



UNIVERSITE LILLE 2 DROIT ET SANTE
FACULTE DE MEDECINE HENRI WAREMBOURG

Année : 2023

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN MEDECINE

Santé humaine et biodiversité : une histoire de co-bénéfices. Revue narrative de la littérature et réalisation d'un support informationnel à l'intention des médecins généralistes.

Présentée et soutenue publiquement le 7 décembre 2023 à 14h
au Pôle Formation
Par Aymeric TOURSEL

JURY

Président :

Madame le Professeur Florence RICHARD

Assesseur :

Madame le Docteur Judith OLLIVON

Directeur de Thèse :

Monsieur le Docteur Jean-François DESFONTAINES

Avertissement

La Faculté n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses : celles-ci sont propres à leurs auteurs.

SERMENT D'HIPPOCRATE

Au moment d'être admis(e) à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.

Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis(e) dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu(e) à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré(e) et méprisé(e) si j'y manque.

Liste des abréviations

ADN	Acide DésoxyriboNucléique
ASOQS	Association pour l'Optimisation de la Qualité des Soins
AVC	Accident Cardio-Vasculaire
CDB	Convention sur la Diversité Biologique
CEG	Changement Environnementaux Globaux
CNP	Contributions de la Nature aux Personnes
CO	Monoxyde de Carbone
CO ₂	Dioxyde de Carbone
COV	Composé Organique Volatil
COVB	Composé Organique Volatil Biogénique
COVID	Maladie à Coronavirus
CPTS	Communautés Professionnelles Territoriales de Santé
DREES	Direction de la Recherche, des Études, de l'Évaluation et des Statistiques
EEE	Espèces Exotiques Envahissantes
EFESE	Évaluation Française des Écosystèmes et des Services Écosystémiques
EIS	Étude d'Impacts sur la Santé
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FRB	Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité
GES	Gaz à Effet de Serre
H ₂ S	Sulfure d'Hydrogène
IIB	Indice d'Intégrité de la Biodiversité
IPBES	Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques
LNH	Lymphome Non Hodgkinien
MIE	Maladie Infectieuses Émergentes
MSP	Maison de Santé Pluriprofessionnelle

NO2	Dioxyde d'Azote
O3	Ozone
ODD	Objectifs Développement Durable
OFB	Office Français de le Biodiversité
OHHLEP	Groupe d'experts de haut niveau pour l'approche une seule santé
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONB	Observatoire National de la Biodiversité
ONU	Organisation des Nations Unies
PBT	Indice Persistence, Bioaccumulation, Toxicité
PNSE	Plan National Santé Environnement
RLI	Indice Liste Rouge
SARS Cov2	Coronavirus 2 du Syndrome Respiratoire Aigü Sévère
SIDA	Syndrome d'Immunodéficience Acquise
SNBC	Stratégie Nationale Bas-Carbone
SO2	Dioxyde de Soufre
UICN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UNEP	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
URPS	Union Régionale des Professionnels de Santé
UV	Ultra-Violets
WOAH	Organisation Mondiale de la Santé Animale

Table des matières

RESUME	1
INTRODUCTION	2
MATERIELS ET METHODES	5
RESULTATS	6
I. LA SANTE HUMAINE	6
A. UN CHANGEMENT DE PARADIGME.....	6
B. LA PROMOTION DE LA SANTE.....	7
C. LES OBJECTIFS DE DEVELOPPEMENT DURABLE (ODD).....	8
II. QU'EST-CE QUE LA BIODIVERSITE ?	10
A. LA MECANIQUE EVOLUTIVE	10
B. LA BIODIVERSITE, UN CONCEPT MULTIDIMENSIONNEL	12
C. LA NECESSITE D'UNE DEFINITION COMMUNE DE LA BIODIVERSITE	13
III. ETAT DE LA BIODIVERSITE	14
A. TENDANCES AU NIVEAU MONDIAL	14
B. LA BIODIVERSITE : UNE LIMITE PLANETAIRE.....	15
C. LES ENJEUX EN FRANCE	17
D. PRINCIPALES CAUSES DU DECLIN DE LA BIODIVERSITE	17
1. <i>Causes directes</i>	18
1.1 Le changement d'usage des terres et des mers.....	18
1.2 La surexploitation des ressources naturelles.....	18
1.3 Le changement climatique	19
1.4 Les pollutions.....	20
1.5 Les espèces exotiques envahissantes	21
2. <i>Causes indirectes</i>	22
E. DES SERVICES ECOSYSTEMIQUES AUX CONTRIBUTIONS DE LA NATURE AUX POPULATIONS.....	24
IV. LIEN ENTRE SANTE HUMAINE ET BIODIVERSITE	27
A. REDUCTION DES DOMMAGES.....	27
1. <i>L'accès à des services d'approvisionnement essentiels</i>	27
1.1 Médicaments	27
1.2 Sécurité alimentaire.....	29
a. La biodiversité des sols.....	30
b. La biodiversité des pollinisateurs	30
c. La biodiversité des cultures	31
1.3 Approvisionnement en eau potable	32
2. <i>La réduction des dommages causés par des facteurs de stress environnementaux</i>	33
2.1 Réduire l'exposition à la pollution atmosphérique et sonore.....	33
2.2 Réduire l'exposition aux chaleurs extrêmes	36
B. RESTAURATION DES CAPACITES	39
C. RENFORCEMENT DES CAPACITES	41
1. <i>Encourager l'activité physique</i>	41
2. <i>Faciliter l'interaction, la cohésion sociale et promouvoir l'attachement, l'identité au lieu</i>	42
D. CAUSER DES DOMMAGES	43
1. <i>Risque de dommages à la suite du contact direct avec la faune et la flore</i>	43
2. <i>Exposition à des agents infectieux causant des maladies humaines</i>	43
3. <i>Lien avec les pathologies non transmissibles</i>	47
V. RESULTATS DU QUESTIONNAIRE	49
A. DESCRIPTIF DEMOGRAPHIQUE DE LA POPULATION	50

B. DESCRIPTIF DES RESULTATS AUX QUESTIONS POSEES	50
DISCUSSION.....	52
I. FORCES ET LIMITES	52
II. DISCUSSION SUR LES IMPLICATIONS PRATIQUES EN MEDECINE GENERALE DES RESULTATS.	54
A. CONCEPT DE CO-BENEFICES.....	54
B. CHAMPS DES CO-BENEFICES BIODIVERSITE/SANTE HUMAINE.....	55
1. <i>L'Alimentation</i>	55
2. <i>La mobilité active</i>	58
3. <i>Exposition aux milieux naturels</i>	60
4. <i>Promouvoir l'engagement communautaire</i>	61
C. QUELS ROLES POUR LE MEDECIN GENERALISTE ?	63
1. <i>Informé</i>	63
2. <i>Mission de veille sanitaire en lien avec l'érosion de la biodiversité</i>	64
3. <i>Montrer l'exemple</i>	67
3.1 <i>L'antibiorésistance</i>	67
3.2 <i>L'écotoxicologie des médicaments</i>	70
4. <i>S'engager</i>	71
4.1 <i>S'engager dans la façon d'organiser son cabinet</i>	71
4.2 <i>S'engager dans l'organisation du territoire</i>	73
III. ÉLABORATION DU LIVRET D'INFORMATIONS.....	74
IV. DISCUSSION SUR LES RESULTATS DU QUESTIONNAIRE.....	74
A. REFLEXION SUR LE NOMBRE DE REPONSES OBTENUES	74
B. REFLEXION SUR LES DIFFERENTS RESULTATS OBTENUS	76
CONCLUSION	77
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	79
ANNEXES	95
I. ANNEXE 1 : GLOSSAIRE	95
II. ANNEXE 2 : QUESTIONNAIRE	97
III. ANNEXE 3 : STATISTIQUES DU QUESTIONNAIRE.....	102
IV. ANNEXE 4 : SCORE SANRA.....	116
V. ANNEXE 5 : CADRE CONCEPTUEL TIRE DE L'ARTICLE « VOIES RELIANT LA BIODIVERSITE ET LA SANTE HUMAINE : UN CADRE CONCEPTUEL » DE M. MARSEILLE ET AL.	117
VI. ANNEXE 6 : LIVRET D'INFORMATIONS	122

RESUME

Contexte : La biodiversité résulte de l'histoire évolutive des interactions entre les individus, les espèces et les écosystèmes au cours du développement de la vie sur Terre. La santé humaine, vue comme une ressource de la vie de tous les jours, découle d'une biodiversité en bon état. L'Humanité fait partie de la biodiversité et en même temps ses activités sont à l'origine de l'effondrement du vivant, en lien avec les pressions démographiques et des modes de vie non durables et vecteurs d'inégalités. Ce travail de recherche s'articule autour d'une revue narrative de la littérature dans le but de démystifier le concept de biodiversité ainsi que les liens qui le relie à la santé humaine. L'objectif principal est de créer un livret d'informations afin d'informer les médecins généralistes de ces enjeux puis de donner des pistes d'actions possibles dans une stratégie de co-bénéfices biodiversité/santé.

Méthode : Revue narrative de la littérature basée sur les rapports d'organismes nationaux et internationaux et d'ouvrages de référence, ainsi que les résultats des bases de données Pubmed, Cismef et Lissa. Puis le livret d'informations a été créé et distribué associé à un questionnaire de satisfaction.

