



MALADIES INFECTIEUSES : LA GRANDE ACCÉLÉRATION

Hélène SOUBELET

Voici le deuxième article de la série traitant des variations actuelles de la biodiversité. Il concerne l'impact de la crise actuelle de la biodiversité sur l'émergence de certaines pathologies infectieuses.

Les maladies, dont les zoonoses, sont des processus écologiques naturels au sein des écosystèmes. Tous les êtres vivants ont co-évolué avec leurs pathogènes pour s'y adapter.

Certains processus ont même conduit à leur intégration sous forme de fragments d'ADN dans leur hôte. Notre génome s'est ainsi construit en incorporant des fragments d'ADN issus d'épidémies anciennes. C'est le cas de la télomérase, une enzyme à l'origine virale qui a été intégrée au génome humain et qui participe au phénomène d'apoptose cellulaire indispensable à notre survie. C'est aussi le cas des syncytines, des glycoprotéines d'enveloppe codées par des gènes issus de rétrovirus et qui permettent le développement placentaire chez les mammifères. L'éradication complète des pathogènes, en plus d'être souvent très coûteuse, peut donc ne pas avoir que des effets positifs.

Par ailleurs, d'autres parasites ou agents pathogènes sont susceptibles d'occuper les niches laissées vacantes. Il en va de même des vecteurs. Tenter de réduire des populations ou éradiquer une espèce pour réduire l'incidence d'une maladie zoonotique constitue des actions que la complexité du monde vivant, et plus spécifiquement des processus écologiques, rend très aléatoires.

La majorité des germes émergents ou ré-émergents ces dernières décennies ont été des virus (*a contrario* des bactéries, protozoaires ou helminthes) grâce à leurs forts taux de reproduction et leurs capacités à s'adapter à de nouveaux environnements.

Parallèlement, le nombre d'épidémies dues aux maladies infectieuses augmente depuis la seconde moitié du 20^e siècle, et ce malgré une prise en charge sanitaire qui s'améliore et parvient à stabiliser, voire à diminuer le nombre de morts. Ainsi, en France, entre les années 1940 et 2000, le nombre de maladies infectieuses émergentes a été multiplié par quatre et en plus du rôle déjà connu de la démographie, de l'urbanisation et de la mondialisation des échanges, la corrélation avec la biodiversité est bien établie.

Examiner comment la biodiversité, et notamment les équilibres entre espèces au sein des écosystèmes, peuvent nous protéger des maladies infectieuses est un nouveau paradigme qui fait l'objet de recherches récentes et encore peu nombreuses.



LE RÔLE DES ÉCOSYSTÈMES (cf. encadré 1)

Des pressions majeures s'exercent sur les écosystèmes et négliger leur rôle dans le maintien et la propagation des maladies infectieuses revient à ignorer un des facteurs importants de la dynamique de ces dernières.

Les maladies sont ainsi évidemment sensibles à la mondialisation des échanges ou au changement climatique, des corrélations très claires ont été établies entre la diffusion des épidémies et les routes commerciales ou encore le réchauffement climatique et la propagation des pathogènes et de leurs vecteurs vers le nord.

Mais d'autres pressions ont aussi des effets majeurs sur les maladies en particulier, car elles modifient les écosystèmes et les populations vivantes associées.

Si on observe à l'échelle mondiale une bonne corrélation entre le nombre de maladies infectieuses décrites dans un pays et le nombre d'espèces de vertébrés qui y sont recensées, une seconde corrélation intéressante est le nombre d'épidémies déclarées par pays et le nombre d'espèces de mammifères et d'oiseaux répertoriées en danger. **Une baisse de la diversité génétique des hôtes s'accompagne souvent d'une baisse de la diversité de leurs pathogènes, mais d'une augmentation en fréquence et en ampleur des épidémies.** Tout se passe comme si les systèmes biologiques, écosystèmes, communautés ou populations perdent leurs propriétés de régulation de leurs pathogènes quand ils perdent en diversité, spécifique ou génétique.

La pression anthropique sur la nature peut aussi se traduire par une **augmentation de l'appropriation par les hommes de la productivité primaire biologique** et donc de l'énergie nécessaire aux écosystèmes. La réponse directe des écosystèmes est la perte de biodiversité, qui peut s'apprécier par le nombre d'espèces d'oiseaux et de mammifères en danger selon la liste rouge de l'IUCN (Union internationale pour la conservation de la nature) et par une baisse des services écosystémiques, dont les services de régulation des maladies infectieuses. Ainsi, plus cette appropriation augmente et **plus le nombre d'épidémies de maladies infectieuses zoonotiques augmente.** La transformation des écosystèmes diminue mécaniquement la biodiversité et peut faire craindre à une augmentation des crises sanitaires.

