

**JEAN-DOMINIQUE LEBRETON**

Membre de l'Académie des Sciences

MEMBRE DU CONSEIL SCIENTIFIQUE DE LA FONDATION  
NICOLAS HULOT POUR LA NATURE ET L'HOMME



# **MALADIES ÉMERGENTES ET CHANGEMENTS PLANÉTAIRES : QUELQUES RÉFLEXIONS**

JUIN 2020

Cette note de réflexion vise à faire un premier point de synthèse très général entre les changements planétaires en cours (dérèglement climatique, érosion de la biodiversité, accroissement de la population humaine et développement de certaines de ses pratiques : transport, concentration urbaine, alimentation, élevage etc.) et le risque d'apparition de maladies émergentes.

Le destin de toute population vivante est d'être frappée de temps à autre d'épidémies : c'est le résultat d'une « course évolutive » sans fin entre développement de moyens de défenses (systèmes immunitaires...), et développement de pathogènes aux adaptations très variées (comment un virus a-t'il « appris » à faire tousser pour se disséminer ?). Les populations humaines n'échappent pas à ce destin commun. Quels que soient les changements des sociétés humaines et leurs impacts sur le monde qui nous entoure, ils ne sauraient donc expliquer l'existence même d'épidémies.

Le nombre de « maladies émergentes », donc nouvelles, souvent épidémiques, semble cependant bien être en augmentation (Jones et al. 2008). Cette augmentation s'est accompagnée d'une amélioration considérable de nos moyens de détection, et d'une amplification médiatique marquée. L'augmentation des impacts (sanitaire, social, économique...) de telles maladies émergentes est encore plus marquée, comme le montre l'exemple du Coronavirus COVID-19. Dans quelle mesure et par quels mécanismes les « changements planétaires » (traduction exacte de « global change ») peuvent-ils augmenter la fréquence ou aggraver les conséquences des maladies émergentes ? Les changements à discuter recouvrent non seulement bien sûr les changements climatiques mais aussi de multiples « changements d'usage », tels que l'augmentation des transports de personnes et de marchandises, l'intensification de l'agriculture et de l'élevage, l'augmentation de la population et de l'urbanisation, la surexploitation de ressources non-renouvelables ou faiblement renouvelables. L'érosion de la biodiversité, elle-même conséquence de ces changements, est devenue de facto par ses propres conséquences une des composantes des changements à considérer.

Les différents points discutés ci-après sont autant que possible illustrés d'exemples et accompagnés de références irréfutables (voir aussi Morand, 2016).



## La nature des maladies émergentes

Les virus, parasites et bactéries maintiennent en général un équilibre avec leur hôte habituel, qu'ils n'ont pas intérêt à tuer massivement, puisqu'ils disparaîtraient eux-mêmes rapidement. De la même façon, un lion n'a pas « intérêt » (évolutivement parlant) à tuer toutes ses proies parce qu'il disparaîtrait avec elles. En pratique, une fraction majeure de la population d'hôtes est immunisée par des anticorps, produits par le système immunitaire. Mais le renouvellement des populations recrée sans cesse des individus susceptibles d'être infectés (même s'il existe un temps d'immunité postnatale par transmission d'anticorps maternels) : un état endémique ou des vagues épidémiques saisonnières persistent...

Mais accidentellement ou par mutation, un virus peut passer chez un hôte nouveau. C'est arrivé, cela vient d'arriver, et cela arrivera encore. Face à un nouveau pathogène, un organisme peut être « naïf » de deux façons. La première, la plus évidente, est l'absence totale d'anticorps face à un pathogène qui n'a jamais sollicité le système immunitaire : on parle d'absence de « mémoire immunitaire ». La première vague avant le développement au sein de la population d'une fraction immunisée significative (par production d'anticorps et guérison, ou par vaccination) a forcément un impact important. Même dans des maladies à fort impact, la présence d'une machine de fabrication d'anticorps permet cependant une réponse adaptée après un premier pic qui peut être désastreux. Mais des individus ou des populations entières peuvent être « naïfs » génétiquement parlant, en ayant par exemple perdu (par « dérive génétique ») certaines capacités immunitaires. Un exemple classique chez les humains est [l'impact des maladies épidémiques européennes sur les indiens américains](#).