Résultats : Les interactions entre santé humaine et biodiversité peuvent être néfastes lorsqu'elles provoquent intoxications, blessures, allergies ou infections. Mais plus souvent elles sont bénéfiques, soutenant une alimentation saine, l'approvisionnement en eau potable et en médicaments, et contribuant à notre bien-être physique et mental. Les solutions basées sur la nature offrent des possibilités pour la santé humaine face aux stress environnementaux (chaleur, pollution) et aux maladies infectieuses émergentes. Le contact avec la biodiversité est bénéfique pour le microbiote et toutes ses implications. Les liens entre santé humaine et biodiversité impliquent une vision systémique de la santé, de l'individu dans son environnement, force de la médecine générale. Le praticien peut sensibiliser ses patients tout en les impliquant grâce au concept de co-bénéfices. Il peut veiller à avoir une organisation et une pratique professionnelle durable.

Conclusion : Face au déclin alarmant de la biodiversité, l'IPBES préconise un "changement transformateur" à tous les niveaux de la société. Dans ce contexte, la médecine générale pourrait réorienter une partie de ses fonctions vers une approche collective et transdisciplinaire, alignée sur la vision institutionnelle du concept "One Health".

INTRODUCTION

Il y a 3 ans, l'humanité subissait une crise sanitaire internationale sans précédent dans l'histoire moderne. L'ensemble de la population mondiale était impacté, avec notamment des répercussions sur le système économique globalisé dont nous ressentons encore les conséquences aujourd'hui. Et pourtant, dans les années 1960-1970, plusieurs mesures sanitaires (assainissement, recours aux vaccins et aux antibiotiques) ont permis une diminution de la morbi-mortalité imputable aux maladies infectieuses avec comme point d'orgue l'éradication de la variole en 1977 (1). Des scientifiques évoquaient alors une « élimination presque complète des maladies infectieuses » (2). Les épidémies de SIDA et de COVID-19, par exemple, sont venues démentir ces propos. En effet, le taux de maladies infectieuses émergentes (MIE) n'a cessé d'augmenter et d'entraîner des répercussions néfastes à l'échelle mondiale (3). La survenue de ces maladies amène à questionner les causes et les modalités de transmission. Dans la plupart des cas (70% des MIE), les agents pathogènes identifiés chez l'homme proviennent d'un animal. Pour caractériser ces maladies, autrement appelées zoonoses, il importe d'identifier les liens existants entre la biodiversité, les changements environnementaux globaux et la santé humaine (4).

L'espèce humaine vit en relation intégrée avec l'environnement, l'ensemble de ses activités influencent les écosystèmes. Les travaux de Will Steffen et de son équipe ont montré l'ampleur des pressions exercées par l'Homme sur les milieux de vie depuis 1750. L'ère industrielle et la grande accélération ont conduit l'Homme à devenir le principal facteur de modification du système Terre (5). L'impact des activités humaines sur la planète constitue une nouvelle ère géologique appelée Anthropocène (6).

La responsabilité de l'Homme vis à vis des milieux de vie a conduit en 2008 au rassemblement de chercheurs à l'initiative du *Stockholm Resilience Centre* (7). Une liste des processus régulant la stabilité du système Terre a été établie et a abouti à l'identification de neuf limites planétaires. Trois limites sont à risque de rupture à l'échelle mondiale : le changement climatique, l'acidification des océans et l'érosion de la couche d'ozone ; six autres limites, d'impact plus local, viennent aggraver les processus susmentionnés : l'érosion de la biodiversité, la perturbation du cycle

biogéochimique de l'azote et du phosphore, la perturbation du cycle de l'eau douce, le changement d'affectation des sols, la charge atmosphérique en particules, l'introduction de nouvelles entités artificielles dans l'environnement. Lorsque ces limites sont franchies, il existe un risque de rupture des équilibres biophysiques dynamiques de la planète, par dysfonctionnement de ces systèmes de régulation, et par voie de conséquence, la mise en péril d'un espace de vie, jusqu'à présent préservé, pour l'humanité (7).

Définie par l'OMS comme un état complet de bien-être physique, mental et social, la santé dépend pleinement de l'habitabilité terrestre. « La dégradation de la biodiversité et des écosystèmes va empêcher d'atteindre une grande partie des cibles liées aux objectifs de développement durable (ODD) - notamment ceux concernant la pauvreté, la faim, la santé, l'eau, les villes, le climat, les océans et la terre »(8). En 2021, les rédacteurs en chef d'une vingtaine de revues médicales (NEJM, BMJ, Lancet, PLOS, etc.) ont publié un éditorial commun afin d'alerter les leaders politiques de l'impact des changements environnementaux globaux sur la santé. Leur conclusion montre la nécessité urgente d'agir : « la science est sans équivoque ; une augmentation globale de 1,5 °C au-dessus de la moyenne préindustrielle et la perte continue de la biodiversité risquent des dommages catastrophiques pour la santé » (9). Il ressort de cet écrit un décalage important dans la manière d'appréhender le changement climatique et la crise de la biodiversité : « De manière critique, la destruction de la nature n'est pas considérée avec la même importance que l'élément climatique de la crise, et chaque objectif mondial visant à restaurer la perte de biodiversité d'ici 2020 a été manqué. » (9). En 2018, des chercheurs ont estimé la biodiversité comme étant trois fois moins présente que le climat dans les médias et dans la littérature scientifique (10).

Focaliser l'attention uniquement sur les mesures d'adaptation au changement climatique peut entraîner de mauvaises prises de décision et des conséquences délétères pour les écosystèmes (11). Il importe de ne pas cloisonner les problèmes et de considérer l'interdépendance qu'entretient tout un chacun avec le milieu naturel et le vivant. La perte de la biodiversité peine pourtant à toucher le grand public et très peu de professionnels de santé s'emparent du sujet. « Une méconnaissance et un manque de sensibilisation des médecins généralistes » sur les liens entre la

biodiversité et la santé humaine peut expliquer cette difficulté (12).

Bénéficiant d'un haut niveau de confiance auprès des patients, le médecin généraliste a pour mission de prévenir et de promouvoir la santé (13) (14). Par ses actions et son discours, il peut participer à l'éveil des consciences sur les déterminants de santé et plus globalement sur l'état de santé du monde. La pratique médicale devant évoluer au gré du contexte sociétal et environnemental, le médecin généraliste devrait disposer des ressources nécessaires pour soigner tout en maintenant un système de santé pérenne. Par ailleurs, la pollution engendrée par les dépenses pharmaceutiques et par les actes médicaux est non négligeable et se répercute sur la santé de la population et des écosystèmes (15). Pour exemple, la prescription systématisée d'antibiotiques a conduit, en partie, au phénomène d'antibiorésistance (16). Il est ainsi nécessaire de réfléchir aux solutions permettant de réduire l'impact environnemental des pratiques professionnelles.

C'est autour de ces questionnements que s'articule ce travail de thèse. Pour que des « changements transformateurs » puissent s'opérer il faut impliquer tous les niveaux de la société (17). La santé étant l'un des principaux sujet de préoccupation des Français, elle représente un axe de sensibilisation primordial (18).

Dans ce contexte, mon travail de thèse s'articule autour d'une revue narrative de la littérature sur les liens entre biodiversité et santé humaine. Pour cela, il est d'abord nécessaire de définir les termes autour de la biodiversité puis de présenter un état des lieux de la crise actuelle, son ampleur et ses causes. Seront ensuite présentés les liens entre biodiversité et santé humaine issus de la revue de littérature. L'objectif principal a été de créer un support d'informations à destination des médecins généralistes afin de les aider à appréhender ce thème et à sensibiliser les patients. Ce livret d'informations reprend de façon condensée les données scientifiques essentielles et formulera des recommandations de bonnes pratiques, *dans une stratégie d'atténuation des impacts et de co-bénéfice santé/environnement*, afin d'aider les médecins généralistes à agir en faveur de la biodiversité. Le support d'informations a ensuite été soumis à évaluation auprès de pairs généralistes à l'aide d'un auto-questionnaire en ligne.

MATERIELS ET METHODES

L'élaboration d'un livret d'informations est fondée sur une revue narrative de la littérature non systématisée réalisée entre novembre 2022 et juin 2023 (Annexe 6).

Établissement d'un questionnaire de satisfaction (Annexe 2) auprès des médecins généralistes afin d'évaluer le livret d'informations.

Pour la partie concernant la définition de la biodiversité, et la description du processus d'érosion en cours, son ampleur et ses causes, la revue s'est fondée sur les données émises par les organismes d'experts internationaux : IPBES, OMS, CDB, UICN, et nationaux : EFESE, FRB, OFB ainsi que sur les publications citées en référence dans ces rapports.

Pour la mise en évidence des liens entre biodiversité et santé humaine, la revue s'est fondée sur ces mêmes données, agrémentées par l'apport d'informations issues :

- d'ouvrages de référence ainsi que de leur bibliographie scientifique (16,19,20)
- de recherches d'articles dans des revues validées par les pairs grâce aux bases de données PUBMED, CiSMéF, LiSSa , *en limitant les recherches aux revues systématiques* : équations de recherche :
 - ("biodiversity"[All Fields]) AND ("human health"[All Fields])
 - ("one health"[Title/Abstract])
 - ("biodiversity"[Title])

Afin de classer les différents résultats issus de la revue narrative, l'auteur s'est servi du cadre conceptuel issu de l'article *Pathways linking biodiversity to human health : A conceptual framework* (Annexe 5). Ce cadre a été réalisé par un panel de 26 experts internationaux issus de différentes disciplines afin de déterminer des voies médiatrices permettant de relier la santé humaine et la biodiversité. L'un de leurs objectifs à travers ce projet était notamment d'aider à organiser et orienter la recherche en santé en offrant un cadre de compréhension comme base à développer (21).

