

PLANÈTE, SANTÉ & SOCIÉTÉ

*La santé planétaire
et ses enjeux*

SOMMAIRE

Préambule	6
Financements	6
Les vidéos	7
Remerciements	8
Introduction à la santé planétaire	9
Pistes de lectures	11
L'ère de l'anthropocène et ses limites	11
Le concept de « one health »	12
Le concept de “one health”	12
Qu'est-ce que la santé planétaire ?	12
Une maladie de l'anthropocène - exemple de la covid-19 :	13
Quelques défis de santé planétaire	14
Script de la vidéo 1 «	15
Sources	17
La terre, vue comme un système	19
Suggestions de lecture	21
Habitabilité de la terre par l'homme	21
Impact de l'activité humaine sur la santé planétaire	22
Interconnexion avec la nature	31
Moteurs écologiques et limites planétaires	34
Script de la vidéo 2	38
Sources	40
Comment les pandémies ont mis les sciences au défi	44
Contexte	45
Les épidémies dans l'histoire	45
L'importance de l'hygiène dans la prévention de ces épidémies	46
La quarantaine un moyen de contrôle de la propagation des épidémies	48
La vaccination au cours de l'histoire	49
Qu'est-ce que la vaccination ?	52
Composition des vaccins	54
Efficacité vaccinale : comment la calcule-t-on ?	56
Scepticisme face aux vaccins	56
De la première conférence sanitaire internationale à la création de l'OMS	57
Script de la vidéo 3	58
Sources et références	60

Maladie chronique, de l’asthme à l’éco-anxiété	64
Suggestions de lecture et d’écoute	65
Contexte	65
De la medecine a la sante publique	66
Puis de la sante publique a la sante planetaire	67
L’effet de la dillution	68
L’agroalimentaire indisociable des enjeux climatiques, sociaux, environnementaux, et de sante	68
Le concept de syndemie	70
Le paradigme de l’exposome	71
Maladies chroniques et sante planetaire	74
Script de la vidéo 4	80
Sources	82
Acteur•ices de la santé planétaire	85
Texte des intervenant•e•s	86
Gaspard prevot	86
Cannelle fourdrinier	88
Dr pearl ante-testard	90
Dr. Yuria celidwen	91
Ressources, associations, initiatives ...	93
Ressources supplementaires pour s’informer et agir	94

PRÉAMBULE

Ce document a été réalisé en complément des 5 vidéos de communications « Santé, Planète, et Société » initié, et coordonné par la Pr. Mounia Hocine qui travaille à Santé publique France, piloté par Hanifa Bouziri doctorante au laboratoire MESuRS (Modélisation, épidémiologie et surveillance des risques sanitaires) du Cnam (Conservatoire national des arts et métiers) et Pearl Ante-Testard post-doctorante à l'Université de Californie-San Francisco. Le contenu scientifique a été écrit par Hanifa Bouziri et Pearl Ante-Testard, en collaboration avec l'association de l'Alliance en Santé Planétaire et des doctorantes de l'équipe MESuRS et de Santé Publique France. La designer Lisa Dehove a réalisé les illustrations, l'animation, les montages audio et vidéo, et a écrit les scripts des vidéos en collaboration avec Hanifa Bouziri. Elle a aussi effectué la mise en page de ce recueil de sources.

Ce document est à prendre comme une suggestion de sources supplémentaires pour approfondir vos connaissances sur les thématiques traitées dans les vidéos de communications « Santé, Planète, et Société ». Nous avons pris soin ici de vous présenter des résumés succincts sourcés des passages que nous avons utilisé pour la conception de nos vidéos. Vous remarquerez que pour certaines parties il y est uniquement mentionné la source, le caractère synthétique du matériau original ne nécessitant pas un travail de synthèse supplémentaire.

FINANCEMENTS

Le laboratoire MESuRS du Cnam a permis le financement de la designer Lisa Dehove. Les autres membres du projet ont travaillé bénévolement sur la conception des vidéos.

LES VIDÉOS

Les cinq épisodes de la série sont disponibles sur youtube



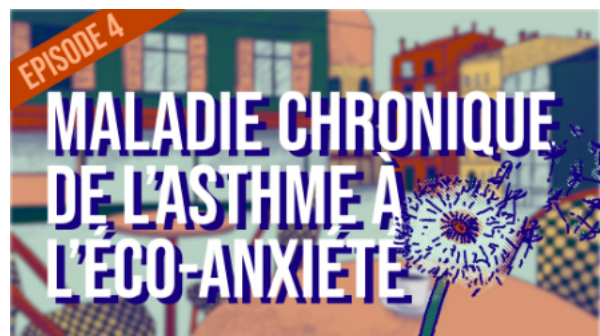
1 - Qu'est-ce que la santé planétaire ?



2 - La Terre vue comme un système



3 - Comment les pandémies ont mis les sciences au défi



4 - Qu'est-ce que l'exposome ?



5 - Quelques solutions de santé planétaire

REMERCIEMENTS

« Nous tenons à chaleureusement à remercier la Pr Mounia Hocine, de nous avoir donné l'opportunité de pouvoir faire ce projet très ambitieux. Merci à elle pour sa confiance et la liberté qu'elle nous a permis d'avoir, tant dans la conception que dans l'orientation du projet. Merci à Lisa Dehove qui a été un élément crucial dans la réalisation de ce projet. Sa présence tout au long de chaque étape nous a permis de mettre en place des vidéos à la fois ludiques, synthétiques et agréables à regarder. Merci pour son écoute, son travail toujours très sérieux, sa capacité de synthèse, et son incroyable polyvalence dans la réalisation des vidéos (réalisation des illustrations, animations, montages audio/vidéo, écriture des scripts). Merci à Pearl Ante-Testard pour son travail dans l'écriture du contenu scientifique des 5 vidéos et leur traduction en anglais. Nous la remercions aussi pour son intervention dans la 5ème vidéo où elle fait part de son expertise en matière de santé planétaire et propose des pistes de solutions qui selon elle, sont pertinentes tant au niveau individuel que collectif.

Nous tenons par ailleurs, à remercier Morgane Trouillet qui est doctorante au laboratoire MESuRS et à Santé Publique France qui nous a été d'une aide précieuse notamment dans l'écriture du contenu scientifique sur les enjeux relatifs à la santé publique et à l'environnement.

Un grand merci à toute l'équipe de l'alliance en santé planétaire, qui a tout de suite été très enthousiaste à l'idée de travailler avec nous. Un grand merci à Alexandre Robert, Blandine Mellouet, Denis Lemasson, Eva Kozub Decotte, Anthony Delcambre et Gaspard Prévot, qui nous ont apporté leur expertise et leurs retours dans la relecture du contenu scientifique brut et qui nous ont aussi conseillé sur le choix des parties les plus importantes à traiter dans les vidéos. Nous tenons tout particulièrement à remercier Anthony Delcambre qui nous a aidé dans le contenu scientifique de la vidéo 2, 3 et 4. Un grand merci aussi à Gaspard Prévot qui nous a prêté sa voix pour la vidéo 2, et qui est aussi intervenu dans la vidéo 5 où il nous a fait part des pistes de solutions qui lui semblaient le plus pertinentes dans le cadre de son activité professionnel (médecin généraliste).

Nous tenons aussi à remercier toutes les personnes qui ont accepté de faire les autres voix des différents personnages : ma grand-mère Ruby Monet, et Swaélie Saulthier. Merci aussi à Adel Kheniche ne nous avoir prêté son matériel audio qui nous a permis d'enregistrer les voix, sans lui la qualité des enregistrements n'aurait pas été comparable...

Et pour finir merci à Cannelle Fourdrinier et Yuria Celidwen qui sont intervenu•e•s dans la 5ème vidéo, qui ont fait part de leurs propositions de pistes de solutions en santé planétaire. Leurs expertises nous ont permis d'élargir notre vision de la santé planétaire et de prendre conscience de l'importance des actions sur le terrain mais aussi celle d'un besoin d'écoute et d'humilité face à ce que les anciennes civilisations autochtones peuvent nous apprendre. »

Hanifa Bouziri

Un immense merci à Hanifa Bouziri pour toute l'énergie, la créativité et la grande compétence dont elle a fait preuve afin de mener ce projet à bien, tant dans la conception, la rédaction que la coordination. Merci à elle pour sa participation à la rédaction du contenu scientifique, la relecture active des scripts, et bien sûr, pour avoir prêté sa voix dans chacune des vidéos !

Lisa Dehove

CHAPITRE 1

INTRODUCTION À LA SANTÉ PLANÉTAIRE

Serons-nous de bon ancêtres ?

Chief
SEATTLE
1786 - 1866



“We have lived our lives by the assumption that what was good for us would be good for the world. We have been wrong. We must change our lives so that it will be possible to live by the contrary assumption, what is good for the world will be good for us. And that requires that we make the effort to know the world and learn what is good for it.”

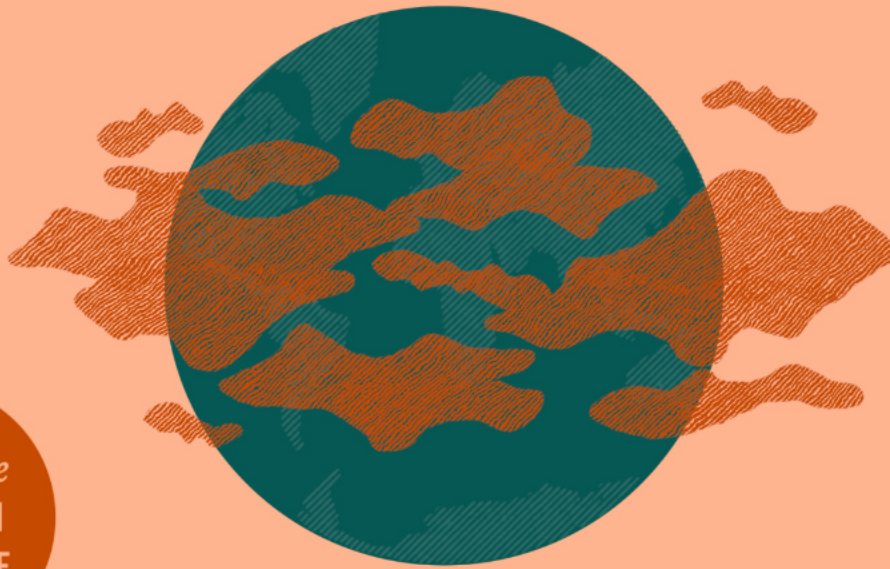
Wendell Berry, From The Long-Legged House (1969)

“In an incredibly short period of time we have endangered a world that took billions of years to evolve. We are just a tiny link in the great chain of living organisms, so who are we to put it all in jeopardy with our ecological blindness and deadly technologies? Don’t we have an obligation, a responsibility, to our planetary future and the generations of humans and other species to come?”

Roman Krznaric, The Good Ancestor: How to Think Long-Term in a Short-Term World

“The earth does not belong to man, man belongs to the earth. All things are connected like the blood that unites us all. Man did not weave the web of life, he is merely a strand in it. Whatever he does to the web, he does to himself.”

Chief Seattle, 1854



XIX^e siècle
RÉVOLUTION
INDUSTRIELLE

ANTHROPOCÈNE

"L'âge de l'Homme"

PISTES DE LECTURES

- The Good Ancestor: How to Think Long-Term in a Short Term World, Roman Krznaric
- Planetary health: protecting nature to protect ourselves, de Samuel Myers
- Thinking, Fast and Slow, Daniel Kahneman
- The 25 best Books of All time for health promotion professionals, Paul E.Terry

L'ÈRE DE L'ANTHROPOCÈNE ET SES LIMITES

Popularisé par Paul Josef Crutzen, prix Nobel de Chimie en 1995, l'anthropocène signifie étymologiquement « L'Âge de l'Homme » (1)(2). Ce serait une nouvelle ère dans la chronologie de la géologie ayant débuté lors de la Révolution industrielle de 1850, et succédant à l'« holocène » (l'ère interglaciaire qui a favorisé l'expansion des sociétés humaines), qui dura plus de 10 000 ans (3). Elle vise à définir une nouvelle ère dans la géologie dans laquelle l'Homme est devenu l'acteur central.

Cette ère signifie que le principal moteur des changements environnementaux mondiaux aujourd'hui est issu des activités humaines (4). Le début de cette ère est encore débattu depuis la révolution agricole jusqu'aux années 1960. Beaucoup préfèrent assigner le début de cette ère à l'époque des essais de la bombe atomique dans les années 1950 (5). Il y a de ce fait un constat général qui est que l'Homme a durablement transformé notre système terrestre pour garantir le développement des civilisations modernes - combustibles fossiles, progrès technologiques, urbanisation, agriculture (1)...

LE CONCEPT DE « ONE HEALTH »

Le concept de “one health” est imbriqué dans le concept de santé planétaire. La santé planétaire s’appuie sur la définition de l’OMS : « la santé est un état de complet bien-être physique, mental et social et non seulement l’absence de maladie ou d’infirmité » et la prolonge. Ici la santé planétaire a pour but la réalisation équitable du plus haut standard atteignable de santé au sens global, dans toutes les catégories sociales et dans le monde entier(6). Pour l’atteindre, il conviendra de ne pas se limiter aux aspects matériels, biologiques, économiques, sociaux culturels et politiques, mais de se soucier aussi de la durabilité des écosystèmes naturels et d’accepter la complexité et la non-linéarité de leurs dynamiques qui définissent les limites environnementales de sûreté à l’intérieur desquelles l’humanité peut s’épanouir (7).

LE CONCEPT DE “ONE HEALTH”

Le concept de One Health est imbriqué dans la santé planétaire. La santé planétaire s’appuie sur la définition de l’OMS : « la santé est un état de complet bien-être physique, mental et social et non seulement l’absence de maladie ou d’infirmité » et la prolonge. Ici la santé planétaire a pour but la réalisation équitable du plus haut standard atteignable de santé au sens global, dans toutes les catégories sociales et dans le monde entier. Pour l’atteindre, il conviendra de ne pas se limiter aux aspects matériels, biologiques, économiques, sociaux culturels et politiques, mais de se soucier aussi de la durabilité des écosystèmes naturels et d’accepter la complexité et la non-linéarité de leurs dynamiques qui définissent les limites environnementales de sûreté à l’intérieur desquelles l’humanité peut s’épanouir.

QU’EST-CE QUE LA SANTÉ PLANÉTAIRE ?

Le terme de « santé planétaire » a été inventé pour la première fois en 2015 dans un article du Lancet avec la Fondation Rockefeller, mais le concept n'est pas nouveau (4). La santé planétaire se définit comme « La santé de la civilisation humaine et l'état des systèmes naturels dont elle dépend » (4). Cette notion d’interconnexion avec la nature n’est pas nouvelle, puisqu’elle est largement retrouvée dans l’histoire des cultures autochtones dans le monde (8)(9).

L'ontologie (c'est-à-dire la manière d'être) et l'épistémologie (c'est-à-dire la manière de savoir) des peuples autochtones sont intimement liées à la terre et au pays (le terme terre est utilisé dans certaines parties du monde et pays dans d'autres). L'importance innée de la terre et du pays est soulignée par la capitalisation des mots et englobe également tous les éléments naturels, qu'ils soient sur terre, dans l'eau ou dans les airs (10). Les hiérarchies centrées sur l'humain (c'est-à-dire anthropocentriques) sont le plus souvent absentes des langues et des modes de vie autochtones, avec un profond respect pour toutes les entités humaines et non humaines. Les perspectives autochtones sont donc en contraste direct avec la vision du monde centrée sur l'humain qui continue d'imprégner le discours et l'action sur le climat et avec les « conceptualisations modernes » de la santé et du bien-être. Il y a aussi de nombreuses façons de l'examiner. La santé planétaire peut être un domaine, un cadre politique, un paradigme scientifique, un impératif moral ou une stratégie de communication.

Les autres disciplines comme la santé publique se concentrent uniquement sur la santé de la population, une santé se concentrant sur la santé humaine et animale, tandis que la

santé environnementale se concentre uniquement sur l'environnement (11)(12). La santé planétaire est une approche transdisciplinaire et multidisciplinaire qui aborde l'interconnexion entre la santé humaine et l'état des systèmes naturels dont dépend la civilisation humaine. Tout est interconnecté et nous avons besoin d'un paradigme qui prend en compte cette interconnexion et aborde la cause profonde des problèmes de manière hollistique. La santé planétaire représente donc le rapprochement de différentes disciplines.



UNE MALADIE DE L'ANTHROPOCÈNE - EXEMPLE DE LA COVID-19 :

La Covid-19 est une « maladie de l'anthropocène » (Philippe Sansonetti microbiologiste et professeur au Collège de France) (21). Remonter à la seconde moitié du XXe siècle permet de repérer plusieurs causalités de la multiplication des zoonoses, qui sont des maladies liées au passage d'un agent infectieux de l'animal à l'humain. L'essor de l'élevage industriel, a aussi eu des conséquences sanitaires grave (grippe porcine, grippe H5N1, etc.). L'urbanisation a participé par ailleurs à la réduction des écosystème animaux et a eu pour conséquence de favoriser le rapprochement au contact des humains (VIH, Ebola). La mondialisation/globalisation a eu un rôle important dans la propagation fulgurante du SARS-CoV-2 (22). L'épidémie localisée au départ à Wuhan en Chine est devenue une pandémie mondiale. Les conséquences de cette pandémie ne sont pas seulement visibles au niveau de la santé, on observe aussi une exacerbation et une amplification des problèmes systémiques sous-jacents (inégalités sociales, économiques et faiblesse des systèmes de santé) (23).

QUELQUES DÉFIS DE SANTÉ PLANÉTAIRE

<p>La pollution due aux incendies et à l'utilisation de combustibles fossiles et solides entraînant des maladies respiratoires et des millions de décès, principalement chez les jeunes enfants.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La pollution de l'air domestique due à la combustion de combustibles solides (bois, charbon de bois, résidus de récolte, fumier et parfois charbon) pour la cuisine et l'énergie a causé entre 2,6 et 4,4 millions de décès en 2010, principalement chez les femmes et les enfants (13). • La pollution causée par les incendies, principalement liée à la déforestation et au défrichement pour l'industrie et l'agriculture, est estimée à plus de 300 000 décès prématurés dans le monde chaque année (14). • Pollution : «Les 150 000 feux en cours dans le monde ont des impacts sur l'atmosphère» (15)
<p>La pêche intensive, le réchauffement et l'acidification des masses d'eau perturbent les récifs coralliens et l'approvisionnement en poisson, entraînant l'insécurité alimentaire, la maladie et la pauvreté</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Le poisson est une source importante de protéines et de vitamines telles que le fer, le zinc et les acides gras oméga-3 ; en fait, environ 2,9 milliards de personnes tirent 20 % de leurs protéines annuelles du poisson (4). • Environ 90 % des pêcheries surveillées sont exploitées au niveau ou au-delà des limites de rendement maximal durable (16). • La faiblesse de l'approvisionnement en poisson au Ghana, causée en partie par la surpêche, a conduit à l'insécurité alimentaire et à une augmentation de la consommation de viande de brousse, ce qui augmente les possibilités de transmission de maladies zoonotiques telles que le VIH et Ebola (17)(18).
<p>Les phénomènes météorologiques extrêmes liés aux changements environnementaux mondiaux sont une cause importante de maladies et de décès.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les pluies de mousson à travers le Pakistan en 2010 ont entraîné des crues éclair catastrophiques, submergeant un cinquième du pays. Les inondations ont tué plus de 1 900 personnes et déplacé des millions de personnes, entraînant la consommation d'eau insalubre et une augmentation de l'incidence des maladies d'origine hydrique (4). • En réponse à la sécheresse extrême à Sao Paolo en 2015, les habitants se sont tournés vers la rétention d'eau, créant ainsi des lieux de reproduction idéaux pour les moustiques porteurs de la dengue. Cette situation a entraîné une augmentation de 163 % des cas de dengue par rapport à la même période en 2014 (19).
<p>Les émissions de dioxyde de carbone causées par l'activité humaine modifient le contenu nutritionnel des principales cultures, notamment le blé, le riz, l'orge et le soja. Des centaines de millions de personnes se retrouvent exposées, principalement en Afrique et en Asie du Sud, à un risque de carences en vitamines.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La réduction de la teneur en zinc des cultures vivrières pourrait exposer 150 millions de personnes supplémentaires à un risque de carence en zinc, un micronutriment essentiel pour la santé maternelle et infantile (4) • Plusieurs études montrent que l'augmentation du CO₂ sur le long terme aura un effet considérable sur la biologie végétales. Une trop grande quantité de CO₂ induirait un effet délétère à la fois au niveau des mécanismes de la photosynthèse mais aussi au niveau de la chimie des plantes induisant une diminution des nutriments des plantes (20).

SCRIPT DE LA VIDÉO 1

Serons-nous de bons ancêtres ? Qu'est-ce que la santé planétaire ?

- Oh ! regarde ! Mon amie Sonia a accouché, elle vient de m'envoyer une photo, il est tellement minuscule !!

- Ah oui... il est vraiment ... euh... il deviendra peut-être plus beau en grandissant...

- haha espérons... Dis tata ça m'y fait penser : t'as jamais voulu d'enfants, toi?

- Non pas vraiment.

- Tu ne regrettes pas ?

- Oh non ! J'ai fait des tas d'autres choses tu sais, j'ai beaucoup voyagé pour mon travail de recherche. J'ai eu une jeunesse bien heureuse et bien remplie ! Et puis je t'ai toi, ma nièce adorée, ça a été un vrai bonheur de te voir grandir et de m'occuper de toi de temps en temps, mais je ne me voyais pas avec un enfant à plein temps.

- Ben moi je me pose beaucoup la question en ce moment ... Tu vois, j'aimerais bien en avoir un jour, mais je ne sais pas si il ou elle pourra être vraiment épanoui ...

- Tu as peur de ne pas être un bon parent ?

- Non, ce n'est pas ça. C'est plutôt que je ne suis pas sûre que le monde sera dans un état

potable pour les prochaines générations : la biodiversité s'effondre, l'économie est toujours plus instable, et maintenant carrément une pandémie qui nous roule dessus ... ! J'essaie d'améliorer les choses à mon échelle du mieux que je peux, en m'engageant dans des associations qui luttent pour préserver les écosystèmes, mais parfois je suis découragée...

- Oui je comprends. Quand j'avais ton âge on ne se posait pas ces questions, le monde est devenu de plus en plus complexe. En fait, l'écologie, la santé, l'économie, la sociologie... tous ces domaines sont liés entre eux. Il y a même un champ de recherche à part entière qui essaye de comprendre et de théoriser tout ça. Regarde je te montre.

- ça s'appelle "la santé planétaire" (8).

- Depuis le milieu du XIXe siècle, au moment de la Révolution Industrielle, les activités humaines ont commencé à avoir un tel impact sur la planète, qu'on est entrés dans une nouvelle ère géologique : l'anthropocène (1). Littéralement, ça veut dire "l'Âge de l'Homme". Celui qui a popularisé ce terme, c'est Paul Josef Crutzen qui était prix nobel de chimie en 1995. En gros, ce qu'il faut en retenir c'est que nous, on est devenu le principal moteur des changements environnementaux, et plutôt pas pour le mieux ! On peut vraiment dire qu'on a mis le bazar. Notre santé dépend de celle des systèmes naturels, mais aujourd'hui notamment à cause de notre mode de vie. Ce qu'il faudrait, c'est envisager la question de manière globale : on ne peut plus dissocier la santé humaine de la santé animale et de celle des écosystèmes. D'ailleurs, la notion de "santé publique", ne se centre pas seulement sur l'humain (12)(24):

- au début des années 2000 on a commencé à parler de "santé globale", puis de "une seule santé" - "one health" in english - et depuis 2015, on parle de "santé planétaire", qui englobe tout le reste.

Le but, c'est de définir un paradigme, c'est à dire un modèle théorique - une "vision du monde" si tu préfères - qui aborde la question de la santé comme un système dans lequel tout est interconnecté. En santé planétaire, on essaie de comprendre comment les sphères économiques, politiques et socio-culturelles interagissent avec le vivant dans son ensemble (25).

- Sacré programme ! C'est vrai que la santé c'est super important, mais ... ça ne suffit pas pour être épanoui, il faut plein d'autres choses pour être serein : un logement, de la nourriture, des relations sociales, un travail ...

- C'est vrai tu mets le doigt sur un point important ! En fait, si on veut être vraiment rigoureux, la santé c'est beaucoup plus qu'avoir un corps qui fonctionne bien. D'ailleurs, l'OMS définit la santé comme "un état de complet bien-être, à la fois physique, mental, et social". Tu vois, tu as raison (11).

- Ah okay d'ac ! C'est vraiment très complet comme approche, ça permet d'avoir une vue d'ensemble, un peu comme si on regardait la Terre depuis un avion et qu'on faisait la synthèse de tous les événements qui la traverse. Et mais j'y pense, ça permet aussi de prendre conscience des disparités entre les pays non ?

- Oh oui ! Il faut vraiment changer d'échelle, ces disparités vont prendre de plus en plus d'ampleur. Il est donc important de réfléchir sur un temps plus long. Mais aussi de manière interdisciplinaire en prenant en compte tous ces différents domaines. De cette manière on pourra mieux comprendre et mieux maîtriser l'impact de nos activités.- Nous savons que les plantes nous permettent de respirer, que les arbres nous apportent de la fraîcheur en été, mais dans les sociétés modernes, c'est vrai qu'on a du mal à s'en rappeler au quotidien parce qu'on est tous et toutes assez déconnecté-es de la nature. Pourtant cette intuition d'interconnexion avec la nature n'est pas nouvelle, je pense aux anciennes civilisations, comme par ex, certaines tribus amérindiennes en connexion directe avec leur environnement, qui pensaient que "La Terre ne nous appartient pas, mais que nous appartenons à la Terre." Au final on fait partie d'un système naturel, et on dépend de lui. Je pense qu'il faut aussi décaler un peu notre représentation du monde : il faut remettre les Humains à leur place, c'est à dire ... ben... pas toujours au centre

- Tu sais quand j'étais jeune, on avait tellement foi en la technologie ! La science pouvait trouver une solution à tout ! Mais maintenant on se rend compte que nos ancêtres avaient peut-être raison. La question qu'il faut se poser maintenant c'est comment pouvons-nous être de bons ancêtres pour les générations futures ?

- Bon okay, je comprends l'idée de la santé planétaire, c'est rassurant de savoir qu'il y a des gens qui travaillent à reconstituer ce puzzle, mais concrètement, moi je ne suis pas chercheuse ... Comment savoir si je serai une bonne ancêtre ? Par exemple, si je regarde là, lorsque je mange ma banane en provenance de Martinique (26)(27)(28)!

Je sais que pour la transporter jusqu'ici il y a eu beaucoup d'émissions de CO2. Ce qui participe à aggraver le réchauffement climatique, ce qui perturbe les écosystèmes et participe à la fonte des glaces, qui à son tour aggrave le réchauffement climatique, etc etc ...

- Oui, et en plus ce n'est que la pointe de l'iceberg ! Aux Antilles, en Martinique, pendant trente ans, les cultivateurs ont utilisé un pesticide appelé Chlordécone, qui a contaminé les sols et l'eau pour plusieurs siècles. 90% de la population est contaminée, soit par le produit directement, soit par l'ingestion de légumes ou de poisson contaminés. Ça continue d'avoir des conséquences désastreuses sur la santé des habitants, à très long terme, comme l'augmentation des risques de cancers et de bébés prématurés. Pourtant, ce pesticide avait été interdit en France en 1990. Mais les lobbies bananiers ont obtenu une dérogation jusqu'en 1993 pour préserver des intérêts économiques. C'est à dire que les

intérêts économiques ont eu plus de poids que la santé et l'environnement. Ça montre bien qu'il y a une interconnexion entre les facteurs socio-économiques, environnementaux, juridiques, et la santé. C'est ce genre d'enchaînement de conséquences qu'on cherche à mieux comprendre.

- Ah ouais, la vache je savais pas tout ça ...

- Allez, je te ressers du café ?

- Oui. Euh mais attends, il vient d'où ton café, tata ? À tous les coups, lui aussi il traîne plein de casseroles de santé planétaire !

- Haha, eh oui, tu commences à comprendre la complexité des enjeux ! Rien n'est jamais simple ... On pourrait tirer ce genre de fils à partir d'à peu près tous les objets qui nous entourent.

- Au fait tata, vu que tu étais épidémiologiste les gens doivent te poser bcp de questions sur la covid-19. Je me demandais si par le passé on a réussi à éviter des propagations de maladies sans prendre en compte les aspects de santé planétaires ?

- Ah ba tu vois c'est intéressant que tu poses la question! Et oui en effet il y a plein d'exemples, mais celui qui me vient en tête c'est celui du virus Nipah, à la fin des années 90 en Malaisie (29). Le virus s'était transmis du cochon à l'homme, et une fois contaminé le seul moyen pour stopper la propagation a été d'abattre massivement l'élevage... Et bien je crois que c'est un exemple dont on doit tirer des leçons. Est-ce une bonne idée de continuer à favoriser une exploitation intensive du bétail? je ne pense pas...

- Et pour faire le lien avec tout à l'heure je me demandais si cette pandémie était aussi liée à l'environnement, la pollution, l'économie ... et donc à notre activité ?

- Oula tu en poses des questions! Déjà pour commencer, il est encore trop tôt pour dire précisément comment la covid-19 est apparue... Mais une fois qu'il a été transmis aux Humains, avec la circulation des populations entre pays, la maladie a fait le tour du monde. L'épidémie est devenue une pandémie.

- C'est pas vraiment rassurant...

- Oui, je sais... Mais bizarrement cette pandémie a aussi eu des conséquences plus positives : avec les mesures de confinement, on a constaté que la pollution de l'air a diminué, ce qui a fait baisser le nombre de maladies respiratoires (30)(31).

- Ah tu vois ce constat-là me donne de l'espoir. ça prouve bien qu'on peut agir sur la pollution et ses conséquences en diminuant nos activités. Il faut une prise de conscience globale sur la question. Et puis je reste positive, car comme tu l'as dit l'histoire nous prouve bien que nous sommes capable de contrôler et peut-être d'éviter des épidémies.

- Oui, et regarde la vaccination ! Grâce à la vaccination, on a réussi à éradiquer la variole (32)! C'est quand même une victoire folle!

- Oulah, mais il est très tard ! Je ne veux pas te mettre à la porte ma chérie, mais il va falloir que j'y aille, j'ai rendez-vous.

- Quoi? Attends, tu peux pas me laisser comme ça, j'ai plein de questions, moi ! Comment font les chercheurs et les chercheuses pour savoir ce qui est bon pour la planète ? Concrètement ça ressemble à quoi les actions de santé planétaire ?

- Oh il y en a plein ! ça va de petits engagements individuels ou associatifs comme les

tiens, jusqu'à des grandes décisions politiques internationales ... L'important c'est surtout de coordonner ces actions et de favoriser un travail collectif. Reviens la semaine prochaine, je t'expliquerai ! Je te parlerai de l'éthique scientifique et de la naissance de l'OMS, te parler de l'agriculture intensive, tout ça ... et je te raconterai la peste noire !

- La suite au prochain épisode alors ! Tu feras ta super tarte aux pommes j'espère ? Hahaha ! Il y aura de la tarte aux pommes : PRO-MIS.

SOURCES

1. Quenet G. L'Anthropocène et le temps des historiens. *Ann Hist Sci Soc.* 2017;72e année(2):267–99.
2. Lelieveld J, Paul J, Crutzen (1933–2021). *Nature.* 2021 Feb 24;591(7848):29–29.
3. Kaufman D, McKay N, Routson C, Erb M, Dätwyler C, Sommer PS, et al. Holocene global mean surface temperature, a multi-method reconstruction approach. *Sci Data.* 2020 Jun 30;7(1):201.
4. Whitmee S, Haines A, Beyrer C, Boltz F, Capon AG, Dias BF de S, et al. Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: report of The Rockefeller Foundation–Lancet Commission on planetary health. *The Lancet.* 2015 Nov 14;386(10007):1973–2028.
5. Lisez The Anthropocene Should Bring Awe—and Act as a Warning en ligne [Internet]. [cited 2022 Jun 28]. Available from: <https://fr.scribd.com/article/326653326/The-Anthropocene-Should-Bring-Awe-And-Act-As-A-Warning>
6. Waugh C, Lam SS, Sonne C. One Health or Planetary Health for pandemic prevention? *The Lancet.* 2020 Dec 12;396(10266):1882.
7. Lesne J. Protéger la santé à l'ère de l'anthropocène*. *Environ Risques Santé.* 2016 Jul 1;15(4):289–90.
8. Planetary health: a new science for exceptional action - The Lancet [Internet]. [cited 2022 Jul 10]. Available from: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(15\)61038-8/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(15)61038-8/fulltext)
9. Redvers N, Celidwen Y, Schultz C, Horn O, Githaiga C, Vera M, et al. The determinants of planetary health: an Indigenous consensus perspective. *Lancet Planet Health.* 2022 Feb 1;6(2):e156–63.
10. Redvers J. “The land is a healer”: Perspectives on land-based healing from Indigenous practitioners in northern Canada. *Int J Indig Health.* 2020 Nov 5;15(1):90–107.
11. Bourdillon F, Brücker G, Tabuteau D. 1. Définitions de la santé publique. In: *Traité de santé publique* [Internet]. Cachan: Lavoisier; 2016 [cited 2022 Jun 29]. p. 3–6. (Traités). Available from: <https://www.cairn.info/traite-de-sante-publique--9782257206794-p-3.htm>
12. Dab W. Chapitre premier. L'environnement, un déterminant important de la santé. In *Paris cedex 14: Presses Universitaires de France; 2020* [cited 2022 Jun 29]. p. 7–25. (Que sais-je ?; vol. 5e éd.). Available from: <https://www.cairn.info/sante-et-environnement--9782715402799-p-7.htm>
13. Lim SS, Vos T, Flaxman AD, Danaei G, Shibuya K, Adair-Rohani H, et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet Lond Engl.* 2012 Dec 15;380(9859):2224–60.
14. Johnston FH, Henderson SB, Chen Y, Randerson JT, Marlier M, Defries RS, et al. Estimated global mortality attributable to smoke from landscape fires. *Environ Health Perspect.* 2012 May;120(5):695–701.
15. Lacroux M. Pollution : «Les 150 000 feux en cours dans le monde ont des impacts sur l'atmosphère» [Internet]. *Libération.* [cited 2022 Jul 10]. Available from: <https://>

www.liberation.fr/environnement/pollution/pollution-les-150-000-feux-en-cours-dans-le-monde-ont-des-impacts-sur-latmosphere-20210804_O6MMMI3OCBFR7P3ILYGA74F3AU/

16. Maximum Sustainable Yield - an overview | ScienceDirect Topics [Internet]. [cited 2022 Jul 10]. Available from: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/maximum-sustainable-yield>

17. Brashares JS, Arcese P, Sam MK, Coppolillo PB, Sinclair ARE, Balmford A. Bushmeat hunting, wildlife declines, and fish supply in West Africa. *Science*. 2004 Nov 12;306(5699):1180–3.

18. Karesh WB, Noble E. The Bushmeat Trade: Increased Opportunities for Transmission of Zoonotic Disease. *Mt Sinai J Med J Transl Pers Med*. 2009;76(5):429–34.

19. Chao RJ and L. Drought-Stricken São Paulo Battles Dengue Fever Outbreak. *Wall Street Journal* [Internet]. 2015 Mar 3 [cited 2022 Jul 10]; Available from: <https://www.wsj.com/articles/drought-stricken-sao-paulo-battles-dengue-fever-outbreak-1425420508>

20. Ziska LH. Rising Carbon Dioxide and Global Nutrition: Evidence and Action Needed. *Plants Basel Switz*. 2022 Apr 6;11(7):1000.

21. « Le XXI^e siècle a commencé en 2020, avec l'entrée en scène du Covid-19 ». *Le Monde.fr* [Internet]. 2020 Apr 2 [cited 2022 Jul 10]; Available from: https://www.lemonde.fr/idees/article/2020/04/02/jerome-baschet-le-xxie-siecle-a-commence-en-2020-avec-l-entree-en-scene-du-covid-19_6035303_3232.html

22. « Le coronavirus est en train de faire vaciller le mythe déjà chancelant de la mondialisation heureuse ». *Le Monde.fr* [Internet]. 2020 Mar 24 [cited 2022 Jul 10]; Available from: https://www.lemonde.fr/economie/article/2020/03/24/le-coronavirus-est-en-train-de-faire-vaciller-le-mythe-deja-chancelant-de-la-mondialisation-heureuse_6034203_3234.html

23. Les inégalités sociales à l'épreuve de la crise sanitaire : un bilan du premier confinement – France, portrait social | Insee [Internet]. [cited 2022 Jul 10]. Available from: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/4797670?sommaire=4928952>

24. Healthy Environment, Healthy People [Internet]. UNEP. 2017 [cited 2022 Jul 10]. Available from: <http://www.unep.org/news-and-stories/story/healthy-environment-healthy-people>

25. Horton R, Beaglehole R, Bonita R, Raeburn J, McKee M, Wall S. From public to planetary health: a manifesto. *The Lancet*. 2014;383(9920):847.