© CAPTAIN SAMUAL EASTMAN - NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE - PUBLIC DOMAIN

Des différences génétiques de susceptibilité à des Coronavirus entre individus ont ainsi été mises en évidence (Zhang et al. 2005), et le sujet des maladies émergentes relève donc clairement pour une part de la biologie évolutive. Ce lien peut aussi être évoqué à propos des maladies dites « infantiles ». Les maladies à fort taux de transmission ne tardent pas à infecter un individu « susceptible » (d'être infecté), et ont donc toutes chances d'arriver chez des individus jeunes. Cela a eu pour premier effet de sélectionner des défenses immunitaires marquées chez les jeunes individus, et donc de conduire chez eux à des formes relativement bénignes de la maladie. Mais, une très large part des adultes étant dès lors immunisée, des mécanismes de défense à l'âge adulte ne seront que peu ou pas sélectionnés, voire seront contre-sélectionnés s'ils ont un coût pour l'individu. On doit dès lors s'attendre à des formes plus sérieuses chez l'adulte et c'est bien ce qui est observé, par exemple pour la Varicelle. Les Oreillons peuvent même entraîner chez le mâle adulte une stérilité, cas extrême d'impact sur la valeur évolutive (« fitness ») !

## Maladies émergentes et zoonoses

Les zoonoses (maladie infectieuse transmise d'un animal – on restreint en général aux Vertébrés - à l'homme, ou vice-versa) sont une source constante d'épidémies humaines. Un virus endémique chez des animaux peut atteindre l'homme de façon fortuite, avec ou sans mutation. C'est d'autant plus facile que le design et la machinerie cellulaire des animaux homéothermes (Mammifères, Oiseaux) sont assez homogènes (des organes homologues : un foie, des poumons... ; une température de 37-42 °C...). La grippe espagnole de 1918 semble ainsi avoir une origine aviaire, et le VIH a eu pour premier foyer des populations de singes (Raymond & Godelle, 2010 p.778). La consommation d'espèces animales sauvages est bien entendu une porte d'entrée privilégiée de zoonoses dans les populations humaines.

## Rôle des changements planétaires

Les changements planétaires sont impliqués de plusieurs façons.

**Les transports** sont depuis longtemps une source considérable de dissémination des épidémies : le transport de denrées sur les bateaux, et donc inévitablement de rats, a contribué à répandre la peste, zoonose bactérienne, en Europe. Ce sont en fait les puces des rats qui sont le vecteur. **L'augmentation des transports** en tous sens fait que « tout est partout » très rapidement, et que ce sont les conditions d'installation qui priment. Pour les virus affectant l'homme, la dissémination planétaire peut être très rapide comme l'a montré l'exemple du Coronavirus COVID-19.

**Le changement climatique** : des humains peuvent transporter un virus, mais des moyens de transports (la désinsectisation des avions est le plus souvent symbolique) transportent également en tous sens des vecteurs. Le cas du moustique tigre *Aedes albopictus* est bien connu. Son installation et son expansion en France métropolitaine résultent d'une longue suite d'hivers doux, en lien direct donc avec le changement climatique. Ce moustique ne transmet que la lignée de virus du Chikungunya de l'Océan Indien, que peu de porteurs rapportent en métropole chaque année, mais cela a suffi à y induire quelques dizaines de cas de transmission secondaire entre humains. La variante antillaise du virus n'est heureusement pas transmise par *Aedes albopictus* pour l'instant, et son principal vecteur *Aedes aegyptii* n'est pas présent en métropole (Weaver & Lecuit, 2015) : aucune infection secondaire en métropole par cette variante n'a été observé malgré le grand nombre d'individus infectés revenant chaque année des Antilles (Simard, comm. pers.). On peut craindre que des mutations du virus ou du moustique tigre changent un jour radicalement cette situation. Un impact du changement climatique est aussi évoqué à propos de la libération de virus par la fonte du pergélisol (voir par ex. Abergel & Claverie, 2014).