RESULTATS

I. La santé humaine

A. Un changement de paradigme

Tenter d'établir un lien entre santé humaine et biodiversité amène à se poser la question de ce qui définit la santé humaine. Comme rappelé dans l'introduction, selon l'OMS la santé ne constitue pas une simple absence de maladie ou d'infirmité, mais un état complet de bien-être physique, mental et social (22). Cette définition sort la santé du paradigme pathogène seul, dont le concept est uniquement basé sur les maladies et sur leurs facteurs de risque. Elle l'inscrit dans un cadre global prenant en compte le contexte général, dont l'environnement, les différents systèmes administrés par l'État et les milieux de vie, en plus des caractéristiques individuelles.

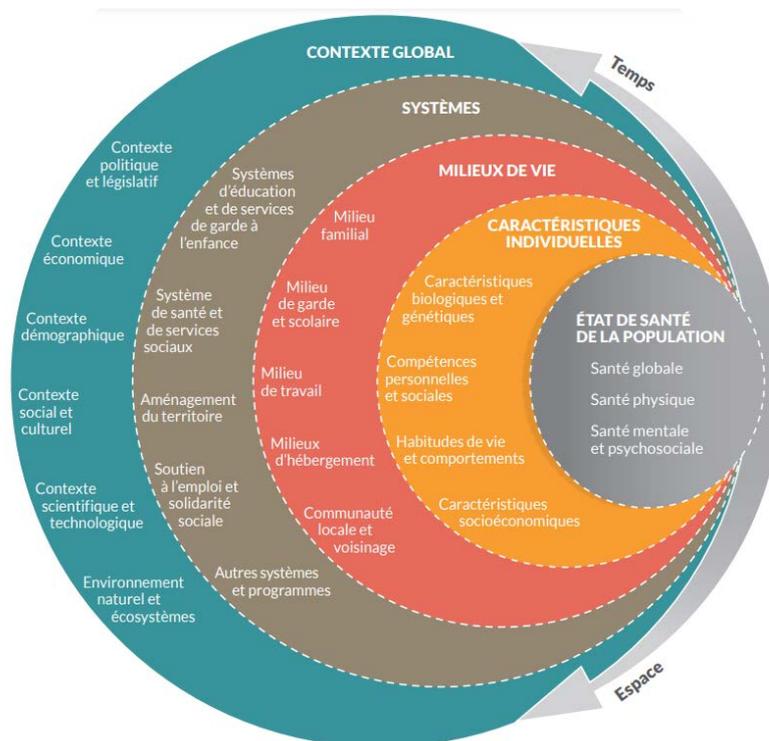


Figure 1 - Carte des déterminants de santé. Source : *La santé et ses déterminants, rapport du Ministère de la santé et des services sociaux Québec, 2012* (23)

Cette vision de la santé et de ses déterminants dépasse le champ du système de santé. Elle s'inscrit dans un paradigme salutogène qui se concentre sur les facteurs visant à favoriser la santé et le bien-être malgré les stress, au lieu des facteurs à l'origine des maladies (24).

B. La promotion de la santé

Un rapport de la Cour des comptes de novembre 2021 sur la politique de prévention en santé met en avant que « *les résultats obtenus pour la France sont très éloignés de leurs cibles et des performances d'autres pays comparables* ». Ces résultats concernent trois grandes familles de pathologies éligibles à la prévention par la lutte contre les facteurs de risque (cancers, maladies neuro-cardiovasculaires, diabète). Ils ajoutent que cette situation « *ne trouve pas son origine dans l'insuffisance de l'effort financier qui serait consacré à la prévention mais dans d'autres raisons plus profondes : [...] une organisation des soins primaires et un mode d'exercice professionnel et de rémunération peu favorables à une politique de prévention continue et efficace (on soigne des maladies, on n'accompagne pas une personne dans son parcours de vie et de soins)* » (25). Ce constat est aussi mis en avant dans un rapport du Comité consultatif national d'éthique : la crise du système de soin trouverait en partie ses sources dans notre approche de la santé centrée sur le traitement des maladies plutôt que sur la préservation d'une bonne santé. Ce qui expliquerait la crise de conscience, observée actuellement chez les acteurs de santé, due à une formation orientée essentiellement vers la réponse aux maladies et la recherche de guérison, mais insuffisante en pratique pour considérer de manière globale les patients et leur santé (26).

Réfléchir à la manière de mieux intégrer la promotion de la santé dans notre système permettrait d'initier ce changement de paradigme.

La charte d'Ottawa est un texte énoncé conjointement en 1986 par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), le Ministère canadien de la Santé et du Bien-être social et l'Association canadienne de santé publique, ainsi que les participants de 38 autres pays du monde. Elle est un plaidoyer pour l'approche de la promotion de la santé afin de viser la santé pour tous dans ces différents pays. Cette approche vise à renforcer

le pouvoir d'agir des personnes et des communautés, qu'elles aient les moyens d'assurer un plus grand contrôle sur leur santé et de l'améliorer. La santé est alors perçue comme la mesure dans laquelle un groupe ou un individu peut, d'une part, réaliser ses ambitions et satisfaire ses besoins et d'autre part, évoluer avec son milieu ou s'adapter à celui-ci. Elle est identifiée comme une ressource de la vie quotidienne et, par là-même, ne peut dépendre uniquement du système de soins (27).

Cette vision de la santé est celle que l'on retrouve dans la relation entre santé humaine et biodiversité. La biodiversité sous-tend tous les aspects de la vie et fournit les conditions essentielles à la santé humaine (8). Sa protection peut avoir toute sa place dans une politique de promotion de la santé.

C. Les objectifs de développement durable (ODD)

A l'échelle internationale cette vision est développée à travers les objectifs de développement durable. Au nombre de 17, associés à leurs 169 cibles, ils constituent le cœur du programme de développement durable, engagé par l'ONU et ses 193 états membres depuis 2015, intitulé Agenda 2030. Ce programme se définit comme un plan d'action pour éliminer la pauvreté, protéger la planète et améliorer le quotidien de toutes les personnes partout dans le monde, tout en leur ouvrant des perspectives d'avenir (28). Il réunit deux agendas. Celui du développement dont le but était, dans le contexte de décolonisation, de structurer la solidarité mondiale et l'aide au développement des pays du Nord vers le Sud. Et celui des Sommets de la Terre, organisé tous les 10 ans depuis 1972, dont l'objectif était la préservation de l'environnement, et la recherche d'un développement durable incluant la dimension sociale (29).

Le développement durable est décrit comme la façon dont nous devons vivre aujourd'hui si nous voulons des lendemains meilleurs, en répondant aux besoins actuels sans compromettre les chances des générations futures de satisfaire leurs besoins (30). L'ambition globale de l'Agenda 2030 est de souligner les interrelations entre les différents objectifs (Figure 2).



Figure 2 : Illustration des interrelations entre les ODD avec l'exemple des liens entre l'ODD15 et les autres. Source : site gouvernemental Agenda 2030 (31).

La nature est essentielle à la réalisation des objectifs de développement durable. Plusieurs ODD sont indissociables de la biodiversité et des services écosystémiques pour leur réalisation. Sans changement, la crise de biodiversité en cours compromettra 80 % des cibles définies dans les objectifs relatifs à la pauvreté, la faim, la santé, l'eau, le climat, aux villes, aux océans et aux terres (32). Et même si les relations sont peu visibles à travers les intitulés des objectifs et des cibles, il a été identifié d'importantes synergies positives entre la nature et les ODD concernant l'éducation, l'égalité des sexes, la réduction des inégalités et la promotion de la paix (32).

Nous sommes actuellement à mi-chemin de l'échéance de l'Agenda 2030. Les analyses des données connues montrent que 50% des cibles présentent des progrès faibles ou insuffisants, et que 30% des cibles stagnent ou reculent. Les ODD disparaissent dans le rétroviseur, notamment en lien avec la triple crise que représente le changement climatique, la perte de biodiversité et la pollution (33).

II. Qu'est-ce que la biodiversité ?

La biodiversité recouvre l'ensemble des milieux naturels et des organismes vivants (plantes, animaux, champignons, bactéries, etc.) qui interagissent et entrent en relation entre eux et avec leur environnement (34).

Mais pour comprendre exactement ce que représente la biodiversité, il faut s'intéresser à l'histoire évolutive des êtres vivants sur Terre.

A. La mécanique évolutive

Depuis 3,7 milliards d'années et l'apparition des premières cellules sur la planète, les êtres vivants subissent des processus naturels à l'origine de leur grande diversité de formes, couleurs, fonctions et autres caractères. Ces différents caractères phénotypiques dépendent du génotype des individus mais aussi de l'environnement qui les entoure par les mécanismes épigénétiques. L'évolution de ces phénotypes dans le temps va dépendre des changements de fréquence allélique des gènes correspondants sous l'influence de 4 processus naturels : les mutations, la sélection, la migration, la dérive (35).

La mutation est le seul processus à l'origine de l'émergence de nouveaux profils génétiques. Elle se produit soit par « erreurs » aléatoires commises lors de la réplication de l'ADN entre cellules mère et cellules filles ; soit par recombinaison génétique issue du brassage d'informations lors de la reproduction sexuée ou lors des échanges entre deux génomes bactériens ; ou par des mécanismes épigénétiques qui modulent l'expression des gènes sans modifier leur structure sous l'influence de différents facteurs, dont les conditions environnementales.