26. 23 juin 2010 : William Dab lance l'alerte sur le chlordécone. *Le Monde.fr* [Internet]. 2014 Aug 25 [cited 2022 Jul 12]; Available from: https://www.lemonde.fr/festival/article/2014/08/25/23-juin-2010-willam-dab-lance-l-alerte-sur-le-chlordecone_4475480_4415198.html

27. Scandale sanitaire aux Antilles : qu'est-ce que le chlordécone ? [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: https://www.lemonde.fr/planete/article/2018/06/06/scandale-sanitaire-aux-antilles-qu-est-ce-que-le-chlordecone_5310485_3244.html

28. Chlordécone : une délégation d'ouvriers agricoles de Martinique reçue à l'Élysée par les conseillers d'Emmanuel Macron [Internet]. *Outre-mer la 1^{ère}*. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://la1ere.francetvinfo.fr/chlordecone-une-delegation-d-ouvriers-agricoles-de-martinique-recue-a-l-elysee-par-les-conseillers-d-emmanuel-macron-919057.html>

CHAPITRE 2

LA TERRE, VUE COMME UN SYSTÈME

*Pas de bonne santé
sans biodiversité !*



“La santé humaine est le reflet de la santé de la planète”

Héraclite il y a 2500 ans

SUGGESTIONS DE LECTURE

La revue « challenges » qui fait des rappels historiques sur la construction de la santé planétaire en croisant les regards anthropologiques, philosophiques et sciences dures : <https://www.invivoplanet.com/journal---challenges.html>

Livres

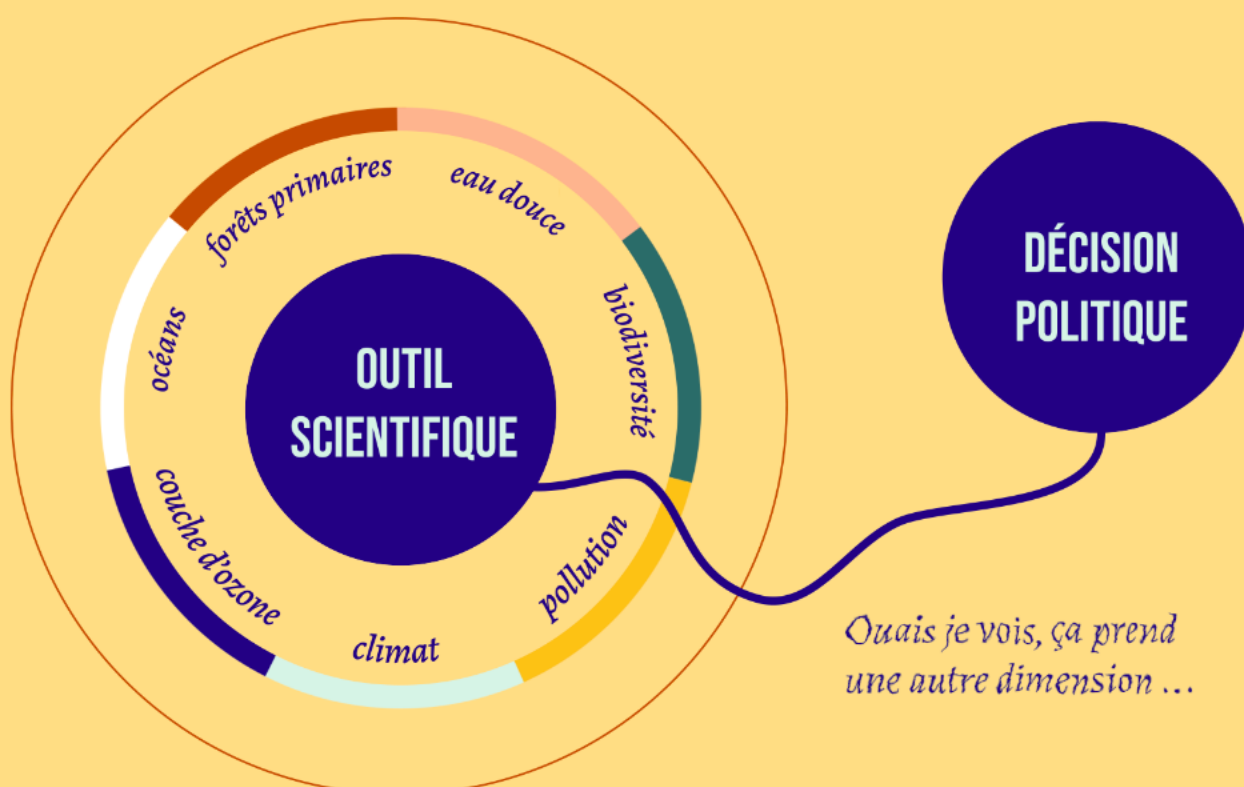
- Une planète changeante du livre : Planetary Health: Protecting Nature to Protect Ourselves de Sam Myers et Howard Frumkin.
- Doughnut Economics - Kate Raworth
- La Fabrique des Pandémies – Préserver la biodiversité un impératif pour la santé planétaire de Marie-Monique Robin avec la collaboration de Serge Morand.
- Biodiversité et santé de Serge Morand et Claire Lajeunie

Articles

- From planetary boundaries to national fair shares of the global safe operating space – How can the scales be bridged? Tiina Häyhä et al 2016, Global environmental Change
- Tracking sustainable development with a national barometer for South Africa using a downscaled “safe and just space” framework. Megan J.Cole et al 2014, PNAS
- The economy of wellbeing: what is it and what are the implications for health? Jonathan Cylus and Peter Smith 2020, BMJ
- Tacking the connections between public health and climate change (<https://www.lancetcountdown.org/>)

HABITABILITE DE LA TERRE PAR L'HOMME

Habitabilité de la terre par l'homme : La notion des limites planétaires relève d'une démarche scientifique. Neuf processus et systèmes régulent la stabilité et la résilience du système terrestre - les interactions de la terre, de l'océan, de l'atmosphère et de la vie qui, ensemble, fournissent les conditions d'existence dont dépendent nos sociétés (1)(2).



Des seuils à ne pas dépasser sont définis pour chacun d'entre eux sous peine de perdre la stabilité du système et donc l'hospitalité de la Terre (3) :

- le changement climatique ;
- les pertes de biodiversité ;
- les perturbations globales du cycle de l'azote et du phosphore ;
- l'usage des sols ;
- l'acidification des océans ;
- la déplétion de la couche d'ozone ;
- les aérosols atmosphériques
- l'usage de l'eau douce ;
- la pollution chimique (plus largement l'introduction d'entités nouvelles dans la biosphère).

IMPACT DE L'ACTIVITE HUMAINE SUR LA SANTE PLANETAIRE

Catastrophes naturelles

Lien entre réchauffement climatique et catastrophes naturelles :

Les gaz à effets de serres (GES) emprisonnent la chaleur du soleil réfléchi par la Terre, qui, lorsqu'elle atteint des niveaux excessifs, cause un réchauffement de la planète et une acidification des océans (GIEC, 2013). Le réchauffement atmosphérique et océanique modifie divers systèmes naturels, ce qui se traduit, entre autres, par des modifications des régimes et de la distribution des pluies, une fonte des glaciers, ainsi que des changements dans le comportement et l'écologie des espèces et des écosystèmes. Ces transformations, à leur tour, peuvent entraîner une hausse du niveau des océans, des sécheresses, des inondations et des vagues de chaleur, ainsi que des modifications dans la distribution et le comportement de vecteurs et de pathogènes (voir figure 1). Ces facteurs complexes influent directement et indirectement sur la santé humaine, surtout celle des personnes les plus vulnérables (OPS, 2017).

Les changements climatiques exacerbent les phénomènes météorologiques extrêmes et accroissent le risque de catastrophes climatiques. L'augmentation de la température de l'air et de l'eau entraîne une élévation du niveau des mers et renforce l'intensité des tempêtes, des vents, des sécheresses et des incendies qui durent plus longtemps, ainsi que des précipitations et des inondations.

Mécanismes pour expliquer la montée des eaux à l'échelle mondiale induite par le réchauffement climatique :

- Augmentation de la chaleur, les rayons se réverbèrent sur les mers provoquant un effet d'albédo. Les océans (surfaces sombres) absorbent les rayons solaires et se réchauffent alors que les glaciers (surfaces claires) les renvoient vers l'atmosphère. Avec la fonte des glaces, ces surfaces claires réfléchissantes vont se réduire, et les surfaces sombres absorbantes vont augmenter (4).
- L'effet de « cale » : En fondant, la glace flottante qui entoure les calottes polaires ne forme plus d'appui pour retenir la glace continentale qui a tendance à glisser vers la mer. Une fois tombés dans l'eau, ces gigantesques blocs de glace font monter le niveau de la mer (5).
- L'effet « bain chaud » : Les glaciers du Groenland ou de l'Antarctique sont entourés de mers en réchauffement. Les extrémités de ces glaciers, souvent immergés dans l'eau, sont donc soumises à une fonte plus rapide (6).

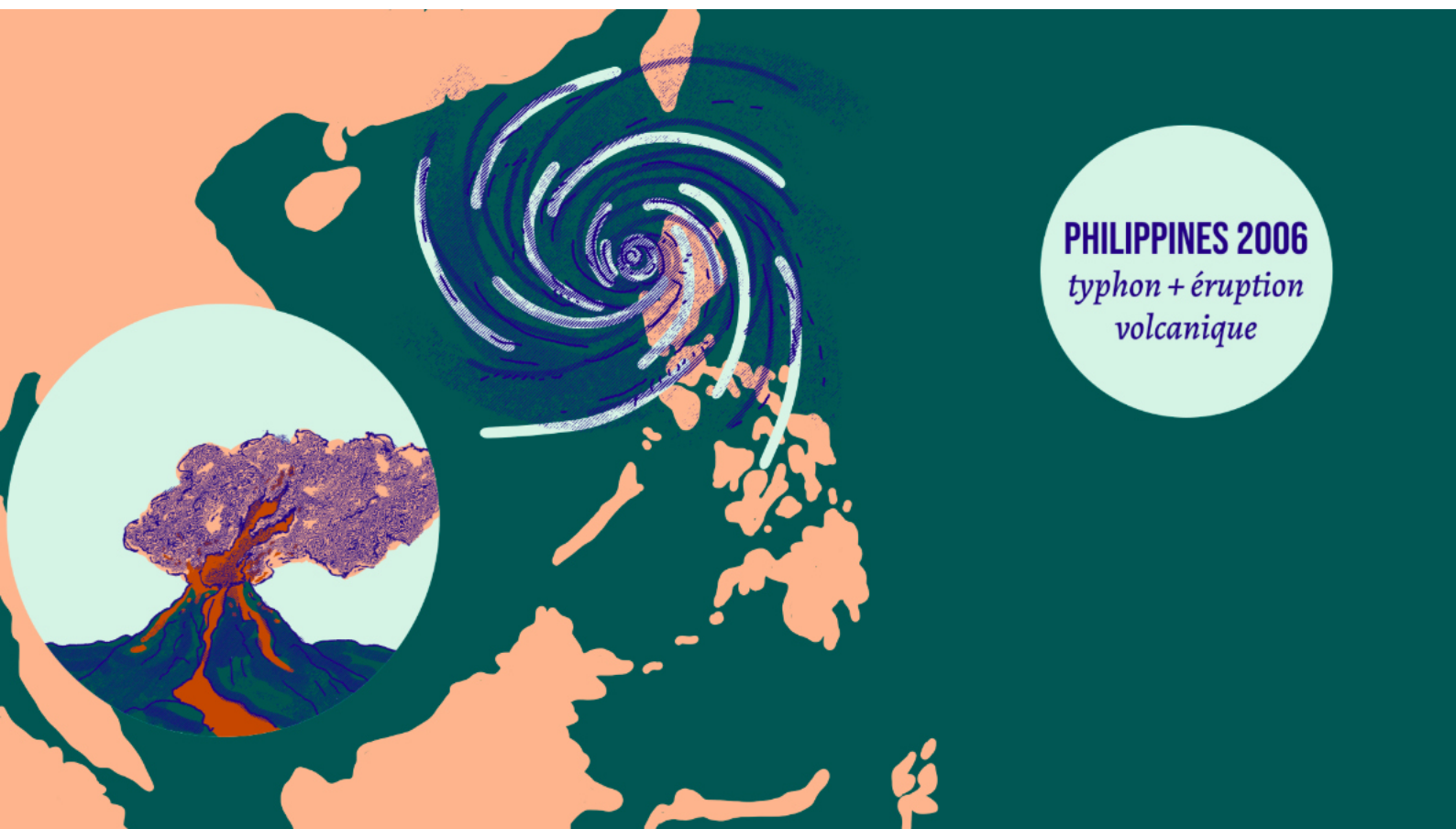
Exemples du Super typhon Durian et volcan Mayon (30 novembre 2006) (7)

La combinaison mortelle de pluies torrentielles du super typhon Durian et de cendres volcaniques du volcan Mayon a entraîné des glissements massifs dans le centre des Philippines. 425 personnes ont été tuées et 600 disparues au 4 décembre 2006. Le typhon Durian (également connu sous le nom de "Reming" aux Philippines) a atterri aux Philippines le 30 novembre 2006 à une vitesse pouvant atteindre 140 mph.

Exemple de l'éruption du mont Pinatubo aux Philippines (15 juin 1991) (8)

"La deuxième plus grande éruption volcanique de ce siècle, et de loin la plus grande éruption à affecter une zone densément peuplée, s'est produite au mont Pinatubo aux Philippines le 15 juin 1991. L'éruption a produit des avalanches à grande vitesse de cendres chaudes et de gaz, des coulées de boue géantes et un nuage de cendres volcaniques de plusieurs centaines de kilomètres de diamètre. Les impacts de l'éruption continuent à ce jour. »

"Près de 20 millions de tonnes de dioxyde de soufre ont été injectées dans la stratosphère lors des éruptions du Pinatubo en 1991, et la dispersion de ce nuage de gaz dans le monde a provoqué une baisse temporaire des températures mondiales (de 1991 à 1993) d'environ 1°F (0,5°C). Les éruptions ont radicalement changé le visage du centre de Luzon, qui abrite environ 3 millions de personnes. Environ 20 000 montagnards indigènes Aeta, qui avaient vécu sur les pentes du volcan, ont été complètement déplacés et la plupart attendent encore dans des camps de réinstallation le jour où ils pourront rentrer chez eux. Environ 200 000 personnes évacuées des basses terres entourant Pinatubo avant et pendant les éruptions sont rentrées chez elles mais font face à des menaces continues de lahars qui ont déjà enterré de nombreuses villes et villages. Les rizières et les champs de canne à sucre qui n'ont pas été ensevelis par les lahars se sont rétablis ; ceux enterrés par les lahars seront hors d'usage pour les années à venir.



Exemple des feux de forêt en Californie (2017) (9)

Une vague d'incendies de forêt meurtriers s'est propagée à travers la Californie : "Attisés par les vents de Santa Ana au sud et les vents de Diablo au nord, les incendies de forêt en Californie ont tué 40 personnes, brûlé plus d'un million d'acres et causé un milliard de dollars de pertes en 2017.

Exemple de l'accident de Tchernobyl (1986) (10)(11)(12)

« Le 26 avril 1986, à 1h23 du matin, le réacteur n°4 de la centrale nucléaire de Tchernobyl, de conception soviétique des années 1960, explosait. Cet accident reste à ce jour le plus grave jamais survenu sur une installation nucléaire civile. Le 26 avril 1986 à 1h23 du matin, le réacteur n°4 de la centrale nucléaire de Tchernobyl, en service depuis 1983, explose accidentellement lors de la réalisation d'un essai technique. L'énergie libérée par l'explosion entraîne l'émission brutale dans l'atmosphère, jusqu'à plus de 1 200 mètres de hauteur, des produits radioactifs contenus dans le cœur du réacteur nucléaire. Les rejets se poursuivent jusqu'au 5 mai 1986. En dix jours, ce sont près de 12 milliards de milliards de becquerels qui partent dans l'environnement, soit 30 000 fois l'ensemble des rejets radioactifs atmosphériques émis en 1986 par les installations nucléaires en exploitation dans le monde.

Les plus graves conséquences sur la santé ont été observées chez les opérateurs et les pompiers intervenus la nuit du drame, ainsi que chez les personnes impliquées les premiers jours, comme les pilotes d'hélicoptères, et chez les liquidateurs chargés du nettoyage du site et des alentours fortement contaminés. Une trentaine de victimes ont ainsi décédé dans les quatre premiers mois, en raison principalement des fortes doses reçues responsables de l'apparition d'un syndrome d'irradiation aiguë. Par la suite, une vingtaine d'autres personnes sont décédées des séquelles de leur forte exposition ou de pathologies n'ayant pas de lien direct avec une exposition aux rayonnements ionisants (parmi lesquelles, tuberculose pulmonaire, cirrhose du foie ou arrêt cardiaque).

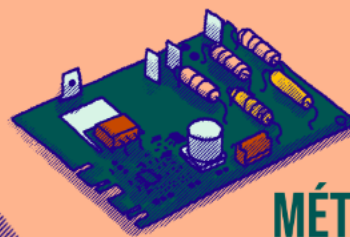
Sur la base des doses estimées, un excès de risque de leucémies était attendu chez les liquidateurs dans les 5 à 15 premières années suivant l'accident. Bien que des rapports récents suggèrent une augmentation de l'incidence des leucémies chez les liquidateurs de Biélorussie, Ukraine, Russie et pays Baltes, les études entreprises jusqu'à présent ne peuvent conclure de manière formelle en raison de leur faible puissance statistique, des incertitudes quant aux doses de radioactivité reçues et de l'existence de cofacteurs. »

Exemple de l'accident du Rana Plaza au Bangladesh (24 avril 2013) (13)

« L'industrie du vêtement a été citée comme le deuxième pollueur mondial après le pétrole. Il faut jusqu'à 2 700 litres d'eau pour produire le coton nécessaire à la confection d'un seul t-shirt (selon le WWF). Et beaucoup sont tout simplement jetés : rien qu'aux États-Unis, 10,5 millions de tonnes de vêtements sont envoyés à la décharge chaque année. "La catastrophe du Rana Plaza a cristallisé de nombreuses lacunes de l'industrie de la mode, y compris une concentration excessive sur les" conditions vérifiables "sans regarder le contexte et les systèmes autour des usines - y compris la corruption et la corruption, les droits fonciers et bien sûr dans ce cas, le feu et la sécurité des bâtiments. Depuis lors, l'industrie a fait le plus de progrès dans le développement d'une collaboration plus responsable, ce qui implique des mécanismes de gouvernance solides, la transparence et une approche systémique. Les groupes Alliance et Accord nés du Rana Plaza s'efforcent d'atteindre cet objectif. » (Elisa Niemtzw, directrice, secteurs de la consommation au cabinet de conseil Business Social Responsibility). »

*C'est pas seulement
la nature qu'on abîme*

TRANSPORTS
gaz toxiques

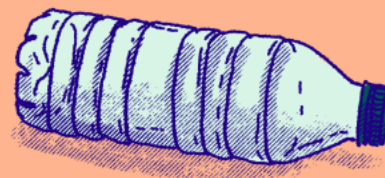


MÉTAUX LOURDS
*mines & déchets
électroniques*

X10
depuis 1980



REJETS
industriels



La pollution

La pollution est définie comme une matière indésirable, souvent dangereuse, qui est introduite dans l'environnement de la Terre du fait de l'activité humaine, qui menace la santé humaine et qui nuit aux écosystèmes (<https://www.senat.fr/rap/r14-610-1/r14-610-11.pdf>).

D'après le dernier rapport de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), avec les changements climatiques, la pollution atmosphérique est l'une des principales menaces environnementales pour la santé (14). L'OMS recommande une réduction des seuls d'ozones, de dioxyde d'azote, de dioxyde de soufre de monoxyde de carbone et, surtout, des particules en suspension d'un diamètre égale ou inférieure à 10 et 2,5 microns (PM10 et PM2.5). Ces dernières proviennent essentiellement de la combustion de carburants et peuvent pénétrer profondément dans les poumons ainsi que dans la circulation sanguine. Le seul acceptable de PM2.5 est de 5 microgrammes par mètre cube, soit la moitié de ce qui était recommandé en 2005. Concernant le seuil acceptable de PM10, il est désormais de 20 à 15 microgrammes par mètre cube.

L'OMS indique que lorsque des mesures sont prises pour réduire les seuils de ces polluants spécifiques, cela a également un impact sur d'autres polluants nocifs et sur l'environnement. Chaque année, des millions de décès sont dus aux effets de la pollution de l'air. Les polluants atmosphériques peuvent provoquer de l'asthme et une réduction de la croissance des poumons chez les enfants, ainsi que des cardiopathies ischémiques et des accidents vasculaires cérébraux chez les adultes. L'OMS n'est pas la seule à prendre des mesures pour préserver la qualité de l'air. En juillet, des médecins australiens et néozélandais ont recommandé aux femmes enceintes de minimiser leur exposition à la pollution atmosphérique. En août 2021, une étude a révélé qu'une forte exposition à la pollution atmosphérique accroît les risques de développer une maladie mentale grave (15).

En 2019, 90 % de la population mondiale vivait dans des zones qui dépassaient les recommandations de 2005 en matière de PM2.5. L'OMS estime que 80 % des décès causés

par les PM2.5 pourraient être supprimés si les nouvelles lignes directrices étaient suivies. L'organisation espère que ces conseils fondés sur des preuves permettront aux décideurs politiques de prendre les bonnes mesures pour réduire les émissions de combustibles fossiles.

La biodiversité

La nature renvoie à différents concepts selon la culture à laquelle nous appartenons. Nous pouvons employer les termes de biodiversité, écosystèmes, Terre nourricière, systèmes de vie, et bien d'autres (16). Les contributions de la nature aux êtres humains englobent différents aspects tels que les biens et services des écosystèmes. La nature ainsi que les contributions de la nature sont vitales pour l'existence humaine et son bien-être (16). Aujourd'hui, dans la plupart des endroits, la société reçoit plus de nourriture, d'énergie et de matériaux que jamais auparavant, mais cela se fait de plus en plus au détriment de la capacité de la nature à fournir ces contributions à l'avenir, et souvent au détriment de nombreuses autres, allant de la régulation de la qualité de l'eau au sentiment d'appartenance (17). La biosphère, dont dépend tous les êtres humains, est altérée de manière inégale à toutes les échelles spatiales (18). La biodiversité – la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes – s'appauvrit plus rapidement que jamais dans l'histoire de l'humanité (19).

Par le biais de ses processus écologiques et évolutifs, la nature maintient la qualité de l'air, des eaux douces et des sols dont l'humanité est tributaire. La nature distribue l'eau, régule le climat, assure la pollinisation, lutte contre les ravageurs et atténue l'impact des aléas naturels. Ainsi, plus de 75% des cultures alimentaires mondiales, qui comprennent des fruits et légumes et quelques-unes des principales cultures commerciales, telles que le café, le cacao et les amandes, reposent sur la pollinisation animale (20). Les écosystèmes marins et terrestres sont les seuls puits des émissions anthropiques de carbone, avec une séquestration brute de 5,6 gigatonnes de carbone par an (soit l'équivalent d'environ 60% des émissions mondiales d'origine anthropique) (21)(22). La nature sous-tend toutes les dimensions de la santé humaine et contribue à des aspects non matériels de la qualité de vie – inspiration et apprentissage, expériences physiques et psychologiques, et supports d'identité – qui sont indispensables à la qualité de la vie et à l'intégrité culturelle (20). En



28% DES ESPÈCES
menacées d'extinction



d'autres termes la nature est essentielle à l'existence humaine, à sa santé, son bien-être et à l'ensemble de ses besoins fondamentaux.

La plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) est un organisme intergouvernemental indépendant composé de plus de 130 gouvernements membres (23). Créé par les gouvernements en 2012, il fournit aux décideurs politiques des évaluations scientifiques objectives sur l'état des connaissances concernant la biodiversité de la planète, les écosystèmes et les contributions qu'ils apportent à l'Homme, ainsi que les outils et méthodes pour protéger et utiliser durablement ces actifs naturels vitaux.

Dans la plupart des régions du monde, la nature a aujourd'hui été altérée de manière significative par de multiples facteurs humains, et la grande majorité des indicateurs relatifs aux écosystèmes et à la biodiversité montrent un déclin rapide (24). Au total, 75 % de la surface terrestre est altérée de manière significative, 66 % des océans subissent des incidences cumulatives de plus en plus importantes et plus de 85 % de la surface des zones humides ont disparu (24).

L'activité humaine menace d'extinction globale au nombre d'espèces sans précédent.

En moyenne, 25 % des espèces appartenant aux groupes d'animaux et de végétaux évalués sont menacés, ce qui suggère qu'environ 1 million d'espèces sont déjà menacées d'extinction, beaucoup dans les décennies à venir, à moins que des mesures ne soient prises pour réduire l'intensité des facteurs à l'origine de la perte de biodiversité. Faute de mesures, l'augmentation du taux global d'espèces menacées d'extinction va encore s'accroître, alors qu'il est déjà au moins des dizaines voire des centaines de fois plus élevé que la moyenne sur les 10 millions d'années écoulés (24).

Au congrès mondial de la nature à Marseille, l'Union internationale de la conservation pour la nature (UICN) a rendu publique la Liste rouge le 4 septembre 2021, rapportant un nouveau constat sur l'effondrement du vivant. Créée en 1964, la Liste rouge des espèces menacées de l'Union internationale pour la conservation de la nature a évolué pour

devenir la source d'informations la plus complète au monde sur l'état de conservation mondial des espèces animales, fongiques et végétales. La Liste rouge de l'UICN est un indicateur essentiel de la santé de la biodiversité mondiale. Le constat en 2021 est que 28% des espèces sont menacées d'extinction, soit exactement 38 543 sur 138 374 espèces étudiées (25).

Les principaux facteurs directs exerçant des pressions négatives sont par ordre décroissant :

changements d'usage des terres et des mers, exploitation directe des organismes, changement climatique, pollution et espèces exotiques envahissantes (24). Ces différents facteurs de pression résultent d'un ensemble de causes sociétales profondes. Ces causes peuvent être démographiques, socioculturelles, économiques, technologiques ou en rapport avec les institutions, la gouvernance, les conflits et les épidémies. Il s'agit des facteurs indirects, qui sont eux-mêmes sous-tendus par des comportements et des valeurs d'ordre sociétal. Les bandes colorées représentent l'impact mondial relatif des facteurs directs sur les écosystèmes terrestres, les écosystèmes d'eau douce et les écosystèmes marins, selon une estimation tirée de l'examen systématique à l'échelle mondiale des études publiées depuis 2005. Le changement d'utilisation des terres et des mers et l'exploitation directe expliquent plus de 50% de l'impact mondial sur les écosystèmes terrestres, marins et d'eau douce, mais chaque facteur a une influence dominante dans certains contextes. Les cercles illustrent l'ampleur des impacts anthropiques négatifs sur différents aspects de la nature pour diverses échelles de temps, sur la base d'une synthèse globale des indicateurs.

De nombreuses contributions de la nature aux populations sont essentielles pour la santé humaine :

La nature fournit une grande diversité d'aliments, des médicaments et de l'eau propre. Elle aide à réguler les maladies et le système immunitaire. Elle réduit les niveaux de certains polluants atmosphériques. Elle peut aussi améliorer la santé mentale et physique par le biais de rapports sensibles avec les espaces naturels. La biodiversité sous-tend la santé humaine en tant que système essentiel de survie (26).

Hypothèse de dilution

L'hypothèse « effet de dilution » a été proposée pour les maladies zoonotiques ou à transmission vectorielle (27) (reprenant la « disease diversity hypothesis » proposée dans le domaine végétal par Elton en 1959). L'effet de dilution suggère que la richesse et la diversité des espèces hôtes jouent un rôle protecteur dans la propagation des agents pathogènes, très similaire à l'« hypothèse de résistance biologique » formulée pour les invasions biologiques.

Les communautés hôtes riches en espèces contribuent à réduire la transmission des parasites par rapport aux communautés hôtes peu riches, mais ayant une forte proportion d'hôtes compétents. La transmission d'un pathogène à un hôte non compétent est perdue, et ce type de transmission perdu augmente avec la richesse spécifique en espèces. Ce phénomène a été observé dans plusieurs maladies à transmission vectorielle telles que la maladie de Lyme (28) ou la maladie de la vallée du Nil occidental (29), mais aussi pour les maladies transmises par les rongeurs comme l'hantavirus (30).

Une première méta-analyse portant sur treize études a testé l'importance de la dilution dans la transmission des maladies (31). Elle a montré une faible influence de la biodiversité suggérant que la transmission était dépendante des facteurs locaux. Une deuxième analyse portant sur quatre-vingt-dix études (32) montre l'existence d'un effet de dilution pour diverses maladies affectant les humains, la faune, le bétail ou les plantes. Une troisième étude portant sur soixante et une espèces de parasites (Civitello et al., 2015)

ZOONOSE

3/4 des nouvelles
maladies



*Elles sont de plus
en plus nombreuses ...*

a montré que la biodiversité réduit l'abondance des parasites. L'effet de dilution est robuste, mais son ampleur est davantage liée à la fréquence qu'à la densité de population des espèces hôtes étudiées.

Le changement des relations prédateurs-proies peut affecter les transmissions d'agents pathogènes. Orrock et al. (2011) montre que la prévalence de Sin Nombre virus (SNV) chez les rongeurs était plus élevée sur les îles hébergeant moins de prédateurs de ces rongeurs. L'étude de Levi et al. (2012) suggère que l'augmentation au cours des dernières années de la maladie de Lyme aux États-Unis est corrélée avec le déclin du renard roux, prédateur clé des petits mammifères réservoirs de la bactérie ; déclin qui s'explique par l'expansion concurrentielle des populations de coyotes.

Enfin, les conséquences de l'introduction d'agents pathogènes, de vecteurs ou de réservoirs peuvent avoir des effets dramatiques sur les espèces et les communautés locales (33). Ainsi, dix espèces d'oiseaux parmi les soixante-quatre espèces envahissantes répertoriées en Europe ont des répercussions sur la santé (34). Une invasion peut aussi diminuer la transmission d'un parasite indigène. Par exemple, Telfer et al. (2005) observent une diminution de la prévalence de deux bactéries intracellulaires *Bartonella birtlesii* et *Bartonella taylorii* dans les populations de rongeurs indigènes avec la prise en compte de la densité d'un autre rongeur envahisseur dans leur modèle. Ce déclin de la prévalence s'explique par une réduction de la transmission des bactéries par les puces vectrices.

Diversité génétique des hôtes et transmission de maladies infectieuses :

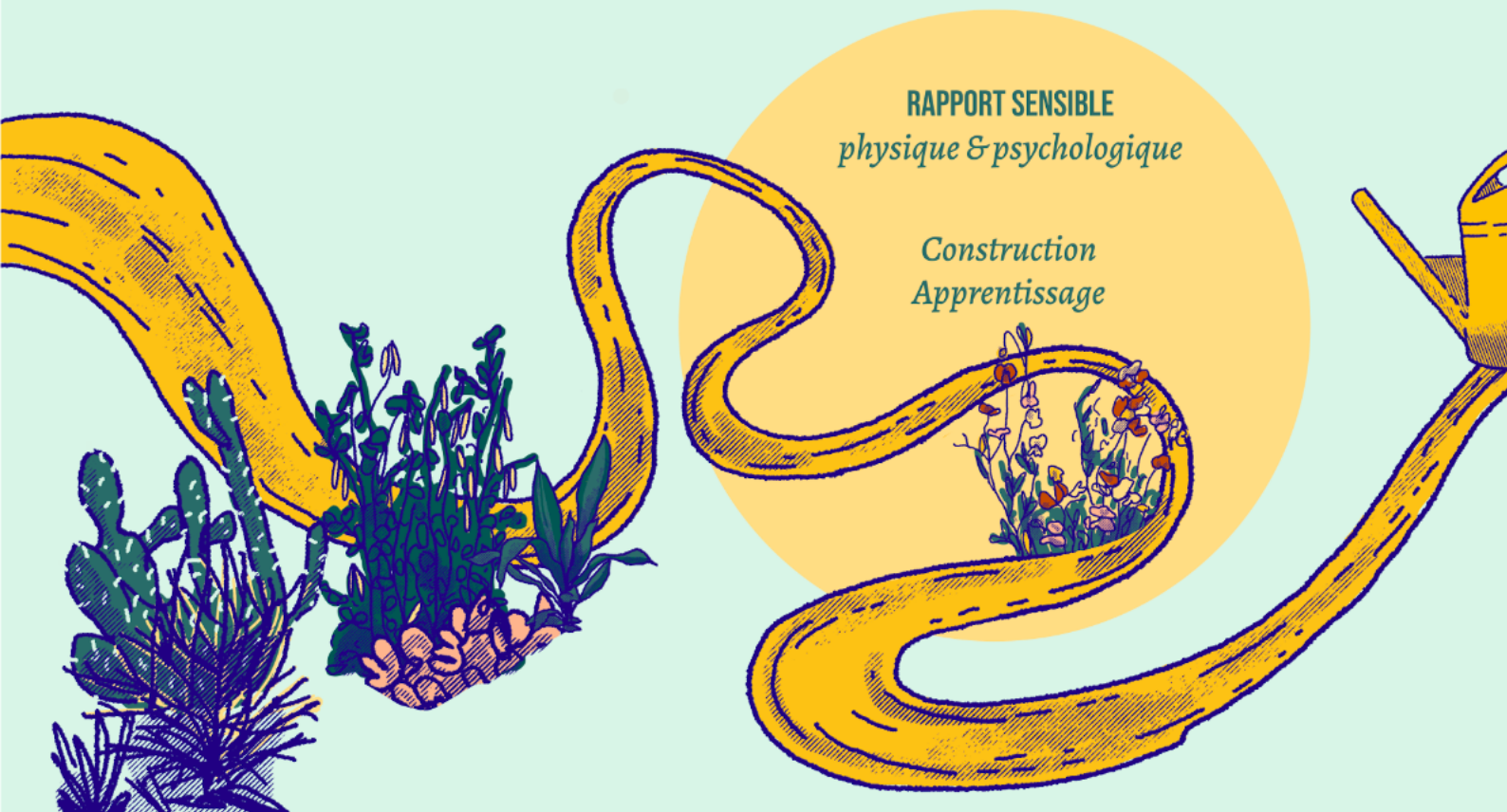
Les individus hôtes au sein d'une même espèce, ou d'une même population, présentent une variabilité génétique à la base d'une hétérogénéité dans la susceptibilité ou la compétence pour un parasite donné. Cette diversité génétique intraspécifique ou intrapopulationnelle doit être considérée dans la compréhension de la transmission. D'un point de vue théorique, des populations génétiquement diversifiées sont susceptibles à un spectre large de parasites, en nombre d'espèces, et de ce fait se révèlent bénéfiques aux parasites en hébergeant une forte diversité spécifique de parasites et pathogènes. Des études empiriques chez les plantes, les insectes et les vertébrés nuancent cette hypothèse. À savoir qu'une diversité génétique réduite chez l'hôte favorise les transmissions

parasitaires et aggrave les impacts négatifs des parasites en sélectionnant une augmentation de leur virulence (35). Autrement dit, une forte diversité génétique des hôtes pourrait freiner la propagation des parasites et limiter leur impact.

Si la mortalité humaine par maladies infectieuses a radicalement diminué au cours du siècle passé, les dernières décennies montrent une augmentation des épidémies concernant un plus grand nombre d'agents infectieux, pour leur majorité issue des animaux sauvages ou domestiques. Cette augmentation des épidémies s'accompagne de leur plus grande extension à des distributions régionales, voire mondiales, du fait d'un monde de plus en plus connecté (36). Les épidémies sont de plus en plus nombreuses à se globaliser et de plus en plus fréquentes. Tant au niveau global qu'au niveau local les changements planétaires affectent toutes les composantes de la biodiversité (écosystèmes, habitats, communautés, populations, gènes) et les interactions entre prédateurs et proies, hôtes et parasites, mais également la diversité culturelle humaine.

