par un transfert rapide et horizontal des gènes.

Attention, horizontal, ce n'est pas le papa et la maman, c'est le papa qui transfère ses gènes vers l'enfant et non pas en épousant la maman. C'est un élément essentiel de la récupération fonctionnelle.

Le destin fonctionnel d'une bactérie pathogène capable de donner des infections sera très différent aussi - c'est un élément supplémentaire de la complexité -, selon le type de communauté bactérienne dans lequel il est introduit. Des expériences sur côlon artificiel par exemple montrent que lorsque l'on change l'endroit, le lieu dans lequel pousse la bactérie, sa fonction va se modifier.

C'est cette résistance qui explique la longévité exceptionnelle de ce règne puisqu'il faut le rappeler les bactéries existent depuis toujours, depuis que la vie a été créée, c'est-à-dire il y a trois milliard et demi d'années alors que les êtres multicellulaires n'existent que depuis 500 millions d'années. Et cette résistance extraordinaire du milieu bactérien fait aussi que c'est l'élément probablement le plus important actuellement qu'il faut considérer en matière de santé.

Le monde microbien abiotique, c'est-à-dire celui qui n'existe pas dans nos intestins (mais il n'est pas totalement abiotique dans la mesure où il coexiste avec des racines par exemple), contrôle en partie la production des effets du CO₂ et des gaz à effet de serre et il existe une balance entre la synthèse responsable de la fixation de CO₂ dans les sucres et la respiration qui libère le CO₂ dans l'atmosphère.

Les plantes sont la source d'énergie dont ont besoin tous les êtres vivants, il faut savoir qu'on ne vit qu'à cause des plantes, on ne vit pas à cause des animaux, les animaux vivent à cause des plantes également.

Les bactéries du sol, en décomposant les fèces, les cadavres ou les végétaux en fin de vie vont à leur tour produire une partie du CO₂ atmosphérique dans l'atmosphère.

C'est ce qu'on appelle la respiration hétérotrophique.

La contribution du monde microbien à la formation des deux autres gaz à effet de serre (c'est-à-dire le méthane et les composés azotés) est également importante.

- Le méthane est synthétisé par des archées (qui, si vous vous le rappelez, est un des troisièmes règnes du vivant), les méthanogènes, et l'oxydation du méthane produit du CO₂ (c'est le fameux pet de vache) mais effectivement, par exemple, l'augmentation de la consommation actuellement carnée dans le monde est un des responsables très clair de la production de méthane par l'intermédiaire du pet de vache bien sûr mais aussi d'autres éléments. Et surtout le méthane produit du CO₂ mais il est actuellement d'origine en anthropogénique, c'est-à-dire la culture du riz, les carburants fossiles.
- Le N₂O, c'est-à-dire l'oxyde nitrique est un autre de gaz à effet de serre important et son métabolisme naturel complexe inclut la fixation d'azote par les bactéries et la majeure partie de l'azote provient par contre des engrais azotés.

Le troisième facteur de risque actuellement sur la planète, (le premier étant le réchauffement, le deuxième les changements de biodiversité) est l'accumulation d'azote dans les sols.

Depuis qu'on sait synthétiser l'azote solide à partir de l'azote gazeux, cet azote solide s'accumule dans les engrais azotés et c'est un facteur très important actuellement qui est rarement pris en compte mais qui a été souligné par Monsieur Rockström dans un article célèbre dans les milieux scientifiques.

Les microbes sont également sensibles aux effets de serre et les composantes du changement climatique qui interfèrent avec les bactéries sont d'abord le CO₂ directement ou indirectement et puis les températures externes.

L'opinion actuelle est que le climat modifie de façon continue les communautés bactériennes, on ignore pour l'instant s'il peut supprimer ou induire des communautés bactériennes aussi essentielles que certains, par exemple, groupes de bactéries qui ont une fonction dénitrifiante.

Le CO₂ qui est libéré par les racines stimule la croissance bactérienne, fixe l'azote du sol et modifie sa chimie. Il faut savoir que dans le sol, les champignons en particulier assimilent mieux le carbone que les bactéries, leur membrane résiste mieux à la décomposition que celle

des bactéries, et un écosystème qui sera dominé par les champignons respire mal et séquestre plus de carbone.

Ces effets complexes dépendent fortement de la nature des plantes en présence.

Alors, toutes ces considérations font qu'on sait aussi que la température stimule l'activité microbienne, qu'elle augmente la production de microbes à partir du CO₂ et par exemple dans le permafrost, c'est-à-dire le sol gelé en permanence au Canada ou en Sibérie, le permafrost déstabilise les stocks de carbone. Alors comme on sait également que l'humidité du sol devra augmenter, ceci complexifie encore les relations.

J'ai très conscience en faisant cet exposé d'être complexe mais la vie est compliquée, mais la vie microbienne n'est pas plus simple que la vie des espèces multicellulaires. Il faut savoir qu'elle est simplement beaucoup moins bien connue, beaucoup moins visible et beaucoup plus difficile à étudier.

L'apparition de nouvelles espèces bactériennes se fait soit par hasard, soit par nécessité, c'est-à-dire l'activité humaine.

L'activité humaine engendre de nouvelles espèces de bactéries par le jeu de la sélection, la sélection naturelle, la sélection de mutation mais aussi des transferts horizontaux de gènes qui sont induits, comme je vous l'ai dit tout à l'heure, par les traitements, les nouveaux traitements mais aussi par simplement les désinfectants, les pesticides et les innombrables produits chimiques que l'espèce humaine disperse actuellement sans aucune mesure dans l'atmosphère et dans le sol.

Il y a de nouvelles espèces bactériennes et cette dernière diapositive sert de conclusion.

L'activité humaine a engendré une flopée de nouvelles bactéries qui, de l'avis de plusieurs scientifiques connus, posent de véritables problèmes mais des bactéries qui sont soit des bactéries résistantes aux traitements (la célèbre résistance aux antibiotiques dont avait fait état le président Chirac lors de sa prise de fonction), qui ont des effets également.

Alors ces bactéries ont elles-mêmes une activité qui n'est pas nécessairement uniquement de résister aux traitements mais qui a des effets secondaires qui sont non désirables ou qui peuvent être tout simplement non désirés et surtout, ces nouvelles espèces ont des capacités évolutives inconnues, fortes et dangereuses.

Et comme je l'ai dit tout à l'heure, ceci qui concerne non seulement les antibiotiques d'usage thérapeutique mais aussi pour l'alimentation animale mais aussi les antiviraux, les herbicides, les pesticides, tous les désinfectants et les incalculables pollutions de tout poil.

La liste est presque infinie et les risques sont de ce fait totalement imprévisibles et ceci correspond certainement à des éléments forts de la mise en garde actuellement que je souhaitais faire.