La sélection va amener un tri par l'environnement des variants génétiques les plus performants dans cet environnement. Le principe de la sélection naturelle selon Charles Darwin repose sur le fait qu'un phénotype donné, issu d'un processus génétique aléatoire et/ou induit par épigénétisme, apporte chez l'individu porteur une capacité de survie et/ou de reproduction meilleure pour un environnement donné.

La migration apporte un changement des fréquences alléliques par l'échange d'informations génétiques entre des individus issus de deux populations différentes d'une même espèce.

La dérive génétique consiste en un tri par le hasard des variants génétiques. Elle a lieu lors d'un échantillonnage aléatoire d'individus à partir desquels se développe une population (exemple : la communauté Amish issue d'un nombre restreint de familles suisses fondatrices, ou encore la sortie de Mésopotamie par un certain nombre d'individus hominidés). La dérive génétique a des effets plus marqués dans les populations de petite taille, où elle provoquera le plus souvent une perte du polymorphisme génétique (exemple : apparition de syndrome génétique plus probable dans de petites communautés) (35,36).

Ces processus sont l'origine de microévolutions au niveau des individus. À l'échelle du temps long, l'accumulation des microévolutions peut aboutir au phénomène de spéciation. La création de nouvelles espèces, ou spéciation, dépend aussi de changements écologiques modifiant les aires de répartition des populations (37), et les interactions entre les êtres vivants au sein d'un écosystème sont considérées comme des facteurs évolutifs à part entière (38).

La biodiversité s'inscrit dans une dynamique dite éco-évolutive, dans laquelle les processus écologiques et évolutifs sont étroitement liés et interagissent de manière complexe. Par exemple, les changements environnementaux peuvent exercer une pression de sélection sur une population, entraînant des changements évolutifs dans cette population. Ces changements évolutifs peuvent ensuite avoir des répercussions sur la dynamique écologique des écosystèmes, en affectant les interactions entre les espèces, la structure des communautés et ainsi de suite.

B. La biodiversité, un concept multidimensionnel

Penser la biodiversité à travers cette histoire évolutive permet de comprendre sa catégorisation en trois niveaux de diversité interdépendants (39) :

La diversité intraspécifique ou diversité génétique au sein d'une même espèce, à l'origine de différents caractères phénotypiques essentiels dans l'adaptation des populations à leur environnement et ses aléas.

La diversité spécifique ou inter-espèces, produit du processus de spéciation. Elle représente la diversité à l'échelle d'un milieu de vie. Elle est la diversité la plus utilisée pour faire un état des lieux ou décrire l'évolution du Vivant dans un lieu donné.

La diversité à l'échelle de l'écosystème ou diversité des milieux de vie, issue et associée à la diversité des interactions entre les espèces au sein de ces milieux. Un écosystème est composé d'une communauté d'êtres vivants constituant une biocénose, associée à un environnement aux conditions physico-chimiques spécifiques appelé biotope. Un écosystème représente aussi une biomasse dont la productivité dépend de la biodiversité à travers une complémentarité des fonctions entre espèces (38).

Pour mieux comprendre la biodiversité, on peut l'imager comme une étoffe de patchwork. Les gènes sont alors comme des fibres de textile qui, entrelacées, composent chaque fil, c'est-à-dire chaque espèce. Un assemblage de fils tissés entre eux forme un morceau de tissu, tout comme un assemblage d'espèces qui interagissent dans un même milieu constitue un écosystème. Enfin, l'ensemble des écosystèmes imbriqués à l'échelle mondiale constitue la biosphère, ou notre patchwork final avec ses différents morceaux de tissus cousus. La diversité biologique est primordiale à chaque échelle car elle soutient une toile du vivant à la fois souple (adaptable) et solide (résiliente) (40).

La biodiversité peut être décrite de bien des manières, selon le nombre d'espèces (diversité taxonomique), l'abondance de chaque population, l'aspect fonctionnel dans l'écosystème, selon l'histoire évolutive et les liens de parentés entre chaque population

(diversité phylogénétique). Il est nécessaire d'établir une définition commune à l'échelle internationale.

C. La nécessité d'une définition commune de la biodiversité

Le concept de diversité biologique est présent dans le vocabulaire académique dès le milieu du XXème siècle. Il est alors surtout associé à la vision taxonomique du terme reposant sur le décompte du nombre d'espèces, et leur abondance relative (41).

Le terme « biodiversité », contraction de l'anglais *biological diversity*, avec sa définition prenant en compte la diversité du vivant au sein des espèces en plus des descriptions taxonomiques, apparaît dans les années 1980. Il prend alors de l'importance dans la littérature scientifique et politique dans le cadre d'initiatives et de politiques visant à sensibiliser le public à la richesse de la vie sur Terre et au besoin de la protéger (42).

C'est en 1992, lors du Sommet de la Terre à Rio associé à la signature Convention des Nations Unies sur la diversité biologique (CDB), que le terme de biodiversité est officiellement inscrit dans les politiques internationales, et qu'apparaît la notion d'écosystème dans la définition afin de permettre, d'un point de vue pratique, des politiques de protection d'espèces et de leur milieu de vie (42,43).

La plus récente définition de la biodiversité, qui fait consensus au niveau international, est issue du rapport de l'évaluation mondiale de la biodiversité et des services écosystémiques établi par l'IPBES (42,44) :

« La variabilité des organismes vivants de toutes origines, y compris terrestres, marines, et d'autres écosystèmes aquatiques ainsi que les complexes écologiques dont ils font partie. Ceci inclut la variation génétique, phénotypique, phylogénétique et fonctionnelle ainsi que les changements en abondance et en distribution dans le temps et l'espace des espèces, des communautés biologiques et des écosystèmes »

Cette description insiste sur le caractère vivant et la complexité des interconnexions à prendre en compte à tous niveaux du monde naturel.

III. Etat de la biodiversité

Une définition commune permet d'évaluer l'état de la biodiversité à différents niveaux.

A. Tendances au niveau mondial

Il est constaté une érosion de la biodiversité sans précédent à l'échelle de l'humanité (45). L'ensemble des niveaux précédemment cités est impacté, mettant en péril la résilience du tissu du vivant.

Moins d'un quart de la surface de la Terre est considéré exempt d'impacts humains majeurs, et il est estimé que dans l'état actuel, d'ici 2050 seul 10% de la surface terrestre le sera. Les plus touchés sont les écosystèmes d'eaux intérieures et d'eau douce représentés par les zones humides avec une perte de 87 % de leur superficie globale depuis trois siècles, dont 54% depuis 1900 (46). La superficie forestière mondiale ne représente plus que 68% de son niveau préindustriel estimé, malgré une augmentation des zones forestières aux latitudes tempérées, ternie par un déclin continu des forêts tropicales abritant une grande biodiversité (46).

Il est estimé que sur environ huit millions d'espèces animales et végétales, un million seraient menacées d'extinction (44). Et il a été mis en avant une chute de 69% en moyenne de l'abondance relative des populations d'animaux sauvages suivies dans le monde entre 1970 et 2018 (47).

Les estimations de la diversité génétique de populations sauvages, dont l'habitat a été fragmenté par des changements d'utilisation des terres, montrent une diversité génétique inférieure d'environ 17 % à celle des populations non perturbées. La diversité génétique intra-espèces des amphibiens et des mammifères tend notamment à être plus faible dans les zones où l'influence humaine est plus forte (48).

B. La biodiversité : une limite planétaire

La biosphère représente la pluralité des organismes vivants sur Terre. De par ses interactions avec l'ensemble des cycles biogéochimiques du système Terre, elle est un facteur de régulation central des équilibres planétaires (40).

L'érosion de la biodiversité impacte directement l'intégrité de la biosphère et, en ce sens, constitue une limite planétaire.

Dans ce cadre, deux variables de contrôle ont été identifiées par les scientifiques du *Stockholm Resilience Centre* afin de suivre l'évolution de la biodiversité et d'établir des frontières. Ces frontières représentent les limites basses de l'incertitude scientifique quant aux risques de dérégulation du système Terre une fois dépassées (5).

La première variable privilégie une approche éthique par la préservation d'espèces. Elle est exprimée par le taux d'extinction d'espèces par an et par million d'espèces.

Le taux d'extinction de base sans intervention humaine établi à partir d'études des fossiles est de 0,1 à 1 extinction d'espèces/an/M. La frontière planétaire a été fixée à 10 extinctions/an/M (5). Le taux depuis le début de l'Anthropocène estimé à partir des espèces les mieux documentées, est de 48 extinctions/an/M. Et il serait très certainement sous-estimé si on prenait en compte les espèces moins bien connues et celles dont la disparition n'est pas encore certaine (40). De nombreux organismes considèrent prudemment que le taux d'extinction actuel est au moins 100 fois (et peut-être 1000 fois) supérieur à celui qui prévalait avant le XX^{ème} siècle (44,49).

Mais, d'un point de vue fonctionnel, l'approche uniquement par nombre d'espèces n'est pas suffisante. En effet, toutes les espèces n'ont pas la même importance dans le fonctionnement d'un écosystème donné, certaines disparitions peuvent entraîner des effets en cascade.