Cas particulier des maladies vectorielles (37)(38):

Les pathogènes à transmission vectorielle sont d'importants pathogènes mondiaux (ré)émergents (plus de 17% des maladies infectieuses) ce qui en fait une préoccupation majeure pour la santé publique. Ils sont transmis par un vecteur, généralement un arthropode hématophage comme les moustiques ou les tiques (*Aedes aegypti*) (39). Les vecteurs sont des organismes vivants qui peuvent transmettre des maladies infectieuses entre humains ou des animaux aux humains. Bon nombre de ces vecteurs sont des insectes hématophages, qui ingèrent des micro-organismes pathogènes lors d'un repas sanguin d'un hôte infecté (humain ou animal) et l'injectent plus tard dans un nouvel hôte lors de leur repas sanguin ultérieur. Les moustiques sont les vecteurs de maladies les plus importants et les plus connus. Les agents pathogènes responsables des maladies à transmission vectorielle peuvent être des parasites (*Plasmodium falciparum*, *Dirofilaria immitis*) et des virus (c'est-à-dire des arbovirus). 100 des 500 arbovirus uniques estimés sont pathogènes pour l'homme. Les arbovirus ne représentent pas une seule famille de virus mais plusieurs virus de familles différentes : Flaviviridae (Dengue virus DENV, Zika virus ZIKV, Yellow Fever virus YFV, West Nile virus WNV, etc), Togaviridae (Chikungunya virus CHIKV, Ross River virus RRV, etc), Bunyaviridae (virus de la vallée du Rift RVV, etc), qui expliquent pourquoi des traitements ou vaccins spécifiques doivent être adaptés pour chaque famille. En infectant plus de 400 millions de personnes par an, le DENV est l'arbovirus le plus important. Au cours des dernières décennies, l'incidence mondiale de la dengue a fortement augmenté et la transmission a augmenté dans les zones urbaines et suburbaines. Plus récemment, le virus Zika a fait l'actualité : des épidémies sont survenues en Polynésie française (2013) et au Brésil (2016), provoquant de graves complications neurologiques telles que le syndrome de Guillain-Barré et la microcéphalie. L'épidémie de ZIKV est devenue depuis début 2016 une urgence de santé publique de portée internationale, selon l'OMS. Une des particularités des arbovirus est qu'ils infectent deux sortes d'hôtes : un hôte mammifère, qui assure le maintien et l'amplification du virus, et un arthropode vecteur (les moustiques) qui assure sa dissémination. En effet, les arbovirus circulent à l'origine dans un cycle sylvatique dans lequel le virus est transmis entre primates non humains par des moustiques zoophiles. Lors de ses intrusions répétées dans les forêts (chasse, déforestation...), les hommes sont accidentellement contaminés au contact de vecteurs anthrozoophiles. Ensuite, des vecteurs anthropophiles assurent la dissémination des arbovirus entre humains en milieu urbain, au cours du cycle urbain et du cycle épidémique.



INTERCONNEXION AVEC LA NATURE

Extrait de l'article du journal *espaces naturels* – « Se mobiliser contre l'extinction d'expérience de nature » – interview avec Anne-Caroline Prévot, chercheuse au CNTS au Centre d'écologie et des sciences de la conservation (CESCO) au Muséum national d'histoire naturelle :

« Imaginez que votre nourriture favorite est la seule source d'un nutriment essentiel et que sans lui chacun souffre d'asthme léger et d'une augmentation du stress. Maintenant, imaginez une génération de gens qui a grandi dans un monde où cet aliment n'existe pas [je rajouterais : « ou qu'il n'est plus considéré comme comestible »]. Dans ce monde, les gens ne se sentent pas privés de cette nourriture si goûteuse (cela n'a jamais été dans l'esprit de quiconque qu'elle pouvait exister) et ils auront accepté l'asthme léger et le stress comme la condition humaine normale. La nature est comme cette nourriture. »

C'est avec ces mots (traduits de l'anglais) que le psychologue Peter Kahn définit en 2002 l'amnésie environnementale générationnelle¹. Comme il s'intéresse aux liens entre nature et bien-être mental des humains, l'auteur continue son argumentation en citant un grand nombre d'études indiquant que la nature a des effets bénéfiques pour le bien-être physique, cognitif et émotionnel des individus.

Mais nous pouvons facilement étendre cette hypothèse à la conservation de la biodiversité. Cela a été fait par les écologues R. Pyle et J. Miller², quand ils parlent d'extinction de l'expérience de nature, qu'ils ont surtout appliquée en milieu urbain. L'idée est la suivante : de génération en génération, les jeunes vivent de moins en moins en contact avec la nature (parce qu'il y en a moins et parce que leurs modes de vie limitent ces contacts), au moment même où ils construisent leur identité. La part de leur identité qui intègre leurs relations intimes à leur environnement naturel diminuerait donc de génération en génération. Pas à cause d'un manque d'éducation, mais à cause surtout d'une baisse d'occasions et d'envies d'expérimenter la nature sans contrainte, librement et de façon personnelle.

Les conséquences de cette diminution apparaissent à l'âge adulte : avec une identité environnementale plus faible, ils sont moins en demande de nature dans leur vie quotidienne, ils l'intègrent moins dans leurs actions. L'extinction de l'expérience de nature peut donc avoir des effets insidieux et profonds sur la protection de la nature et de la biodiversité, profonds car ils ne concernent pas uniquement les acteurs engagés dans cette question, mais tous. Or si nous ne tenons pas compte collectivement de la biodiversité dans nos modes de vie, alors nous allons en souffrir.

Face à la gravité de l'extinction de l'expérience de nature, il est pourtant urgent, évidemment de ralentir la minéralisation des espaces, mais aussi de mettre à disposition des citoyens un plus grand nombre de ces lieux de nature, pour des usages et des pratiques variés. De plus, pourquoi ne pas accepter ou inventer de nouveaux types de gouvernance locale de ces espaces ? Les parcs urbains de Berlin sont par exemple co-construits avec des comités d'usagers, restent ouverts en permanence et n'ont pas d'interdictions notables d'usages, sans que les berlinois aient un rapport à la nature si différent des parisiens⁵. C'est une responsabilité politique, mais qui demande aussi un repositionnement des acteurs sociaux notamment les scientifiques et les experts : s'ils restent responsables de l'offre de formation à la biodiversité, ils pourraient la mettre en oeuvre en faisant de la biodiversité un merveilleux exemple de la complexité défendue par E. Morin. Ils pourraient aussi se positionner non plus en tant que porteurs d'une objectivité (souvent fantasmée), mais en tant que scientifiques citoyens, qui apportent certains éléments que d'autres n'ont pas, mais qui sont aussi porteurs de sensibilité, de valeurs et d'enjeux à défendre et négocier avec les autres."

Explication de notre déconnexion à la nature :

L'arrivée forcée des paradigmes eurocentriques a introduit une manière de savoir qui incluait la domination et l'exploitation de la nature; Le cartésianisme, une vision dualiste du monde, a conduit au réductionnisme méthodologique, caractéristique historique de la science occidentale. Le cartésianisme propose que les humains puissent être des observateurs objectifs des parties réductibles des systèmes naturels. Ce paradigme réductionniste a sans doute conduit à de nombreuses avancées en matière de santé humaine dans certains domaines. Cependant, l'holisme et les notions d'interdépendance ont souvent été victimes de cette approche. Outre le cartésianisme, l'urbanisation rapide, l'aliénation des sources alimentaires, les mentalités coloniales et de domination, la compréhension du progrès comme un gain en capital financier, l'idée de propriété du «capital naturel», l'individualisme prédominant, la vision de la Nature comme un adversaire, les dynamiques de genre toxiques, ainsi que la surcharge sensorielle et la désensibilisation ont encore exacerbé notre division par rapport à la nature (40).

Ces facteurs susmentionnés expliquent, au moins en partie, pourquoi certaines sociétés se considèrent comme indépendantes - et non dépendantes de la nature -. Cette fausse séparation entre les humains et la nature perpétue une culture trompeuse de domination sur la nature, induisant de nombreuses crises environnementales actuelles. Lorsque les humains pensent et se comportent comme s'ils étaient séparés de la nature, soit en tant qu'observateurs passifs, soit en tant que participants actifs dans la domination consciente ou inconsciente des systèmes naturels, le résultat peut être la perturbation mortelle des frontières planétaires. En fait, nous connaissons aujourd'hui nombre de ces perturbations, notamment le changement climatique, la sixième extinction massive, la déforestation, l'acidification des océans et les maladies infectieuses émergentes pour n'en nommer que quelques-unes. Pour survivre, les humains doivent changer la mentalité et le récit partagé de la séparation, de l'apathie et de la domination vers l'interconnexion, l'empathie et le partenariat.

Importance d'une reconnexion avec la nature (41):

« Alors que l'hypothèse d'un lien entre le bien-être humain et la nature est depuis

longtemps admise, des recherches menées dans des domaines d'étude aussi variés que la médecine, la psychologie, ou encore les sciences cognitives valident effectivement cette théorie. Il faut aussi prendre en compte les bouleversements sociaux et environnementaux des dernières décennies qui impactent la nature et nos relations avec elle.

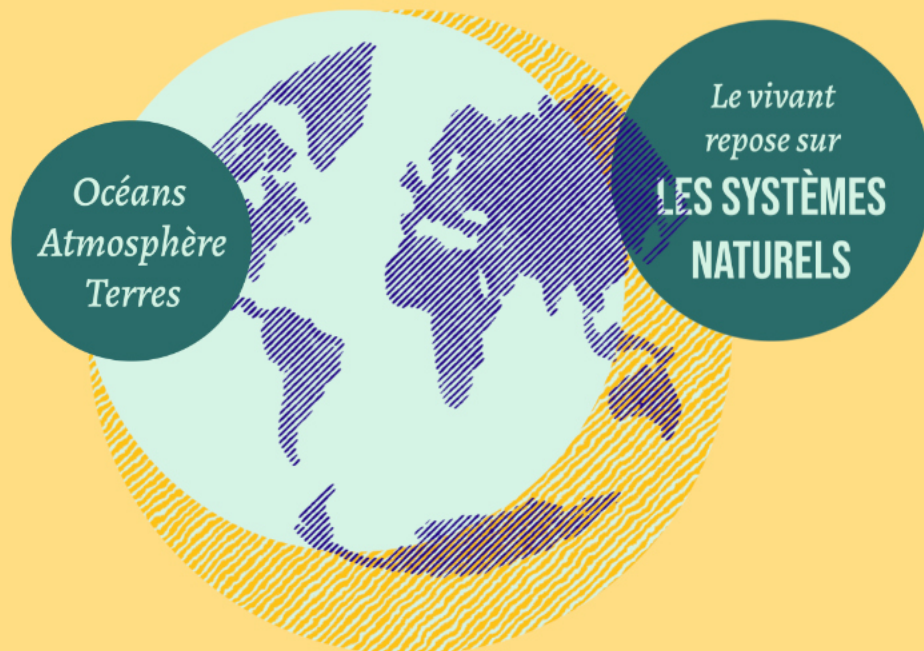
Récemment, des chercheurs ont dressé un panorama des différents axes de recherche explorés (42) et des résultats autour de la thématique du bien-être humain et de la nature. La notion de bien-être, telle qu'entendue ici, ne se rapporte pas seulement à la santé, en tant qu'absence de maladie, mais désigne plus généralement un état physique, mental et social de bien-être (43).

Être au contact de la nature favorise notre bien-être physique et psychologique. Plusieurs études (44) observent une réduction du stress et de la dépression, favorisée par l'environnement naturel et, à l'inverse, une amélioration de l'estime de soi, du sentiment de bonheur ou encore de la créativité.

La nature soigne nos maux et, plus que cela, elle améliore aussi nos capacités et nos fonctions cognitives, en réduisant la fatigue et en restaurant notre capacité d'attention, si sollicitée par la vie quotidienne. Elle participe également à notre bien-être physique (45) : réduction de la douleur, de la pression artérielle, de l'obésité ou encore accélération de la guérison et prévention de certaines maladies (46).

En somme, la nature n'est pas simplement un substrat nécessaire dans lequel s'enracinent les cultures humaines, mais un terreau qui influence nos vies au quotidien et qui, peut-être, est justement ce qui permet à ces cultures de croître et de se développer. »





MOTEURS ECOLOGIQUES ET LIMITES PLANÉTAIRES

Les systèmes naturels de la terre peuvent accepter jusqu'à une certaine limite les conséquences écologiques des activités humaines (ressources limitées vs surconsommations : "no planet B").

Avant le début de la pandémie de COVID-19 en 2020, les décideurs étaient déjà confrontés à des statistiques sanitaires qui donnent à réfléchir. Comme le notent l'Organisation mondiale de la santé (OMS) (47) et le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE)(48), près de 25 % de tous les décès dans le monde sont liés à des décisions économiques affectant l'environnement. Chaque année, 7 millions de personnes meurent de la mauvaise qualité de l'air et 3,5 millions meurent de la mauvaise qualité de l'eau. L'exposition aux produits chimiques peut coûter près de 1 000 milliards de dollars en effets neurodéveloppementaux dans les pays à revenu intermédiaire et faible. Les microplastiques, l'excès de nutriments provenant du ruissellement agricole et les maladies zoonotiques ont un impact sur la santé, le bien-être et le développement économique de manière complexe et qui se chevauchent (Myers, 2017)(49).

La « Doughnut economy »

En 2009, Johan Rockströme (ancien directeur de Stockholm Resilience) a dirigé un groupe de 28 scientifiques pour identifier 9 processus qui régulent la stabilité et la résilience des systèmes naturels de la Terre. Le franchissement de ces limites augmente le risque de dommages irréversibles à grande échelle.

La figure illustre les estimations de la façon dont les différentes variables de contrôle pour sept limites planétaires ont changé de 1950 à aujourd'hui. Le polygone ombragé en vert représente l'espace d'exploitation sécuritaire. Source : Steffen et al. 2015

La « Doughnut economy » est un outil qui permet de repenser l'économie dans une logique de réponse aux besoins humains de base et de préservation de l'environnement. Cette théorie a été créée par l'économiste Kate Raworth qui a publié un livre sur le sujet

en 2017 (51). La théorie du donut présente une économie optimale dans laquelle : le cercle qui est au centre du donut représente les objectifs sociaux minimum, un seuil à maintenir afin d'éviter les privations en matière d'éducation, de santé, d'accès à la nourriture ou à l'eau ; au-delà de l'anneau extérieur du donut se trouve le plafond écologique à ne pas franchir et qui inclut notamment le changement climatique, la pollution chimique, la disparition de la biodiversité etc. Le donut forme ainsi, entre ces deux cercles, l'espace idéal au sein duquel les besoins de tous peuvent être satisfaits sans excéder les capacités planétaires.

En entourant le donut, les ressources naturelles créent une limite environnementale imposée par leur disponibilité et leur état de préservation. Au-delà de ce plafond (de) vert, ce qui est utilisé engendre une perte irréversible, une pollution dommageable des écosystèmes, une brèche difficilement résorbable. Ce plafond est défini selon les neuf **limites planétaires**, d'après les travaux scientifiques du Stockholm Resilience Center (50)(centre de recherche international), par exemple le climat, l'artificialisation des sols, l'acidification des océans ou les cycles de l'azote et du phosphore.

L'intérieur du donut est entouré d'une bande qui représente notre plancher social, défini par les besoins humanitaires et sociaux qui garantissent à l'individu de vivre dignement : éducation, égalité, nourriture, énergie... Ceux qui n'y ont pas accès, encore trop nombreux, vivent sous la bande inférieure du donut, manquant des ressources les plus élémentaires. Le donut en lui-même représente donc la conciliation de ces exigences sociales et environnementales : justice sociale, circuits courts, **économie circulaire**, économies d'énergie etc. Un espace juste et sûr pour l'humain et son milieu naturel, entre préservation des ressources et redistribution des richesses, pour lutter contre l'exclusion au centre du beignet.

L'économiste britannique définit délibérément cette théorie comme une nouvelle vision prospective plutôt qu'au travers d'équations souvent réductionnistes ou de lois économiques universelles trop peu discutées. Elle offre l'image du donut pour détourner la pensée économique moderne de ses penchants court-termistes, pour l'orienter vers de nouveaux buts qui impliqueront des outils inédits qu'il nous reste à inventer.

Présentation des 7 façons de penser comme un économiste du 21^e siècle décrites dans la le site de la Doughnut Economics Action Lab (52) :

(<https://www.kateraworth.com/doughnut/>)(53)(54).

L'un des principes transversaux de l'éducation à la santé planétaire stipule que :

«Une compréhension du passé est nécessaire pour résoudre les problèmes du présent. Pour saisir la nécessité et l'urgence de la santé planétaire, les élèves doivent être conscients des perspectives et des jalons historiques qui ont jeté les bases du domaine, y compris les perspectives qui ont été historiquement marginalisées ou ignorées »(Stone et al. 2018, p. 193).

Il existe d'autres manières de comprendre la relation entre les humains et la nature. Ces manières de savoir pointent vers l'interconnexion au sein de la Nature. Par exemple, des peuples autochtones, les observateurs et protecteurs originaux des écosystèmes, nous pouvons apprendre respectueusement des comportements qui affirment et favorisent le plein épanouissement des systèmes naturels de la Terre.

<p>1. Changer d'objectif : de la croissance du PIB au Donut</p>	<p>L'économie du XXème siècle se focalise sur l'indicateur PIB, qui possède de nombreux défauts. Il est nécessaire de dépasser cette vision passéiste et obsolète afin d'ébaucher un nouveau but pour l'humanité, comme le donut le propose.</p>
<p>2. Voir la situation dans son ensemble : du marché autonome à l'économie intégrée</p>	<p>L'économie du XXème siècle se focalise sur l'indicateur PIB, qui possède de nombreux défauts. Il est nécessaire de dépasser cette vision passéiste et obsolète afin d'ébaucher un nouveau but pour l'humanité, comme le donut le propose.</p>
<p>3. Nourrir la nature humaine : de l'homme économique rationnel à l'homme social adaptable</p>	<p>L'économie du XXème siècle se concentre autour de l'<i>Homo Economicus</i>, froid, calculateur, dont les calculs et décisions lui apportent un profit maximal lui octroyant une position dominante sur une Nature sauvage et chaotique. Cette vision oublie que l'Humain fait partie de la Nature, qu'il n'en est qu'un maillon, qu'il est un animal social et qu'il présente de nombreux biais cognitifs qui vont affecter ses décisions.</p>
<p>4. Se Familiariser avec les systèmes : de l'équilibre mécanique à la complexité dynamique -> Élargir notre analyse et intégrer l'aspect systémique</p>	<p>La discipline économique reste attachée à ses origines des XIXème et XXème siècles, durant lesquels elle a copié et emprunté à la mécanique physique. Une approche plus intelligente et plus compréhensive de notre monde serait d'y intégrer la thermodynamique et les interactions complexes que nous propose la systémique, notamment grâce aux rétro-actions</p>
<p>5. Concevoir pour distribuer : de la « croissance l'égalisera à nouveau » à la distribution par conception</p>	<p>Au XXème siècle, une simple représentation visuelle a délivré un fort message sur les inégalités à travers la courbe de Kuznets : nous passerons par un dur moment avant de connaître une nette amélioration, et un tassement des inégalités, grâce à la croissance économique. En réalité, il apparaît que les inégalités ne sont pas une nécessité, elles sont un échec dans la conception du modèle économique. Cela implique d'imaginer de nouveaux modèles plus redistributifs des richesses, et la façon de créer la monnaie.</p>
<p>6. Créer pour régénérer</p>	<p>La théorie économique a longtemps expliqué qu'un environnement propre et sain était un bien luxueux réservé aux plus aisés. Cette vue est renforcée par la courbe de Kuznets qui, encore une fois, nous assure que nous devons passer par le creux de la vague avant de voir une situation merveilleuse, où la croissance économique va (peut-être) nettoyer le monde de sa pollution. Une telle loi n'existe pas dans la réalité physique : les dégradations écologiques sont les conséquences des conceptions industrielles. Les économistes du XXIème siècle devront construire un modèle régénératif, circulaire (et non plus linéaire) afin de replacer l'humain dans les cycles naturels de la Terre.</p>
<p>7. Être agnostique à propos de la croissance : de « accro à la croissance à agnostique à la croissance »</p>	<p>Certains économistes voient la croissance comme un but vital, alors que rien ne croît à l'infini dans la Nature. La théorie du donut considère qu'il est nécessaire de repenser l'économie en prenant en compte les besoins de sociétés globales tout en respectant les ressources finies de la nature. Cela nécessitera de considérer une croissance sigmoïde plutôt qu'exponentielle dans laquelle la croissance finirait par se stabiliser à un seuil à ne pas dépasser. Ce changement radical de vision nécessite une évolution dans le sens d'une vision agnostique sur la croissance, et à redessiner une société qui puisse fonctionner financièrement, politiquement et socialement dans un monde où l'on a appris à faire sans croissance.</p>

Pendant des millénaires, les peuples autochtones de divers endroits ont développé des paradigmes basés sur l'expérience directe et la participation à la nature enracinée dans la compréhension de l'interconnexion. Les expériences, observations et lois d'existence des peuples autochtones entourant la notion d'interconnexion se reflètent dans leurs coutumes, leurs valeurs, leur danse, leur musique, leurs arts, leur médecine traditionnelle et leurs expressions de spiritualité, tout en étant également mises en œuvre par leur intendance active de notre nature. monde.

Comme Harmin et al. (2017), l'ouverture aux perspectives autochtones permet aux éducateurs, aux universitaires et aux étudiants de mieux comprendre et apprécier leur interconnexion et leurs relations au sein de la nature.

«Pour les peuples autochtones, il est reconnu que de nombreuses forces invisibles sont en jeu dans les éléments de l'univers et que très peu sont naturellement linéaires ou se produisent dans une grille bidimensionnelle ou une forme cubique tridimensionnelle. Les peuples autochtones connaissent les notions de conservation de l'énergie, les irrégularités dans les modèles et les anomalies de forme et de force. Grâce à une longue observation, ils sont devenus des spécialistes de la compréhension de l'interdépendance et du holisme de notre place dans l'univers »(Barnhardt et Kawagley 2005, p. 12).

Les autres caractéristiques clés des systèmes de savoirs traditionnels autochtones (STC) comprennent des éléments de réciprocité, de relationnalité, de responsabilité, de holisme et de l'inséparabilité absolue du sacré et du séculier. L'apprentissage est basé sur la terre ou le lieu, expérientiel, spirituel et intergénérationnel (Antoine et al.2018). Un TKS très influent en Amérique latine, «Buen Vivir» ou «Sumak Kawsay» (en quechua), est une cosmovision sacrée partiellement incluse dans la constitution de l'Équateur en 2008. Il reconnaît les droits intrinsèques de la nature ou «PachaMama», et peut servir comme source d'inspiration pour d'autres pays également (par exemple l'octroi récent de la «personnalité juridique» aux fleuves Whanganui en Nouvelle-Zélande et Gange en Inde).

À titre d'exemple d'intégration des systèmes de connaissances occidentaux et autochtones, nous pouvons appliquer le concept de «vision à deux yeux» (voir la description dans le texte) en regardant à travers un œil, qui démontrent le fait que nous ne pouvons pas nous fier uniquement à l'expérience visuelle de la nature, mais que nous devons plutôt approfondir nos formes d'interaction au sein de la nature afin de rendre les relations plus immersives et plus significatives (Otto & Pensini 2017). expérience kincentrique à travers la pratique de l'interconnexion, qui peut permettre des relations plus holistiques, basées sur le lieu, spirituelles et intergénérationnelles. Comme l'a dit Albert Marshall, «aucun être n'est plus grand que le prochain ... nous faisons partie intégrante du tout, nous sommes égaux et chacun de nous a une responsabilité à l'égard de l'équilibre du système» (Bartlett et al.2012, p. 332). Peut-être que ce dialogue entre cultures complémentaires peut être éclairé par le nouveau paradigme de Gaia, où une relation homme-environnement si intuitive à la sagesse autochtone est articulée dans le langage de la science occidentale.

Les termes «écologie kincentrique» et «kincentricité» avec le monde naturel sont d'autres termes d'une importance particulière pour comprendre IWN et ont été créés par des chercheurs autochtones pour traduire les concepts d'interconnexion en langue anglaise (Martinez 2008; Salmon 2000). porte sur une exploitation et des industries extractives importantes, la kincentricité est la relation qui soutient une obligation de renouveler la planète en harmonie avec tous les parents (Martinez 2008).

SCRIPT DE LA VIDÉO 2

Pas de bonne santé sans biodiversité ? La terre vue comme un système

- (de loin) Sarah ? ... Sarah ? (plus près) Sarah, t'es là ?
- Je suis dans la serre, entre !
- Waow, c'est incroyable cet endroit ! Quand tu m'avais dit que tu avais un super jardin, je pensais pas que tu cultivais autant de choses ! Qu'est-ce que tu fais ?
- Je change cette plante de pot parce que ...
- (regardant ailleurs, lui coupant la parole) Oh des haricots verts !
- Ah ça, c'est des petits pois en fait !
- Ah ok, cool. C'est chouette de fabriquer ses propres légumes.
- C'est quand même la Nature qui fait le plus gros du boulot, je ne les "fabrique" pas vraiment, tu sais.
- Ah oui t'as raison. En plus elle nous donne aussi plein de matières premières pour construire des choses, se déplacer ...
- Oui tu dis ça parce qu'on est habitués à voir la Nature d'un point de vue utilitaire. Comme ce carré de plantes, là, tu vois : certaines peuvent servir à fabriquer des médicaments par exemple.
- Ah ouais, on dirait pas.
- Mais à un niveau bien plus basique, la Nature nous permet surtout de respirer, en fait.
- C'est-à-dire ?
- Elle absorbe plus de la moitié des polluants qu'on produit. Ça maintient la qualité de l'air, des sols et de l'eau douce (55). C'est un système assez fascinant et super complexe.
- Et ça c'est quoi ?
- Des pois de senteurs.
- Ah c'est une autre variété de petits pois ?
- Haha non, ça se mange pas, c'est juste ...euh joli, et ça sent bon.
- C'est ça qui te plaît dans le fait de jardiner, c'est que ce soit beau ?
- Oui entre autres, et ça m'occupe. Lorsque je jardine, ça me vide la tête et en plus je ne passe pas tout mon temps à l'intérieur. Tu sais, la nature c'est pas seulement une ressource, c'est aussi une expérience.
- Comment ça, une expérience ?
- C'est une expérience parce qu'on entretient un rapport sensible avec elle : à la fois

physique et psychologique. Tu vois, être en contact avec la Nature nous aide à construire notre identité, et à apprendre des choses (56). Des études ont même montré qu'être simplement dans la nature renforce notre système immunitaire, diminue le stress, réduit la dépression et améliore l'humeur (57).

- Waw, rien que ça ! Ça augmente l'espérance de vie du coup ?

- Ouep, la Nature nous rend plus résilients.

- C'est génial ! Mais tout ça c'est en train de changer, non ? C'est de plus en plus compliqué de profiter de la Nature sans penser aux conséquences négatives des activités humaines. C'est triste de voir de moins en moins d'oiseaux, de voir des paysages pollués ou détruits, la forêt rasée, tout ça ... Vraiment, ça me désole quand j'y pense ...

- Certes, c'est déjà triste en soi. Tu vois moins que ça a directement un impact négatif sur ta santé.

- Ah oui ? Tu crois que la nature se venge de nous ?

- Je ne pense pas que la nature ait une conscience - quoique certains peuples autochtones ont des croyances qui s'en approchent - mais dans la culture occidentale, on a clairement perdu de vue à quel point on est des êtres biologiques, qui sont interconnectés avec tout le reste du vivant (58). On assimile souvent la Nature à un "environnement", comme quelque chose qui serait autour de nous mais dont on serait détachés. Alors que si on nuit à la Nature, les humains aussi en paient les conséquences.

- Oui, je vois ce que tu veux dire : a de plus en plus de phénomènes extrêmes de ce genre. Tous les ans, il y a aujourd'hui on subit directement les effets du changement climatique. Il y a eu les incendies de 2020 qui ont touché tellement de pays ! L'Amérique du Sud, Le Canada, la Grèce, les Balkans, la Turquie, l'Algérie, la Syrie (59)... Alors qu'il n'y a pas si longtemps ça semblait une menace qui planait au-dessus de nous mais sans se concrétiser vraiment...- Par exemple, en 2006, le Typhon Durian aux Philippines a été aggravé par l'éruption du Volcan Mayon quelques mois plus tôt (60). Je ne sais pas si tu te rappelles de cet événement mais moi à l'époque ça m'avait beaucoup choquée : au total ils ont recensé plus de 1500 morts et des centaines de disparus. Il y a eu des glissements de terrain qui ont enseveli des villages entiers, comme ça d'un coup ! Des milliers de personnes ont été évacuées, et les champs qui ont été recouverts par l'éruption vont être inutilisables pendant des années. Les Philippines se sont retrouvés sans nourriture, sans revenu, sans habitations. Le pire dans tout ça c'est que presque 20 ans plus tard, les conséquences sont encore très concrètes. On parle beaucoup des dégâts matériels et des traumatismes physiques, mais en réalité il y a aussi des conséquences à long terme, comme des maladies respiratoires et cardiovasculaires, ou des maladies transmises par les animaux ... sans parler des séquelles psychologiques ...

- Ça me fait penser aux grands accidents comme les pétroliers qui font naufrage ou les accidents nucléaires. Ces accidents là font l'actualité parce qu'ils sont très soudains et génèrent une grande quantité de pollution en très peu de temps, alors que la pollution se diffuse pendant des dizaines voire des centaines d'années et détruit l'écosystème à petit feu... C'est une catastrophe...

- Si c'était seulement à cause des accidents ... Mais malheureusement la pollution est partout. Les êtres humains sont presque tous exposés à la pollution chimique, toute la planète est contaminée. C'est en train de devenir une caractéristique universelle ...

- Ah bon, à ce point là ?

- Oui, c'est relativement invisible dans notre quotidien parce qu'on vit dans un pays riche,

mais les chiffres sont très clairs.

- C'est les déchets plastiques (61)?

- Multipliés par 10 depuis les années 80 !

- Les pots d'échappement des transports ?

- Pas seulement, les rejets industriels surtout : des millions de tonnes de déchets toxiques non traités déversés dans les eaux du monde entier (62)...

- (ironique) Eh ben nickel !

- Bah en parlant de nickel, tiens : les déchets électroniques et les mines qui détruisent les sols... ça aussi c'est de la pollution.

- Ah ouais ...

- C'est super dangereux ! Et tu vois, peut être qu'une des raisons pour lesquelles certaines personnes n'en prennent pas conscience c'est qu'elles ont une vision très Anthropocentrée. C'est à dire qu'elles pensent que nous sommes hiérarchiquement au-dessus de cet écosystème alors qu'en fait on en fait partie au même titre que tous les autres êtres vivants : les animaux, les végétaux, les champignons, les micro-organismes ... Encore une fois, c'est pas seulement la Nature qu'on abîme, c'est directement notre santé. Là je te parle de millions de personnes mises en danger chaque année (14): des maladies, des handicaps, des décès prématurés...

- Des millions, vraiment ?

- Mais oui ! Regarde, en 2015, 9 millions de personnes sont décédées à cause de la pollution (63).

- J'ai du mal à me rendre compte...

- Toutes causes de décès confondus, ça fait 16 % ! C'est à dire 15 fois plus que les décès dûs à des guerres et d'autres types de violence. Ça peut aller jusqu'à 1 décès sur 4 dans les pays les plus touchés.

- Wow en effet c'est énorme. Moi qui venais passer un après-midi agréable dans ton joli jardin, tu me fais pas de cadeau hein !

- Et tu veux que je te parle d'un truc encore plus inquiétant ?

- Oh bah là ... Au point où on en est, vas-y fais moi un tableau complet, hein ...

- La vraie catastrophe est quasi invisible et elle s'aggrave de plus en plus rapidement : c'est l'extinction des espèces végétales et animales (64). À ton avis, ya combien de pour cent d'espèces qui sont menacées d'extinction ?

- Euh je sais pas ... la moitié ?

- Ah non, quand même pas heureusement ! C'est plutôt de l'ordre de 28% en fait (65).

- Tu vois, tu m'as rendu plus pessimiste que nécessaire avec ta liste de catastrophes !

- Alors là, compte pas sur moi pour te rassurer, parce que 28% c'est déjà énorme et c'est

super grave.

- Mais pourquoi finalement ? Enfin, je veux dire, si il y a moins d'espèces de lapin différentes, par exemple, ça veut dire que les espèces qui restent vont plus se développer, ils prendront la place en quelque sorte, non ? C'est pas comme ça que ça marche, la biosphère (18)?

- Alors, la biosphère c'est l'ensemble des organismes vivants qui se développent sur la Terre. La *biodiversité* (19), par contre, c'est la variété des individus qu'il y a dans un écosystème. Eh bien cette diversité diminue plus rapidement que jamais dans l'histoire de l'humanité. Ce taux de 28% dont on parle, là, il est des dizaines voire des centaines de fois plus élevé que la moyenne sur les 10 millions d'années précédentes.

- Aïe, ouais, maintenant que tu le dis comme ça ... ça a pas l'air très cool. Mais ça m'explique pas pourquoi on a besoin de cette diversité ?

- Attends, j'y viens ! Un exemple tout simple mais troublant : les trois quarts des cultures dépendent de la pollinisation (66). Tous les insectes ne pollinisent pas les mêmes plantes. Si trop d'espèces s'éteignent, comment est-ce qu'on va se nourrir ?

- Euh ...

- D'une manière générale, la diversité est essentielle parce qu'elle permet aux écosystèmes d'être plus stables. Quand un écosystème est très diversifié, il s'affaiblit moins quand un changement arrive, et il absorbe plus facilement les polluants.

- Ah c'est comme les amis, il vaut mieux privilégier la qualité que la quantité !

- Hahaha ! Ça marche peut-être pour les amis, mais pour ce qui est de la Nature, la quantité c'est tout aussi important ...

- Oh je sens que je vais pas aimer la suite ...

- La quantité de mammifères sauvages a baissé de 82 % depuis la préhistoire, et décline encore plus rapidement depuis 1970 (67). C'est simple, si il n'y a plus assez d'environnements sauvages, l'équilibre eau / air / terre qui nous maintient en vie peut basculer et ne plus fonctionner. Voilà ...

- Bon, c'est pas joyeux ...

- Et puis c'est important de noter aussi que la biodiversité nous protège des nouvelles maladies.

- Ah bon, c'est-à-dire ?

- Les traitements, les vaccins et les tests, ça nous protège des maladies existantes, mais pas d'en contracter des nouvelles. Les trois-quart des nouvelles maladies infectieuses qui apparaissent sont des zoonoses (68), c'est-à-dire des maladies qui sont transmises à l'Homme par les animaux d'élevage, et parfois les animaux sauvages. Elles sont de plus en plus nombreuses.

- Mais ... Dans ce cas pourquoi la nature a un rôle protecteur si les maladies peuvent venir des animaux sauvages ?

- C'était pour voir si tu suivais !

- Ah-ha !

- En l'occurrence c'est justement la diversité des espèces qui freine l'apparition des maladies chez l'Homme. C'est ce qu'on appelle l'effet de dilution (69).

- Dans un élevage, la diversité des espèces est vraiment très réduite, donc si une maladie se déclare, elle se propage très vite, et nous en entrant en contact avec ces animaux, on a beaucoup plus de chances de contracter la maladie, nous aussi.

- Et du coup c'est moins le cas dans la forêt ?

- En fait pas vraiment, mais pour une autre raison : les maladies qui circulent dans un milieu sauvage sont beaucoup moins contrôlées que dans un élevage, donc il y a beaucoup de risques de tomber sur un porteur sain. C'est-à-dire un animal porteur du virus, mais qui n'a pas de symptômes. Comme les rats, les moustiques ou les chauve-souris par exemple.

- Mais alors du coup, il vaut mieux ne pas se promener en forêt du tout ! Je croyais que c'était bon pour mon bien-être et tout ?

- C'est pour ça qu'il faut réussir à profiter des bienfaits de la nature sans pour autant entrer en contact avec les animaux sauvages. Se promener c'est ok, mais la déforestation, qui est principalement provoquée par l'extension des surfaces agricoles, l'agriculture intensive, la chasse, la capture d'animaux... Tout ça force les animaux sauvages à entrer en contact avec les animaux domestiques et les êtres humains. C'est ça qui favorise la transmission.

- Hm d'accord. Bon, je comprends mieux pourquoi la biodiversité est tellement centrale dans les questions environnementales. C'est vraiment pas juste histoire de sauver les mignons petits pandas...

- Hahaha ! Ah non en effet !

- Tous ces problèmes ont l'air tellement imbriqués les uns dans les autres. C'est difficile de se représenter toutes ces relations. À part que nos actions détruisent l'environnement et que ça a des conséquences graves, je ne sais pas trop quoi en retirer ...

- C'est déjà pas mal ! Mais pour aller plus loin, il faut dézoomer de notre point de vue d'humain pour prendre en compte toute la planète : le vivant repose sur l'interaction entre les océans, l'atmosphère, et les terres. Ce sont les « systèmes naturels » (70). Cette relation est constamment en mouvement et s'équilibre pour maintenir la vie. On peut voir la Terre comme une grande toile d'araignée où tout est connecté. Elle s'étire et se contracte pour absorber les perturbations et les tensions. Ça permet de maintenir l'équilibre du système. Mais il est loin d'être 100% robuste. Nos activités influencent les systèmes naturels et les modifient tellement qu'on est pas loin du point de rupture. C'est l'habitabilité de la terre qui est en jeu !

- Notre survie, rien que ça ... Comment on peut savoir où on en est ? Est-ce qu'il est déjà trop tard ?

- Depuis 2009, une équipe scientifique internationale a établi le concept de limite planétaire (50)(51). On peut les résumer en plusieurs catégories dont on a déjà un peu discuté. Il y a : le réchauffement climatique, la pollution, la biodiversité, l'eau douce, la couche d'ozone, l'acidité des océans, et la disparition des forêts primaires. Pour chacun, il y a un seuil à ne pas franchir pour que l'équilibre soit maintenu.

- Et alors, on en est où ?

- Pour certains on a encore de la marge, pour d'autres ça devient très critique. ça varie aussi

en fonction des régions du monde.

- Et tu penses que ça peut faire bouger les choses ?