**Surpopulation et concentrations urbaines :** le taux de transmission d'une maladie infectieuse dépend de caractéristiques intrinsèques au pathogène, mais, toutes choses égales par ailleurs, croît avec le nombre de contacts entre « infectés » et « susceptibles ». Ce nombre de contacts est directement lié à la densité de population, un point bien pris en compte dans les modèles épidémiologiques (Hu et al. 2013, et les références citées dans cet article). Le taux de transmission est donc inévitablement plus élevé qu'ailleurs en milieu urbain, que ce soit dans les transports des villes occidentales, ou dans les grandes conurbations des pays en voie de développement (Delhi, Lagos, Le Caire, etc.). L'augmentation des populations humaines, et l'augmentation de la proportion d'urbains sont donc des facteurs aggravants des épidémies. La « distanciation sociale » par confinement (figure ci-contre) est simplement un moyen de ramener le nombre de contacts à une valeur plus modérée (Ferguson et al. 2020), dont on peut imaginer qu'elle était celle de sociétés rurales traditionnelles.

## LA DISTANCIATION SOCIALE



**Erosion de la biodiversité et évolution de la transmission au sein des populations animales hôtes :** l'érosion de la biodiversité induit un appauvrissement des communautés animales et tend à induire plus d'augmentations que de diminutions de la fréquence de zoonoses dans les populations hôtes primaires (Keesing et al. 2010). Une preuve expérimentale soignée de cet effet a été apportée par Suzan et al. (2009). Guégan et al. (en révision) montrent par une large revue de la littérature que la déforestation est indéniablement une source de maladies émergentes pour les humains.

**Changement des pratiques de prélèvement et de consommation d'animaux sauvages :** Le rôle de la « viande de brousse » en tant que partie intégrante de l'économie informelle de nombreux pays, notamment africains, est décrit en détail par Bahuchet (2000). Son rôle dans la fièvre hémorragique à virus EBOLA est relaté par Fa & Nasi (2018), qui soulignent que de nombreuses études indiquent une augmentation de la consommation de viande de brousse, posant à la fois des problèmes de santé et de conservation de la biodiversité (Milner-Gulland et al. 2003).

**Evolution des pratiques d'élevage :** il y a souvent un rôle complexe du domestique ET du sauvage, mais les **pratiques d'élevage sont souvent peu résilientes face à des pathogènes, et même souvent favorables à leur dissémination épidémique.** Premier exemple, la brucellose chez les bouquetins (des centaines de bouquetins abattus sur ordre préfectoral dans le massif du Bargy en Haute-Savoie il y a quelques années) avait été propagée dans cette population à partir de cas non signalés (vraisemblablement pour éviter l'abattage du troupeau concerné) chez des animaux d'élevage (que les bouquetins approchent parfois) (voir par ex. Libération 12/9/2014) ; deuxième exemple, la grippe aviaire : le transport illégal de canetons depuis l'Est de l'Europe jusque dans le Sud-Ouest semble avoir joué un rôle, et encore plus l'organisation « longitudinale » de la filière : un producteur d'œufs transmet les canetons à un éleveur qui transmet les canards grandis à un gaveur... Un responsable de syndicat d'éleveurs





de canards avait indiqué dans une interview radiophonique qu'il leur fallait absolument revoir de fond en comble leur organisation. Dans les élevages de poulets, l'évolution vers de fortes densités et une grande homogénéité génétique des individus fait que toute épidémie qui démarre ne peut que flamber, et c'est la pratique d'élevage là-aussi qui pose question. Ce ne sont pas que des pratiques « modernes » qui sont à remettre en cause. Par exemple, les élevages de canards en grandes troupes dans les rizières du Mékong (photo ci-dessus) (où les crottes des canards recyclent de l'azote pour le riz), dans des eaux chaudes de faible profondeur en font de véritables bouillons de culture. C'est un lieu de départ idéal pour des virus de grippe.