La deuxième variable se rapporte d'une approche utilitariste en évaluant la diversité fonctionnelle des écosystèmes, c'est-à-dire la diversité nécessaire au maintien des principaux services fournis à l'humanité par les milieux naturels (40). Elle est

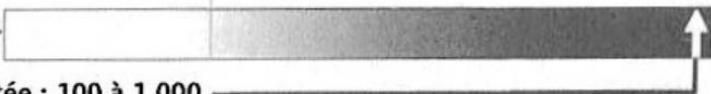
représentée par l'indice d'intégrité de la biodiversité (IIB). Cet indice évalue la part de biodiversité naturelle subsistant dans une zone et montre comment la biodiversité réagit aux pressions humaines. Il est exprimé sous forme de pourcentage de 0 à 100%, 100% représentant un environnement naturel intact avec une empreinte humaine faible voire inexistante. La frontière a été fixée à 90 %, c'est-à-dire qu'en dessous de ce pourcentage, la perte de biodiversité est suffisamment importante pour impacter le fonctionnement et la fiabilité de l'écosystème (47,50).

En 2016, l'IIB au niveau mondial a été estimé à 85%, avec 60% des écosystèmes terrestres sous la frontière des 90%, ainsi que neuf des quatorze grands biomes terrestres (51).

Intégrité de la biosphère

Variable de contrôle 1 : Taux d'extinction des espèces (nombre d'extinctions d'espèces par an et par million d'espèces)

Frontière planétaire : 10 ext./an/M

0,1-1 ext./an/M esp.  >1 000 ext./an/M esp.

Valeur constatée : 100 à 1 000 

Espace de sécurité Zone d'incertitude (risque accru) Niveau dangereux (risque élevé)

Variable de contrôle 2 : Indice d'intégrité de la biodiversité (abondance d'espèces en % de la population constatée sans intervention humaine)

Frontière planétaire : 90 %

100 %  70 %

Valeur constatée : 85 % 

Espace de sécurité Zone d'incertitude (risque accru) Niveau dangereux (risque élevé)

Figure 3 : Le dépassement de la frontière d'intégrité de la biosphère. Source : *Les limites planétaires, 2020* (40)

Ainsi donc, les deux variables de contrôle concernant l'intégrité de la biosphère montrent un dépassement des limites planétaires dans ce domaine. Cela amène le système Terre dans une zone grise où il est impossible de prédire l'évolution, avec une

perte des capacités d'approvisionnement, de régulation et de l'ensemble des services écosystémiques, dont l'humain bénéficie dans sa vie de tous les jours.

C. Les enjeux en France

La France porte une responsabilité particulière en matière de conservation de la biodiversité mondiale. Notre pays est présent sur 5 des 36 « points chauds » de biodiversité mondiale, plus de 80% des écosystèmes européens y sont représentés et environ 180000 espèces y sont recensées, soit 10% des espèces connues sur la planète (52).

En France, l'Observatoire national de la biodiversité (ONB) souligne que la situation évolue de manière préoccupante (53). Sur le territoire métropolitain, seuls 20% des habitats naturels à intérêt communautaire sont considérés en bon état de conservation. Et l'indice Liste Rouge (RLI) qui mesure l'évolution du risque d'extinction global au sein de différents groupes d'espèces (amphibiens, mammifères, oiseaux, reptiles, coraux, cycas) au fil du temps, a augmenté de 138% sur la période 1993 à 2019, alors qu'il suit une cinétique moindre au niveau mondial à 48% (54). On observe aussi un déclin des espèces spécialistes (=qui dépendent d'un environnement particulier ou de conditions particulières pour réaliser leur cycle de vie) par rapport aux espèces généralistes (=qui peuvent s'adapter à différents milieux), ce qui engendre une homogénéisation de la biodiversité et diminue ses capacités d'adaptation aux pressions anthropiques.

Sur les dix dernières années, les pressions d'origine anthropique subies par les milieux naturels français ne montrent pas de signe de diminution significatif et pour certaines, on constate même une intensification (53).

D. Principales causes du déclin de la biodiversité

Le rythme des changements globaux survenus dans la nature au cours de ces 50 dernières années est inédit dans l'histoire de l'humanité, et la responsabilité entière des activités humaines est pleinement reconnue (32).

1. Causes directes

L'IPBES caractérise cinq grands facteurs directs principaux à l'origine de la dégradation des milieux naturels.

1.1 Le changement d'usage des terres et des mers

A l'échelle mondiale, c'est le facteur direct qui a la plus forte incidence sur les écosystèmes terrestres et d'eau douce (32). Il est principalement dû à l'intensification et à l'extension des exploitations agricoles responsables de déforestations (55), notamment sous les tropiques, zone qui abrite les plus hauts niveaux de biodiversité de la planète. Exemple des plantations en Asie du Sud-Est sur 7,5 millions d'hectares dont 80% dédiés aux palmiers à huile. Les deux autres moteurs principaux du changement d'usage des terres sont l'exploitation forestière et l'urbanisation (32).

Sur le territoire français, ce facteur est essentiellement représenté par l'artificialisation des sols entraînant leur dégradation, ainsi que des destructions et fragmentations d'habitats naturels en lien avec les choix d'aménagement du territoire (55,56). Entre 20000 et 30000 ha d'espaces naturels, agricoles et forestiers sont consommés chaque année. L'artificialisation se développe à un rythme 4 fois plus rapide que celui de l'augmentation de la population. Malgré une stagnation de la consommation d'espaces par an sur les dernières années, la France est en dehors de ses propres objectifs fixés dans la loi Climat et Résilience en 2021 (57).

1.2 La surexploitation des ressources naturelles

L'extraction de biomasse vivante ou de matériaux non vivants dépasse largement les capacités de renouvellement du système Terre. L'exploitation des espèces terrestres est la deuxième cause de leur déclin après la perte d'habitat (58). La pêche représente le facteur de pression le plus important sur la biodiversité des systèmes marins. Seulement 7% des stocks de poissons marins sont considérés sous-exploités, le reste étant soit surexploité, soit exploité au maximum des capacités de renouvellement. L'extraction minière a augmenté de manière spectaculaire ces dernières années, avec des impacts majeurs sur la biodiversité, malgré une occupation de moins de 1% des

terres (32). Ces données sont représentées à travers le jour du dépassement. Chaque année, cette date est calculée en comparant la consommation annuelle de l'humanité en ressources écologiques (empreinte écologique) à la capacité de régénération de la Terre (biocapacité). En 2023, la date est estimée au 2 août au niveau mondial, le reste de l'année, l'humanité entame le capital naturel nécessaire au maintien de la vie sur Terre (59).

Pour la France, le jour du dépassement est le 5 mai selon le rapport de 2023. Ce qui veut dire que si la population mondiale vivait comme les habitants de la France, l'humanité aurait besoin de quasiment 3 Terres pour satisfaire ses besoins, contre 1,7 Terre au niveau mondial. En France nous consommons 86% de plus que ce que nos écosystèmes peuvent régénérer (60). Illustration avec la question de la gestion de l'eau douce qui, avec le changement climatique, devient de plus en plus prégnante. Sur le territoire national, 58% de la consommation d'eau est utilisée pour irriguer 7% des terres agricoles. Cette inégalité de répartition des usages menace l'approvisionnement en eau potable, la sécurité alimentaire et rend les écosystèmes moins résilients (59).

1.3 Le changement climatique

Le changement climatique d'origine anthropique est l'un des principaux moteurs de l'évolution des milieux naturels et des êtres vivants. Ses conséquences risquent de s'accroître si des mesures d'atténuation significatives ne sont pas rapidement mises en place (11). Ses répercussions comme l'augmentation du niveau des océans impactent directement les écosystèmes aquatiques et terres fertiles des deltas des pays du Sud. Des écosystèmes historiquement peu influencés par les activités humaines, grâce à leurs accès reculés (toundra, taïga,...) sont de plus en plus concernés par les effets du changement climatique (48).

La célérité du changement climatique implique que de nombreuses espèces sont incapables de faire face localement, que ce soit par des processus évolutifs ou comportementaux (32). Leur survie peut dépendre d'une migration forcée vers des zones plus favorables lorsque c'est possible. Les moustiques tigre, par exemple, remontent vers le Nord entraînant de nouveaux risques sanitaires et des dérèglements

des chaînes alimentaires dans les écosystèmes. Les espèces ne pouvant s'adapter sont vouées à disparaître : il est estimé que 15 à 37 % des espèces vivantes seraient concernées d'ici 2050 (61).

1.4 Les pollutions

Les pollutions issues des activités anthropiques sont nombreuses et diversifiées. Elles sont soit causées par l'introduction d'une substance artificielle ou naturelle dans un nouvel environnement, soit la conséquence d'une perturbation des conditions d'un milieu (62). Que ce soit l'air, les sols ou l'eau, tous les environnements sont impactés.

La pollution de l'air issue du trafic routier, des activités industrielles et agricoles entraîne notamment le dépérissement de forêts par altération de la chlorophylle des plantes et l'acidification de nombreux lacs par le phénomène des pluies acides. Elle provoque aussi un affaiblissement des végétaux et le déclin de certains pollinisateurs, deux phénomènes responsables de pertes de rendement agricole (63).

La pollution des sols provient de l'intensification agricole, de l'activité industrielle, de l'urbanisation, ainsi que des polluants transportés par l'air et l'eau et qui s'infiltrent sous terre. Ces polluants altèrent la biodiversité des sols, qui représente 25% de la biodiversité mondiale actuellement décrite, et joue un rôle essentiel dans la diversité de nombreuses espèces animales et végétales en étant à la base des chaînes trophiques terrestres. Ces micro-organismes participent aussi à l'atténuation du changement climatique par la captation de carbone, à la fertilité des sols et à la purification de l'eau (64).