LA DESTRUCTION ET LA FRAGMENTATION DES HABITATS

La déforestation a des conséquences importantes sur les populations d'animaux sauvages. Lorsque leurs habitats ou leur ressources alimentaires sont détruits, ces populations s'effondrent, c'est le cas par exemple de l'Orang-Outang à Sumatra et Bornéo. Une autre possibilité est qu'elles se déplacent, elles sont alors plus en contact avec les hommes et leurs animaux domestiques. C'est ce qui s'est passé à la fin des années 1990 pour les chauve-souris qui vivaient à Bornéo, elles ont été poussées à migrer vers les abords des villes à la suite de la destruction des forêts sous la pression cumulée de l'avancée des plantations de palmiers à huile et des feux générés par le phénomène El Niño. Or, ces chauves-souris (notamment le genre *Pteropus*) sont porteuses naturelles du paramyxovirus Nipah dont l'émergence chez l'homme a causé en un an (septembre 1998 - décembre

Encadré 1 : Mécanismes intervenant dans la diffusion des maladies infectieuses

Plusieurs phénomènes contribuent à la diffusion des maladies infectieuses dans les écosystèmes ou la prévalence d'un pathogène chez son ou ses hôtes. Quatre mécanismes principaux ont été documentés dans la littérature scientifique et restent débattus :

- **la prédation** qui permet le contrôle de la population d'hôtes par un ou plusieurs prédateurs ;
- **la compétition** entre deux espèces exploitant la même niche écologique qui participe de la régulation des populations d'espèces vectrices ;
- **la dilution** lorsqu'une plus grande diversité d'espèces réduit la prévalence d'un pathogène ;
- **et au contraire l'amplification**, lorsque le risque d'épidémie augmente avec la diversité des espèces présentes dans l'environnement.

1999) 283 cas d'encéphalite dont 109 mortels en Malaisie. Des litchis, issus de pieds plantés au-dessus des porcheries pour les ombrager, servaient de nourriture à la fois aux cochons et aux roussettes chassées de leur habitat naturel. L'hôte intermédiaire, dans ce cas le cochon, s'est trouvé en contact avec les chauve-souris, ce qui a favorisé la transmission du virus à l'homme. Plus d'un million de cochons ont été abattus, un contrôle strict du statut sanitaire des porcs a été mis en place par Singapour pour limiter la diffusion de la maladie. Cette crise a été à l'origine d'une restructuration sans précédent du marché régional des viandes porcines, sans pour autant que l'infection ne soit complètement stoppée.

Dans le même ordre d'idées, la maladie du Nil occidental est favorisée en situation de forte présence de l'agent pathogène, or dans les écosystèmes riches en biodiversité, la densité d'hôtes très compétents est plus faible, la probabilité de la contamination par la maladie diminue. C'est l'effet de dilution. Or, aux États-Unis, les oiseaux les plus compétents pour transmettre la maladie (les moineaux, roselins, merles d'Amérique, geais bleus, quiscales) se multiplient dans des habitats très fragmentés ou dégradés.

LA POLLUTION MÉDICAMENTEUSE

Dans les années 1990, l'Inde a vu les populations de deux de ses espèces de vautours (*Gyps bengalensis* et *Gyps indicus*) diminuer de plus de 90 %. L'hypothèse au départ virale a ensuite été infirmée lorsque la responsabilité du dichlophenac, utilisé massivement comme anti-inflammatoire pour les bovins, a été confirmée en 2002.

La disparition des vautours a interrompu la prise en charge naturelle des carcasses par ces animaux et ils ont été remplacés rapidement par les chiens errants dont la population, notamment autour des villes a largement augmenté. Or, les vautours présentent deux avantages par rapport aux chiens pour le même service écosystémique d'équarrissage : ils dépècent plus efficacement et plus complètement les carcasses et ils sont des culs-de-sac épidémiologiques pour le virus rabique.

L'Inde s'est trouvée confrontée, à cause de la disparition des vautours, à une grave crise sanitaire associant augmentation de la population de chiens errants, contamination des eaux de surface par les carcasses en décomposition, augmentation des cas

de peste et de charbon bactérien, augmentation des morsures et probablement des cas de rage.

La gestion de la crise, incluant la prise en charge des malades et la vaccination des chiens errants a coûté près de 35 milliards de dollars à l'Inde.

Malgré l'interdiction du dichlophénac en 2006, la population de vautours ne s'est pas rétablie en raison de la toxicité d'autres médicaments comme le kétoprofène.