## Discussion

L'implication des changements planétaires dans l'explosion des maladies émergentes, sinon en nombre du moins en ampleur et impacts, est donc indéniable. Le rôle central des zoonoses amène à regarder le problème comme un problème d'interaction entre l'homme et le reste du vivant, incluant les réservoirs sauvages de pathogènes. Les questions sur les modes de développement qui ont induit la situation actuelle (cf. Jean Tirole, *Le Monde* 25/3/2020,) gagnent à être posées dans un contexte moins anthropocentré que celui de l'épidémiologie traditionnelle (cf. Corine Pelluchon, *Le Monde* 23/3/2020), dans une véritable « épidémiologie intégrative » (Guégan & Choisy, 2009).

## Références bibliographiques

- + Abergel, C. & Claverie, J.M. (2014). Pithovirus sibericum: réveil d'un virus géant de plus de 30 000 ans. Médecine/Sciences 30 : 329-331.
- + Bahuchet, S. (2000). La filière "viande de brousse". Pp. 331-363 in « Les Peuples des forêts tropicales aujourd'hui : volume II, Une approche thématique », Commission européenne-APFT, hal-00547945
- + Fa, J.E. & Nasi, R. (2018). Viande de brousse, impacts anthropiques et santé humaine dans les forêts tropicales humides: le cas du virus Ebola. Revue Forestière Française 70 : 231-241.
- + Ferguson, N.M., Laydon, D. et al. (2020). Impact of non-pharmaceutical interventions (NPIs) to reduce COVID-19 mortality and healthcare demand. Report nr9, Imperial College, Londres. <https://doi.org/10.25561/77482>
- + Guégan, J.F & Choisy, M. (2009). Introduction à l'épidémiologie intégrative des maladies infectieuses et parasitaires. De Boeck, Bruxelles.
- + Guégan, J.F., Ahidjo, A., Cappelle, J. & de Thoisy, B. (en révision). Forest and emerging infectious diseases: unleashing the beast within. Environmental Research Letters.
- + Hu, H., Nigmatulina, K. & Eckhoff, P. (2013). The scaling of contact rates with population density for the infectious diseases models. Mathematical Biosciences: 244: 125-134.
- + Jones, K.E., Patel, N.G., Levy, M.A., Storeygard, A., Balk, D., Gittleman, J.L. & Daszak, P. (2008). Global trends in emerging infectious diseases. Nature 451: 990-994.
- + Keesing, F., Belden, L.K., Daszak, P., Dobson, A., Harvell C.D., Holt, R.D., Hudson, P., Jolles, A., Jones, K.E., Mitchell, C.E., Myers, S.S., Bogich, T. & Ostfeld, R.S.(2010). Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases. Nature 468: 648-652.
- + Milner-Gulland, E.J., Bennett, E. & The SCB 2002 Annual Meeting Wild Meat Group (2003). Wild meat: the bigger picture. Trends in Ecology and Evolution 18: 351-357
- + Morand, S. (2016). La prochaine peste, une histoire globale des maladies infectieuses. Fayard, Paris
- + Raymond, M. & Godelle, B. (2010) Applications de la Biologie évolutive. Pp 749-788 in Thomas, F., Lefèvre, T. et Raymond, M. (Coordinateurs). Biologie évolutive. De Boeck, Bruxelles.
- + Suzan, G., Marce, E., Giermakowski, J.T., Mills, J.N., Ceballos, G., Ostfeld, R.S., Arminen, B., Pascale, J.M. & Yates, T.L. (2009). Experimental evidence for reduced rodent diversity causing increased Hantavirus prevalence. Plos One 4: e5461.
- + Weaver, S.C. & Lecuit, M. (2015). Chikungunya virus and the global spread of a mosquito-borne disease. New England Journal of Medicine 372: 1231-1239.
- + Zhang, H., Zhou, G., Zhi, L., Yang, H., Zhai, Y., Dong, X., Zhang, X., Gao, X., Zhu, Y. & He, F. (2005) Association between Mannose-Binding Lectin Gene Polymorphisms and Susceptibility to Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus Infection. Journal of infectious diseases 192: 1355-1361.

## Quelques liens

- + [Rôle de la pollution](#)
- + [Lien avec le changement climatique](#)
- + [Déforestation et érosion de la biodiversité](#)
- + [Anthropocentrisme](#) (origines)
- + [Anthropocentrisme](#) (definition)
- + [Distanciation sociale et densité dépendance](#)
- + [Migration vers les villes et changement climatique](#)