La pollution des milieux aquatiques est de trois types principaux (65) :

- La pollution organique issue des écoulements d'eau après épandage, ou d'eaux usées sans traitement. Au niveau mondial, 80% des eaux usées urbaines ou industrielles sont rejetées dans des milieux d'eau douce sans traitement adéquat (66). Ce qui amène de la pollution chimique en plus via les pesticides, les médicaments, les produits ménagers...

- La pollution par les plastiques qui affecte tous les organismes marins jusqu'à des milliers de kilomètres de profondeur a été multipliée par 10 depuis 1980 (65). Les macroplastiques affectent plus de 900 espèces marines par ingestion ou enchevêtrement (67). Les microplastiques, d'une taille inférieure à 5 mm issus de la décomposition d'objets plastiques, sont ingérés par les espèces marines où ils agissent comme des perturbateurs endocriniens et impactent l'équilibre des communautés et des milieux. Ils sont alors retrouvés dans la chaîne alimentaire : lors d'une étude, 25 % des poissons et 67% des espèces vendus pour la consommation humaine sur un marché californien contenaient des débris de microplastiques (68).
- Les pollutions sonores et lumineuses, de plus en plus prégnantes notamment avec l'augmentation de l'urbanisation, sont reconnues comme affectant directement les populations animales et végétales (42). La pollution lumineuse dérègle l'horloge biologique des animaux en inactivant la production de mélatonine, et perturbe les cycles biologiques de la flore. Les faisceaux lumineux peuvent être source d'isolement et de fragmentation d'habitat par leur caractère infranchissable par certaines espèces. La pollution sonore perturbe les comportements, l'occupation de l'espace ou encore la communication entre les animaux. Elle est particulièrement impactante dans les écosystèmes avec la propagation des ondes par l'eau qui induit du stress chez les animaux avec comportements anormaux (65).

1.5 Les espèces exotiques envahissantes

Les espèces exotiques envahissantes (EEE) désignent certains animaux ou végétaux dont l'introduction par l'Homme, volontaire ou fortuite, sur un territoire représente une menace pour les écosystèmes (69). On leur reconnaît une contribution dans 60% des extinctions mondiales d'espèces enregistrées jusqu'à présent. Elles seraient même la seule cause d'extinction reconnue dans 16% des cas (70).

Les principaux moteurs d'invasion sont l'expansion des réseaux commerciaux, l'augmentation de la mobilité humaine, la dégradation continue des habitats et le changement climatique (66).

Quelques exemples d'espèces exotiques envahissantes en France (71) :

- Le frelon asiatique : prédateur de nombreux pollinisateurs sur le territoire
- Le moustique tigre : vecteur de maladie : Chikungunya, Dengue, Zika
- L'ambrosie : altérateur du rendement des cultures et pollen très allergisant

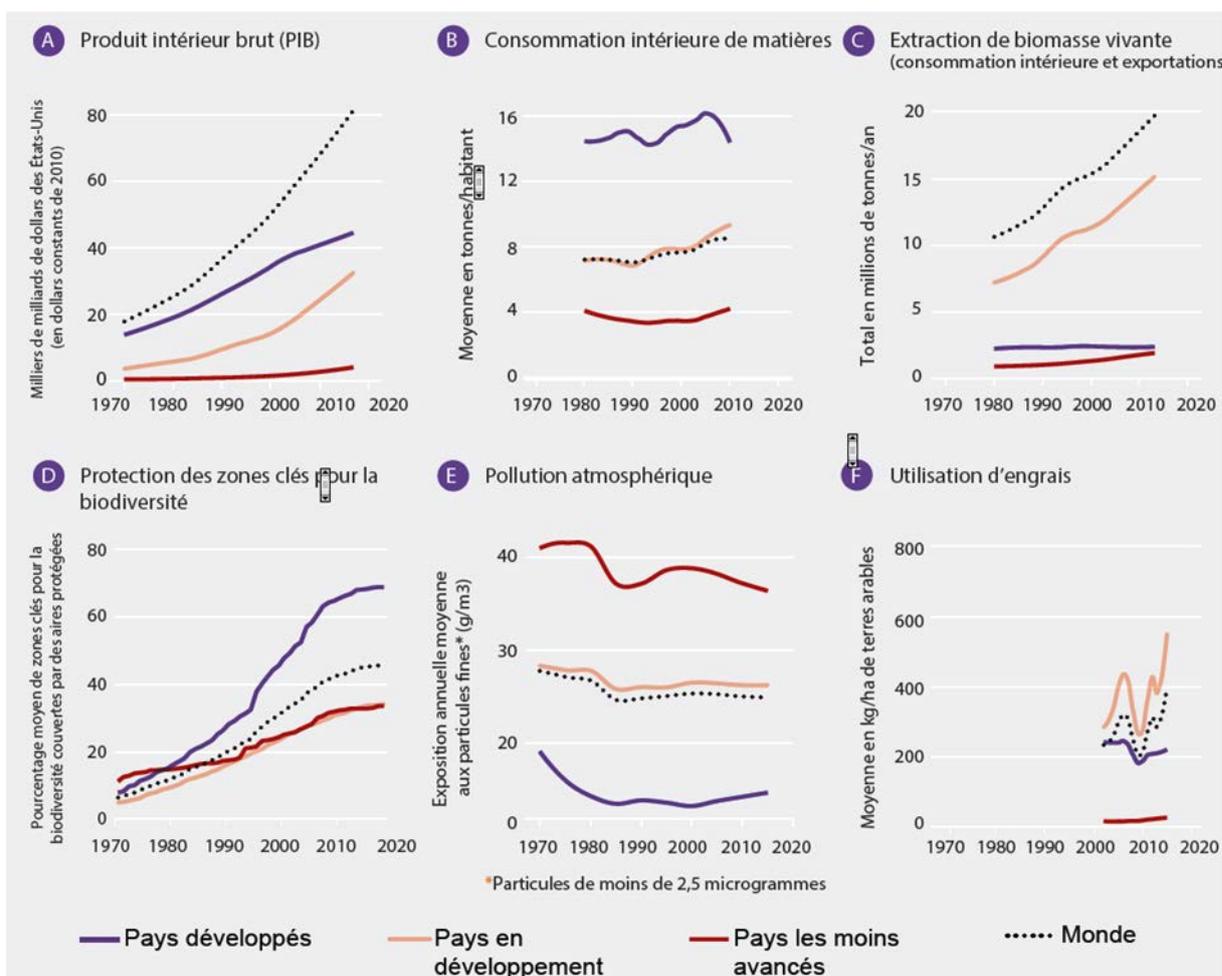
2. Causes indirectes

Ces causes directes sont sous influence de causes indirectes d'ordre socio-économiques. Elles sont indissociables les unes des autres et s'attaquer aux causes directes sans réfléchir à leurs origines indirectes serait inefficace (42).

Il est difficile d'établir une liste précise de ces causes indirectes qui s'apparentent plutôt à une lame de fond, corollaires négatives du développement socio-économique mondial depuis la deuxième partie du 20^{ème} siècle (40).

La croissance démographique fait partie des origines et conséquences de cette grande accélération, mais elle ne peut être considérée seule. Il faut notamment lui associer l'augmentation de la consommation par habitant. Depuis 1950 la population mondiale a été multipliée par 2,7, mais la consommation mondiale en matière par 3,7. Ces émoluments ont été vecteurs d'inégalité. En 2010, les pays industriels occidentaux se partageaient 44% du PIB mondial pour 15 % de la population mondiale et étaient responsables de la moitié de la consommation de matière. De nos jours la consommation glisse vers les pays à développement rapide tel que l'Inde ou la Chine (66). 821 millions de personnes sont touchées par l'insécurité alimentaire en Afrique et en Asie, et 40 % de la population mondiale n'a pas d'accès à une eau potable propre et saine. Dans la majorité des cas, les charges sanitaires liées à l'environnement comme la pollution de l'air et de l'eau, sont plus lourdes dans les pays les moins avancés selon l'IPBES (32). Cela est en partie dû au télécouplage du commerce international, qui a abouti à une non prise en compte des externalités négatives provoquées par la consommation, à distance des lieux de consommation, notamment sur les milieux naturels et les services écosystémiques qui en découlent (66).

Les économies des pays ont été réaffectées, en proportion différente selon les régions, de l'agriculture, vers l'industrie et les services entraînant notamment exode rural et augmentation de l'urbanisation (66). Plusieurs avancées technologiques ont pu diminuer l'empreinte de la consommation de matière sur la biodiversité, mais l'effet rebond souvent observé amène à un bilan finalement neutre voire négatif. L'effet rebond est la hausse de la consommation de biens et de services résultant de la réduction des contraintes pesant sur l'environnement, obtenue grâce aux progrès technologiques (72,73).



Le produit intérieur brut total a été multiplié par quatre en termes réels, la plus grande partie de cette croissance concernant les pays développés et en développement A. L'extraction de biomasse vivante (cultures, poissons, etc.) pour satisfaire aux besoins de la consommation nationale et pour l'exportation est particulièrement importante dans les pays en développement, où elle augmente rapidement B. Cependant, c'est dans les pays développés que la consommation de matières premières par habitant (production nationale et importations) est la plus élevée C. La protection générale des zones clés pour la biodiversité s'améliore et est la plus élevée dans les pays développés D. La pollution de l'air est la plus importante dans les pays les moins avancés E, alors que les défis liés à la pollution par des sources diffuses associée à l'utilisation d'engrais sont les plus aigus dans les pays en développement F.