- C'est seulement un outil, créé par les scientifiques de la recherche en santé planétaire pour établir des constats et poser des limites. Ensuite pour que ces limites soient respectées, il faudrait un changement drastique au niveau socio-économique. Ça déplace la réflexion du scientifique vers le politique (71).

- Oui je vois, ça prend une autre dimension. En tous cas avant que tu me l'explique aujourd'hui j'avais pas aussi précisément conscience qu'il y a un lien entre préserver la Nature et préserver notre santé. Il y a beaucoup plus en jeu que les ressources directes qu'on extrait de l'environnement.

- Sans oublier les bienfaits psychologiques ou culturels ! Tiens, d'ailleurs tu connais le concept d'amnésie environnementale ?

- Ah non, pas du tout.

- Ah il faut que je t'explique, c'est passionnant. Mais d'abord il faut que j'aie semé les radis, tu veux m'aider ?

- Allez, d'accord. Allons combattre la déprime à coup de radis !

SOURCES

1. Seltenrich N. Down to Earth: The Emerging Field of Planetary Health. *Environ Health Perspect.* 2018 Jul 12;126(7):072001.
2. Nathanaelle. 9 grands équilibres conditionnent notre vie sur terre, quels sont-ils, comment les préserver ? [Internet]. Fondation pour la Nature et l'Homme. 2018 [cited 2022 Jul 10]. Available from: <https://www.fnh.org/9-grands-equilibres-conditionnent-notre-vie-sur-terre-quels-sont-ils-comment-les-preserver/>
3. Special Issue - Planetary Health [Internet]. inVIVO Planetary Health. [cited 2022 Jul 10]. Available from: <https://www.invivoplanet.com/journal---challenges.html>
4. CEA. Qu'est-ce que l'effet d'albédo ? [Internet]. CEA/Médiathèque. CEA; 2015 [cited 2022 Jul 11]. Available from: <https://www.cea.fr/multimedia/Pages/videos/culture-scientifique/climat-environnement/webdoc-climat/qu-est-ce-que-l-effet-d-albedo.aspx>
5. Changement climatique : causes, effets et enjeux [Internet]. Ministères Écologie Énergie Territoires. [cited 2022 Jul 11]. Available from: <https://www.ecologie.gouv.fr/changement-climatique-causes-effets-et-enjeux>
6. Exposition Climat & Santé · Inserm, La science pour la santé [Internet]. Inserm. [cited 2022 Jul 11]. Available from: <https://www.inserm.fr/culture-scientifique/climat-sante/>
7. Super Typhoon Dorian [Internet]. NASA Earth Observatory; 2006 [cited 2022 Jul 11]. Available from: <https://www.earthobservatory.nasa.gov/images/17703/super-typhoon-dorian>
8. Gaillard JC, Jr FGD, Dizon EZ, Larkin JA, Paz VJ, Ramos EG, et al. Dimension anthropique de l'éruption du Mont Pinatubo (Philippines) entre 800 et 500 ans BP. *L'anthropologie.* 2005;109:249.
9. 2017 California Wildfires | National Geographic Society [Internet]. [cited 2022 Jul 11]. Available from: <https://education.nationalgeographic.org/resource/2017-california-wildfires>
10. Chernobyl | Chernobyl Accident | Chernobyl Disaster - World Nuclear Association [Internet]. [cited 2022 Jul 11]. Available from: <https://world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/chernobyl-accident.aspx>
11. L'accident de Tchernobyl [Internet]. [cited 2022 Jul 11]. Available from: <https://embed.api.video/vod/viveeqF8E4FZxukrRaVNQ6j>
12. Les conséquences sanitaires [Internet]. [cited 2022 Jul 11]. Available from: https://www.irsn.fr/FR/connaissances/Installations_nucleaires/Les-accidents-nucleaires/accident-tchernobyl-1986/consequences-homme-environnement/Pages/8-Les_consequences_sanitaires.aspx
13. Three Years After Rana Plaza, Has Anything Changed? | BoF [Internet]. [cited 2022 Jul 11]. Available from: <https://www.businessoffashion.com/articles/sustainability/three-years-on-from-rana-plaza-has-anything-changed-sustainability-safety-worker-welfare/>
14. Les nouvelles lignes directrices mondiales de l'OMS sur la qualité de l'air visent à éviter des millions de décès dus à la pollution atmosphérique [Internet]. [cited 2022 Jul 11]. Available from: <https://www.who.int/fr/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality>

guidelines-aim-to-save- millions-of-lives-from-air-pollution

15. Newbury JB, Stewart R, Fisher HL, Beevers S, Dajnak D, Broadbent M, et al. Association between air pollution exposure and mental health service use among individuals with first presentations of psychotic and mood disorders: retrospective cohort study. *Br J Psychiatry*. 2021 Dec;219(6):678–85.16. Notre santé dépend de la diversité du monde naturel · Inserm, La science pour la santé [Internet]. Inserm. [cited 2022 Jul 11]. Available from: <https://www.inserm.fr/actualite/notre-sante-depend-diversite-monde-naturel/>
17. Food and Agriculture Organization of the United Nations, editor. The future of food and agriculture: trends and challenges. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2017. 163 p.
18. rédaction L. Qu'est-ce que la biosphère ? Définition et explication [Internet]. Geo.fr. 2018 [cited 2022 Jul 11]. Available from: <https://www.geo.fr/environnement/quest-ce-que-la-biosphere-definition-et-explication-193893>
19. Définition - Biodiversité | Insee [Internet]. [cited 2022 Jul 11]. Available from: <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1264>
20. Potts SG, Imperatriz-Fonseca VL, Ngo HT, Biesmeijer JC, Breeze TD, Dicks LV, et al. The assessment report on pollinators, pollination and food production: summary for policymakers. 2016.
21. La séquestration de carbone par les écosystèmes en France. :102.
22. PricewaterhouseCoopers. Life on earth is in trouble [Internet]. PwC. [cited 2022 Jul 11]. Available from: <https://www.pwc.ch/en/insights/fs/life-on-earth-is-in-trouble.html>
23. dev_newround. IPBES [Internet]. Fondation pour la recherche sur la biodiversité. [cited 2022 Jul 11]. Available from: <https://www.fondationbiodiversite.fr/la-frb-en-action/nos-implications/ipbes/>
24. Communiqué de presse: Le dangereux déclin de la nature : Un taux d'extinction des espèces « sans précédent » et qui s'accélère | IPBES secretariat [Internet]. [cited 2022 Jul 11]. Available from: <https://ipbes.net/news/Media-Release-Global-Assessment-Fr>
25. Les enjeux de la biodiversité - Sytec [Internet]. [cited 2022 Jul 11]. Available from: <https://www.sytec15.fr/strategie-territoriale/atlas-de-biodiversite-territoriale/enjeux-de-la-biodiversite/>
26. 1 000 000 d'espèces menacées d'extinction : le rapport alarmant de l'Ipbes | Site Web IRD [Internet]. [cited 2022 Jul 11]. Available from: <https://www.ird.fr/1-000-000-despeces-menacees-dextinction-le-rapport-alarmant-de-lipbes>
27. Schmidt KA, Ostfeld RS. Biodiversity and the Dilution Effect in Disease Ecology. *Ecology*. 2001;82(3):609–19.
28. The ecology of infectious disease: effects of host diversity and community composition on Lyme disease risk - PubMed [Internet]. [cited 2022 Jul 11]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12525705/>
29. Swaddle JP, Calos SE. Increased avian diversity is associated with lower incidence of human West Nile infection: observation of the dilution effect. *PloS One*. 2008 Jun

25;3(6):e2488.

30. Carver S, Kuenzi A, Bagamian KH, Mills JN, Rollin PE, Zanto SN, et al. A temporal dilution effect: hantavirus infection in deer mice and the intermittent presence of voles in Montana. *Oecologia*. 2011 Jul;166(3):713–21.

31. Salkeld DJ, Padgett KA, Jones JH. A meta-analysis suggesting that the relationship between biodiversity and risk of zoonotic pathogen transmission is idiosyncratic. *Ecol Lett*. 2013;16(5):679–86.

32. Johnson D. Priorities for research on priority effects. *New Phytol*. 2015;205(4):1375–7.

33. CIRAD. Serge Morand : « La biodiversité est synonyme de résilience face à l'émergence de maladies » [Internet]. CIRAD. 2021 [cited 2022 Jul 11]. Available from: <https://www.cirad.fr/les-actualites-du-cirad/actualites/2021/serge-morand-biodiversite-et-emergence-de-maladies>

34. Shirley SM, Kark S. The role of species traits and taxonomic patterns in alien bird impacts. *Glob Ecol Biogeogr*. 2009;18(4):450–9.

35. King KC, Lively CM. Does genetic diversity limit disease spread in natural host populations? *Heredity*. 2012 Oct;109(4):199–203.

36. Tatem AJ, Hay SI, Rogers DJ. Global traffic and disease vector dispersal. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2006 Apr 18;103(16):6242–7.

37. Control of Neglected Tropical Diseases [Internet]. [cited 2022 Jul 11]. Available from: <https://www.who.int/teams/control-of-neglected-tropical-diseases/overview>

38. About the Division of Vector-Borne Diseases | Division of Vector-Borne Diseases | NCEZID | CDC [Internet]. 2021 [cited 2022 Jul 11]. Available from: <https://www.cdc.gov/ncezid/dvbd/about.html>

39. Maladies à transmission vectorielle [Internet]. [cited 2022 Jul 11]. Available from: <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>

40. Zylstra MJ, Knight AT, Esler KJ, Le Grange LLL. Connectedness as a Core Conservation Concern: An Interdisciplinary Review of Theory and a Call for Practice. *Springer Sci Rev*. 2014 Dec 1;2(1):119–43.

41. Cosquer A. Pourquoi la nature nous fait du bien, les scientifiques expliquent [Internet]. *The Conversation*. [cited 2022 Jul 11]. Available from: <http://theconversation.com/pourquoi-la-nature-nous-fait-du-bien-les-scientifiques-expliquent-92959>

42. Exploring connections among nature, biodiversity, ecosystem services, and human health and well-being: Opportunities to enhance health and biodiversity conservation - ScienceDirect [Internet]. [cited 2022 Jul 11]. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212041614001648>

43. Constitution [Internet]. [cited 2022 Jul 11]. Available from: <https://www.who.int/fr/about/governance/constitution>

44. Kondo MC, Jacoby SE, South EC. Does spending time outdoors reduce stress? A review of real-time stress response to outdoor environments. *Health Place*. 2018 May 1;51:136–50.

45. Berman MG, Jonides J, Kaplan S. The Cognitive Benefits of Interacting With Nature. *Psychol Sci*. 2008 Dec 1;19(12):1207–12.

46. Li Q, Morimoto K, Kobayashi M, Inagaki H, Katsumata M, Hirata Y, et al. Visiting a Forest, but Not a City, Increases Human Natural Killer Activity and Expression of Anti-Cancer Proteins. *Int J Immunopathol Pharmacol*. 2008 Jan;21(1):117–27.
47. Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks [Internet]. [cited 2022 Jul 10]. Available from: <https://www.who.int/publications-detail-redirect/9789241565196>
48. Healthy Environment, Healthy People [Internet]. UNEP. 2017 [cited 2022 Jul 10]. Available from: <http://www.unep.org/news-and-stories/story/healthy-environment-healthy-people>
49. COVID-19 and Planetary Health: How a Pandemic Could Pave the Way for a Green Recovery | International Institute for Sustainable Development [Internet]. [cited 2022 Jul 10]. Available from: <https://www.iisd.org/articles/covid-19-and-planetary-health-how-pandemic-could-pave-way-green-recovery>
50. The nine planetary boundaries [Internet]. [cited 2022 Jul 10]. Available from: <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries/the-nine-planetary-boundaries.html>
51. Raworth K. A Doughnut for the Anthropocene: humanity’s compass in the 21st century. *Lancet Planet Health*. 2017 May 1;1(2):e48–9.
52. Get Animated! Introducing the Seven Ways | DEAL [Internet]. [cited 2022 Jul 11]. Available from: <https://doughnuteconomics.org/tools-and-stories/2>
53. Kate Raworth nous explique ce qu’est la théorie du donut, un nouveau modèle économique - YouTube [Internet]. [cited 2022 Jul 11]. Available from: <https://www.youtube.com/watch?v=y2xhT0wfA84>
54. Les limites planétaires, un socle pour repenser nos modèles de société [Internet]. [cited 2022 Jul 11]. Available from: <https://www.cerdd.org/Parcours-thematiques/Territoires-durables/Ressources-territoires-durables/Les-limites-planetaires-un-socle-pour-repenser-nos-modeles-de-societe>
55. Brilli F, Fares S, Ghirardo A, de Visser P, Calatayud V, Muñoz A, et al. Plants for Sustainable Improvement of Indoor Air Quality. *Trends Plant Sci*. 2018 Jun;23(6):507–12.
56. Home to Us All: how connecting with nature helps us care for ourselves and the Earth [Internet]. IUCN. 2018 [cited 2022 Aug 26]. Available from: <https://www.iucn.org/resources/grey-literature/home-us-all-how-connecting-nature-helps-us-care-ourselves-and-earth>
57. Nature and mental health: An ecosystem service perspective | Science Advances [Internet]. [cited 2022 Aug 26]. Available from: <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aax0903>
58. Tolazzi S. La prise en compte des savoirs traditionnels autochtones dans les projets de développement des ressources minières et énergétiques au Canada : perspectives et limites. *Mém Identités Marginalités Dans Monde Occident Contemp Cah MIMMOC* [Internet]. 2015 Dec 21 [cited 2022 Aug 26];(15). Available from: <https://journals.openedition.org/mimmoc/2158>
59. Incendies dans le monde : la planète brûle, nouveau record de nombre de feux détectés

[Internet]. [cited 2022 Aug 26]. Available from: <https://www.sudouest.fr/environnement/incendies- dans-le-monde-la-planete-brule-nouveau-record-de-nombre-de-feux-detectes-4606665.php>

60. Le typhon Durian pourrait avoir fait plus de 1 000 morts aux Philippines. Le Monde.fr [Internet]. 2006 Dec 4 [cited 2022 Aug 26]; Available from: https://www.lemonde.fr/asie-pacifique/article/2006/12/04/le-typhon-durian-pourrait-avoir-fait-plus-de-1-000-morts-aux-philippines_841432_3216.html

61. @NatGeoFrance. Le plastique en 10 chiffres [Internet]. National Geographic. 2021 [cited 2022 Aug 26]. Available from: <https://www.nationalgeographic.fr/le-plastique-en-10-chiffres>

62. Industrial Discharge - an overview | ScienceDirect Topics [Internet]. [cited 2022 Aug 26]. Available from: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/industrial-discharge>

63. Reporterre. La pollution tue 9 millions de personnes par an [Internet]. Reporterre, le quotidien de l'écologie. [cited 2022 Aug 26]. Available from: <https://reporterre.net/La-pollution-tue-9-millions- de-personnes-par-an>

64. Twice as many plants have gone extinct than birds, mammals, and amphibians combined [Internet]. [cited 2022 Aug 26]. Available from: <https://www.science.org/content/article/twice-many- plants-have-gone-extinct-birds-mammals-and-amphibians-combined>

65. @NatGeoUK. 26 animal species humans are pushing to the brink [Internet]. National Geographic. 2021 [cited 2022 Aug 26]. Available from: <https://www.nationalgeographic.co.uk/26animals>

66. Mashaal M. La pollinisation en crise ? [Internet]. Pourslascience.fr. Pour la Science; [cited 2022 Aug 26]. Available from: <https://www.pourslascience.fr/sd/ecologie/https://www.pourslascience.fr/sd/ecologie/la- pollinisation-en-crise-12301.php>

67. Wild mammals have declined by 85% since the rise of humans, but there is a possible future where they flourish [Internet]. Our World in Data. [cited 2022 Aug 26]. Available from: <https://ourworldindata.org/wild-mammal-decline>

68. Les zoonoses, ces maladies qui nous lient aux animaux [Internet]. INRAE Institutionnel. [cited 2022 Aug 26]. Available from: <https://www.inrae.fr/actualites/zoonoses-ces-maladies-qui-nous- lient-aux-animaux>

69. Khalil H, Ecke F, Evander M, Magnusson M, Hörnfeltdt B. Declining ecosystem health and the dilution effect. *Sci Rep*. 2016 Aug 8;6(1):31314.

70. Système naturel - définition - Encyclopédie.fr [Internet]. [cited 2022 Aug 26]. Available from: https://www.encyclopedie.fr/definition/Syst%C3%A8me_naturel

71. Iyer HS, DeVille NV, Stoddard O, Cole J, Myers SS, Li H, et al. Sustaining planetary health through systems thinking: Public health's critical role. *SSM - Popul Health*. 2021 Sep 1;15:100844.

CHAPITRE 3

COMMENT LES PANDÉMIES ONT MIS LES SCIENCES AU DÉFI

*Du savon à la création
de l'O.M.S.*



CONTEXTE

Jusqu'à la fin du XVIIIe siècle, l'espérance de vie moyenne des populations ne dépassait pas 25 ans dans les pays européens (1). Ce constat était la résultante de l'absence d'une hygiène de base qui nous paraît aujourd'hui évidente mais qui ne l'était pas pour autant à l'époque, comme l'accessibilité à l'eau potable et les bonnes pratiques d'hygiène de bases (ex : se laver les mains régulièrement, Wild life, animal transmissions). De ce fait, les personnes pouvaient facilement décéder due à des infections bactériennes ou virales, ou des épisodes critiques tels que la guerre ou la famine (2). Il suffisait de l'apparition d'un agent contagieux pour que le nombre de victimes soit considérable et qu'une population entière soit décimée. Aujourd'hui, les épidémies sont encore d'actualité, et on le voit particulièrement avec le SARS-CoV-2 qui s'est propagé très rapidement dans le monde, catalysé par une mondialisation favorisant de plus en plus les échanges entre les pays (3). Quelles ont été les découvertes majeures qui ont permis de mieux comprendre les épidémies pour pouvoir ensuite minimiser leur propagation et/ou les éradiquer ? Pour répondre à cette question nous allons « remonter dans le temps », et présenter l'évolution de ces méthodes de prévention et le contrôle des épidémies.

LES ÉPIDÉMIES DANS L'HISTOIRE

Les civilisations ont au cours de leur histoire été confrontées à des épidémies. La circulation de ces maladies a toujours été catalysée par les déplacements, les échanges commerciaux entre pays, ou les guerres. Avec l'émergence de nouvelles technologies facilitant considérablement les échanges et participant à la mondialisation, la vitesse de propagation des épidémies est d'autant plus grande (2). Conjointement à l'émergence de ces épidémies, les progrès scientifiques ont permis de mieux comprendre l'origine des maladies par le biais d'outils de détection, pour pouvoir par la suite les prévenir et les contrôler (1)(4). Cette partie visera à présenter quelques dates clés (non exhaustives) qui ont marqué l'Histoire tant dans l'impact de ces épidémies que dans les découvertes pour

les contrôler.

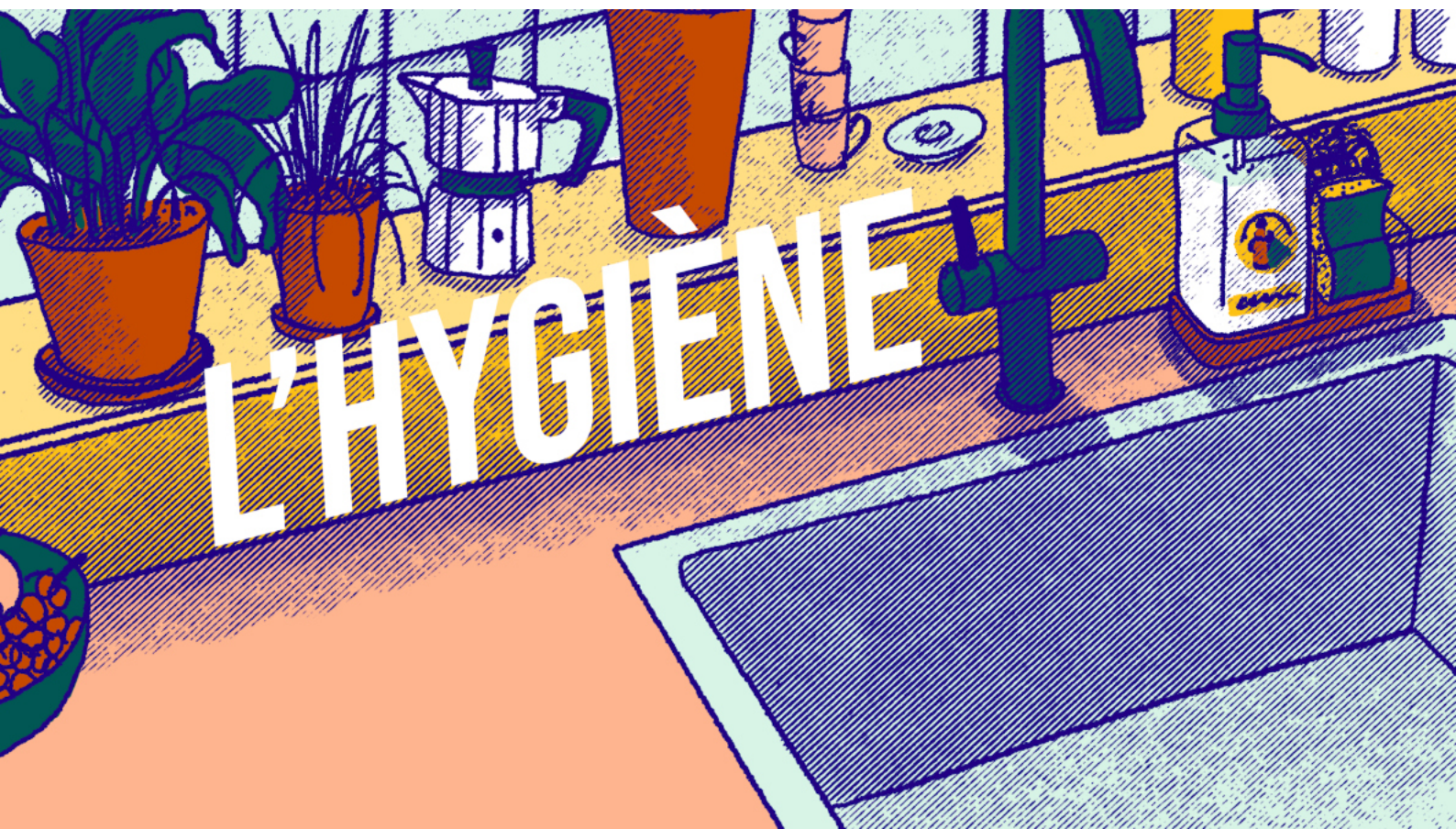
- La peste d'Athènes 430-425 Av.JC, 100 000 de décès
- La peste noire 1347-1352, 25-50 millions de décès
- La variole 1520, 56 millions de décès
- Le choléra 1826-1832
- La grippe espagnole 1918-1919, 40-50 millions de décès
- Grippe aviaire 2009-2010, 151 700-575 000 décès
- Covid-19 depuis novembre 2019, 4 millions

« Épidémie » vient du grec ancien Επιδημιολογία (epidimologia) apparu en 430 avant JC. L'épidémiologie peut être considérée comme la « science de ce qui s'abat sur le peuple » (5). Les premières descriptions de maladies qui ne seraient pas de nature divine se trouvent dans les Épidémies I-III, de la fin du Ve siècle avant JC perçu comme un des plus représentatifs de la médecine « d'Hippocrate ». L'idée qu'il existe un lien étroit entre santé et environnement n'est pas nouvelle, puisque c'est le fondement de l'action de la médecine décrite par Hippocrate dans son traité « des airs, des eaux et des lieux » : « Pour approfondir la médecine, il faut considérer d'abord les saisons, connaître la qualité des eaux, des vents, étudier les divers états du sol et le genre de vie des habitants » (6)(7).

L'IMPORTANCE DE L'HYGIÈNE DANS LA PRÉVENTION DE CES ÉPIDÉMIES

L'origine du mot hygiène vient de la déesse de la santé Hygie, 500 Av JC, dans la Grèce antique. Asclépios, le dieu de la médecine et sa fille Hygie, la déesse de la santé étaient honorés afin que leurs méthodes de guérison puissent être révélés aux populations par le biais de leurs rêves (8). La déesse Panacée étant la sœur d'Asclépios qui prodigue aux hommes des remèdes par les plantes.

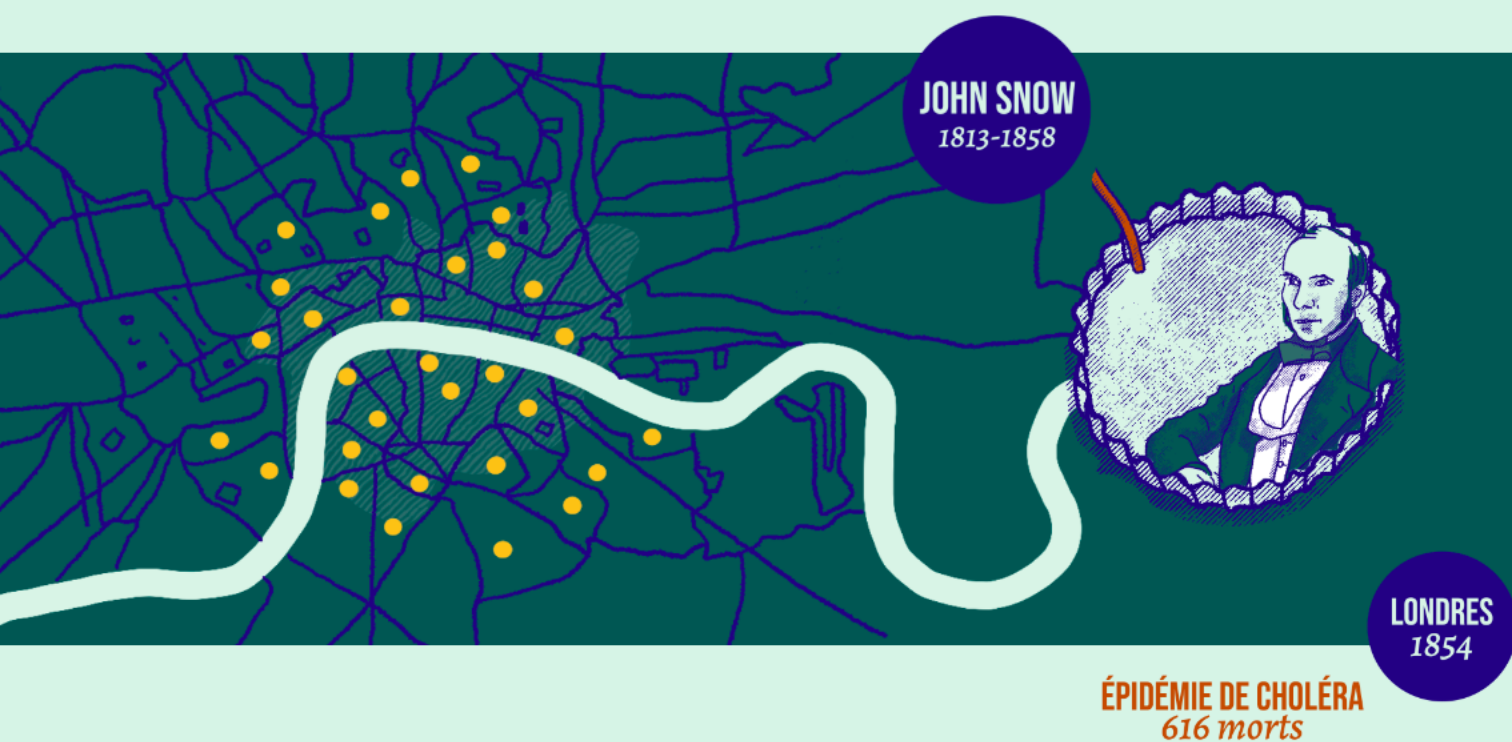
La plus ancienne évocation de la réaction de saponification remonte au début du IIe millénaire Av JC dans les royaumes de Babylone et de Sumer. Le papyrus Ebers (Égypte, 1550 Av JC) indique que les Égyptiens utilisaient une substance semblable à du savon à



des fins pharmaceutiques (mélange de graisse et de sulfate de plomb) (9). A Athènes au Ve siècle Av JC, les pratiques d'hygiène de bases étaient plus avancées qu'en Europe, surtout pour les plus aisés qui profitaient non seulement de grands réseaux d'alimentation en eau fraîche et des aqueducs, mais également de toilettes et de bains publics (8)(10).

Au XIXe siècle, le choléra se propage rapidement à Londres, et John Snow (médecin attitré de la reine) décide de faire une cartographie de la ville pour visualiser la localisation des décès dans la ville. Il constate qu'il y a une corrélation entre les zones très touchées par l'épidémie et les pompes à eau. C'est autour de la pompe de Broad Street, dans le quartier de Soho, qu'un foyer a été identifié. Il a constaté qu'il y avait cinq fois plus de décès par choléra chez les personnes qui s'approvisionnaient de cette pompe. John Snow conclut donc que le choléra ne se transmet pas par des « miasmes » (selon la théorie majoritaire de l'époque, les maladies se transmettaient par l'air) mais par l'eau qui serait trop polluée. Malgré le scepticisme de ses collègues médecins, John Snow réussit à convaincre les autorités londonniennes de mettre la pompe en question hors d'usage. L'épidémie a pu être stoppée en quelques semaines. C'est le début de l'épidémiologie descriptive (5)(11). En 1846, Ignace Semmelweis constate que les femmes qui meurent plus en couche subissent des interventions de praticiens qui ne se lavaient pas les mains après chaque autopsie. Il ne sera toutefois pas pris au sérieux par la communauté scientifique. C'est quelques années plus tard que Louis Pasteur découvre l'existence de micro-organismes permettant de prouver scientifiquement le lien entre infection et hygiène. Un nouveau courant de pensée, l'hygiénisme, s'appuie sur ces travaux et s'intéresse à tous les aspects de la vie quotidienne. Les scientifiques et médecins formulent des recommandations comme le lavage de mains et la toilette quotidienne à l'eau et au savon qui est produit en masse avec l'essor des industries chimiques de fabrication de soude (12).

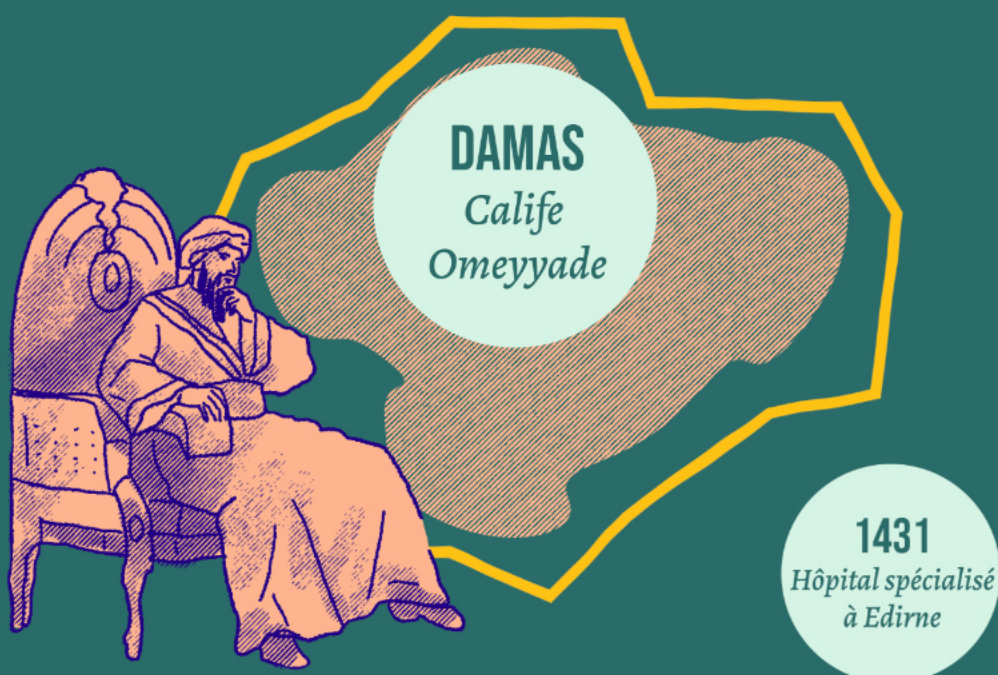
Quelques années après Semmelweis, pendant la guerre de Crimée (1853-1856), Florence Nightingale, a aussi eu une contribution importante dans la compréhension de l'importance du lavage de main. À son époque, la plupart des gens croyaient que les infections étaient causées par des odeurs nauséabondes appelées « miasmes ». Elle a mis en place le lavage des mains et d'autres pratiques d'hygiène dans l'hôpital de l'armée britannique dans lequel elle travaillait. Alors que l'objectif de ces pratiques était de lutter contre les miasmes, les pratiques de lavage des mains de Nightingale ont permis de réduire les infections (13). Elle considérait également le domicile comme un lieu crucial pour les



interventions de prévention des maladies. Pour elle, le domicile est l'endroit où les gens contractent ou souffrent le plus souvent d'une maladie qui pourrait également être observée maintenant avec le COVID-19 où la plupart des cas se trouvent dans des grappes familiales (14). Son livre, *Notes on Nursing* (1980), était plus une instruction de santé publique qu'un manuel de soins infirmiers. Des conseils sur la façon de maintenir des maisons saines, en particulier pour les femmes, pourraient y être trouvés (14). Pour elle, maintenir sa maison propre est important pour être en bonne santé et en même temps, elle défendait les soins holistiques. Elle a conseillé aux soldats de lire et de socialiser pendant leur rétablissement afin qu'ils ne s'ennuient pas dans l'ennui et l'alcoolisme (14).

LA QUARANTAINE UN MOYEN DE CONTROLE DE LA PROPAGATION DES EPIDEMIES

Il est fort probable que les premières mentions d'isolement pour des raisons de santé aient été mentionnées bien avant mais on retrouve la mention d'isolement obligatoire de groupe de patients atteints de la lèpre a commencé au VIII^e siècle dans le monde musulman. Le sixième calife Omeyyade Al-Walid I a construit le premier hôpital à Damas et a donné l'ordre d'isoler les personnes infectées par la lèpre des autres patients de l'hôpital. Cette pratique a continué à être perpétrée jusqu'en 1431, lorsque les Ottomans ont construit un hôpital spécialisé pour les lépreux à Edirne (15). En Europe, c'est en 1321 que le roi de France Philippe V met en place des mesures sanitaires de quarantaine pour séparer socialement les lépreux des personnes saines (16). Le mot quarantaine est arrivé plus tardivement au début du XVII^e siècle, et vient de *quarantena*, la forme dialectale vénitienne de l'italien *quaranta giorni*, qui signifie « quarante jours » (17). A l'époque, à chaque arrivée d'un navire, les membres de l'équipage étaient systématiquement mis à l'isolement pour 40 jours pour prévenir des maladies liées à la « peste », d'où le fait qu'on ait décidé de standardiser ce nombre pour d'autres formes d'épidémies (18). Faire aussi mention de la mise en place de lazarets au XV^e siècle, sur une petite île adjacente à Venise, pour mettre en quarantaine des équipages, passagers, et marchandises qui proviennent de ports touchés par la peste. Faire mention des conventions internationales de 1852 à 1927,



ayant pour but d'uniformiser les pratiques pour empêcher les infections en provenance de l'Est et prévenir sa propagation en Europe (19).