LES DÉSÉQUILIBRES ÉCOLOGIQUES

L'Europe recense près de 65 000 cas de maladie de Lyme par an, principalement en Autriche et en Slovénie, tandis qu'en France, cette maladie a connu une augmentation significative depuis 2015. Les Etats Unis déclarent, quant à eux, plus de 30 000 cas tous les ans.

Le lien entre la perte de biodiversité et la recrudescence de la maladie de Lyme a été établi dans plusieurs cas.

En Amérique du nord, le déclin du renard roux, prédateur spécialiste du rongeur *Peromyscus leucopus*, l'hôte le plus compétent pour transmettre *Borrelia burgdorferi*, semble avoir été le facteur explicatif principal de la recrudescence de la maladie. Dans quatre états des Etats-Unis, des corrélations fortes ont été établies entre l'incidence de la maladie de Lyme et la rareté des renards, alors qu'aucune corrélation n'a été établie entre l'abondance des cerfs (hébergeant les tiques adultes) et la maladie.

Plus tard, aux Pays-Bas, une équipe de recherche a démontré la corrélation entre l'activité des prédateurs et la maladie,

- d'une part, par la régulation des populations de rongeurs qui abaisse mécaniquement le nombre de tiques dans un écosystème,
- d'autre part, par une modification du comportement des rongeurs qui, en devenant plus craintifs et plus casaniers, croisent moins de congénères et donc abaissent la probabilité d'être contaminés par une tique infectée.

La diminution des prédateurs peut donc avoir des effets en cascade sur la transmission des pathogènes. La protection des espèces prédatrices, dans ce cas le renard roux, la martre, le putois ou le blaireau, peut ainsi contribuer à diminuer la prévalence de certaines maladies transmises par les tiques.

Un autre mécanisme intéressant est l'effet paradoxal des opérations d'abattage localisés du renard en Europe, qui n'ont pas empêché l'augmentation rapide des populations de renards entre 1980 et 2000, et surtout, ont pu avoir un effet contraire à l'objectif attendu, car ce sont des jeunes renards qui recolonisent prioritairement, et ceux-ci sont plus fortement parasités que les individus plus âgés, ce qui accroît la prévalence des parasites dans la zone où la population de renards a été réduite. Dans les régions où le renard cohabite avec le loup et le lynx, une régulation naturelle pourrait avoir lieu.

CONCLUSION

Il y a une augmentation généralisée des épidémies, tant animales que végétales. De plus, les épidémies sont de moins en moins cantonnées aux échelles nationales ou régionales mais présentent de plus en plus un caractère global. Face à ces modifications de dynamiques, nous avons besoin de la science

pour créer et diffuser de nouvelles connaissances robustes et généralisables.

Par exemple, les cycles naturels de vie des organismes infectieux sont difficiles à prévoir en raison de la multiplicité des hôtes potentiels, des réservoirs environnementaux et des interactions entre espèces et communautés au sein des écosystèmes.

Par ailleurs, la notion de réservoir s'est complexifiée, la part relative des différentes espèces dans la transmission des maladies reste à préciser et l'intégration des comportements humains et des conséquences sanitaires des pressions exercées sur la biodiversité sont peu étudiées. Or ces pratiques sont très importantes dans les dynamiques épidémiologiques : nous ne pouvons pas garantir le bien-être et la santé de la population humaine sans préserver des écosystèmes sains et fonctionnels capables de dépolluer nos eaux, notre air, nos sols, capables de contenir les ravageurs et pathogènes et de produire une nourriture de qualité nutritionnelle suffisante.

Faire enfin le lien entre les sciences médicales humaines, vétérinaires et les sciences de l'écologie, de l'évolution et de l'environnement est un des enjeux majeurs du concept « One Health », né en 2004.



Photo 1 : Le renard joue un rôle clé dans les chaînes trophiques et sa destruction systématique pourrait être un élément du déséquilibre des écosystèmes ...

Crédit : Jean-François Silvain

RÉFÉRENCES

Dupressoir, A and Heidmann, T ; Syncytins, retroviral envelope genes captured for the benefit of placental development ; Med Sci (Paris) 2011 ; 27 : 163-169 ; <https://doi.org/10.1051/medsci/2011272163>

K.B. Chua, B.H. Chua, C.W. Wang ; Anthropogenic deforestation, El Niño and the emergence of Nipah virus in Malaysia ; Malays. J. Pathol., 24 (1) (2002), pp. 15-21

FAO ; World Livestock 2013: Changing Disease Landscapes. <http://www.fao.org/3/i3440e/i3440e.pdf>

https://www.fondationbiodiversite.fr/file/2019/02/Renards_et_risque-de-transmission-de-la-maladie-de-Lyme.pdf

Questionnement : Comment l'homme modifie-t-il les écosystèmes et quelles en sont les conséquences ?