Figure 4 : Trajectoires de développement depuis 1970 pour certains indicateurs clés des interactions entre l'homme et l'environnement. Source : résumé à l'intention des décideurs du rapport de l'évaluation mondiale de la Biodiversité et des services écosystémiques (32)

E. Des services écosystémiques aux contributions de la nature aux populations

Dans les années 2000 est créée, à la demande du secrétaire général de l'ONU, l'évaluation des écosystèmes pour le millénaire qui réunit plus de 1360 experts du monde entier afin d'évaluer les conséquences des changements écosystémiques. Lors du rapport : Millennium Ecosystem Assessment, est pour la première fois établi un lien fonctionnel entre la biodiversité, la santé et le bien-être des populations humaines (49). Ce lien apparaît dans la notion de services écosystémiques, définie comme l'ensemble des bénéfices que tirent les êtres humains du fonctionnement des écosystèmes.

Ces services sont répartis en **quatre types** :

- Services d'approvisionnement
- Services de régulation
- Services culturels
- Services non matériels



Figure 5 : Cadre conceptuel des interactions entre Biodiversité, Services d'origine écosystémique, Bien-être de l'Homme, et facteurs sous-jacents à l'origine des changements. Source : Millennium Ecosystem Assessment, 2005 (49).

Ce schéma illustre les intrications et commence à dessiner les mécanismes à l'origine des liens entre la biodiversité et l'ensemble des composants du bien-être.

Néanmoins ce concept de services écosystémiques n'est pas dénué de critiques. La principale réside dans le caractère purement mécaniste de l'approche. La biodiversité peut offrir de multiples avantages écosystémiques, mais elle ne saurait être réductible à des catégories de services. Ce qui pourrait conduire à ne voir que la finalité utile d'un écosystème sans considérer la complexité des interactions en amont. A terme une telle approche pourrait conduire à des dérives pour maximiser un ou plusieurs services en faisant fi de l'intégrité des écosystèmes (39). Et c'est oublier que d'autres valeurs attribuées à la nature et aux écosystèmes existent, notamment celles affiliées aux peuples autochtones dont les modes de gestions restent souvent compatibles avec la conservation de la biodiversité (17,32).

C'est pour ces raisons que dans le cadre des évaluation menées par l'IPBES, la notion de contribution de la nature aux populations (CNP) est utilisée. Elle se définit comme l'ensemble des avantages ou inconvénients que procure la nature visant à la qualité de vie des populations. Les contributions négatives et positives sont considérées, car selon cette approche, la valeur des contributions peut changer en fonction de sa relation avec le vivant. Les contributions pour la nature ont pour vocation d'être plus englobantes que le concept des services écosystémiques et d'« offrir une manière plus neutre de se référer à nos liens inextricables avec le monde vivant non humain auquel nous sommes liés en tant qu'élément du tissu de la vie sur Terre » (74).

Dans sa vision, l'IPBES replace l'humanité dans une position active en assumant que la plupart de ces contributions soient coproduites par des processus biophysiques et interactions écologiques en lien avec le patrimoine anthropique (connaissance, infrastructures, capital financier). En d'autre termes, c'est souligner que les contributions à la nature ainsi que la qualité de vie qu'elles apportent sont issues d'une coproduction entre nature et société (74).



Figure 6 : Tendances mondiales de la capacité de la nature à maintenir ses contributions à une bonne qualité de vie, de 1970 à aujourd'hui. Source : résumé pour les décideurs du rapport sur l'évaluation mondiale de la biodiversité et les services écosystémiques (32)

On observe une tendance mondiale à la baisse pour 14 des 18 contributions analysées.

La nature sous-tend toutes les dimensions de la santé humaine (32). Ce constat est de plus en plus reconnu et pris en compte par les différentes institutions nationales et internationales (8,55,75,76).

Cependant, il persiste une méconnaissance des liens fonctionnels, des voies de causalité, par lesquelles la biodiversité peut influencer la santé humaine. La recherche autour du cadre conceptuel utilisé pour la revue s'est appuyée sur des preuves issues de la littérature scientifique afin d'améliorer la compréhension des mécanismes causaux par lesquels la biodiversité influence la santé humaine. Il en est ressorti quatre domaines pertinents qui m'ont servi de cadre pour trier les résultats obtenus (21).

IV. Lien entre Santé Humaine et Biodiversité

A. Réduction des dommages

Cette voie présente les deux types de services écosystémiques : capacités d'approvisionnement et capacités de régulation, qui déterminent les contributions de la biodiversité aux déterminants de santé (21).

1. L'accès à des services d'approvisionnement essentiels

1.1 Médicaments

Les environnements riches en biodiversité fournissent des produits naturels et des ressources génétiques qui constituent la base, à la fois de la médecine traditionnelle et des produits pharmaceutiques modernes (77). On estime que 70 à 80 % de la population mondiale dépend de médicaments naturels issus de médecine traditionnelle pour ses soins de santé primaires (78), alors que 20% des espèces végétales médicinales connues sont actuellement considérées comme menacées (79).

De nombreux produits pharmaceutiques modernes sont dérivés de composants extraits du monde naturel, et de nombreux médicaments sont conçus pour imiter des produits naturels. Cette dépendance est particulièrement forte pour les antibiotiques et les médicaments anticancéreux. Sur 14 grandes classes d'antibiotiques, 10 sont d'origine naturelle. Par ailleurs sur une période allant de 1981 à 2019, 185 médicaments à petite molécule ont été approuvés pour le traitement de cancers, parmi lesquels 85 % provenaient de produits naturels ou s'en inspiraient (80).

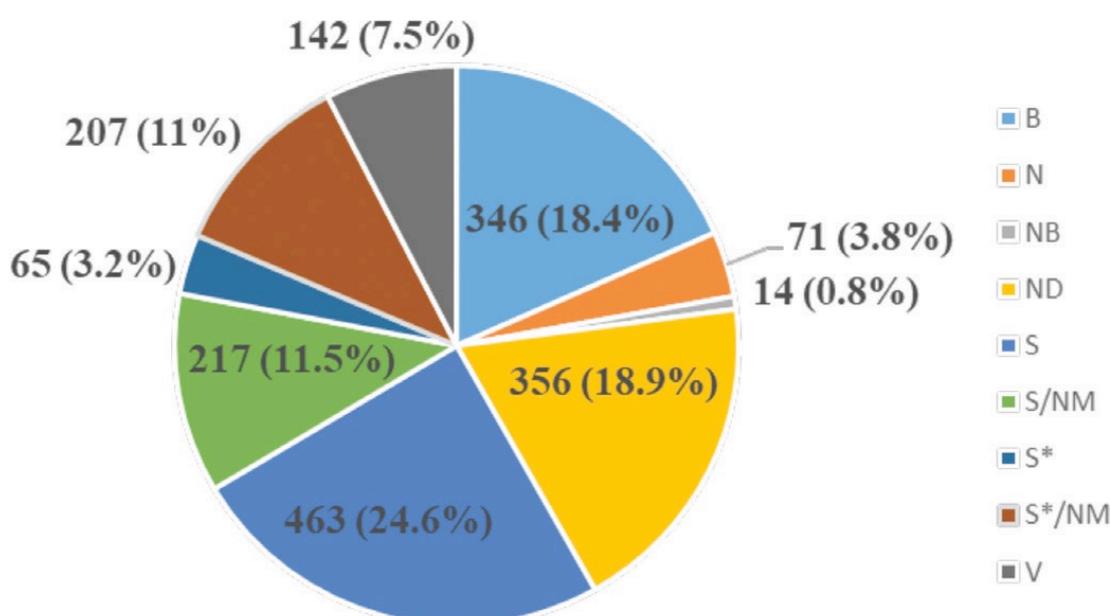


Figure 7 : Nouveaux médicaments découverts classés par source sur la période de 1981 à 2019 (n=1881). Source : *Natural Products & Phytotherapeutics: why a new section? 2023* (81).

Catégorie des sources : B= produits biologiques, N= produits naturels non modifiés, NB= produits botaniques, ND = dérivés de produits naturels S = produits synthétiques, S/NM = produits synthétiques inspirés de produits naturels, S*=produits synthétiques avec pharmacophore issu d'un produit naturel, S*/NM= produits synthétiques avec pharmacophore inspiré de produit naturel, V= vaccins

La figure 7 montre que 23,5 % des médicaments découverts entre 1981 et 2019 sont classés N*, c'est-à-dire qu'ils sont issus directement de produits naturels. 22% sont inspirés d'éléments naturels, par biomimétisme (81).

Actuellement moins de 3% (en chiffre d'affaires mondial) des principes actifs sont des molécules extraites de ressources génétiques. Le manque de rendement ainsi que la complexité administrative pour accéder aux ressources génétiques amènent les industriels pharmaceutiques à se désinvestir de la recherche sur les produits naturels (82). Malgré le contexte d'augmentation de l'antibiorésistance, cela met en péril la recherche sur les maladies microbiennes et fongiques qui repose essentiellement sur la découverte d'agents issus de sources naturelles (80). Les produits naturels font partie des meilleures options afin de trouver des agents actifs qui, travaillés en collaboration avec des chimistes et biologistes, offrent le potentiel de découvrir des structures novatrices, efficaces dans la lutte de diverses maladies (80).