LA VACCINATION AU COURS DE L'HISTOIRE

Quelques dates clés (20):

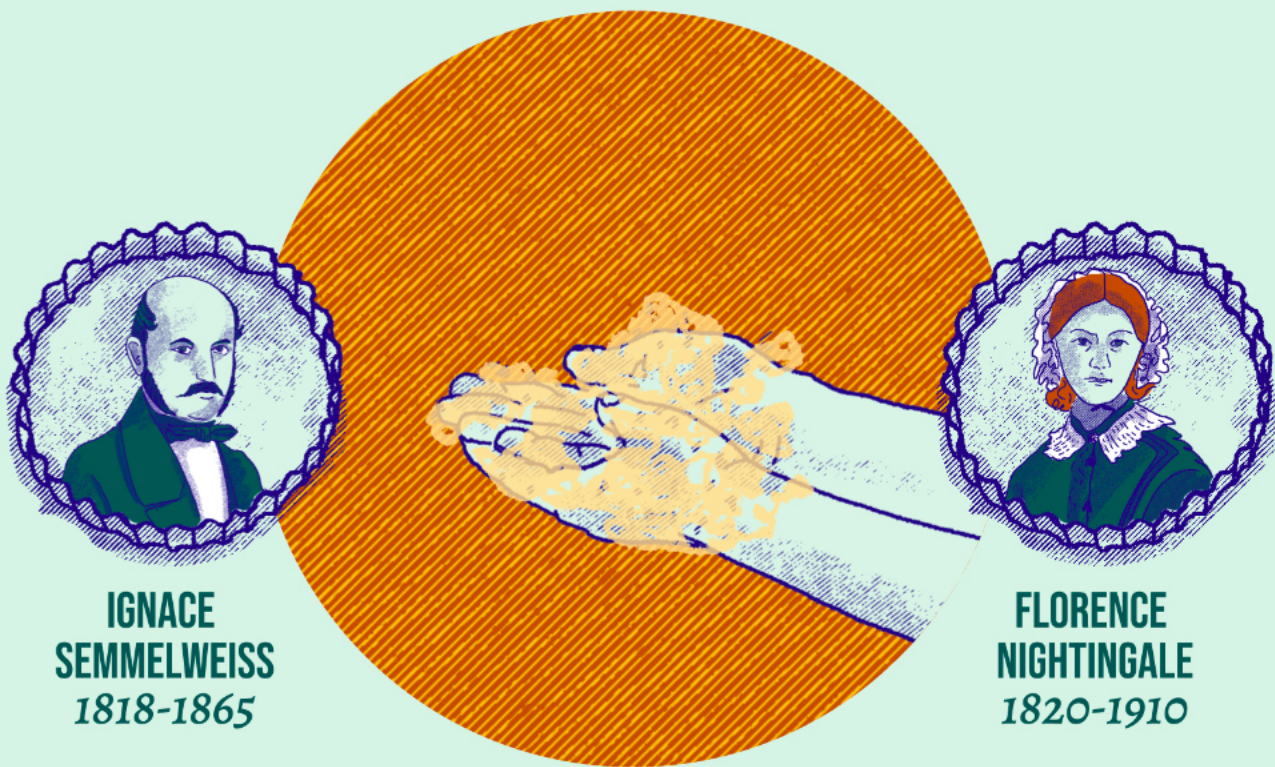
Moyen Age à la fin du XVIIIe siècle, les premières traces de la variolisation chez les jeunes, en Chine et en Inde. La maladie épidémique qui est la mieux associée à l'histoire de la vaccination est la variole qui sévissait des siècles avant notre ère en Asie et en Afrique et qui fut bien identifiée en Chine au IVe siècle. Cette maladie virale très contagieuse est probablement bien plus ancienne puisqu'on en trouve des séquelles sur les momies égyptiennes. Les colons européens ont largement contribué à sa diffusion : entre le XVe et le XVIIIe siècle, ils l'ont introduite en Amérique avec des effets dévastateurs sur une population locale qui n'y avait jamais été confrontée. On prétend même que la variole a été instrumentalisée comme arme de guerre par les conquistadors espagnols dans leur lutte contre les Aztèques et les Incas (21). Dès la première description de la variole en Chine, émerge l'idée que la maladie est moins grave chez les sujets qui en ont été victimes une première fois sans en mourir. Il faut cependant attendre le XVe siècle pour que l'idée d'une protection grâce à un premier contact non mortel avec la maladie aboutisse à des essais de prévention. La « variolisation » apparaît à cette époque dans la médecine chinoise. Elle consiste à utiliser des croûtes de lésions varioleuses que l'on fait inhaler aux sujets à protéger, ou à leur faire porter des vêtements de malades. Les résultats sont mitigés, mais beaucoup de ceux qui survivent au traitement sont effectivement protégés de la maladie : les statistiques n'existent pas à l'époque, on juge sans doute que la « variolisation » apportait plus de bénéfices que de risques car elle fut poursuivie et exportée. Pourtant, il existe des réticences de certains médecins à la pratique de la variolisation.

Au XVIIIe siècle, la variole a gagné l'Europe provoquant de grandes épidémies sur tout le continent (15 000 morts à Paris en 1719, 20 000 morts à Marseille en 1723). La technique de variolisation avait voyagé depuis la Chine vers l'Inde, et les Tartares l'avaient enseignée aux Turcs. Elle est reprise à Constantinople où l'on inocule du liquide de pustules après scarification cutanée. En 1717, Lady Mary Wortley Montagu, l'épouse de l'ambassadeur d'Angleterre à Constantinople, décrit dans ses Turkish letters, la technique de variolisation pratiquée par les Ottomans. Elle fait « varioliser » d'abord son fils, puis de retour à Londres, sa fille. La technique se répand en Europe à partir d'Angleterre. Cette vaccination primitive présente des risques qui seraient aujourd'hui inacceptables. En effet, la variolisation se fait d'homme à homme et on transmet parfois la vraie maladie dont le patient meurt, ou d'autres maladies comme la syphilis. Cependant, malgré des statistiques rudimentaires, on juge le traitement risqué mais globalement bénéfique sur l'évolution des épidémies. L'idée se fait jour que ce traitement n'est pas seulement une protection individuelle mais une protection collective limitant l'impact des épidémies.

1796, Edward Jenner : dans la suite de ce qui a été décrit précédemment -> le mot "Vaccination" vient de la vaccine, une maladie des bovins due à un virus cousin de celui qui donne la variole. Il a effectué les premières inoculations en suivant les mêmes procédés qu'en Chine sur un enfant.

1885 : Louis Pasteur : vaccination contre la rage (22)

En 1888, les Français Emile Roux et Alexandre Yersin montrent que la bactérie responsable de la diphtérie (23) sécrète une toxine responsable des symptômes de la maladie. Deux ans plus tard, un médecin danois montre qu'il en est de même pour la bactérie responsable du tétanos (24). Emil Behring et Shibasaburo Kitasato, du laboratoire de Robert Koch à Berlin, découvrent que l'injection à des cobayes de toxine diphtérique



ou tétanique partiellement inactivée les protège contre une inoculation du bacille. De plus, le sang de ces animaux immunisés contient une « antitoxine », autrement dit des anticorps.

Des essais cliniques entrepris en 1894 par Behring et Roux montrent que le taux de survie des enfants atteints de diphtérie et traités par injection de sérum d'animaux immunisés était de 75% (contre 40% chez les enfants non traités). Des améliorations apportées au traitement ont permis d'atteindre 90% de survie. Quant à la vaccination antitétanique, encore utilisée de nos jours à titre préventif en cas de blessure, elle sauvera des millions de vies durant de la Première Guerre mondiale.

Années 1920 : Les Français Albert Calmette et Camille Guérin découvrent un vaccin contre la bactérie causant la tuberculose, isolée en 1882 par l'Allemand Robert Koch. La tuberculose est l'infection qui a fait le plus de morts dans l'histoire de l'humanité — juste au cours des deux derniers siècles, elle aurait tué plus d'un milliard de personnes. Il a par ailleurs été montré que le BCG (pour Bacille de Calmette-Guérin) protège aussi en partie contre plusieurs virus. En 2016, des chercheurs néerlandais comprennent que ce vaccin dope l'immunité innée, qui ne dépend pas nécessairement de la nature de l'agent pathogène à combattre.

1926 : Le Britannique Alexander Glennie découvre qu'un vaccin produit à l'aide d'un sel d'aluminium fait fabriquer plus d'anticorps à des cochons d'Inde. Il vient d'inventer les adjuvants, ajoutés depuis à de multiples vaccins pour les rendre plus efficaces et sécuritaires.

Dans les années 1930, l'américain Jonas Salk met au point le premier vaccin contre la grippe (25) grâce à des virus atténués cultivés sur un liquide purifié issu d'œuf de poule. Ce vaccin sera utilisé pour protéger les soldats américains combattant en Europe à la fin de la Seconde Guerre mondiale. En 1954, il réalise le premier vaccin contre la poliomyélite (26), issu cette fois d'une culture du virus sur un milieu synthétique, qui sera largement utilisé en Europe et aux États-Unis. Le chercheur Albert Sabin développe une version orale (prise par la bouche) de ce vaccin, qui aura du succès dans le monde entier pour sa facilité d'administration et son faible coût. Dans les années 1950-1960 se développent également

les vaccins à plusieurs valences, notamment le vaccin trivalent diphtérie-tétanos-poliomyélite (DTP) et le vaccin trivalent rougeole-oreillons-rubéole (ROR) (27).

1937-1967 : « Il est temps de refermer le livre des maladies infectieuses, et de déclarer la victoire de la guerre contre la peste ». Cette citation attribuée à tort à William Stewart, chef de la santé publique américaine de 1965 à 1969, résume bien l'esprit de l'époque alors qu'antibiotiques et vaccins font reculer les infections de manière spectaculaire. Les découvertes de vaccins se succèdent : fièvre jaune (1937), tétanos (1938), coqueluche (1939), grippe (1945), diphtérie (1949), poliomyélite (1955), rougeole (1963), oreillons (1967). Hygiène, antibiotiques et vaccins contribuent à faire passer le taux de mortalité infantile au Québec de 27,5 % en 1900 (plus d'un bébé sur quatre ne survivait pas !) à 2 % en 1967.

L'évolution des vaccins continue et les années 1970 marquent un grand pas dans leur mise au point grâce au virologue Philippe Maupas et à son premier vaccin contre l'hépatite B préparé à partir de l'antigène du virus issu de sang de porteurs de la maladie. Dès 1980, le vaccin contre l'hépatite B est aussi fabriqué par génie génétique, par technologie de l'ADN recombinant, grâce aux travaux de Pierre Tiollais : l'antigène vaccinal est obtenu par insertion d'un gène du virus dans une cellule de levure de bière ou une cellule de hamster. Dans les années 1980, deux vaccins contre des infections graves dues à des bactéries (méningocoque C, pneumocoque), notamment responsables de méningites fatales ou à séquelles invalidantes, voient le jour. Ces vaccins contiennent des substances (polyosides) issues de l'enveloppe bactérienne et couvrent plusieurs sous-types de bactéries.

1979 : Le Chilien Pablo Valenzuela et l'Américain William Rutter réussissent à faire fabriquer la protéine antigène du virus de l'hépatite B par des levures, en leur transférant une partie de l'ADN du virus. Ils mettent ainsi au point un premier vaccin dit « recombinant ». Depuis, plusieurs autres techniques ont été inventées pour ne pas injecter l'agent pathogène lors de la vaccination, comme les vecteurs viraux, les particules pseudo-virales et les vaccins à ADN et à ARN.

1980 : L'Organisation mondiale de la santé déclare que la variole est éradiquée. C'est la seule maladie infectieuse humaine à avoir été éliminée. La peste bovine sera la première maladie infectieuse animale éradiquée, en 2011.

EDWARD JENNER
Angleterre

MARY WORTLEY
MONTAIGU
Constantinople



VARIOLISATION
XVIII^e siècle

1990 : L'Américain Phillip Berman réussit à immuniser des chimpanzés contre le VIH grâce à un vaccin recombinant. Mais trois décennies d'essais cliniques n'ont pas encore abouti pour l'humain à un vaccin contre ce rétrovirus particulièrement revêche. Pour l'instant, les thérapies combinant plusieurs antirétroviraux se sont avérées bien plus efficaces que des vaccins pour diminuer le taux de mortalité et la contagiosité du virus.

1991 : L'Australien Ian Frazer et le Chinois Jian Zhou découvrent comment fabriquer des particules pseudo-virales à partir du papillomavirus humain (VPH), un virus transmissible sexuellement, première cause de cancer du col de l'utérus. Ces particules ne contenant aucun matériel génétique sont à la base du vaccin Gardasil, commercialisé en 2006. Les campagnes de vaccination universelle de fillettes contre le VPH ont suscité une grande méfiance, le vaccin ayant été autorisé à l'issue d'une des plus grandes campagnes de lobbying de l'histoire de l'industrie pharmaceutique.

2000 : La création de l'Alliance du vaccin Gavi, un partenariat public-privé initié par la Fondation Bill et Melinda Gates, est annoncée au Forum économique mondial de Davos. Son objectif est de conjuguer les efforts des philanthropes, des gouvernements et de l'industrie pour améliorer l'accès à la vaccination dans les pays pauvres. En 20 ans, Gavi, dont Nelson Mandela fut un grand promoteur, a permis de vacciner près de 900 millions d'enfants. Avec l'OMS, Gavi est une des principales instigatrices du programme COVAX, qui vise à amasser de l'argent auprès des pays riches pour financer la distribution de vaccins contre la COVID dans les pays en développement.

En 2006 est mis sur le marché des États-Unis et de l'Europe un vaccin contre les infections à Papillomavirus humains (HPV)(28), un virus responsable de la survenue de cancers du col de l'utérus.

2019 : Gary Kobinger (Afrique 2007-2014): Au Laboratoire national de microbiologie de Winnipeg, le chercheur québécois met au point la recette d'un vaccin contre Ebola, qui tue 90 % des personnes infectées. Après plusieurs rebuffades de l'OMS, pas convaincue que ce vaccin soit la solution, le microbiologiste finit par capter l'attention de l'industrie pharmaceutique. En 2019, l'entreprise Merck fait approuver le premier vaccin contre l'Ebola, basé sur les travaux de Gary Kobinger.

2020 : Moins d'un an après la découverte du coronavirus SRAS-CoV-2, 54 vaccins expérimentaux ont déjà été testés sur des humains, dont 13 dans des essais de phase 3, la dernière avant leur approbation éventuelle. Près de 90 autres sont testés sur des animaux. La pandémie accélère les développements à un point qu'on aurait jugé impossible il y a peu. Au mieux, on espère pouvoir distribuer assez de vaccins pour l'humanité tout entière d'ici 2023.

QU'EST-CE QUE LA VACCINATION ?

Définition simplifiée de vaccination info service (29)

“Lorsque nous rencontrons un microbe et tombons malade, notre système immunitaire se défend en fabricant des anticorps, destinés à neutraliser et éliminer ce microbe.

La vaccination fonctionne de la même manière, tout en évitant les dangers liés à la maladie. Lorsque nous recevons un vaccin, un microbe rendu inoffensif est introduit dans notre corps. Il ne nous rend pas malade, mais notre système immunitaire fabrique quand même des anticorps pour le neutraliser et l'éliminer. Si nous rencontrons un jour le vrai microbe, notre système immunitaire le reconnaîtra tout de suite et l'éliminera avant qu'il ne puisse nous rendre malade.”



Vidéos informatives sur le sujet de l'INSERM :

- La mémoire immunitaire : <https://www.youtube.com/watch?v=m5SprSTxWfQ>
- C'est quoi un vaccin ? avec Manuel Rosa-Calatrava : <https://www.youtube.com/watch?v=ph1ZG71A0pE>

Différents types de vaccins (30):

vaccins vivants atténués

contiennent des agents pathogènes vivants, mais dont la virulence a été atténuée par leur mise en culture dans des conditions particulières (au froid par exemple). Ces vaccins provoquent une infection avec peu ou pas de symptômes. C'est le cas des vaccins contre la tuberculose (BCG), la varicelle ou encore le trio rougeole-oreillons-rubéole (ROR). Ces vaccins offrent une protection de longue durée après une ou deux injections. Leur immunogénicité, c'est-à-dire leur potentiel à provoquer une réponse immunitaire, est excellente, proche de celle du pathogène virulent. Néanmoins le risque infectieux de ces vaccins n'est pas nul. De ce fait, ils ne doivent pas être administrés à des personnes présentant un déficit immunitaire ou aux femmes enceintes. Par ailleurs, il n'est pas toujours possible d'atténuer la virulence d'un microbe tout en lui conservant des propriétés immunogènes : ce principe ne peut donc pas être décliné pour tous les agents infectieux contre lesquels on voudrait développer un vaccin.

vaccins inactivés

renferment des microbes entiers qui ont été tués par la chaleur ou des traitements chimiques. C'est le cas d'un vaccin injectable contre la poliomyélite. Ces vaccins ne présentent donc aucun risque infectieux, mais ils sont souvent responsables de réactions importantes (douleurs, rougeur et gonflement au point d'injection, fièvre, douleurs musculaires et articulaires).

vaccins sous-unitaires

renferment des microbes entiers qui ont été tués par la chaleur ou des traitements chimiques. C'est le cas d'un vaccin injectable contre la poliomyélite. Ces vaccins ne

présentent donc aucun risque infectieux, mais ils sont souvent responsables de réactions importantes (douleurs, rougeur et gonflement au point d'injection, fièvre, douleurs musculaires et articulaires).

vaccins sous-unitaires

contiennent des fragments de microbe purifiés, nécessaires et suffisants pour apprendre au système immunitaire à reconnaître le germe entier. C'est le cas des vaccins contre le pneumocoque, le méningocoque ou encore la coqueluche. D'autres vaccins sous-unitaires contiennent les toxines d'origine bactérienne, traitées par la chaleur ou chimiquement pour ne plus être toxiques (anatoxines). C'est le cas des vaccins contre le tétanos et la diphtérie. Les vaccins sous-unitaires ne présentent pas de risques infectieux et sont mieux tolérés que les vaccins inactivés. Mais leur capacité à induire une réponse immunitaire peut être faible (vaccins peu immunogènes). Ils nécessitent donc plusieurs injections et des rappels pour une immunisation à long terme, ainsi que l'ajout d'adjuvants permettant d'améliorer la réponse immunitaire induite.

vaccins fabriqués par génie génétique

Ils ne sont pas directement issus de l'isolement et de la purification d'un agent infectieux ou de ses composants : l'antigène est produit à partir d'un gène du microbe que l'on fait s'exprimer dans des cellules en culture.

vaccins monovalents

Immunisent contre un seul agent pathogène

vaccins polyvalents

Immunisent contre plusieurs sous-types d'un même virus ou bactérie.

ex : vaccins contre les infections à pneumocoque Prevenar 13 et Pneumo 23 qui contiennent des antigènes de plusieurs sous-types de pneumocoques, immunisant respectivement contre 13 et 23 sérotypes différents.

vaccins combinés

Renferment des antigènes de plusieurs agents infectieux différents. Par exemple, le vaccin ROR protège contre la rougeole, la rubéole et les oreillons.

COMPOSITION DES VACCINS

En plus du/des antigène(s) microbien(s) qui en constitue(nt) le principe actif, un vaccin contient (30):

- Des stabilisateurs qui garantissent le maintien de la qualité du vaccin après sa production. Ils empêchent la dégradation de l'agent pathogène ou de ses fragments, empêchent leur adhésion aux parois du flacon... Il s'agit le plus souvent de sucres (lactose, saccharose), d'acides aminés (glycine) ou de protéines (albumine, gélatine).
- Des conservateurs qui préviennent toute prolifération bactérienne ou fongique.
- Un diluant, le plus souvent de l'eau ou une solution saline stérile, pour diluer le vaccin avant son administration.
- Et, le plus souvent sauf pour les vaccins vivants atténués, un adjuvant utilisé pour augmenter la réponse immunitaire contre l'antigène microbien.

Procédure de mise sur le marché des vaccins

Procédure de mise sur le marché décrite en détail par le site de vaccination info

service (31): “La réglementation européenne classe les vaccins dans les médicaments immunologiques. Leur commercialisation, ou mise sur le marché, obéit donc aux mêmes règles que celles qui sont appliquées aux médicaments. La sécurité des médicaments et des produits biologiques est évaluée avant leur mise sur le marché, dans le cadre d’une procédure nationale ou européenne d’autorisation de mise sur le marché (AMM). Un vaccin ne peut pas être mis en vente s’il n’a pas une AMM. Cette autorisation garantit que chaque patient traité reçoive des vaccins dont la qualité pharmaceutique, la sécurité d’emploi et l’efficacité sont démontrées et validées. L’AMM n’est délivrée qu’après une évaluation de la qualité pharmaceutique, de l’efficacité et de la tolérance (absence de danger aux doses utilisées) du vaccin. Il existe quatre procédures d’autorisation des médicaments, trois procédures européennes et une procédure nationale.”

Nombre de décès évités par la vaccination

Vaccin contre la variole : éradiquée en 1980 -> 5 000 000 morts potentiels évités. C’est de bilan du vaccin contre la variole (voir l’historique au-dessus). Chaque année on comptait des morts par dizaines de millions en Europe (32).

Vaccination contre la rougeole : provoquant la plupart du temps une éruption cutanée généralisée, induisant des complications neurologiques, pulmonaires, digestives et oculaires. La mortalité chez les enfants sous-nourris dans certains pays est très élevée. En 1980, la rougeole provoquait jusqu’à 2 600 000 morts annuels dans le monde. Aujourd’hui ce chiffre a baissé de près de 60% grâce aux campagnes de vaccination (seule solution trouvée contre ce virus à ce jour). En France, entre 1980 et 2000, le nb de décès a été réduit de 90%. A l’échelle internationale, il est estimé que ce vaccin découvert en 1963 a permis de sauver 17,1 millions de vies depuis 2000 (33).

Vaccin contre la rage : la rage provoque une encéphalite virale se transmettant de l’animal à l’homme (zoonose transmise par morsure et débute par de l’anxiété et des troubles du comportement), et est mortelle dans presque tous les cas. Chaque année, plus de 29 millions de personnes sont vaccinées après avoir été mordues. On estime qu’on évite ainsi des centaines de milliers de décès par an imputables à la rage (34).

Vaccin contre le tétanos : provoquant une rigidité spasmodique du corps, le tétanos est une infection bactérienne qui développe un puissant poison dans le corps touchant le système nerveux. Cette maladie n’est pas contagieuse, mais ne provoque aucune immunité. Dans le monde, 38 000 personnes sont mortes du tétanos en 2017. Environ la moitié (49 %) avaient moins de cinq ans. Le vaccin contre le tétanos a permis des progrès massifs dans le contrôle de la maladie. Le résultat - une réduction de 89% des cas de tétanos et des décès depuis 1990. Au cours des trois dernières décennies, une baisse significative du nombre de décès dus au tétanos dans le monde a été constaté. En 1990, 314 000 personnes sont décédées des suites du tétanos alors qu’en 2019, il y a eu moins de 35 000 décès, soit une réduction de 87 % (35).

Vaccin contre la peste : maladie ayant disparu d’Europe (mais pas dans le monde) grâce à la vaccination. La peste a été responsable de 3 grandes pandémies (décrites plus haut), dont la dernière entre 1855 et le début du 20e siècle. Entre 1347 et 1352, 25 millions d’Européens sont décédés de cette maladie, soit 30 à 50% de la population. C’est une zoonose provoquée par les puces, souvent par le biais d’hôtes (rats). Le vaccin a permis d’endiguer la maladie en Europe mais persiste à Madagascar et en Asie où la vaccination se heurte à des problématiques sociales et politiques particulières (36).

En 2019, selon l’OMS, les vaccinations sauvent la vie de 2 millions de personnes chaque année dans le monde (37).

Vaccin contre la COVID-19 : les vaccins COVID ont réduit le nombre potentiel de décès

dans le monde pendant la pandémie de près des deux tiers au cours de leur première année, sauvant environ 19,8 millions de vies, selon une étude de modélisation mathématique publiée hier dans *The Lancet Infectious Diseases* (38). Selon les auteurs de l'étude, 600 000 vies supplémentaires auraient pu être épargnées si l'objectif de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) de vacciner 40 % de la population de chaque pays d'ici la fin de 2021 avait été atteint. La vaccination a réduit les décès d'environ 63%.

EFFICACITÉ VACCINALE : COMMENT LA CALCULE-T-ON ?

L'efficacité d'un vaccin se calcule en comparant le nombre de cas d'infections qui surviennent dans une population vaccinée par rapport à un groupe non vacciné. En l'occurrence, un vaccin efficace à 70 % signifie que dans un groupe de plusieurs milliers de personnes non vaccinées où l'on détecterait 100 cas d'une maladie quelconque, par exemple, on n'en aurait plus que 30 si l'on vaccinait tout le monde (39)(40).

« **L'efficacité potentielle** d'un vaccin se mesure dans le cadre d'un essai clinique contrôlé et repose sur le nombre de personnes qui, ayant été vaccinées, ont développé « un résultat présentant un intérêt » (en général, la maladie) en le comparant à celles qui ont développé le même résultat après avoir reçu un placebo (vaccin factice). Au terme de l'étude, on compare le nombre de personnes malades dans chaque groupe, de manière à calculer le risque relatif de tomber malade selon que l'on ait, ou non, été vacciné. À partir de ces données, on calcule l'efficacité potentielle – qui permet de savoir dans quelle mesure le vaccin diminue le risque de contracter la maladie. Si l'efficacité potentielle d'un vaccin est élevée, il y a beaucoup moins de personnes qui sont tombées malades dans le groupe qui a reçu le vaccin que dans celui qui a reçu le placebo.

Donc, imaginons par exemple qu'un vaccin ait une efficacité potentielle prouvée de 80 %. Cela signifie que, parmi les personnes qui ont participé à l'essai clinique, celles qui ont reçu le vaccin ont eu un risque de développer la maladie inférieure de 80 % à celui du groupe qui a reçu le placebo. Ce chiffre est calculé en comparant le nombre de cas de la maladie dans le groupe vacciné et dans le groupe placebo. Une efficacité potentielle de 80 % ne signifie pas que 20 % du groupe vacciné tomberont malades.

L'efficacité réelle du vaccin mesure à quel point il fonctionne dans le monde réel. Les essais cliniques font appel à un large éventail de personnes – d'âges différents, des deux sexes, d'origines ethniques différentes, certaines avec des pathologies connues – mais elles ne peuvent être parfaitement représentatives de l'ensemble de la population. L'efficacité potentielle observée dans les essais cliniques s'applique à des résultats propres à ces essais. L'efficacité réelle est mesurée par l'observation de la protection que le vaccin apporte à des communautés dans leur ensemble. Cette efficacité dans le monde réel peut être différente de celle mesurée dans les essais cliniques, car il est impossible de prévoir avec certitude dans quelle mesure un vaccin sera efficace pour une population bien plus importante et plus variée qui se fait vacciner en situation réelle.” (41).

SCEPTICISME FACE AUX VACCINS

Points sur l'histoire du scepticisme dans le monde et de la particularité des français à être les plus grands sceptiques face à la vaccination :
https://www.sciencesetavenir.fr/sciences/le-vaccino-scepticisme-aussi-ancien-que-la-vaccination-explique-un-historien_157373

Les vaccins peuvent-ils causer l'autisme ?

Il n'y a aucune relation entre les troubles autistiques et les vaccins (42). Bien que nous

n'ayons, à l'heure actuelle, pas cerné l'ensemble des facteurs qui favorisent les troubles autistiques, ceux-ci n'ont absolument rien à voir avec les vaccins, comme l'ont prouvé au moins cinq études scientifiques indépendantes depuis 1998 (43). Cette année-là, une étude du docteur britannique Andrew Wakefield publiée dans la revue *The Lancet* tentait de démontrer une relation de cause à effet entre le vaccin rougeole-oreillons-rubéoles (ROR) et l'autisme. L'article de Wakefield contient pourtant des erreurs d'analyse et de méthodologie grossières et la communauté scientifique ne tardera pas à émettre de nombreuses critiques sur les travaux du chirurgien britannique (44).

Les pairs de Wakefield pointent, à raison, que les conclusions de l'étude ne s'appuient sur aucune statistique et sur un échantillon exceptionnellement petit (12 sujets), que l'étude n'a utilisé aucun groupe de contrôle et que le protocole établi reposait en partie sur des témoignages faisant appel à la mémoire des sujets, mémoire dont on connaît très bien le fonctionnement et dont les biais et la faillibilité sont abondamment documentés.

Les résultats de l'étude n'ont jamais pu être reproduits par d'autres scientifiques, ce qui est une condition sine qua non pour valider des résultats (44). Des études successives publiées de 1999 à 2012 portant sur un nombre grandissant d'enfants n'ont jamais pu établir un quelconque lien de causalité entre le vaccin ROR et des troubles autistiques. En 2004, *The Lancet* publie un communiqué réfutant totalement les conclusions de l'étude de Wakefield, et qualifiant le geste de son équipe de fraude scientifique : « Ils ont délibérément sélectionné les données qui confirmaient leur hypothèse et ont falsifié les faits. » (45) Il a été révélé en 2007 que Wakefield a été payé (plus de 400 000 livres, soit l'équivalent de près de 600 000 euros à l'époque) par un avocat britannique souhaitant poursuivre le laboratoire produisant le vaccin (46). L'étude a été rétractée par la revue en 2010.

La fraude a eu beau être révélée et les conclusions strictement invalidées, l'exposition médiatique dont ont bénéficié ces conclusions, certes mensongères mais choc, a durablement implanté l'idée dans une partie de l'opinion occidentale que les vaccins présentent des dangers pour les enfants. Aux Etats-Unis par exemple, on estime aujourd'hui qu'un parent sur quatre croit encore que les vaccins peuvent provoquer des troubles autistiques. Pourtant à ce jour, il existe un consensus scientifique concernant l'absence de lien entre vaccins et autisme comme le démontrent de nombreuses études (47)(48)(49) et rappelle de l'OMS (50).

Éléments de réponses aux questions sur les vaccins

Voir les sources ci-jointes :

- https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/339620/Myths-and-facts.pdf
- <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/vaccines/facts.html>
- https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2016/09/16/les-vaccins-sont-ils-vraiment-dangereux-pour-la-sante_4998681_4355770.html

DE LA PREMIERE CONFERENCE SANITAIRE INTERNATIONALE A LA CREATION DE L'OMS

Le rôle des épidémies et de leur contrôle, notamment au XIXe siècle, dans la mise en place d'une coordination internationale de la lutte contre les maladies émergentes, est retracée dans l'article ci-joint jusqu'à la création de l'Organisation Mondiale de la santé en 1945.

https://be.anses.fr/sites/default/files/BEP-mg-BE66-art4_0.pdf

SCRIPT DE LA VIDÉO 3

Du savon à la naissance de l'OMS Comment les pandémies ont mis les sciences au défi

- Sarah ! Je suis dans la cuisine. J'ai commencé à couper les pommes pour la tarte, viens m'aider.

- Salut tata! D'accord, j'arrive !

- Non ne touches pas si tu n'as pas les mains propres

- Oui tu as raison j'y vais, non mais tu imagines si on n'avait jamais découvert le savon ? ... D'ailleurs ça vient d'où ?

- Oh, le savon, tu sais, c'est vieux comme le monde, quasiment. On a retrouvé des traces de savon qui datent de plus de 2000 ans avant JC, en Égypte on utilisait un mélange de graisse et de sulfate de plomb qui faisait office de savon (9). Mais tu sais, ce qu'on appelle l'hygiène aujourd'hui, c'était pas du tout une évidence il y a un siècle ou deux. Tiens, je parie que tu ne sais pas que c'est la déesse Hygie, là, sur la bouteille de savon. Elle a donné son nom à l'hygiène justement.

- Ah, mais si, ça me dit quelque chose ... ! C'est la fille du dieu de la Médecine, non ?

- Oui, Asclépios (8)(10). En Grèce Antique, on les priait pour qu'ils fassent apparaître dans les rêves les méthodes de guérison. À l'époque, avec les aqueducs, les bains publics et les toilettes, les Grecs Anciens étaient à la pointe de l'hygiène par rapport au reste de l'Europe. Enfin ... ça n'a pas empêché la peste d'Athènes de faire 100 000 morts (51) ... Il suffisait qu'une bactérie ou un virus apparaisse et le nombre de victimes était énorme.

- J'imagine que ce n'est pas parce qu'on savait fabriquer du savon qu'on savait forcément quand s'en servir et pourquoi.

- Tout à fait, d'ailleurs les premiers savons servaient plutôt à nettoyer la laine qu'à laver le corps. On avait l'outil mais on ne connaissait pas les mécanismes qui provoquent les maladies (9). C'est pour ça que la Peste Noire a décimé environ un tiers de l'Europe au Moyen-Âge. Progressivement, on a découvert l'importance de l'hygiène. Il y a d'ailleurs un événement en particulier qui montre bien cette évolution.

- Bah raconte!

- Sarah, tu connais John Snow?

- Bien sûr que je connais John Snow! Par contre je suis assez étonnée que toi, tu le connaisses tata ! Et surtout c'est quoi le rapport entre notre discussion et Game of Thrones ?

- Oula je ne suis pas certaine qu'on parle du même John Snow hahaha ! Je voulais te parler de John Snow le père de l'épidémiologie descriptive.

- Maintenant j'imagine Kit Harrington avec une blouse blanche, ça n'a plus aucun sens ... !

- Mon John Snow était moins séduisant, certes, mais c'était aussi un héros à sa façon (11)(5). En 1854, à Londres, une épidémie de Choléra très meurtrière s'est propagée, et c'est John Snow, médecin attitré de la Reine, qui a permis de comprendre la source de la maladie. D'ailleurs, cette épidémie a eu un tel impact qu'on utilise maintenant très

couramment l'expression "Avoir une peur bleue" : eh bien figure toi que ça vient de cette fameuse épidémie, les gens qui mourraient de cette maladie devenaient bleus de déshydratation...

- Ah ouais quand même ! Donc ton John Snow ne combattait pas les marcheurs blancs à Westeros mais la mort bleue à Londres ! Mais du coup comment il a fait pour stopper l'épidémie ?

- Il a mis en place des protocoles d'investigation en interrogeant les gens quartier par quartier. Il a eu l'idée géniale de faire une cartographie de la ville avec le nombre de morts par quartier. Il s'est rendu compte qu'il y avait un lien entre les zones très touchées par l'épidémie et une des deux pompes à eau qui était utilisée. C'était le début de l'industrialisation, et grâce au progrès mécanique, une de ces pompes distribuait l'eau de la Tamise. Sauf qu'à l'époque, le fleuve servait de dépotoir... Je te laisse imaginer la qualité de l'eau ...

- Oui et je veux même pas imaginer l'odeur !

- Et donc, John Snow a coupé cette pompe, ce qui a fait baisser le nombre de morts ! C'est comme ça qu'on a fait le lien !

- Malin le John !

- Et il n'était pas le seul, à peu près à la même époque, il y a Ignace Semmelweis en Hongrie, et Florence Nightingale en Angleterre (52)(53), qui font tous les deux la même constatation : lorsque les soignants se lavent les mains régulièrement, les femmes meurent moins souvent lors de l'accouchement et la propagation des maladies est ralentie.

- Mais alors on savait qu'on devait se laver les mains, mais sans savoir que les bactéries existaient ?

- En fait, ça faisait débat au sein de la communauté scientifique. Mais quelques années plus tard en France, en 1857, Louis Pasteur fait le lien entre les micro-organismes et la maladie. Il apporte enfin une preuve de ce qui avait été vérifié par l'expérience (54).

- La lutte contre les bactéries a été un moteur pour les découvertes scientifiques, une fois qu'on a acquis les principes d'hygiène de base, on a réussi à mieux contrôler les épidémies du coup ?

- Alors, oui un peu, mais l'hygiène ne résout pas tout. On pourrait aussi parler des contaminations par les animaux sauvages et les moustiques, dont on ne se méfiait pas. Ou des famines, qui aggravent les épidémies. Le contexte peut avoir une très grande influence. Par exemple, la première guerre mondiale a provoqué le déplacement de beaucoup de monde, en particulier les soldats, ce qui a propagé la grippe espagnole (55). Plus si espagnole que ça finalement, puisqu'elle a fait entre 40 et 50 millions de morts sur tous les continents.

- J'avais pas perçu à quel point l'histoire des maladies était entremêlée à l'histoire tout court. On revient au fait que la santé n'est pas seulement une question scientifique, c'est aussi un enjeu social, économique, politique ... ça me rappelle la notion de santé planétaire dont tu m'avais parlé la dernière fois : toutes ces sphères sont liées. Si on s'intéresse à la colonisation par exemple, avec tous les déplacements de personnes que ça a provoqué, on comprend mieux la diffusion des maladies infectieuses.

- Mais c'est encore plus le cas aujourd'hui avec la mondialisation. C'est pour ça qu'on met en place des confinements et des quarantaines. Et c'est pas nouveau du tout. Au 8ème siècle l'isolement des personnes atteintes de la lèpre devient obligatoire : à Damas, le calife

Omeyyade fait construire un hôpital où ils étaient séparés des autres malades (15).

- Et ça marchait bien ?

- Oui, la technique a dû prouver son efficacité, parce qu'elle a continué jusqu'en 1431, lorsque les Ottomans ont construit un hôpital spécialisé pour les Lépreux à la ville d'Edirne, en Turquie actuelle.

- Mais le mot "quarantaine", ça vient de l'italien pour dire "quarante jours", non (17)?

- Oui, plus précisément du dialecte vénitien. C'est sur une petite île à côté de Venise qu'on a mis en place le premier Lazaret au début du 15ème siècle (56)(19). C'était un bâtiment conçu pour accueillir les membres d'équipage, les passagers et leurs marchandises pendant leurs quarante jours d'isolement obligatoires en prévention de la Peste.

- Donc jusqu'à la découverte des micro-organismes par Pasteur, on a en gros que deux outils, la quarantaine et l'hygiène ? Après Pasteur va inventer le vaccin si je ne m'abuse ?

- Oui ! Mais en réalité ce n'est pas le premier à chercher dans cette direction. Au siècle précédent, Edward Jenner en Angleterre, puis Lady Mary Wortley Montagu à Constantinople, pratiquent la variolisation (57). C'est une technique venue de Chine vers la fin du 17ème siècle (58). C'est pas très éthique, mais on mettait en contact les enfants atteints d'une Variole pas trop virulente avec des enfants en bonne santé. On pensait que ça les protégerait d'une variole grave à l'âge adulte. C'était une méthode très risquée, qui serait inacceptable aujourd'hui.

- Tu m'étonnes !

- Mais l'idée qu'il fallait développer une protection collective a fait son chemin. Ensuite, comme tu le disais, Pasteur - encore lui - poursuit ses recherches sur la fermentation, puis sur des maladies animales, et finit par mettre au point le principe de la vaccination. En 1885 il fait les premiers essais réussis de vaccination contre la rage sur des humains (59)(60). Beaucoup de vaccins ont découlé de ses recherches. Ça sera un vrai tournant dans la gestion de la santé publique. Entre les années 30 et 80 la vaccination a pris de plus en plus d'ampleur et suscité beaucoup d'espoir.

- Et pourtant ... Aujourd'hui la vaccination, ça génère beaucoup de peur et de doute. Surtout en France ! Tu savais qu'en 2016, 41% de la population avait des doutes sur l'efficacité des vaccins (61)? À ton avis, pourquoi les gens sont si sceptiques ?

- C'est un rejet à la fois médical et politique, mais qui a toujours existé : on traitait déjà Pasteur d'"apprenti sorcier". Cette tendance a d'ailleurs pris de l'ampleur dans les années 80, lorsqu'on a commencé à reconnaître officiellement les effets secondaires des vaccins.

- j'ai entendu dire que certains vaccins provoquent l'autisme. Est-ce que c'est vrai ?

- Non, ça c'est faux (62). Figure-toi que c'est une idée reçue qui s'est implantée à cause d'un article scientifique publié en 1998, qui semblait lier le vaccin rougeole/oreillons/rubéole à l'autisme. Sauf que cet article s'est révélé frauduleux, avec des erreurs de méthodes très grossières. Et surtout aucune étude n'a pu reproduire ce résultat, et l'article a été retiré.

- Mais c'est vrai aussi qu'il peut y avoir des effets secondaires et même des conséquences graves non ?

- C'est vrai mais les effets secondaires graves sont extrêmement rares. Pour être officialisé, il faut que le vaccin passe une étude nationale et trois études européennes : on vérifie sa qualité, son efficacité et sa tolérance, et les contrôles continuent même après la mise sur le

marché (31). (montrer visuellement 2 à 3 millions de morts évités par ans) (37)

- La vaccination évite donc énormément de morts. Pour que toutes ces mesures de préventions fonctionnent, j'imagine qu'il faut les appliquer de manière globale, ça demande une sacrée organisation non ?

- Oui, ça c'est sûr, les maladies infectieuses ne connaissent pas de frontières. La collaboration internationale est toujours un enjeu crucial. Au XIX^{ème} siècle, avec l'industrialisation et l'intensification du commerce international, il est devenu essentiel de coordonner tout ça de manière officielle. Entre 1852 et 1927, 12 pays européens ont organisé des conférences sanitaires pour s'accorder sur les pratiques de prévention (63). Comme par exemple un calendrier de vaccination uniformisé. En 1948 on remplace les conférences sanitaires par l'Organisation Mondiale de la Santé - l'OMS- qui coordonne les actions de santé au sein des Nations Unies (64).

- Ça paraît logique mais finalement sans la solidarité et sans collaborations entre les pays, il ne peut pas y avoir de protections collectives. En tout cas merci de m'avoir expliqué tout ça tata, je vais enfin pouvoir briller en société !

- Mais de rien ma chérie !

SOURCES ET RÉFÉRENCES

1. Debré P. Épidémies: Leçons d'Histoire. médecine/sciences. 2020 Jun;36(6-7):642-6.
2. Sardon JP. De la longue histoire des épidémies au Covid-19. Anal Popul Avenir. 2020 May 19;N° 26(8):1-18.
3. Coronavirus, Covid-19 : avancées et actualités | Institut Pasteur [Internet]. [cited 2021 Mar 10]. Available from: <https://www.pasteur.fr/fr/actualites-covid-19>
4. Bourdelais P. Le contrôle des grandes crises épidémiques. Trib Sante. 2009 Apr 16;n° 22(1):41- 51.
5. Dab W. Les fondamentaux de l'épidémiologie. In: Les fondamentaux de l'épidémiologie [Internet]. Rennes: Presses de l'EHESP; 2021 [cited 2022 Jul 11]. p. 7-9. (Vade-mecum Pro). Available from: <https://www.cairn.info/les-fondamentaux-de-l-epidemiologie--9782810909360-p-7.htm>
6. Hippocrate. Airs, eaux, lieux | Rivages.
7. Cicolella A. Santé et Environnement : la 2e révolution de Santé Publique. Santé Publique. 2010;22(3):343-51.
8. Thuillier G. Pour une histoire de l'hygiène corporelle aux XIXe et XXe siècles. Ann Démographie Hist. 1975;1975(1):123-30.
9. Le savon de la préhistoire au XXIème siècle - Roger Leblanc [Internet]. [cited 2021 Mar 13]. Available from: <https://www.decitre.fr/livres/le-savon-de-la-prehistoire-au-xxieme-siecle-9782912297525.html>
10. Universalis E. HYGIÈNE [Internet]. Encyclopædia Universalis. [cited 2021 Mar 13]. Available from: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/hygiene/>
11. Buton F. De l'expertise scientifique à l'intelligence épidémiologique : l'activité de veille sanitaire. Geneses. 2006;no 65(4):71-91.
12. Se laver les mains : à l'origine d'un geste hygiénique [Internet]. France Culture. 2020 [cited 2021 Mar 13]. Available from: <https://www.franceculture.fr/histoire/se-laver-les-mains-a-lorigine- dun-geste-hygienique>
13. The Global Handwashing Partnership [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://globalhandwashing.org/about-handwashing/history-of-handwashing/>
14. Florence Nightingale: a pioneer of hand washing and hygiene for health [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://theconversation.com/florence-nightingale-a-pioneer-of-hand- washing-and-hygiene-for-health-134270>
15. Bargès A. Contagion et hérédité, peurs et insertion : la lèpre comme métamaladie. Corps. 2008;n° 5(2):33-40.
16. Duplès-Agier H. Ordonnance de Philippe le Long contre les lépreux (21 juin 1321). Bibl L'École Chartes. 1857;18(1):265-72.
17. L'ORIGINE DE LA QUARANTAINE. Le Monde.fr [Internet]. 1969 Aug 2 [cited 2022 Jul 12]; Available from: https://www.lemonde.fr/archives/article/1969/08/02/l-origine-de-la-quarantaine_2410849_1819218.html

18. Fabre G. Chapitre 8 - Les savoirs sur la contagion : l'institution de la quarantaine. In: *Épidémies et contagions* [Internet]. Paris cedex 14: Presses Universitaires de France; 1998 [cited 2022 Jul 12], p. 113–33. (Sociologie d'aujourd'hui). Available from: <https://www.cairn.info/epidemies-et-contagions--9782130495215-p-113.htm>
19. Ruffié J. *Les Épidémies dans l'histoire de l'homme* de Jacques Ruffié - Éditions Flammarion [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://editions.flammarion.com/les-epidemies-dans-l-histoire-de-l-homme/9782082112130>
20. Borde V. Petite histoire de la vaccination [Internet]. *L'actualité*. 2020 [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://lactualite.com/sante-et-science/petite-histoire-de-la-vaccination/>
21. Une histoire des microbes / Patrick Berche - Université de Lorraine [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: https://ulyse.univ-lorraine.fr/discovery/fulldisplay/alma991005571789705596/33UDL_INST:UDL
22. Histoire de Louis Pasteur et de l'Institut Pasteur [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://www.pasteur.fr/fr/institut-pasteur/notre-histoire>
23. Diphtérie [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://vaccination-info-service.fr/Les-maladies-et-leurs-vaccins/Diphtherie>
24. Tétanos [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://vaccination-info-service.fr/Les-maladies-et-leurs-vaccins/Tetanos>
25. Grippe [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://vaccination-info-service.fr/Les-maladies-et-leurs-vaccins/Grippe>
26. Poliomyélite [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://vaccination-info-service.fr/Les-maladies-et-leurs-vaccins/Poliomyelite>
27. Oreillons [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://vaccination-info-service.fr/Les-maladies-et-leurs-vaccins/Oreillons>
28. Les Infections à Papillomavirus humains (HPV) [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://vaccination-info-service.fr/Les-maladies-et-leurs-vaccins/Les-Infections-a-Papillomavirus-humains-HPV>
29. Comprendre le fonctionnement de la vaccination [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://vaccination-info-service.fr/Generalites-sur-les-vaccinations/Les-objets-de-la-vaccination/Comprendre-le-fonctionnement-de-la-vaccination>
30. Vaccins et vaccinations · Inserm, La science pour la santé [Internet]. Inserm. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://www.inserm.fr/dossier/vaccins-et-vaccinations/>
31. Procédure de mise sur le marché des vaccins [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://vaccination-info-service.fr/Generalites-sur-les-vaccinations/Qualite-securite-et-efficacite-des-vaccins/Securite-et-qualite-des-vaccins/Procedure-de-mise-sur-le-marche-des-vaccins>
32. Ochmann S, Roser M. Smallpox. *Our World Data* [Internet]. 2018 Jun 28 [cited 2022 Jul 12]; Available from: <https://ourworldindata.org/smallpox>
33. On estime à 17,1 millions le nombre de vies sauvées par la vaccination contre la rougeole depuis 2000 [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://www.who.int/fr/news/item/12-11-2015-measles-vaccination-has-saved-an-estimated-17-1-million-lives-since-2000>

34. Principaux repères de l’OMS sur la rage [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/rabies>
35. Behrens H, Ochmann S, Dadonaite B, Roser M. Tetanus. Our World Data [Internet]. 2019 Mar 25 [cited 2022 Jul 12]; Available from: <https://ourworldindata.org/tetanus>
36. Peste [Internet]. Institut Pasteur. 2015 [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://www.pasteur.fr/fr/centre-medical/fiches-maladies/peste>
37. 10 faits sur la vaccination [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://www.who.int/fr/news-room/facts-in-pictures/detail/immunization>
38. Watson OJ, Barnsley G, Toor J, Hogan AB, Winskill P, Ghani AC. Global impact of the first year of COVID-19 vaccination: a mathematical modelling study. *Lancet Infect Dis* [Internet]. 2022 Jun 23 [cited 2022 Jul 12];0(0). Available from: [https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099\(22\)00320-6/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099(22)00320-6/fulltext)
39. 80 %, 90 % ou 100 % : que signifie l’« efficacité » des vaccins ? Le Monde.fr [Internet]. 2021 Apr 2 [cited 2022 Jul 12]; Available from: https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2021/04/02/80-90-ou-100-que-signifie-l-efficacite-des-vaccins_6075408_4355770.html
40. Comment mesure-t-on l’efficacité d’un vaccin? - Québec Science [Internet]. 2021 [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://www.quebecscience.qc.ca/sante/mesure-efficacite-vaccin/>
41. Efficacité potentielle, efficacité réelle et protection des vaccins [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://www.who.int/fr/news-room/feature-stories/detail/vaccine-efficacy-effectiveness-and-protection>
42. Les vaccins sont-ils la cause de l’autisme? [Internet]. Libération. [cited 2022 Jul 12]. Available from: https://www.liberation.fr/checknews/2018/01/02/les-vaccins-sont-ils-la-cause-de-l-autisme_1652958/
43. Wakefield AJ, Murch SH, Anthony A, Linnell J, Casson DM, Malik M, et al. Ileal-lymphoid- nodular hyperplasia, non-specific colitis, and pervasive developmental disorder in children. *Lancet Lond Engl*. 1998 Feb 28;351(9103):637–41.
44. Friederichs V, Cameron JC, Robertson C. Impact of adverse publicity on MMR vaccine uptake: a population based analysis of vaccine uptake records for one million children, born 1987– 2004. *Arch Dis Child*. 2006 Jun;91(6):465–8.
45. Horton R. A statement by the editors of The Lancet. *The Lancet*. 2004 Mar 6;363(9411):820– 1.
46. Deer B. How the vaccine crisis was meant to make money. *BMJ*. 2011 Jan 14;342(jan11 4):c5258–c5258.
47. A Population-Based Study of Measles, Mumps, and Rubella Vaccination and Autism | *NEJM* [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/nejmoa021134>
48. Hyiid A, Stellfeld M, Wohlfahrt J, Melbye M. Association between thimerosal-containing vaccine and autism. *JAMA*. 2003 Oct 1;290(13):1763–6.
49. Taylor LE, Swerdfeger AL, Eslick GD. Vaccines are not associated with autism: an evidence- based meta-analysis of case-control and cohort studies. *Vaccine*. 2014 Jun

17;32(29):3623–9.

50. MMR vaccines and autism [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://www.who.int/groups/global-advisory-committee-on-vaccine-safety/topics/mmr-vaccines-and-autism>

51. NatGeoFrance. En 430 av. J.-C., la mystérieuse peste d’Athènes a fait des dizaines de milliers de morts [Internet]. National Geographic. 2021 [cited 2022 Aug 26]. Available from: <https://www.nationalgeographic.fr/histoire/en-430-av-j-c-la-mysterieuse-pestedathenes-a-fait-des-dizaines-de-milliers-de-morts>

52. Lejeune D. Hygiène et santé en Europe, de la fin du XVIIIe siècle aux lendemains de la première guerre mondiale, cours de khâgne de Dominique Lejeune [Internet]. France; 2012 [cited 2022 Aug 26]. Available from: <https://hal.archives-ouvertes.fr/cel-01474846>

53. Sarlangue J. Histoire des vaccinations, de la variole à la Covid-19. *Perfect En Pédiatrie*. 2022 Mar;5(1):72–83.

54. Notre Histoire [Internet]. Institut Pasteur. 2016 [cited 2022 Aug 26]. Available from: <https://www.pasteur.fr/fr/institut-pasteur/notre-histoire>

55. Comment le monde a fini par vaincre la grippe espagnole [Internet]. Sciences et Avenir. 2020 [cited 2022 Aug 26]. Available from: https://www.sciencesetavenir.fr/sante/en-1919-comment-le-monde-s-est-il-sorti-de-la-pandemie-de-grippe-espagnole_143396

56. Depuis 600 ans, ‘la quarantaine n’est absolument pas une solution’ [Internet]. [cited 2022 Aug 26]. Available from: <https://www.radiofrance.fr/franceculture/depuis-600-ans-la-quarantaine-n-est-absolument-pas-une-solution-9258234>

57. Deborde J. Lady Montagu, médecin malgré elle [Internet]. Libération. [cited 2022 Aug 26]. Available from: https://www.liberation.fr/images/2018/07/15/lady-montagu-medecin-malgre-elle_1666688/

58. Universalis E. JENNER : VACCINATION ANTIVARIOLIQUE [Internet]. Encyclopædia Universalis. [cited 2022 Aug 26]. Available from: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/jenner-vaccination-antivariolique/>

59. Bourquin J. Histoire de la vaccination : Louis Pasteur et ses détracteurs dans la presse [Internet]. France Inter. 2022 [cited 2022 Aug 26]. Available from: <https://www.radiofrance.fr/franceinter/histoire-de-la-vaccination-louis-pasteur-et-ses-detrateurs-dans-la-presse-6819790>

60. Troisième époque : 1877 - 1887 [Internet]. Institut Pasteur. 2016 [cited 2022 Aug 26]. Available from: <https://www.pasteur.fr/fr/institut-pasteur/notre-histoire/troisieme-epoque-1877-1887>

61. Les vaccins sont-ils vraiment dangereux pour la santé ? Le Monde.fr [Internet]. 2016 Sep 16 [cited 2022 Aug 26]; Available from: https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2016/09/16/les-vaccins-sont-ils-vraiment-dangereux-pour-la-sante_4998681_4355770.html

62. WHO/Europe | Home [Internet]. [cited 2022 Aug 26]. Available from: <https://www.who.int/europe/home?v=welcome>

63. Les six Conférences sanitaires internationales de 1851 à 1885 prémices de l’organisation mondiale de la santé | SFHM – TRACES DE FRANCE [Internet]. [cited 2022 Aug 26]. Available from: <https://tracesdefrance.fr/2022/03/05/les-six-conferences-sanitaires-internationales-de-1851-a-1885-premices-de-lorganisation-mondiale-de-la-sante->

sfhm/

64. Histoire [Internet]. [cited 2022 Aug 26]. Available from: <https://www.who.int/fr/about/who-we-are/history>

CHAPITRE 4

MALADIE CHRONIQUE, DE L'ASTHME À L'ÉCO-ANXIÉTÉ

Qu'est-ce que l'exposome ?

UNE APPROCHE MULTIFACTORIELLE DE SANTÉ PLANÉTAIRE

Euh ... une quoi ??

SUGGESTIONS DE LECTURE ET D'ÉCOUTE

- Santé et environnement – Que sais-je ? William Dab
- La société du risque de Ulrich Beck
- Tropiques toxiques – le scandale du chlordécone – Nicola Gobbi (illustration), Jessica
- Oublié (Autrice), Vinciane Lebrun

Podcasts

- Le podcast le monde - Chaleur humaine – Nabil Wakim
- Le podcast sur France culture - « Une santé, une planète ». Pourquoi et comment devrions-nous agir pour éviter d'autres pandémies ? – Bruno David et Marie-Monique Robin
- Le podcast So sweet planete – Anne Greffe

CONTEXTE

« Au XIXe siècle, rien ne séparait donc l'hygiène de la médecine. Celle-ci avait peu de moyens efficaces d'action. Tous les réformateurs avertis s'accordaient sur le constat que l'air, l'eau, les sols et les aliments étaient tellement viciés et le traitement des déchets tellement déficient qu'il y avait là la première cause de maladies et de mortalité. C'est durant le XXe siècle que l'épidémiologie a évolué. Avec l'augmentation de l'espérance de vie globale et de certaines avancées scientifiques, comme la pasteurisation, d'autres maladies sont apparues. Elles résultent d'exposition à plusieurs facteurs comme l'environnement, la génétique, ou exposition professionnelle. » (1)

DE LA MEDECINE A LA SANTE PUBLIQUE

C'est dans les années 1950, que l'étude des épidémies se fait par le spectre de la plurifactorialité, avec notamment une prise en compte des facteurs environnementaux dans la compréhension des maladies, mais aussi de certains cofacteurs de pathologies chroniques pouvant jouer un rôle insidieux dans la survenue des épidémies. Dans les années 1980, on observe l'émergence de plusieurs agents infectieux, et la propagation du syndrome de l'immunodéficience acquise (SIDA) pour lequel la diffusion se fait de façon planétaire. A ce constat s'ajoute aussi une progression de la résistance bactérienne aux antibiotiques dans le monde (résultat en partie de l'après guerre mondiale), qui participe à une prise de conscience de l'importance d'une prise en compte des facteurs environnementaux et du liens entre certains agents infectieux et des maladies chroniques considérée jusque-là non infectieuses (ex : *Helicobacter pylori* l'ulcère et le cancer gastrique). Dans ce sens, en 1992, un rapport de l'Institut of Medicine (2) a été publié concluant que les maladies infectieuses devaient être considérée comme un des éléments d'une dynamique complexe influencées par des modifications et d'adaptation des agents infectieux mais aussi par les modifications technologiques, environnementales, sociales et démographiques. Dans le même temps les évolutions technologiques ont pris une ampleur considérable avec l'utilisation de nouvelles substances chimiques pour l'agriculture notamment, mais aussi des organismes génétiquement modifiés, des rayonnements non ionisants avec les téléphones portables et les ordinateurs... Toutes ces nouvelles expositions laissent la place à une incertitude non négligeable, c'est de là dont résulte la notion de « société du risque » théorisée par le sociologue Ulrich Beck (3). Les « Centers for Disease Control and Prevention » américains ont par la suite développé un plan stratégique de lutte contre les infections émergentes en 1994 (4) fondé sur la surveillance, l'alerte et la réponse, la recherche appliquée, la prévention, le contrôle et le renforcement des structures de santé publique. Puis, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a initié un plan au niveau mondial fondé sur les mêmes principes (5). Le concept de bioterrorisme commence aussi à être pris en compte dans les scénarios d'émergence probables (6).

La lutte contre les épidémies au cours de l'histoire a largement contribué à la mise en place de stratégies de gestion sanitaire à l'échelle populationnelle. Pour se faire, la mise en place d'une autorité, une organisation, des mesures de police sanitaire pour tenir à l'écart



SYSTÈMES
*politiques
économiques
et sociaux*



LA SANTÉ PLANÉTAIRE

les sources de contagions, l'isolement des personnes contagieuses (par le biais de la quarantaine), pour permettre de contrôler la propagation des épidémies ont été faites. C'est de là que commence la mise en place de politiques de santé publiques.

La santé publique se définit aujourd'hui par « la résolution des problèmes de santé considérés au niveau d'une population ». La santé est « publique » parce que l'approche médicale au cas par cas, ne suffit pas à résoudre des problèmes de santé à l'échelle populationnelle (7). On peut penser par exemple à la qualité de l'eau qui ne dépend pas de la relation entre médecin et patient mais qui nécessite la mise en place de gestion des eaux à grande échelle (8).

Si cette partie vous intéresse et que vous voulez approfondir vos connaissances sur la santé, l'environnement et la compréhension des enjeux de santé publique, on vous conseille de jeter un coup d'œil au livre William Dab – Santé et environnement – Que sais-je ? qui est très bien écrit et très court à lire.

PUIS DE LA SANTE PUBLIQUE A LA SANTE PLANETAIRE

Changement climatique et conséquences environnementales et sociales sur l'émergence des maladies (9)

Les conséquences des changements climatiques sur la santé sont déjà visibles. La santé mentale, les migrations, les écosystèmes, l'émergence de nouvelles pathologies ou encore la sécurité alimentaire sont tout autant de domaines affectés par les changements climatiques (10). Avec près de 60 % des agents pathogènes humains et environ 60 % des maladies infectieuses émergentes classés comme zoonotiques, c'est-à-dire transmises des animaux à l'homme (11)(12), ces pathologies (grippe aviaire, VIH SIDA, SRAS et Ebola, etc.) représentent un enjeu croissant de santé planétaire (13)(11). Les maladies, dont les zoonoses, sont des processus écologiques naturels au sein des écosystèmes. Leur éradication peut ne pas avoir que des effets positifs car d'autres parasites ou pathogènes

sont susceptibles d'occuper les niches laissées vacantes (Lloyd-Smith, 2013). En raison de la multiplicité des espèces et des échelles impliquées (14), l'écologie des communautés associée à l'épidémiologie peut amener à une meilleure compréhension des processus et des dynamiques impliqués dans les épidémies de zoonoses et faciliter une meilleure gestion des risques liés aux maladies zoonotiques (15)(16)(17). Par le biais d'exemples, les auteurs illustrent la nécessité de prendre en compte, en plus des exigences écologiques des agents pathogènes zoonotiques, d'une part, l'impact des interventions humaines et d'autre part les types d'écosystèmes concernés (urbain, péri-urbain et forestier) pour se préparer à l'émergence de ces zoonoses dans l'Anthropocène et les gérer efficacement.

Site intéressant qui détail les modifications des écosystèmes et zoonoses dans l'Anthropocène avec la description des facteurs anthropiques influençant l'émergence ou la propagation des zoonoses, et les facteurs liés aux écosystèmes influençant l'émergence ou la propagation des zoonoses (18).

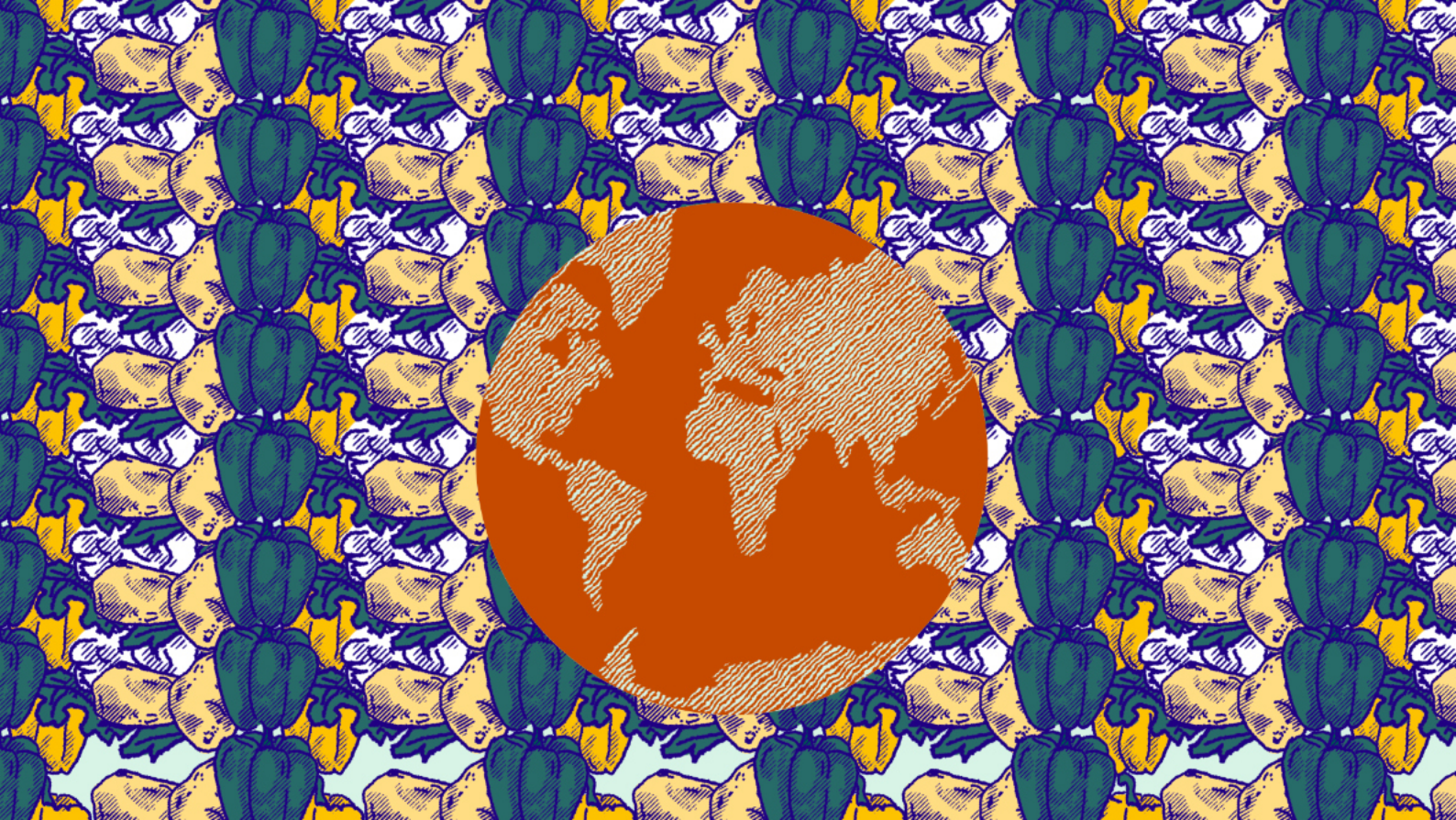
Si vous êtes intéressé par les informations relatives aux arboviroses (virus transmissibles par les moustiques de type *aedes aegypti* ou *aedes albopictus*) nous vous conseillons cette source sur le « Réchauffement climatique et la progression des arboviroses » (19).

L'EFFET DE LA DILLUTION

Le concept d'effet de dilution suggère que la biodiversité naturelle (et particulièrement la diversité des espèces) pourrait réduire le risque de maladie, y compris les zoonoses (20). Une étude expérimentale réalisée au Panama (21) a ainsi démontré que la prévalence de l'infection à hantavirus dans les populations réservoirs de rongeurs sauvages augmentait lorsque la diversité des petits mammifères était réduite. Cet effet dilution présente un attrait certain pour les politiques publiques, car lorsque cela fonctionne, une seule mesure, l'augmentation de la biodiversité, répond à la fois aux exigences de conservation et aux exigences sanitaires par la réduction des risques de maladies infectieuses pour la santé humaine et les animaux sauvages (22)(23). La maladie à vecteur la plus répandue dans les régions tempérées de l'hémisphère Nord est la maladie de Lyme, une des premières pour laquelle l'effet de dilution par la biodiversité a été évoqué comme solution pour réduire les taux de transmission dans l'environnement et donc le risque de maladie (24)(24). Cependant, des arguments solides ont été avancés pour démontrer que cette hypothèse n'était pas toujours confirmée dans d'autres contextes locaux (25)(26)(27).

L'AGROALIMENTAIRE INDISOCIABLE DES ENJEUX CLIMATIQUES, SOCIAUX, ENVIRONNEMENTAUX, ET DE SANTE

En effet, le système agroalimentaire occidental menace aujourd'hui à la fois la santé humaine et la stabilité de notre planète. Nous devons faire face à un défi énorme : fournir à une population mondiale croissante un régime alimentaire sain fondé sur des systèmes de production durables. Alors que la production alimentaire mondiale de calories a généralement suivi le rythme de la croissance démographique, plus de 820 millions de personnes n'ont toujours pas accès à suffisamment de nourriture, 2.4 milliards de personnes surconsomment, et au total, environ la moitié de la population mondiale consomme un régime alimentaire en carence de nutriments. La production alimentaire mondiale menace la stabilité de notre système climatique et la résilience des écosystèmes, et constitue le principal facteur de dégradation environnementale et de transgression des limites frontières planétaires. Aucun levier n'est plus puissant que l'alimentation afin



d'optimiser la santé humaine et la durabilité de notre environnement. Sans action, le monde risque de ne pas atteindre les objectifs de développement durable (ODD) et l'Accord de Paris pour le Climat. Les enfants d'aujourd'hui hériteraient alors d'une planète gravement dégradée avec une grande partie de la population souffrant de plus en plus de malnutrition et de maladies évitables. La manière dont notre alimentation est produite, le choix de produits que nous consommons, et la quantité perdue ou gaspillée sont autant de facteurs qui influent lourdement sur la santé humaine et de la durabilité de la planète. L'adoption mondiale de régimes alimentaires sains issus de systèmes alimentaires durables (ce que nous appelons des « régimes alimentaires santé planétaire ») permettrait de protéger notre planète et d'améliorer la santé de milliards de personnes. Une quantité de recherches scientifiques ont été menées sur les impacts environnementaux de divers régimes alimentaires. La plupart des études concluent qu'un régime riche en plantes (fruits, légumes, noix, graines complètes) et contenant une plus petite proportion d'aliments d'origine animale, voire les excluant, confère des avantages à la fois pour la santé et l'environnement. Dans l'ensemble, la littérature scientifique indique que de tels régimes sont « gagnant-gagnant », signifiant qu'ils sont bons à la fois pour la santé ainsi que pour l'environnement (28).

Les recommandations nutritionnelles nationales de 85 pays ont été passées à la loupe des objectifs sanitaires et environnementaux (plan d'action global sur la prévention et le contrôle des maladies chroniques de l'OMS, Accord de Paris, objectifs d'Aichi pour la biodiversité, Objectifs de Développement Durable, limites planétaires) et ont toutes été jugé insuffisantes (29), contrairement au « régime santé planétaire » (EAT). Rendre à la nature les terres agricoles exploitées en excès dans les régimes alimentaires actuels permettrait de sauvegarder la biodiversité et recapturer l'équivalent de 467 gigatonnes de CO₂ (EAT) à 772 gigatonnes de CO₂ (régime végétalien) (30).

Les régimes alimentaires dits « occidentaux », riches en produits d'origine animale, provoquent et entretiennent les maladies cardiovasculaires, l'obésité, le diabète, des cancers, qui sont les principales causes de décès prématurés dans les pays riches, et constituent des comorbidités fragilisantes face à des facteurs de stress comme les épidémies ou les événements climatiques extrêmes. De l'autre côté de la balance, le

*végétal et
peu transformé*



manque de ressources dans les pays pauvres (souvent parties nourrir le bétail des pays riches) provoque une fragilité due à la malnutrition, en causant chez les enfants des retards de croissance, une vulnérabilité face aux infections et aux déséquilibres hydro-électrolytiques que celles-ci peuvent provoquer (diarrhées). Les régimes basés sur les plantes permettent une réduction drastique des risques cardiovasculaires, métaboliques et de cancer (Appleby et al. 2016, Melina et al. 2016, Godfray et al. 2018, Springmann et al. 2017...), et un mode de production orienté vers ce type d'alimentation peut garantir une meilleure répartition des ressources afin de nourrir 10 milliards d'humains sans dépasser les limites planétaires (EAT-Lancet, FAO).

LE CONCEPT DE SYNDEMIE

Une syndémie est « l'agrégation d'au moins deux maladies ou problèmes de santé dans une population pour laquelle il existe un certain niveau d'interface biologique ou comportementale délétère qui exacerbe les effets négatifs de chacune des maladies impliquées » (31).

Le concept de syndémie globale (32) : La Commission Lancet propose que la définition des syndémies soit étendue aux pandémies d'obésité ou surnutrition/malnutrition, de dénutrition et de changement climatique. Nous considérons le changement climatique comme une pandémie en raison de sa nature dynamique, de sa progression rapide et des conséquences catastrophiques qu'il devrait avoir sur la santé humaine. Les interactions entre ces pandémies se produisent tant au niveau des individus que des populations. La Commission appelle ces trois pandémies la "Syndémie mondiale" pour souligner l'importance mondiale majeure de ce groupe de pandémies, qui sont aujourd'hui, et seront dans un avenir prévisible, les principales causes de mauvaise santé humaine et environnementale (c'est-à-dire planétaire). Reconnaître que ces pandémies synergiques constituent une syndémie permet d'avoir une vision plus complète de leurs interactions et promet des actions systémiques communes qui peuvent unir des parties prenantes auparavant disjointes.

La propagation de la pandémie de COVID-19 confirme que les MNT, les menaces climatiques et environnementales et les inégalités et injustices socio-économiques ne sont pas des problèmes distincts (33). Il est logique d'aborder ces problèmes comme un défi unique, caractérisé par de multiples et fortes interrelations qui, en fin de compte, augmentent la vulnérabilité individuelle, diminuent la résilience et augmentent les coûts sanitaires et économiques. La pandémie en cours montre que les principaux facteurs qui caractérisent les groupes vulnérables et qui ont une incidence marquée sur la santé publique à court et à long terme sont le vieillissement dans de mauvaises conditions (et pas seulement le nombre de personnes âgées), la charge des maladies non transmissibles, la charge des produits chimiques toxiques libérés dans l'environnement, la privation socio-économique, l'efficacité limitée des politiques visant à améliorer la santé publique et l'absence de mesures de prévention primaire. En outre, la propagation de l'infection par le SRAS-CoV-2 montre comment la pandémie amplifie les criticités préexistantes et aggrave rapidement la santé publique dans le monde entier, une sorte d'effet "Tsunami".

Depuis 2019, la pandémie de SRAS-Cov-2 se propage à travers le monde en plus des MNT en cours. Cette combinaison d'événements successifs permet de mieux appréhender les aspects syndémiques qui sont liés en prenant en compte notamment le rôle des inégalités sociales et des facteurs environnementales.

LE PARADIGME DE L'EXPOSOME

Le paradigme de l'exposome, élaboré par Christopher Paul Wild en 2005 comme un concept holistique, se définit par : « la totalité des expositions auxquelles un individu est soumis de la conception à la mort. C'est une représentation complexe et dynamique des expositions à laquelle une personne est sujette tout au long de sa vie, intégrant l'environnement chimique, microbiologique, physique, récréatif, médicamenteux, le style de vie, l'alimentation, ainsi que les infections ». C'est le ressenti lucide qu'avait déjà eu Nicolas de Staël, en 1951, lui qui vivait une véritable « Fureur de peindre » (34).

Maladies infectieuses

Étant donné que les infections sont naturellement intégrées dans la définition de l'exposome, les vagues successives d'épidémies, telles que le choléra, le paludisme, la grippe, la tuberculose, le Sida (syndrome d'immunodéficience acquise), les maladies infectieuses vectorielles (Dengue, Chikungunya, Zika, etc.), ainsi que la pandémie actuelle de la COVID-19 montrent combien la propagation des microorganismes pathogènes et leur émergence liées à la dégradation des écosystèmes reste une préoccupation majeure de santé publique. Dans de très nombreux pays, l'impact de la COVID-19 a été considérable, tant en termes médical, social, qu'économique. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), ce sont les maladies infectieuses (communicable diseases) qui provoquent le plus de décès dans les pays à faible revenu, alors que dans les pays à revenu élevé, les causes de décès les plus importantes sont dues aux maladies chroniques, qui engendrent plus de 63 % des décès.

Maladies chroniques

Les maladies chroniques sont à, bien des égards, la conséquence de la transition nutritionnelle (modes de production et de transformation des aliments, urbanisation, migrations, changements de modes de vie, etc.), ainsi que du vieillissement des populations.

L'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE) indique ainsi que le nombre de cas d'obésité a quasiment triplé dans le monde depuis 1975. Cette « épidémie » de surpoids conduirait dans les trente prochaines années à la mort prématurée

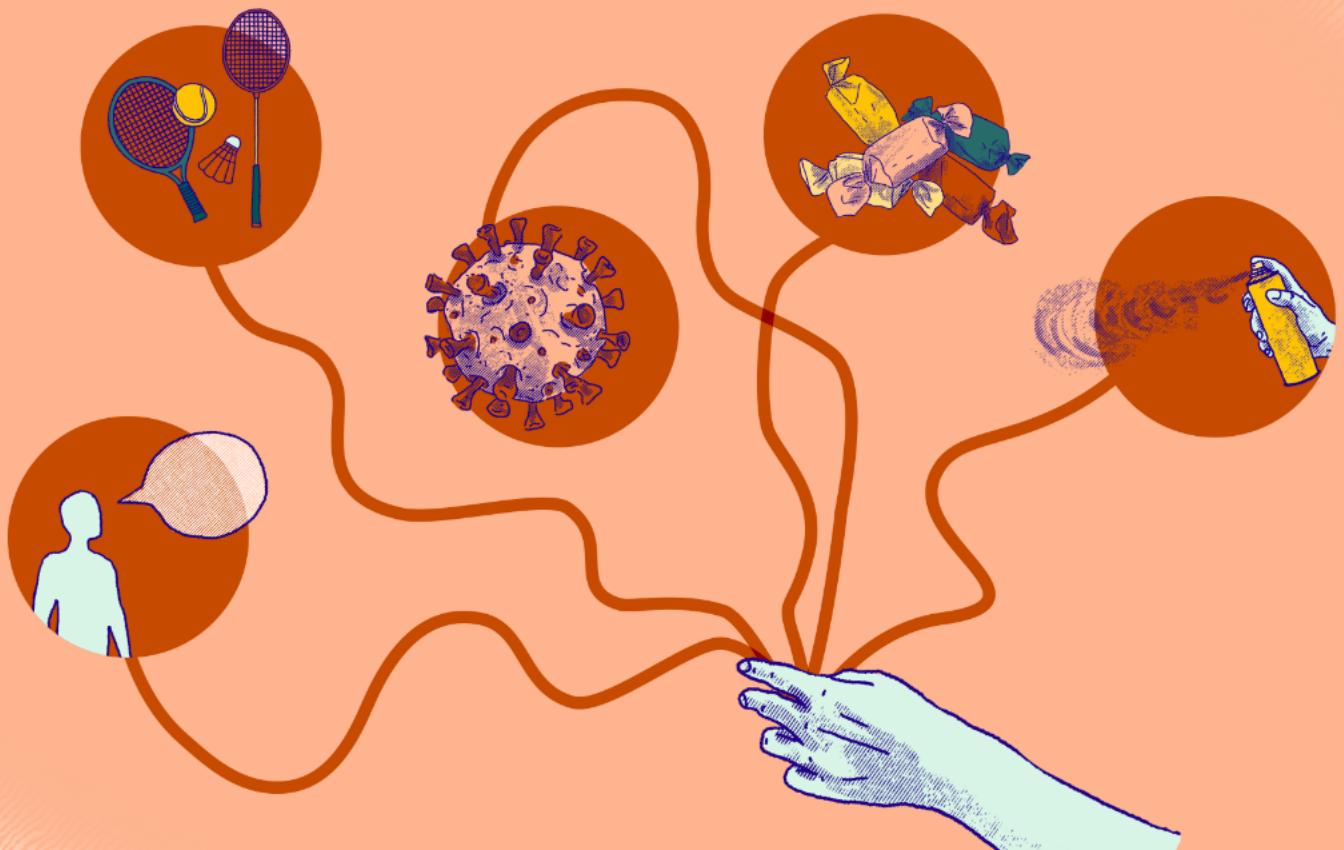
L'EXPOSOME



de plus de 90 millions de citoyens qui vivent au sein des 37 pays membres de l'OCDE et de la Communauté européenne. L'impact de cette expansion se traduirait également par un recul de 3 ans de l'espérance de vie. En relation principalement avec l'obésité, le nombre de patients diabétiques a quadruplé dans le monde depuis le début des années 1980, avec désormais une personne sur onze qui en est affectée. La combinaison d'expositions multiples, d'origines différentes (pollutions chimiques et atmosphériques, addictions, conditions de travail, fracture sociale, stress divers, infections, etc.), a contribué au développement planétaire de maladies chroniques, telles que les cancers, les maladies neurodégénératives, l'hypertension, les cardiopathies, les insuffisances hépatiques et rénales, les allergies et les infections respiratoires. (35)

Selon les projections de l'OMS, ces maladies chroniques hétérogènes conduiront dans le monde à plus de quarante millions de décès chaque année [3]. Nul doute que l'impact économique de ces maladies de longue durée sera considérable. Grâce aux progrès des connaissances sur l'épigénétique et sur le microbiote, la question qui se pose désormais est de déterminer si les maladies chroniques sont « non transmissibles » (noncommunicable diseases), comme elles le sont très fréquemment qualifiées, ou, au contraire, susceptibles d'être transmises ? À la différence des maladies infectieuses, il est évident que ces maladies de longue durée ne sont pas spontanément et directement communicables d'une personne à l'autre (35).

Cependant, l'épigénétique, qui intègre l'ensemble des processus de régulation de l'expression des gènes, tant au cours du développement qu'en réaction aux signaux environnementaux, est susceptible de transférer un héritage intergénérationnel comme transgénérationnel, tant en termes d'évolution, de biologie générale, que de maladies (36). À titre d'exemple, la famine hivernale qui a frappé les Pays-Bas lors de l'occupation nazie en 1944-1945 a conduit à la réalisation d'études à partir de diverses cohortes. Celles-ci ont révélé chez les adultes descendants de parents (hommes et femmes) en souffrance à cette époque-là une surincidence de tailles réduites, d'obésité, de micro-albuminurie, de maladies métaboliques et cardiovasculaires, de schizophrénie, ainsi qu'une mortalité accrue (37). Des études récentes indiquent également que des altérations épigénétiques persistent 60 ans plus tard chez les adultes issus de ces couples ayant subi cette terrible



famine (38).

A cela s'ajoute l'altération du microbiote humain chez les patients affectés de diverses maladies chroniques, ce qui ouvre ainsi des possibilités de transmission supplémentaire. Et l'expérimentation animale montre que la transmission de microbiotes fécaux humains altérés issus de patients atteints de maladies chroniques génère, chez des animaux, des maladies similaires. Dans le contexte environnemental, les microbiotes divers peuvent aussi être partagés via les écosystèmes familiaux et sociaux, en particulier de la mère à l'enfant, soit lors de l'accouchement, soit au cours de la vie, dans le contexte familial et socio-économique (39). Les cartographies très sophistiquées du génome humain, visant à rechercher l'origine des maladies dans des études populationnelles à très large échelle, ont montré les limites prédictives de celles-ci. Sur la base de la génétique, la prédictivité des maladies cardiovasculaires est ainsi de moins d'une maladie sur deux, alors que, globalement, 15 à 20 % des maladies sont susceptibles d'être prédites génétiquement dans le futur.

La définition de C.P Wild intègre également l'idée que « l'exposome humain représente aussi comment l'organisme d'un individu répond aux défis environnementaux en termes de génétique, d'épigénétique, de microbiote, ainsi qu'en termes de réponses physiologiques ». (Estimation de 9 millions de morts par an attribués à l'air, l'eau et la pollution du sol, uniquement). Compte tenu des grandes variabilités inter individuelles et populationnelles, articuler le génome avec l'exposome constitue un défi extrêmement complexe qui impose des recherches particulièrement structurées et intégrées, se développant dans des champs multi- et interdisciplinaires combinant l'exposome externe (environnement, régimes alimentaires, etc.) et l'exposome interne, ce dernier correspondant à l'impact des facteurs environnementaux sur la physiologie (métabolites des polluants, altérations des processus biochimiques, etc.). La mobilisation des disciplines intervenant dans des champs très diversifiés et des périmètres bien maîtrisés s'avère nécessaire : « omics » (génomique et épigénétique, protéomique, métabolomique, addictomique), épidémiologie, statistiques, sciences humaines et sociales ainsi que biomédicales, toxicologie, exposome chimique ciblé comme non ciblé, écologie, anthropologie, histoire, évaluation des risques, intelligence artificielle (big data, objets connectés, etc.)... L'inscription dans la Constitution française en 2005 du « droit de vivre

dans un environnement équilibré et favorable à la santé » a précédé l'introduction du paradigme de l'exposome dans le premier article de la Loi Touraine de Santé publique, onze ans plus tard. Cette loi inscrit « la surveillance et l'observation de l'état de santé de la population et l'identification de ses principaux déterminants, notamment ceux liés à l'éducation et aux conditions de travail. L'identification de ces risques s'appuie sur le concept d'exposome, entendu comme l'intégration de l'ensemble des expositions sur la vie entière, expositions qui peuvent jouer un rôle sur la santé humaine ». L'exposome est souvent considéré comme intégrant les expositions diversifiées négatives pour la santé. Cependant, il est très important de considérer que la prévention et la promotion de la santé sont à même de conduire à des exposomes favorables pour la santé à l'échelle individuelle et populationnelle, en intégrant bien sûr les aspects socio-économiques des populations considérées. Déjà au vie siècle avant Jésus Christ, Lao-Tseu écrivait « Prévenez le mal avant qu'il n'existe », alors que Richelieu au xvie siècle considérait « qu'un médecin qui peut prévenir les maladies est plus estimé que celui qui travaille à les guérir » (40).

MALADIES CHRONIQUES ET SANTE PLANETAIRE

Définitions (41)

Les maladies non transmissibles, appelées également maladies chroniques, tendent à être de longue durée et résultent d'une association de facteurs génétiques, physiologiques, environnementaux et comportementaux. Les principaux types de maladies non transmissibles sont les maladies cardiovasculaires (accidents vasculaires cardiaques ou cérébraux), les cancers, les maladies respiratoires chroniques (comme la broncho-pneumopathie chronique obstructive ou l'asthme) et le diabète. Elles ont un impact disproportionné dans les pays à revenu faible ou intermédiaire qui recensent plus des trois quarts des décès dus aux maladies non transmissibles dans les pays à revenu faibles ou intermédiaires, soit 32 millions de morts (41). Elles sont caractérisées par : la présence d'un état pathologique de nature physique psychologique ou cognitive, appelée à durer ; une ancienneté minimale de plusieurs mois ; un retentissement sur la vie quotidienne comportant au moins l'un des 3 éléments suivants :

- une limitation fonctionnelle des activités ou de la participation sociale
- une dépendance vis-à-vis d'un médicament, d'un régime, d'une technologie médicale, d'un appareillage ou d'une assistance personnelle
- une nécessité de soins médicaux ou paramédicaux, d'une surveillance ou d'une prévention particulière pouvant s'inscrire dans un parcours de soins médicosocial.

Des chiffres parlants

- 23 % des décès sont dus à des facteurs environnementaux
- 25% à 33 % des maladies sont imputées selon l'OMS à des facteurs environnementaux.
- 20 % (**49 millions**) des cancers sont liés à la pollution de l'air, l'exposition aux produits chimiques, aux radiations
- 30 % (**119 millions**) des maladies cardiovasculaires sont liées à la pollution de l'air extérieur et intérieur, à la tabagie passive, à l'exposition aux produits chimiques
- 35 % (**32 millions**) de maladies respiratoires sont liées à la pollution de l'air intérieur et à l'exposition en milieu professionnel.
- 44 % (**11 millions**) des causes d'asthme sont liée à la pollution de l'air, à la tabagie passive, les moisissures, l'humidité de l'habitat.

Plusieurs exemples de maladies chroniques

Fragilités alimentaires et allergies

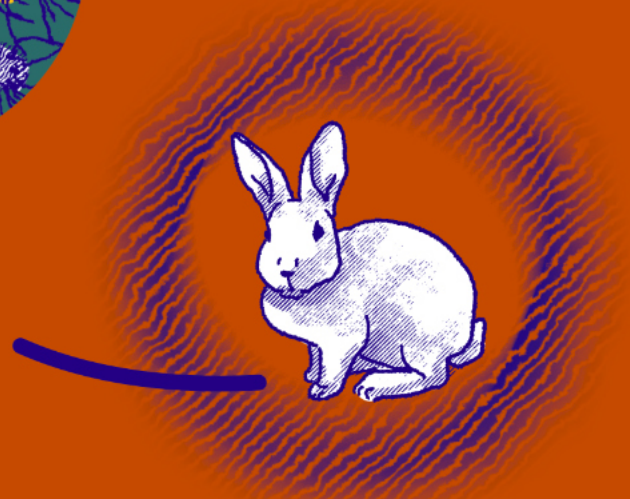
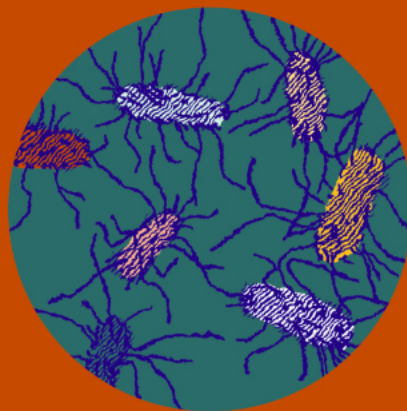
Les allergies comme mesure sentinelle de la santé planétaire et de la perte de biodiversité. L'impact très précoce des changements environnementaux modernes sur le système immunitaire ne pourrait être plus évident que dans l'augmentation considérable des maladies allergiques infantiles dans les populations occidentales, qui touchent aujourd'hui 25 % des enfants au cours de leurs premiers mois de vie. L'allergie a peut-être été considérée un jour comme "le prix à payer pour une vie plus propre", mais il s'agit d'un prix bien plus élevé que quiconque aurait pu le prévoir. Les progrès de la technologie ont maintenant révélé des changements sous-jacents dans l'écologie microbienne qui sous-tendent également l'augmentation de nombreuses autres maladies associées à l'inflammation et au dérèglement immunitaire - dont beaucoup se manifestent également pendant l'enfance, comme l'augmentation de l'auto-immunité infantile, les maladies métaboliques, la santé mentale et les troubles du développement.

Nous reconnaissons aujourd'hui que nous ne sommes pas vraiment "séparés" de nos organismes commensaux. Nous existons plutôt en tant qu'"**holobionte**" composé pour moitié de cellules humaines et pour moitié au moins de microbes, avec un "hologénome" fonctionnel dominé par les gènes microbiens (42). Cette conception reconnaît également un échange constant et dynamique d'éléments microbiens entre chaque organisme hôte et le milieu environnant, brouillant ainsi la démarcation entre les individus et le monde qui les entoure.

La biodiversité à toutes les échelles a façonné l'évolution, principalement par l'intermédiaire des micro-organismes qui sous-tendent tous les écosystèmes et dont on estime qu'ils contribuent à au moins la moitié de la biomasse sur Terre. Toutes les formes de vie complexes ont évolué conjointement avec les microbes, et chaque espèce végétale et animale possède un microbiome distinctif. En particulier, cette relation a été fondamentale pour façonner les systèmes immunitaires au cours des millénaires, et ainsi moduler le développement de tous les autres systèmes biologiques.

Les véritables "origines de l'allergie" se trouvent donc dans les premiers instants de l'émergence du système immunitaire adaptatif, il y a plus de 450 millions d'années. Même ce "saut" évolutif relativement soudain serait le résultat de l'insertion de gènes microbiens (transposons) dans l'ADN de nos ancêtres marins. Les transposons RAG ont fourni la

MICROBIOME
*interdépendance avec
des bactéries*



machinerie nécessaire à la diversité des lymphocytes, qui permet aux vertébrés d'avoir les réponses immunitaires spécifiques finement ajustées que nous observons aujourd'hui (43). Alors que ce répertoire de protection immunitaire plus sophistiquée se développait, il en allait de même pour le potentiel de déploiement inapproprié de cette machinerie contre des antigènes exogènes ou endogènes inoffensifs. En d'autres termes, un nouveau système a créé les nouveaux risques d'allergie et d'auto-immunité qui n'existaient pas auparavant. L'efficacité de ces voies d'inhibition dépend également de l'exposition microbienne, en particulier au début de la vie, la régulation immunitaire étant moins efficace dans des conditions de diversité microbienne réduite, ce qui accroît le risque de maladies inflammatoires¹⁸. Inversement, des études expérimentales montrent que l'exposition microbienne précoce favorise la régulation immunitaire et peut même réduire le risque de maladie.

L'Homme moderne présente de nombreux traits caractéristiques des animaux vivant en captivité : nourriture abondante, températures stables, absence de prédateurs, conditions "plus propres", vie en grande partie à l'intérieur sous lumière artificielle, réduction des efforts physiques et des interactions sociales. De même, nous sommes sujets à l'obésité, à l'inflammation et au syndrome métabolique. Au niveau de la population, les populations occidentalisées présentent des marqueurs inflammatoires de base plus élevés (y compris les cytokines et les protéines C- réactives) par rapport aux populations traditionnelles vivant dans des environnements plus biodiversifiés, en particulier si elles ont été davantage exposées à la biodiversité au cours de leur enfance⁽⁴⁴⁾. Ces études démontrent également l'étroite interaction entre les voies métaboliques et immunitaires, de sorte que dans des conditions plus "abondantes", les animaux sont plus enclins à la fois à la prise de poids et à l'inflammation. Il a été démontré que le contact avec les bactéries de l'environnement, sur les plantes et dans le sol, influence le microbiome de la peau et de l'intestin avec des effets anti-inflammatoires systémiques (45).

Perturbateurs endocriniens

Substance ou mélange de substances, altérant les fonctions du système endocrinien et ayant un impact dans l'organisme, ou au sein de (sous-) populations. Les perturbateurs endocriniens bloquent les récepteurs des hormones naturelles qui ne peuvent plus agir normalement. Les pesticides regroupent l'ensemble des produits utilisés pour lutter contre les espèces végétales indésirables et les organismes jugés nuisibles. Qu'il s'agisse de



pesticides autorisés aujourd'hui ou utilisés par le passé (dont certains sont rémanents), ils suscitent des inquiétudes concernant leurs effets possibles sur la santé humaine et plus largement sur l'environnement

En milieu professionnel : l'expertise confirme la **présomption forte** d'un lien entre l'exposition aux pesticides et six pathologies : lymphomes non hodgkiniens (LNH), myélome multiple, cancer de la prostate, maladie de Parkinson, troubles cognitifs, bronchopneumopathie chronique obstructive et bronchite chronique. Pour les LNH, il a été possible de préciser des liens (**présomption forte**) avec des substances actives (malathion, diazinon, lindane, DDT) et avec une famille chimique de pesticides (organophosphorés), et pour la maladie de Parkinson et les troubles cognitifs avec les insecticides organochlorés et les organophosphorés, respectivement.

Grossesse et enfance : Les études épidémiologiques sur les cancers de l'enfant permettent de conclure à une **présomption forte** de lien entre l'exposition aux pesticides de la mère pendant la grossesse (exposition professionnelle ou par utilisation domestique) ou chez l'enfant et le risque de certains cancers, en particulier les leucémies et les tumeurs du système nerveux central.

Focus sur le chlordécone : La **présomption forte** d'un lien entre l'exposition au chlordécone de la population générale et le risque de survenue de cancer de la prostate a été confirmée. En considérant l'ensemble des données épidémiologiques et toxicologiques disponibles, la causalité de la relation est jugée vraisemblable (46)(47)(48).

Les effets sanitaires des PE ont commencé à alerter dans les années 60, puis de façon plus marquée dans les années 90 (49)(29). Différents scientifiques commencent alors à relever des anomalies (notamment sexuelles) chez certaines populations animales exposées à des substances chimiques d'origine agricole ou industrielle, présentes dans leur milieu. En 1991, un appel lancé par la scientifique Théo Colborn et les scientifiques qu'elle a réunis tend à alerter et pose la première définition de PE. Les arguments au sujet de la toxicité de ces substances sur la santé animale mais également humaine s'amplifient depuis. L'un des cas emblématiques est celui du distilbène (cf encadré page 15). Aujourd'hui une définition officielle de la commission européenne existe, même si elle ne fait pas consensus car trop restrictive. Au niveau National, la deuxième stratégie nationale sur les perturbateurs endocriniens a été créée par le gouvernement en février 2018. La communauté scientifique tire la sonnette d'alarme depuis plusieurs dizaines d'années, mais le mode de fonctionnement complexe et innovant des PE rend la problématique difficile à faire rayonner. Les PE sont aujourd'hui une source d'inquiétude majeure et les règlements en vigueur ne sont pas protecteurs. Les principes de toxicologie des PE étant particuliers, il est très difficile d'établir des critères réglementaires de protection de la population et des écosystèmes. Le nombre de PE présumés ne cesse de croître et ils seraient à ce jour entre 1000 et 3000 ; contre 177 annoncés par l'OMS en 2013. De plus, ils sont ubiquitaires. Les fœtus et les petits enfants sont des populations très à risque car leur exposition peut les prédisposer à certaines maladies à l'âge adulte. Pour toutes ces raisons, il est primordial que les professionnels de santé, les pouvoirs publics et la population se saisissent de ce nouveau problème afin de protéger les générations à venir.

Risques psycho-sociaux, éco-anxiété, maladies mentales, stress

Nous vous conseillons l'épisode « Climat : comment ne pas déprimer ? » du podcast Chaleur humaine animé par Nabil Wakim et qui invite la pédopsychiatre Laélia Benoît pour parler d'éco-anxiété.

La crise climatique a eu un impact sur la santé mentale des personnes, en particulier des enfants. L'éco-anxiété a été décrite comme "la peur chronique de la catastrophe environnementale" (50).



Dans une étude publiée dans *The Lancet* en septembre, près des deux tiers des 10 000 16-25 ans dans 10 pays étaient "très ou extrêmement inquiets" du changement climatique, tandis que 84 % étaient au moins modérément inquiets (51). Plus de la moitié se sont sentis « tristes, anxieux, en colère, impuissants, impuissants et coupables », et plus de 45 % ont déclaré que leurs sentiments à propos du changement climatique « avaient un impact négatif sur leur vie quotidienne et leur fonctionnement ». Les chercheurs ont écrit : « Le changement climatique et des réponses gouvernementales inadéquates sont associés à l'anxiété et à la détresse climatiques chez de nombreux enfants et jeunes dans le monde. Ces facteurs de stress psychologique menacent la santé et le bien-être, et pourraient être interprétés comme moralement préjudiciables et injustes besoin d'augmenter à la fois la recherche et la réactivité du gouvernement » (51).

Quels sont les symptômes de l'éco-anxiété ? En novembre 2020, le Royal College of Psychiatrists (RC Psych) du Royaume-Uni a découvert que 57 % des psychiatres pour enfants et adolescents voyaient des enfants et des jeunes affligés par la crise climatique et l'état de l'environnement (52). Le RC Psych dit que même si l'éco-anxiété ou l'éco-détresse n'est pas un diagnostic ou une maladie mentale, les signes courants à rechercher incluent : humeur maussade, impuissance, colère, manque de sommeil, panique et culpabilité. "Se sentir angoissé ou anxieux à propos du monde est normal et montre que les jeunes se soucient de la planète, mais parfois ces sentiments peuvent être accablants et difficiles à gérer, surtout à un jeune âge", dit-il.

La psychothérapeute Caroline Hickman va encore plus loin, qualifiant l'éco-anxiété de "réponse saine à la situation à laquelle nous sommes confrontés" car elle montre une prise de conscience de la crise (52). Elle dit que cela peut également être considéré comme « éco-empathique » ou « éco-compassionnel ».

Quelques suggestions :

- Écouter les enfants et les jeunes et prendre leurs sentiments au sérieux.
- Leur expliquer que leurs sentiments ont du sens et sont un signe qu'ils sont une personne bienveillante.
- Passer du temps dans la nature en famille, comme planter des graines ou faire

une promenade.

- Calculez l'empreinte carbone de votre famille et trouvez des moyens de la réduire.
- Parlez aux enfants des choix que nous pouvons faire pour réduire notre contribution au changement climatique.
- Les aider à prendre des mesures pour se sentir plus en contrôle, plus optimistes et plus résilients.

Cela pourrait être une connexion avec des groupes de jeunes (soit dans en région, soit en ligne) qui ont les mêmes préoccupations concernant l'environnement. Rappelez aux jeunes qu'il y a beaucoup de gens qui travaillent sur des solutions qui rendront le monde plus heureux, plus sain et plus sûr. Comme l'écrivent Rao et Powell : « La meilleure chance d'accroître l'optimisme et l'espoir chez les jeunes et les moins jeunes soucieux de l'environnement est de s'assurer qu'ils ont accès aux informations les meilleures et les plus fiables sur l'atténuation et l'adaptation au climat. »

SCRIPT DE LA VIDÉO 4

Maladie chronique de l'asthme à l'éco-anxiété ? Qu'est-ce que l'exposome ?

- Salut!

- (essoufflée) Sa..lut... Désolée ... je suis .. en retard...

- Oulah t'as couru haha ! Assied-toi !

- Tu parles, j'ai couru 10 secondes, mais avec mon asthme, je suis tout de suite essoufflée ...

- Ah mince. Tu prends un traitement ?

- Oui, il marche plutôt bien, mais avec la pollution et la chaleur, ça a tendance à s'aggraver.

- Oui c'est vrai, même moi qui ne suis pas asthmatique je le ressens (53)(54)... À vrai dire pour traiter l'asthme globalement, les traitements ne suffisent pas, il faut aussi une approche multifactorielle de santé planétaire.

- euh... une... quoi ? Allez c'est reparti pour le jargon scientifique, haha !

- Oups

- Tu veux dire quoi par là ?

- Ton asthme, re résulte pas seulement de tes poumons qui fonctionnent mal, c'est aussi une maladie qui est influencée par ton mode de vie et ton environnement, donc pour trouver des solutions il faut une approche globale, qui est complémentaire de la médecine "clinique".

- C'est quoi la médecine clinique ?

- C'est la médecine qu'on a hérité du 19ème siècle, quand on a commencé à comprendre de mieux en mieux les infections. La médecine était surtout centrée sur l'individu. En gros, le patient venait consulter le médecin et en fonction des symptômes, un diagnostic était établi puis un traitement administré (1)(55)...

- Mais ... c'est toujours comme ça aujourd'hui, non ? C'est un peu la base de la médecine, j'ai l'impression...

- Oui, bien sûr. Mais pas que ! La santé est devenue petit à petit un enjeu collectif. Il ne s'agit plus seulement de traiter les patients individuellement mais aussi de prendre en compte l'aspect social, culturel, ou psychologique de la santé. Sans oublier de mettre l'accent sur la prévention. C'est la santé publique ! Et tu vois c'est un concept qui n'est pas si vieux que ça : le premier Ministère de la Santé en France a été créé dans la continuité de l'épidémie de grippe espagnole en 1920. L'idée de ce ministère était de rendre les soins accessibles à toutes et à tous et surveiller la gestion des épidémies. Depuis on se rend compte progressivement qu'avoir des médecins, des hôpitaux et des médicaments, c'est pas suffisant pour régler tous les problèmes de santé.

- Ah bon ? Qu'est-ce qu'il nous manque alors ?

- Depuis une dizaine d'années, la notion de santé publique ne suffit pas à tous les scientifiques. Certains préfèrent parler de "santé planétaire" (9). L'idée c'est d'avoir une

vision plus systémique et holistique et de mieux comprendre les relations entre la santé humaine et celle des écosystèmes. Pour ça il faut interroger les systèmes politiques, économiques et sociaux qui entraînent les dégradations planétaires.

- Qu'est-ce que ça implique du coup ?

- Pour résumer il y a 3 gros facteurs qui jouent sur ta santé :

- les caractéristiques génétiques et biologiques de notre corps, que l'on ne peut pas vraiment modifier les comportements personnels, sur lesquels on peut agir individuellement (par exemple l'alimentation ou le tabac...) et l'environnement

- Quand tu dis environnement, tu parles de la nature ?

- Non justement, pas seulement, c'est l'environnement dans un sens très large. Il faut l'entendre comme ... tout ce qui n'est pas le reste en fait ! Tout ce qui n'est ni génétique ou héréditaire, ni lié à un comportement. C'est ce qui influence le plus notre santé. Mais on peut agir dessus en tant que société : ça peut être par exemple la gestion de l'eau potable, l'interdiction d'une substance nocive ou encore l'accès à la contraception ...

- Non justement, pas seulement, c'est l'environnement dans un sens très large. Il faut l'entendre comme l'ensemble des éléments sur lesquels on a de l'influence collectivement, en tant que société. Ça peut être aussi large que par exemple la gestion de l'eau potable, l'interdiction d'une substance nocive ou l'accès à la contraception par exemple...

- Ah oui "environnement" ça induit un peu en erreur alors, je m'imaginai surtout les contacts avec les plantes et les animaux ...

- Un mot plus juste pour qualifier ça, du coup, c'est la notion d'"exposome" (34). C'est comme une sorte de cartographie de tout ce à quoi est exposé quelqu'un au cours de sa vie : ça peut être une exposition chimique, physique, alimentaire, infectieuse... ou même sociale. En gros l'exposome c'est tout ce qui influence notre corps de l'extérieur.

- Ah oui, je vois ! Et comment on s'en sert après de cette cartographie ?

- En fait, on étudie des ensembles de population sur une question précise plutôt que l'exposome d'un individu en particulier. Ce type d'études montre que l'exposome apparaît de plus en plus comme un facteur important dans la santé

- C'est à dire?

- Eh bien maintenant on commence à identifier quelles expositions sont impliquées dans telle ou telle maladie à l'échelle de la population. Quand on parle d'épidémies, tu penses surtout aux maladies transmissibles, j'imagine.

- Ba carrément, lorsque tu me parles d'épidémies moi je pense aux maladies infectieuses comme la grippe, la peste, le SIDA, ou encore récemment la Covid19

- Ouai mais une épidémie n'est pas forcément d'origine infectieuse. C'est vrai qu'on ne pense pas forcément en premier lieu à la pollution, mais pourtant il y a de véritables épidémies d'intoxication liées à des activités industrielles. Par exemple la maladie de Minamata (56), qui est liée à une intoxication au mercure. Parfois, les facteurs environnementaux peuvent avoir un rôle insidieux, on ne fait pas immédiatement le lien entre le déclenchement d'une maladie et l'environnement du patient. Donc, il faut étudier de près ces facteurs environnementaux pour mettre en évidence le lien et faire de la prévention.

- Mais concrètement, c'est quoi par exemple un "facteur environnemental" (55)?

- Depuis les années 80, on assiste à un développement techniques et technologiques très accéléré, et ça ce qui génère de l'incertitude au niveau de la santé. On évolue au milieu de tas de nouvelles substances chimiques, de pesticides, de rayonnements, de nanomatériaux ... Les relations sociales et le rapport au travail ont aussi beaucoup évolué ... Alors les scientifiques étudient ces expositions - qu'on appelle aussi facteurs environnementaux - pour évaluer s'ils présentent un risque pour la santé. Depuis 2005 on a inscrit le "droit de vivre dans un environnement équilibré et favorable à la santé" dans la Constitution française. Mais pour ça, il faut déjà savoir précisément en quoi ça consiste !

-Ah d'accord, je vois. Mais ça peut être en positif aussi ? Moi, je me rends bien compte que mes problèmes d'asthme se calment quand je vais nager régulièrement, par exemple. Les sports d'endurance sont souvent bénéfiques aux asthmatiques.

- Oui, tout à fait, il y a des facteurs positifs qu'on appelle "protecteurs" car au lieu d'augmenter le risque de la maladie ils vont plutôt le diminuer.

- Par contre quand je fais une crise, c'est compliqué de savoir exactement ce qui l'a déclenchée. Je sais que c'est une maladie qui a souvent une origine génétique, et qui peut être aggravée par la pollution, un médicament, un problème psychologique ... ou même par le comportement : ce qu'on mange, si on fume, etc ... Eh mais en fait, on retrouve les trois grands facteurs dont tu parlais tout à l'heure : génétique / comportement / environnement. Mais du coup, ça fait beaucoup de facteurs suspects pour comprendre d'où ça vient.

- Oui, pour la plupart des maladies chroniques, il faut prendre en compte une combinaison de facteurs assez complexes pour réussir à mieux les prévenir. Et donc pour l'asthme, c'est en observant leur évolution au cours du temps sur de grandes populations, qu'on peut par la suite identifier les facteurs à risques. Aujourd'hui on sait par exemple que 44 % des causes de l'asthme sont liées à la pollution de l'air, au tabac, et à l'humidité de l'habitat.

- Mais qu'est ce que c'est exactement une maladie chronique ? C'est quoi la différence avec une maladie pas chronique finalement ?

- C'est une maladie qui dure dans le temps et qui ne se transmet pas directement d'une personne à l'autre. On parle aussi de maladies non-transmissibles. Ça peut être un problème d'ordre physique, psychologique ou cognitif qui limite tes activités au quotidien ou qui nécessite des soins médicaux.

- En gros c'est toutes les maladies qui ne sont pas des infections ? Comme le cancer ?

- Oui, on peut résumer ça comme ça. Dans les maladies chroniques les plus courantes, il y a en effet, les cancers, mais surtout les problèmes cardio-vasculaires, les diabètes et certaines maladies respiratoires (57)(35). Elles regroupent aussi les allergies, l'hypertension artérielle, les troubles musculo-squelettiques ou encore les maladies psychiatriques.

- Mais alors si elles ne sont pas causées par des infections elles viennent d'où ? Entre une maladie cardiaque et une allergie, j'imagine qu'il n'y a pas un seul type de cause, mais est-ce qu'il y a quand même des pistes d'explication communes ?

- Eh bien justement, les facteurs environnementaux dont on parlait en font partie. Pendant le dernier siècle, il y a eu des changements importants dans nos modes de vie. En particulier la façon dont on produit et transforme les aliments, l'urbanisation ou encore l'évolution de nos conditions de travail et le vieillissement. Tous ces paramètres engendrent des combinaisons d'expositions variées qui n'existaient pas auparavant.

- Ah ok. Elles sont plutôt en augmentation alors ?

- Complètement... D'ailleurs, selon les projections de l'OMS, il y aura plus de 40 millions de décès par an dus aux maladies chroniques dans un avenir proche (58). Ce qui représente un impact économique et social considérable sur la durée. Par exemple, le nombre de patients diabétiques a quadruplé depuis 1980. Ça fait une personne sur 11 atteintes de diabète dans le monde ! On estime que ça a fait diminuer l'espérance de vie de 3 ans.

- Ah oui, c'est énorme !

- Cela dit, les facteurs environnementaux ne sont pas les seuls responsables des maladies chroniques. On étudie aussi comment l'environnement influe sur l'expression de nos gènes. C'est l'épigénétique (59).

- L'épigénétique... Rien à voir avec les épis de blé, j'imagine ...?

- hahahah pas vraiment ! En gros, il arrive parfois que l'environnement agisse sur notre héritage génétique et nous rende plus ou moins susceptibles de déclencher des maladies. Certaines maladies chroniques sont transmissibles, mais d'une génération à l'autre plutôt que par contact comme les maladies infectieuses. Comme par exemple le diabète , l'obésité, certaines maladies neurodégénératives...

- C'est à dire que l'environnement modifie nos gènes et qu'ensuite on transmet cette modification ?

- Oui, à peu près. C'est encore une science assez nouvelle, mais par exemple une exposition prolongée aux pesticides ou aux perturbateurs endocriniens pourrait ouvrir des pistes d'explication à la progression de l'infertilité masculine (60). Alors attention, on ne réagit pas tous de la même manière face à la même exposition. C'est ce qui fait qu'une personne qui fume toute sa vie ne développera pas forcément un cancer du poumon... Mais c'est quand même important à prendre en compte et ça ouvre des possibilités intéressantes pour la prévention et les traitements ...

- Ah ouais, c'est impressionnant, je pensais pas que notre vécu pouvait influencer nos gènes ... Donc on a d'un côté les microbes et les virus qui causent les maladies infectieuses, et de l'autre la génétique et l'environnement qui impactent les maladies chroniques.

- Eh bien en fait, tu vas être surprise, mais certains microbes jouent aussi un rôle dans la survenue des maladies chroniques. Tu vois, au cours de l'évolution, la plupart des organismes vivants ont construit une relation d'interdépendance avec certaines bactéries. L'ensemble de ces micro-organismes vivant en symbiose avec nous, eh bien c'est ce qu'on appelle le "microbiome" (61). Et ils sont super précieux ! Sans eux, on ne pourrait pas survivre : ils participent à former une barrière, comme un super bouclier, en partenariat avec notre système immunitaire. Il y en a sur la peau, les muqueuses, l'intestin etc... Un être humain héberge en moyenne 38 milliards de milliards de cellules bactériennes, et la grande majorité vit dans le gros intestin. Il y a même plus de cellules bactériennes dans notre corps que de cellules humaines!

- C'est fou, en gros on pourrait presque dire qu'on est plus microbes qu'humain! Mais en quoi ça a un rapport avec les maladies chroniques ?

- Eh bien, ça peut paraître étrange mais par exemple des études récentes ont montré qu'un déséquilibre dans le microbiote de l'intestin influençait notre humeur et donc pouvait être lié à un état dépressif (62). Comme quoi lorsqu'on dit que notre microbiote intestinal c'est notre deuxième cerveau et bien c'est pas une blague !!

- Ah oui c'est assez .. inattendu comme lien ! Je pensais pas qu'il pouvait y avoir un lien entre la santé mentale et l'intestin. D'ailleurs j'ai l'impression que, la santé mentale devient un sujet de moins en moins tabou et mieux pris en compte dans la santé j'ai l'impression. Et heureusement parce que j'ai lu que plus d'un quart de la population sera amenée à développer une ou des maladies mentales au cours de sa vie ! Sans compter les personnes qui ne se font pas diagnostiquer parce qu'elles minimisent leurs symptômes... Notamment depuis l'épidémie de Covid, où on a commencé à s'inquiéter sérieusement des effets de l'isolement notamment chez les jeunes et les personnes âgées.

- Oui complètement et d'ailleurs les jeunes sont aussi concernés par un phénomène assez inquiétant c'est vrai : "l'éco-anxiété", c'est à dire l'anxiété ! Moi ce qui m'inquiète c'est l'anxiété des jeunes générations face à la crise climatique. Ça s'appelle "l'éco-anxiété" (50)(63)(64). C'est plus de 2 tiers des moins de 34 ans qui déclarent avoir des épisodes anxieux ou des inquiétudes pour leur avenir parce que leurs conditions de vie sont menacées par les activités humaines et la dégradation de l'environnement. Presque la moitié d'entre eux déclarent que leurs sentiments à propos du changement climatique ont un impact négatif sur leur vie quotidienne.

- Je ne suis pas du tout étonnée, je vois très bien de quoi tu parles. Entre nous, ça m'arrive régulièrement de me sentir triste, anxieuse, ou en colère à cause de ces enjeux... Le pire c'est de se sentir à la fois coupable et impuissant face au problème.

- Tu te soucies de la planète, et quelque part c'est plutôt une réaction saine par rapport à l'ampleur de la situation à laquelle on est confrontés. Mais je comprends que ça puisse être accablant et difficile à gérer. Et si c'est pas indiscret, comment tu fais pour gérer cette anxiété ?

- La plupart du temps j'essaie de couper les sources d'information qui me stressent pour prendre du temps pour moi et faire une pause. Mine de rien ça permet déjà de prendre du recul. Et puis les infos ne vont pas disparaître, donc je peux y revenir plus tard ! Ensuite, si je n'arrive pas à passer à autre chose j'en parle autour de moi, et je me rends compte que je ne suis pas la seule à être dans cet état d'esprit... Et, ça aussi ça me fait du bien !

- Tiens d'ailleurs, plusieurs communiqués ont été publiés récemment pour donner des pistes de réponses saines face à ce type de stress : par exemple suivre des thérapies individuelles ou en groupe pour sortir de l'isolement et développer des stratégies personnalisées. Ils conseillent aussi d'apprendre à se déculpabiliser sur l'impact individuel que nous avons sur l'environnement. Les grands changements doivent se faire surtout à l'échelle globale.

- Oui c'est vrai, mais agir à son échelle c'est aussi une bonne tactique pour moins angoisser. Le fait de transformer mon stress en action active m'aide beaucoup. Ça m'apaise parce que j'ai plus l'impression de subir mon stress mais plutôt d'essayer de trouver des solutions. Par exemple, j'essaie de modifier mon alimentation : manger beaucoup moins de viande et des produits locaux. C'est vraiment le principal levier que l'on a pour réduire la dégradation de l'environnement.

- Oui, et en plus ça va de paire avec la santé ! Dans l'ensemble, les études scientifiques montrent qu'à calories équivalentes, une alimentation industrielle transformée est moins saine qu'une alimentation non transformée (65)(66)(67) Donc un régime majoritairement d'origine végétal et peu transformé favorise à la fois la santé individuelle et la préservation de l'environnement.

- Mais c'est aussi et surtout un enjeu global. La population mondiale ne fait qu'augmenter : il faut non seulement réussir à nourrir tout le monde, mais aussi de manière durable, afin de préserver parce que c'est ce qui participe à déstabiliser le plus les écosystèmes et les gaspille le plus de ressources naturelles.

- Et nourrir tout le monde c'est pas encore gagné, il y a encore des d'inégalités très fortes dans l'accès à une alimentation équilibrée. Plus de 820 millions de personnes n'ont toujours pas accès à suffisamment de nourriture, et environ la moitié de l'humanité est en carence de nutriments (68). Pendant que plus de 2 milliards de personnes surconsomment.

- Il y a plein d'aspects sur lesquels on peut avoir un impact positif à différentes échelles : éviter la déforestation et les monocultures intensives, réduire fortement la consommation de produits d'origine animale, limiter le gaspillage, consommer des produits locaux, repenser nos modes de transports...

- Dis donc on s'est pas mal éloignées de ton asthme ... !

- Oui on a pas mal disgressé mais finalement je me rends compte qu'il y a plein d'interactions entre les maladies transmissibles et les maladies chroniques, avec au milieu de tout ça la dégradation de l'environnement et le changement climatique. Tous ces enjeux sont reliés, ça semble logique de les aborder comme un défi unique par le biais de la santé planétaire.

- En plus, ne pas traiter la santé d'un point de vue global finit souvent par être plus coûteux, en termes de mortalité, de ressources, de temps, et d'argent ...

- Comme quoi pour être en bonne santé il ne suffit pas de manger "5 fruits et légumes par jours" et de faire du sport régulièrement haha..

- Ça reste un bon début on va dire !

SOURCES

1. Dab W. Santé et environnement. In Paris cedex 14: Presses Universitaires de France; 2012 [cited 2022 Jul 12]. p. 3–6. (Que sais-je ?; vol. 4e éd.). Available from: <https://www.cairn.info/sante-et-environnement-9782130594949-p-3.htm>
2. Institute of Medicine (US) Committee on Emerging Microbial Threats to Health. Emerging Infections: Microbial Threats to Health in the United States [Internet]. Lederberg J, Shope RE, Oaks SC, editors. Washington (DC): National Academies Press (US); 1992 [cited 2022 Jul 12]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK234855/>
3. Beck U. La Société du risque de Ulrich Beck - Editions Flammarion [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://editions.flammarion.com/la-societe-du-risque/9782081218888>
4. Addressing emerging infectious disease threats; a prevention strategy for the United States [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/13231>
5. Heymann DL, Rodier GR. Global surveillance of communicable diseases. *Emerg Infect Dis.* 1998 Sep;4(3):362–5.
6. Recherche à usage dual sur les pathogènes modifiés en laboratoire - Quel encadrement pour quels enjeux ? | médecine/sciences [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: https://www.medecinesciences.org/fr/articles/medsci/full_html/2022/03/msc200541/msc200541.html
7. Desenclos JC, De Valk H. Les maladies infectieuses émergentes : importance en santé publique, aspects épidémiologiques, déterminants et prévention. *Med Mal Infect.* 2005 Feb;35(2):49–61.
8. Comment réduire les risques liés à la pollution de l'eau ? [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/pollution-et-sante/eau/les-enjeux-de-sante/comment-reduire-les-risques-lies-a-la-pollution-de-l-eau>
9. Horton R, Beaglehole R, Bonita R, Raeburn J, McKee M, Wall S. From public to planetary health: a manifesto. *The Lancet.* 2014 Mar 8;383(9920):847.
10. 3,3 milliards d'êtres humains exposés au changement climatique : le nouveau rapport du GIEC est sans appel [Internet]. Bon Pote. 2022 [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://bonpote.com/33-milliards-detres-humains-exposes-au-changement-climatique-le-nouveau-rapport-du-giec-est-sans-appel/>
11. Global trends in emerging infectious diseases | Nature [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://www.nature.com/articles/nature06536>
12. Woolhouse MEJ, Gowtage-Sequeria S. Host Range and Emerging and Reemerging Pathogens. *Emerg Infect Dis.* 2005 Dec;11(12):1842–7.
13. McMahon BJ, Morand S, Gray JS. Ecosystem change and zoonoses in the Anthropocene. *Zoonoses Public Health.* 2018;65(7):755–65.
14. Johnson PTJ, de Roode JC, Fenton A. Why infectious disease research needs community ecology. *Science.* 2015 Sep 4;349(6252):1259504.
15. Cunningham AA, Daszak P, Wood JLN. One Health, emerging infectious diseases and

- wildlife: two decades of progress? *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2017 Jul 19;372(1725):20160167.
16. Johnson D. Priorities for research on priority effects. *New Phytol.* 2015;205(4):1375–7.17. Young KD, Siegle GJ, Zotev V, Phillips R, Misaki M, Yuan H, et al. Randomized Clinical Trial of Real-Time fMRI Amygdala Neurofeedback for Major Depressive Disorder: Effects on Symptoms and Autobiographical Memory Recall. *Am J Psychiatry.* 2017 Aug 1;174(8):748–55.
18. Coulomb P. Modification des écosystèmes et zoonoses dans l'Anthropocène [Internet]. Fondation pour la recherche sur la biodiversité. 2019 [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://www.fondationbiodiversite.fr/modification-des-ecosystemes-et-zoonoses-dans-lanthropocene/>
19. Grandadam M. Réchauffement climatique et progression des arboviroses : l'arbre qui cache la forêt. *médecine/sciences.* 2011 Apr 1;27(4):339–40.
20. Effects of species diversity on disease risk - PubMed [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16623733/>
21. Suzán G, Marcé E, Giermakowski JT, Mills JN, Ceballos G, Ostfeld RS, et al. Experimental Evidence for Reduced Rodent Diversity Causing Increased Hantavirus Prevalence. *PLOS ONE.* 2009 mai;4(5):e5461.
22. Keesing F, Belden LK, Daszak P, Dobson A, Harvell CD, Holt RD, et al. Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases. *Nature.* 2010 Dec;468(7324):647–52.
23. Pongsiri MJ, Roman J, Ezenwa VO, Goldberg TL, Koren HS, Newbold SC, et al. Biodiversity Loss Affects Global Disease Ecology. *BioScience.* 2009 Dec 1;59(11):945–54.
24. (5) (PDF) The ecology of infectious disease: Effects of host diversity and community composition on Lyme disease risk [Internet]. [cited 2022 Jul 11]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/10952059_The_ecology_of_infectious_disease_Effects_of_host_diversity_and_community_composition_on_Lyme_disease_risk
25. Biodiversity and disease: a synthesis of ecological perspectives on Lyme disease transmission - ScienceDirect [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169534712002728>
26. Ogden NH, Tsao JI. Biodiversity and Lyme disease: dilution or amplification? *Epidemics.* 2009 Sep;1(3):196–206.
27. Randolph SE, Dobson ADM. Pangloss revisited: a critique of the dilution effect and the biodiversity-buffers-disease paradigm. *Parasitology.* 2012 Jun;139(7):847–63.
28. The EAT-Lancet Commission on Food, Planet, Health - EAT Knowledge [Internet]. EAT. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://eatforum.org/eat-lancet-commission/>
29. Springmann M, Spajic L, Clark MA, Poore J, Herforth A, Webb P, et al. The healthiness and sustainability of national and global food based dietary guidelines: modelling study. *BMJ.* 2020 Jul 15;370:m2322.
30. Hayek MN, Harwatt H, Ripple WJ, Mueller ND. The carbon opportunity cost of animal-sourced food production on land. *Nat Sustain.* 2021 Jan;4(1):21–4.
31. Singer M, Bulled N, Ostrach B, Mendenhall E. Syndemics and the biosocial conception

of health. *Lancet Lond Engl*. 2017 Mar 4;389(10072):941–50.

32. The Global Syndemic of Obesity, Undernutrition, and Climate Change: The Lancet Commission report - The Lancet [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(18\)32822-8/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(18)32822-8/fulltext)

33. La santé au prisme de la syndémie de Covid-19 [Internet]. France Culture. 2021 [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://www.radiofrance.fr/franceculture/podcasts/la-suite-dans-les-idees/la-sante-au-prisme-de-la-syndemie-de-covid-19-7674524>

34. Jégou B. Le paradigme de l'exposome : définition, contexte et perspective. *médecine/sciences*. 2020 Nov;36(11):959–60.

35. Noncommunicable diseases [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>

36. Cavalli G, Heard E. Advances in epigenetics link genetics to the environment and disease. *Nature*. 2019 Jul;571(7766):489–99.

37. Early Life Nutrition, Adult Health and Development: Lessons from Changing Dietary Patterns, Famines and Experimental Studies – Nova Science Publishers [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://novapublishers.com/shop/early-life-nutrition-adult-health-and-development-lessons-from-changing-dietary-patterns-famines-and-experimental-studies/>

38. Persistent epigenetic differences associated with prenatal exposure to famine in humans | PNAS [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.0806560105>

39. Finlay BB, CIFAR Humans, Microbiome. Are noncommunicable diseases communicable? *Science*. 2020 Jan 17;367(6475):250–1.

40. En pleine forme : 130 affiches pour la promotion de la santé et l'environnement - Livre [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://www.presseshes.fr/produit/en-pleine-forme/>

41. Maladies non transmissibles [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>

42. Un holobionte qu'est-ce que c'est ? Et pourquoi INRAE s'y intéresse-t-il ? [Internet]. INRAE Institutionnel. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://www.inrae.fr/actualites/holobionte>

43. Phylogeny PPD de recherches C au ME. RAG : le transposon qui a révolutionné le système immunitaire | INSB [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://www.insb.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/rag-le-transposon-qui-revolutionne-le-systeme-immunitaire>

44. Obesity and inflammation: the linking mechanism and the complications - PMC [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5507106/>

45. Microbiote, un monde de microorganismes [Internet]. INRAE Institutionnel. [cited 2022 Jul 12]. Available from: https://www.inrae.fr/alimentation-sante-globale/microbiote_intestinal

46. Scandale sanitaire aux Antilles : qu'est-ce que le chlordécone ? [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://www.lemonde.fr/planete/article/2018/06/06/scandale->

sanitaire-aux-antilles- qu-est-ce-que-le-chlordecone_5310485_3244.html

47. 23 juin 2010 : William Dab lance l'alerte sur le chlordécone. Le Monde.fr [Internet]. 2014 Aug 25 [cited 2022 Jul 12]; Available from: https://www.lemonde.fr/festival/article/2014/08/25/23-juin-2010-willam-dab-lance-l-alerte-sur-le-chlordecone_4475480_4415198.html

48. Chlordécone : une délégation d'ouvriers agricoles de Martinique reçue à l'Elysée par les conseillers d'Emmanuel Macron [Internet]. Outre-mer la 1ère. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://la1ere.francetvinfo.fr/chlordecone-une-delegation-d-ouvriers-agricoles-de-martinique-recue-a-l-elysee-par-les-conseillers-d-emmanuel-macron-919057.html>

49. Mise à jour du guide 'Comment protéger mes patients de la contamination chimique et des perturbateurs endocriniens?' - Médecin d'Occitanie [Internet]. [cited 2022 Jul 12]. Available from:

<https://www.medecin-occitanie.org/un-guide-comment-protger-mes-patients-de-la-contamination-chimique-et-des-perturbateurs-endocriniens/>

50. Gregory A, editor AGH. 'Eco-anxiety': fear of environmental doom weighs on young people. The Guardian [Internet]. 2021 Oct 6 [cited 2022 Jul 12]; Available from: <https://www.theguardian.com/society/2021/oct/06/eco-anxiety-fear-of-environmental-doom-weighs-on-young-people>

51. Marks E, Hickman C, Pihkala P, Clayton S, Lewandowski ER, Mayall EE, et al. Young People's Voices on Climate Anxiety, Government Betrayal and Moral Injury: A Global Phenomenon [Internet]. Rochester, NY; 2021 [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://papers.ssrn.com/abstract=3918955>

52. The climate crisis is taking a toll on the mental health of children and young people [Internet]. www.rcpsych.ac.uk. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://www.rcpsych.ac.uk/news-and-features/latest-news/detail/2020/11/20/the-climate-crisis-is-taking-a-toll-on-the-mental-health-of-children-and-young-people>

53. Thomsen SF. Genetics of asthma: an introduction for the clinician. Eur Clin Respir J. 2015 Jan 16;2:10.3402/ecrj.v2.24643.

54. Environmental Triggers of Asthma: Environmental Triggers of Asthma | Environmental Medicine | ATSDR [Internet]. [cited 2022 Aug 26]. Available from: https://www.atsdr.cdc.gov/csem/asthma/environmental_triggers_of_asthma.html

55. Dab W. Les fondamentaux de l'épidémiologie. In: Les fondamentaux de l'épidémiologie [Internet]. Rennes: Presses de l'EHESP; 2021 [cited 2022 Jul 11]. p. 7–9. (Vade-mecum Pro). Available from: <https://www.cairn.info/les-fondamentaux-de-l-epidemiologie--9782810909360-p-7.htm>

56. Universalis E. MALADIE DE MINAMATA [Internet]. Encyclopædia Universalis. [cited 2022 Aug 26]. Available from: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/maladie-de-minamata/>

57. About Chronic Diseases | CDC [Internet]. 2022 [cited 2022 Aug 26]. Available from: <https://www.cdc.gov/chronicdisease/about/index.htm>

58. L'OMS lève le voile sur les principales causes de mortalité et d'incapacité dans le monde : 2000- 2019 [Internet]. [cited 2022 Aug 26]. Available from: <https://www.who.int/fr/news/item/09-12-2020-who-reveals-leading-causes-of-death-and-disability-worldwide->

2000-2019

59. Epigénétique · Inserm, La science pour la santé [Internet]. Inserm. [cited 2022 Aug 26]. Available from: <https://www.inserm.fr/dossier/epigenetique/>

60. Mauduit C, Siddeek B, Benahmed M. Origine développementale et environnementale de l'infertilité masculine - Rôle des perturbateurs hormonaux. *médecine/sciences*. 2016 Jan 1;32(1):45–50.

61. Microbiote ou microbiome ? [Internet]. 2021 [cited 2022 Aug 26]. Available from: <https://lallemandanimalnutrition.com/fr/europe/feed-update/microbiote-ou-microbiome/>, <https://lallemandanimalnutrition.com/fr/europe/feed-update/microbiote-ou-microbiome/>

62. Butler MI, Mörkl S, Sandhu KV, Cryan JF, Dinan TG. The Gut Microbiome and Mental Health: What Should We Tell Our Patients?: Le microbiote Intestinal et la Santé Mentale : que Devrions- Nous dire à nos Patients? *Can J Psychiatry Rev Can Psychiatr*. 2019 Nov;64(11):747–60.

63. How to cope with eco anxiety [Internet]. Friends of the Earth. [cited 2022 Jul 12]. Available from: <https://friendsoftheearth.uk/climate/how-cope-eco-anxiety>

64. Guthrie D. How I Learned to Stop Worrying and Love the Eco-Apocalypse: An Existential Approach to Accepting Eco-Anxiety. *Perspect Psychol Sci J Assoc Psychol Sci*. 2022 Aug 15;17456916221093612.

65. Fresán U, Sabaté J. Vegetarian Diets: Planetary Health and Its Alignment with Human Health. *Adv Nutr Bethesda Md*. 2019 Nov 1;10(Suppl_4):S380–8.

66. Venn BJ. Macronutrients and Human Health for the 21st Century. *Nutrients*. 2020 Aug 7;12(8):E2363.

67. Gonzalez-Rivas PA, Chauhan SS, Ha M, Fegan N, Dunshea FR, Warner RD. Effects of heat stress on animal physiology, metabolism, and meat quality: A review. *Meat Sci*. 2020 Apr;162:108025.

68. Nations U. 820 millions de personnes souffrent de la faim, selon un nouveau rapport de l'ONU | Nations Unies [Internet]. United Nations. United Nations; [cited 2022 Aug 26]. Available from: <https://www.un.org/fr/desa/hlpf-2019-state-of-food-security-and-nutrition>

CHAPITRE 5

**ACTEUR•ICES
DE LA SANTÉ
PLANÉTAIRE**

Interviews

Les interviews sont consultables au format audio sous-titré sur Youtube

TEXTE DES INTERVENANT•E•S

Gaspard Prevot

« Bonjour, je m'appelle Gaspard Prévot, je suis médecin généraliste à Strasbourg, actuellement je suis remplaçant collaborateur dans des cabinets médicaux différents mais je vais bientôt commencer des fonctions en tant que médecin de prévention et promotion de la santé au service de santé universitaire de Strasbourg.

Pour moi la santé planétaire c'est une discipline médicale scientifique, de recherche et clinique qui va s'intéresser à l'établissement et l'exploitation des liens qui existent entre les altérations de l'environnement et des écosystèmes par la main humaine et la santé des humains, des animaux et des écosystèmes en général.

Une des notions clés de santé planétaire, pour moi médecin qui pratique et essaie de l'intégrer à ma pratique, ce sont les co-bénéfices santé-environnement. Donc l'existence de bénéfices « secondaires » pour la santé de comportements bénéfiques à l'environnement. Les exemples les plus intéressants pour moi ce sont les exemples de la mobilité et de l'alimentation. Au niveau de la mobilité il y a beaucoup de choses à faire que ce soit au niveau du changement de comportement à l'échelle individuelle mais aussi des politiques publiques et de la planification urbaine qui permettrait en réduisant la place de la voiture en ville (lorsqu'il y a possibilité financière) de diminuer la pollution de l'air, la pollution sonore, les effets d'îlots de chaleurs de par la désartificialisation des sols, de diminuer la sédentarité par la promotion du déplacement actif (vélo, marche), d'améliorer le lien social également et donc la santé mentale, sans oublier la réduction des accidents de la voie public.

Et d'un autre côté, j'aime beaucoup parler d'alimentation en parlant du choix du type d'aliments qu'on consomme au cours de la journée, donc clairement on parle déjà beaucoup d'alimentation locale et biologique et c'est bien mais on se rend rapidement compte qu'en épluchant les études sur le sujet en matière d'environnement, le principal secteur d'émission dans l'alimentation ce n'est pas le transport ou l'utilisation d'engrais azotés, ou encore de pesticides mais bien les émissions de méthanes par les ruminants et les émissions de protoxydes d'azotes et de méthane par la gestion des déchets de ces animaux. L'utilisation de terres agricoles qui sont à 70% utilisées pour nourrir les animaux d'élevages, et ce sont des terres qui sont utilisées par forcément dans les pays qui consomment ces protéines animales mais qui sont justement plutôt importées... Et donc réduire ces consommations-là permettrait d'améliorer la souveraineté alimentaire des populations de ces pays chez qui on vole les ressources. C'est ce qu'on appelle les effet co-bénéfices environnement dont je parlais tout à l'heure qui sont un levier formidable de la



**GASPARD
PRÉVOT**

Médecin généraliste

Membre de l'association Alliance Santé Planétaire



santé planétaire pour entrainer les politiques publiques et les citoyens à agir pour leur santé et l'environnement de façon conjointe et donc de manière plutôt efficace.

Il faut changer de paradigme socio-économique, de système de croyance de la domination de l'humain contre les autres êtres vivants et de la domination de la génération actuelle sur les générations futures. On a besoin d'avoir une vision plus long-termiste des impacts de nos comportements de consommations et de vie car aujourd'hui on est quand même, que ce soit au niveau politique, ou individuel très accés sur les bénéfices à court terme. Tout ce qui va nécessiter des changements de comportements perçus comme négatifs, culturellement, traditionnellement, et socialement, avec des impacts bénéfiques mais à long terme, mais on n'arrive pas à les voir et donc à les intégrer. C'est quelque chose qui n'est pas forcément à la portée de tout le monde puisqu'il y a une tranche majoritaire de la population qui subit quotidiennement des contraintes socio-économiques, pratiques, matérielles, qui font qu'ils n'ont pas ce qu'on appelle le « taux d'escompte temporel » de se projeter dans le futur et donc de réfléchir aux impacts de leurs choix. Ce qui explique que ces changements de comportements sont d'abord tributaires des inégalités socio-économiques, de la justice sociale, qui on l'entend souvent est tout à fait lié à la question environnementale : « fin du mois, fin du monde, même combat ». C'est vrai pour plein de raisons mais effectivement la raison du taux d'escompte temporelle, le fait de pouvoir se projeter sur un temps long et de réfléchir aux conséquences de ses actes pour le futur dépend beaucoup de la situation matérielle des gens, et donc de la volonté politique finalement de justice sociale, de la volonté politique d'accessibilité des comportements considérés écologiques. Et quand on parle de volonté politique, in fine on se retrouve encore à parler de long-termisme vs court-termismes de politiques réelle éctoraliste. »



CANNELLE FOURDRINIER

Co-réalisatrice de "Décolonisons l'écologie"

Membre du COAADEP

Chercheuse en Histoire du droit et des institutions

Cannelle Fourdrinier

Décolonisons l'écologie : <https://www.youtube.com/watch?v=v9wBM4y-0l8>

« Présentation : Je me nomme Cannelle Fourdrinier. Je suis co-réalisatrice du documentaire « Décolonisons l'écologie », je suis également membre du Collectif martiniquais des ouvrier.e.s agricoles empoisonné.e.s par les pesticides (COAADEP) et je mène des travaux de recherches en Histoire du droit et des institutions, dans un cadre universitaire, sur les résurgences du droit colonial dans les structures de la société martiniquaise, au travers du prisme de l'utilisation des produits phytosanitaires.

Selon moi, la santé planétaire c'est : l'interdépendance qu'il existe entre la santé humaine et l'état de l'environnement et, de fait, la nécessité de le préserver pour assurer notre survie, mais surtout des conditions d'une vie digne à l'ensemble des êtres humains. La santé planétaire est donc un idéal à atteindre, qui nécessite de prendre en considération l'inégalité des responsabilités humaines dans la destruction du vivant, mais également les inégalités sociales et économiques qu'elle engendre ou qu'elle renforce.

La modernité, initiée par l'Occident, aux XV^{ème} et XVI^{ème} siècles s'est construite sur la base du colonialisme, des échanges marchands asymétriques, des crimes contre l'humanité et des écocides multiples, qui se poursuivent et se renouvellent aujourd'hui. Les populations des pays du Sud anciennement colonisés restent les productrices de la plupart des produits que nous consommons en Occident, ce qui implique des emplois précaires, l'altération de leur environnement et des pathologies graves qu'il leur est difficile sinon impossible de soigner du fait de systèmes de santé peu performants ou déclinants et des inégalités qui régissent l'accès aux soins.

L'ère géologique que nous traversons est nommé anthropocène et consisterait en la destruction de l'environnement et du vivant par l'espèce humaine. Malcom Ferdinand, chercheur au CNRS préfère employer le terme « Négrocène », pour définir notre ère géologique comme « une manière violente d'être en relation avec d'autres humains » et comme une « manière destructrice d'habiter la Terre et d'être en relation avec les non humains ». C'est donc une appellation qui se propose de redistribuer, plus justement, les responsabilités environnementales.

Dans mon domaine d'expertise, je constate l'interconnexion entre la santé humaine, les questions socio-économiques et environnementales via l'étude des luttes menées par les ouvriers et les ouvrières agricoles de Martinique, dont l'organisation du travail et le statut n'a pas substantiellement changé depuis l'abolition de l'esclavage de 1848. Les descendants des personnes réduites en esclavage restent employés par les descendants des maîtres

esclavagistes pour produire des fruits exotiques, en l'occurrence des bananes, destinées à l'exportation vers l'Europe. Entre 1960 et aujourd'hui, plus d'une soixantaine de substances actives phytosanitaires ont été utilisées dans les bananeraies, dont le chlordécone, auquel plus de 90% des populations martiniquaise et guadeloupéennes sont contaminées, au même titre que la plupart des eaux côtières, des cours d'eau, et des terres, qui le resteront des siècles durant.

L'une des solutions qui permettrait d'améliorer à la fois la santé humaine et celle de l'environnement serait de repenser, de façon collective, et non pas seulement individuelle, nos modes et pratiques de consommation qui devraient essentiellement s'inscrire dans une échelle locale. Cela supposerait de s'extraire d'une économie de marché capitaliste et globalisée de façon outrancière, ce qui semble très certainement impensable pour le plus grand nombre et non souhaitable pour les élites politiques et financières, mais qui n'est, pour autant, pas impossible à réaliser et qu'il nous faudra, en tout état de cause réaliser pour que l'idéal qu'est la bonne santé planétaire advienne. »



*90% de la population
est contaminée*



PEARL ANTE-TESTARD

Post doctorante à l'Université de Californie-San Francisco

Dr Pearl Ante-Testard

« Je suis Pearl Ante-Testard, une chercheuse postdoctorante à l'Université de Californie-San Francisco. Je viens de terminer mon doctorat en épidémiologie au Conservatoire national des arts et métiers sur les inégalités socio-économiques dans le dépistage du VIH en Afrique subsaharienne. Je suis également co-fondatrice de PlaHNet of Young Professionals et l'une des ambassadrices de la Planetary Health Alliance en 2020.

Pour moi, la santé planétaire est simplement l'interconnexion entre les humains et notre planète. Sur une note plus complète, l'OMS l'a défini comme "la réalisation du niveau de santé, dans un état de bien-être et d'équité le plus élevé possible dans le monde grâce à une attention judicieuse aux systèmes humains - politiques, économiques et sociaux - qui façonnent l'avenir de l'humanité et les systèmes naturels de la Terre..."

Selon les enquêtes démographiques de 2015 aux États-Unis et en Europe, les deux plus grands problèmes mondiaux sont les inégalités et le changement climatique. La pandémie de COVID-19 a révélé des systèmes de santé faibles et inégaux. Selon l'OCDE, les 10 % les plus riches du monde possédaient 76 % de toutes les richesses, tandis que 50 % des habitants de la planète n'en possédaient que 2 % en 2021. Cependant, les personnes les moins responsables du changement climatique induit par l'homme sont celles qui vivent généralement dans les pays du Sud ou dans des pays à revenu faible ou intermédiaire, des personnes marginalisées et défavorisées et disposant de peu de ressources. D'après un rapport de l'OCDE, ce sont eux qui souffrent le plus des conséquences. Ils sont vulnérables à l'élévation du niveau de la mer, aux phénomènes météorologiques extrêmes, aux risques naturels et à l'insécurité alimentaire et hydrique, et leur manque de ressources pour atténuer ces impacts pourrait les forcer à migrer et à fuir leurs foyers.

Il existe des solutions potentielles pour améliorer la santé humaine et planétaire, de la base au niveau national. En tant qu'individus, être attentif et conscient de la façon dont nos propres actions individuelles peuvent nuire ou profiter à la planète peut avoir un impact collectif énorme. Au niveau national, sur la base de la littérature, la lutte contre le changement climatique et la réduction des inégalités de santé évitables devraient faire partie d'un programme commun qui impliquerait un "leadership" et une responsabilité politiques. Les problèmes de santé planétaires sont multifactoriels et ne peuvent être résolus que par des solutions multifactorielles. Briser les cloisonnements entre les différentes disciplines et favoriser les actions et la recherche transdisciplinaires serait une étape essentielle. Et plus important encore, nous devons toujours nous rappeler par cœur et par esprit que nous ne pouvons pas avoir d'humains en bonne santé sans une planète en bonne santé... »



YURIA CELIDWEN

*Rédactrice principale en espagnol aux Nations Unies
Docteure en philosophie*

Dr. Yuria Celidwen

“Jo-on ja'jbil Yuria Celidwen. Jo-on ja tz'um balón Nahua tzok Maya etik ta stoilejal s'kinal Chiapas, Mexique. Ja kich' ta muk' te lum k'in al yu'un kuxineletik Ohlone te banti ayone. Ja kich' ta muk' stalel skuxlejal te sbabi jme' jtatike. (Parlant en Maya Tseltal)

Je m'appelle Yuria Celidwen. Je suis autochtone des peuples Nahua et Maya Tseltal des hautes terres du Chiapas. J'honore les terres des tribus Ohlone d'où je parle aujourd'hui, et je rends hommage à tous les ancêtres de nos parents autochtones du monde entier.

Vous venez d'entendre ma langue autochtone Maya Tseltal. Le parler est une déclaration vers la diversité et la prise de conscience de l'extinction culturelle massive, car nous perdons une langue autochtone toutes les deux semaines. Revitaliser nos langues se réapproprie des lieux d'appartenance, sont en soi un déterminant de la santé planétaire. Ma recherche académique porte sur les traditions contemplatives autochtones du monde à travers des approches interdisciplinaires de la contemplation en analysant comment elle améliore le comportement écologique et prosocial (éthique, compassion, gentillesse, révérence et un sentiment de respect, d'amour et de sacralité).

Ma thèse sur « l'éthique de l'appartenance » décrit l'expérience de la responsabilité écosociale pour les communautés humaines, autres qu'humaines et environnementales basée sur la sagesse autochtone. Je copréside l'Indigenous Religious Traditions Unit de l'American Academy of Religion et je suis membre du comité directeur de l'Unité des études contemplatives.

J'ai compris ce qu'était la santé planétaire grâce à mes Ancêtres, qui m'ont transmis le don de “l'équilibre des racines de la Terre Mère”. En tant que guérisseurs, ils écoutaient la sagesse des arbres, les chants du vent, les caprices des saisons, les comméragés des oiseaux. Ils ont entretenu la “Terre Mère” avec le plus grand soin. Leurs sens intimes et expansifs étaient fluides, presque élémentaires. Grâce à eux, j'ai appris à me laisser aller dans la noirceur pure de la Terre et à m'ouvrir à la vaste luminosité des cieux.

Dans les forêts, les grottes en terre et les cieux étoilés, j'ai assimilé la santé planétaire comme un état d'épanouissement et de bien-être suivi organiquement par des systèmes vivants en conjonction avec des cycles cosmologiques pour maintenir et respecter l'équilibre du flux naturel et du principe d'animation de la Vie (ou ce que, d'un point de vue autochtone, on peut appeler l'esprit). Un état de santé et d'équilibre résulte d'une réponse harmonisée à l'adaptation au changement, et cultive des approches éthiques et réciproques dans les communautés environnementales.

Les ontologies indigènes reconnaissent la personnalité de notre Terre Mère et la perçoivent comme un système réactif à révéler. Nous appartenons à notre Terre Mère; nous nous rapportons à elle, lui sommes reconnaissants et sommes donc responsables de son épanouissement. La santé planétaire est intimement liée au bien-être de toutes nos relations. Nous devons nos responsabilités, notre sens et notre raison d'être à toutes ces relations.”

CHAPITRE 6

RESSOURCES, ASSOCIATIONS, INITIATIVES

...

RESSOURCES SUPPLEMENTAIRES POUR S'INFORMER ET AGIR

Podcasts

- Chaleur humaine (Le Monde, Nabil Wakim)
- Activistes !
- Pour que nature vive (Museum d'Histoire Naturelle)
- Echanges climatiques
- Les transformateurs
- Oikos
- Dites à l'avenir que nous arrivons
- Sur le grill d'Ecotable
- Nouvelle Conscience
- 2030 Glorieuses
- Agir pour l'autodétermination
- Blast (média)

Associations

- Terre de liens
- Les greniers d'abondance
- Les soulèvements de la terre
- Association Francis Hallé pour la forêt primaire
- Cantine sans plastique France
- Initiatives océanes - POW (Protect Our Winters)
- Surfrider Foundation Europe
- La green session

Et tellement d'autres à retrouver ici :

<https://transiscope.org/carte-des-alternatives/#/carte/@46.33,-5.21,5z?cat=all>

ou ici : <https://www.racinesderesilience.org/arbre-actions>

Livres

- la fin de la mégamachine
- Nous ne sommes pas seuls
- L'origine du monde
- Le sens de la merveille
- Santé et environnement Dab W., Que sais-je ?, 2020
- Cerveau et nature. M. Le Van Quyen. Flammarion, 2022.
- Pourquoi la nature nous fait du bien. N. Guéguen S. Meineri, DUNOD, 2012.
- L'éco-anxiété. A. Desbiolles. Fayard, 2020.
- Et si la santé guidait le monde? Les liens qui libèrent, E. Laurent, 2020.
- Le Guide du cabinet de santé écoresponsable, prendre soin de l'environnement pour la santé de chacun. A. Baras. Les presses de l'EHESP, 2021.

Promotion de la santé

- Santé publique France
- Ireps Nouvelle-Aquitaine, Instance Régionale d'Education et de Promotion de la santé
- Fnès, Fédération Nationale d'Education et de Promotion de la Santé

Santé environnement

- Le filin
- Portail Néo-Aquitain Santé environnement : pour connaître les acteurs et les actions
- Observatoire Régional Santé Environnement en Nouvelle-Aquitaine
- Revue en ligne « Pollution atmosphérique, climat, santé, société » – APPA
- eSET-Bourgogne, un portail Internet régional sur la santé environnementale.
- PRSE Nouvelle-Aquitaine: Plan Régional Santé Environnement
- INVS, Institut de veille sanitaire, rubrique « santé et environnement »
- Service de statistiques du ministère de l'Ecologie (Soes)
- Organisation mondiale de la santé : santé publique et environnement

Institutions régionales

- ARS Nouvelle-Aquitaine, Agence Régionale de Santé
- DRAAF Nouvelle-Aquitaine, Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt d'Aquitaine
- DREAL Nouvelle-Aquitaine, direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
- Le site institutionnel de la Région Nouvelle-Aquitaine

Développement Durable, environnement, éducation à l'environnement

- L'actualité environnementale en temps réel, par la Documentation de Radio France
- Graine Aquitaine
- PQ-NA : Pays et Quartiers de Nouvelle-Aquitaine
- ADAF Association drômoise d'agroforesterie
- Les Amanins Centre agroécologique
- Permalab - bureau d'études et de formation en Agriculture et Hydrologie Régénératives et en Permaculture

Ecoprescription

- Guide promotion, consultation et prescription médicale d'activité physique et sportive pour la santé
- Conseils alimentation –/Former/Informer/Agir en santé planétaire
- Rapport Eat-Lancet
- Association pour le développement de la Mindfulness – MBSR

Conception graphique et illustrations : Lisa Dehove