La lutte perpétuelle entre prédateur/proie, hôte/parasite, et qui touche aussi le milieu microbiologique en tant que pression évolutive, est une source dynamique de nouveaux médicaments, notamment pour combattre l'antibiorésistance (79).

La destruction de biodiversité induit un coût d'opportunité marqué pour la découverte de nouveaux médicaments : un médicament important serait perdu tous les deux ans, à cause de la disparition de l'habitat et de l'extinction d'espèces dues au changement climatique, à l'urbanisation, aux modifications de l'utilisation des terres, aux dégâts causés à l'environnement et à la surpêche (8).

1.2 Sécurité alimentaire

Un apport alimentaire équilibré et qualitatif et en quantité adéquate constitue un facteur décisif pour la santé humaine, mais dépend en grande partie de qualités environnementales (8,83). L'effondrement de la biodiversité met en péril des fonctions essentielles dans les écosystèmes cultivés comme la pollinisation, la régulation des bioagresseurs, ou l'entretien de la fertilité des sols (84). L'importance de la biodiversité dans la sécurité alimentaire se situe à trois niveaux :

a. La biodiversité des sols

Les micro-organismes sont extrêmement abondants dans les sols, au niveau planétaire ils arrivent en deuxième position en termes de biomasse après les végétaux et représentent le microbiome le plus diversifié (85). La structure du sol et la décomposition de matières organiques sont influencées par les activités des bactéries, des champignons et de la macrofaune comme les vers de terre. De la richesse en micro-organismes, dépend la disponibilité des nutriments, issus de la décomposition, pour la croissance des cultures (86). La dégradation des sols entraîne une réduction de la productivité agricole sur 23% de la surface terrestre, ce qui met en péril la sécurité alimentaire mondiale (32).

La biodiversité des sols joue un rôle important dans la séquestration du carbone et l'atténuation du changement climatique qui impacte aussi la sécurité alimentaire. Le réservoir de carbone du sol est constitué par le biote du sol ainsi que par la quantité de matière organique accumulée sous forme d'humus notamment (87). D'ailleurs cette fonctionnalité a été prise en compte dans la stratégie nationale bas-carbone (SNBC) établie par la France afin de réabsorber du CO₂ atmosphérique (88).

La lutte biologique contre les ravageurs est facilitée dans un écosystème diversifié grâce à un système de régulation ascendant et descendant en équilibre. La diversité des sols favorise la diversité des cultures, qui à son tour, va créer un milieu propice pour des prédateurs naturels contre les ravageurs. À l'inverse une biodiversité des sols altérée va impacter la structure des communautés, ainsi que les interactions internes du réseau trophique, ce qui aura des effets délétères sur les propriétés d'autorégulation de l'écosystème et favoriser les ravageurs. Dans un milieu diversifié, les différentes espèces couvrent toutes les niches écologiques et utilisent les ressources de manière optimale. C'est cet équilibre qui empêche le développement de ravageurs et d'espèces envahissantes (87).

b. La biodiversité des pollinisateurs

Selon le rapport spécifique de l'IPBES sur l'évaluation des pollinisateurs, de la pollinisation et de la production animale, la production, le rendement et la qualité de

plus de trois quarts des principales sortes de cultures vivrières mondiales, qui occupent 33 à 35 % de l'ensemble des terres agricoles, bénéficient de la pollinisation animale (89). Le déclin des pollinisateurs serait susceptible de diminuer la consommation en fruits, légumes, noix et graines dans les régimes alimentaires, et par là-même favoriser des carences en vitamine A et folate notamment (83). A terme, cela pourrait accroître sensiblement la charge de morbidité due à des maladies non transmissibles, en lien avec une moindre consommation en végétaux et des carences en micronutriments (90).

Une méta analyse a pu mettre en évidence le lien entre simplification du paysage, diminution de la diversité en pollinisateurs et diminution de la production végétale par l'intermédiaire de la pollinisation (91). Les rendements sont plus élevés dans les champs hébergeant des communautés de pollinisateurs plus diversifiées. Une telle communauté est plus susceptible d'assurer une pollinisation stable et adéquate en raison des préférences alimentaires, des comportements de recherche de nourriture et des schémas d'activité variés des espèces de pollinisateurs (89).

c. La biodiversité des cultures

La biodiversité cultivée s'est elle aussi considérablement appauvrie. Sur environ 6000 espèces végétales ayant été cultivées par l'humanité, seules neuf assurent aujourd'hui les deux tiers de la production mondiale (canne à sucre, blé, maïs, riz, pomme de terre, soja, noix de palme, betterave sucrière et manioc). Ces variétés généralement génétiquement très homogènes et adaptées aux pratiques de l'agriculture industrielle (irrigation, engrais minéraux, pesticides) diminuent la résilience du système agricole face aux changements climatiques, à l'arrivée potentielle de ravageurs ou d'agents pathogènes (84,92). Maintenir la diversité des cultures végétales ainsi que celle des espèces animales élevées revient à entretenir une bibliothèque génétique à disposition des générations futures. Préserver la biodiversité permet de préserver les informations contenues dans les gènes et les espèces et de maintenir la probabilité de nouvelles découvertes (79).

1.3 Approvisionnement en eau potable

Les milieux humides et les écosystèmes riverains agissent comme des zones tampons permettant la rétention de l'azote, du phosphore, de matières en suspension et de micropolluants organiques. Ils servent de barrières physiques en bloquant les particules et sont le siège de réactions biochimiques permettant la dégradation de certains polluants (93). Ces capacités d'épuration de l'eau dépendent de la diversité des végétaux et de leur morphologie notamment, qui vont ralentir les vitesses d'écoulement dans le système et favoriser son infiltration. La végétation, les micro-organismes et les sols éliminent les polluants des écoulements en surface et des eaux souterraines en piégeant physiquement l'eau et les sédiments, en adhérant aux contaminants, en transformant biochimiquement les nutriments et les contaminants, en absorbant l'eau et les nutriments de la zone racinaire, en stabilisant les berges érodées et en diluant l'eau contaminée (94)

C'est un service essentiel qui permet d'alléger les coûts de traitement et d'épuration des eaux en station. La valeur de remplacement, c'est-à-dire le coût de la mise en place d'un système artificiel équivalent en cas de dégradation des zones humides, est estimée de 2,4 à 3,2 millions d'euros par an sur le territoire français, et uniquement pour la gestion de la teneur en nitrate dans l'eau (93).

Le service d'épuration de l'eau par les milieux naturels est suffisamment efficace pour que l'on puisse envisager la mise en place de zones humides aménagées sur des effluents hospitaliers dans le but d'éliminer divers produits pharmaceutiques, avec des résultats probants (95).

La biodiversité sert à évaluer la qualité de l'eau. Un indicateur indirect de la bonne qualité d'une eau est notamment la diversité et l'abondance des organismes vivants qui s'y trouvent, et qui dépend de la sensibilité de chacun aux substances (96).

2. La réduction des dommages causés par des facteurs de stress environnementaux

2.1 Réduire l'exposition à la pollution atmosphérique et sonore

La pollution atmosphérique constitue le principal facteur de risque environnemental de maladie non transmissible au niveau mondial (97). Il existe différents types de polluants : matières particulaires (PN10, PM2.5), monoxyde de carbone (CO), dioxyde de soufre (SO2), dioxyde d'azote (NO2), ozone (O3) issus de différentes sources.

Polluant	Symbole ou abréviation	Sources
Composés organiques volatiles (benzène...)	COV	Présents dans l'air intérieur ou en milieu urbain en raison de la combustion du bois, des gaz d'échappement automobiles, de l'utilisation de solvants...
Dioxyde d'azote	NO2	Transport routier, centrales thermiques, installations de chauffage, usines d'incinération, cuisinières à gaz...
Dioxyde de soufre	SO2	Centrales thermiques, installations de chauffage, grosses installations industrielles, les opérations de raffinage et de fusion
Métaux lourds (cadmium, mercure...)	-	Incinération des déchets, métallurgie de l'acier, combustion de produit fossile
Monoxyde de carbone	CO	Activités industrielles, combustion des carburants, métallurgie
Ozone	O3	Formation majoritairement en milieu urbain, au contact de certains polluants et sous l'action de la chaleur et des rayons UV ou de rayon laser, d'une haute tension électrique, ou de décharges électrostatiques
Particules fines (<2,5 µm)	PM2,5	Combustion industrielle, installations de chauffage, incinérateurs, moteurs, éruptions volcaniques, vents de sable
Particules fines (<10 µm)	PM10	

Figure 8 : Les principaux polluants atmosphériques d'origine anthropique et leurs sources

(98)

Une mauvaise qualité de l'air participe à la morbidité et à la mortalité humaines en affectant les systèmes cardiovasculaires et respiratoires essentiellement. En France, les organismes de santé publique estiment que chaque année 40000 décès seraient attribuables à l'exposition aux particules fines (PM2.5), ce qui représente 7% de la mortalité totale annuelle pour les personnes âgées de 30 ans et plus (99).

La biodiversité des plantes joue un rôle important dans la régulation de la qualité de l'air, notamment en milieu urbain. La végétation par ses caractéristiques structurelles et sa diversité fonctionnelle, permet une réduction des niveaux de pollutions (100,101) :

- Les plantes sont capables de capter certains polluants gazeux par absorption grâce aux stomates des feuilles. Les stomates sont de petits pores à la surface inférieure des feuilles qui permettent les échanges gazeux O₂/CO₂ lors de la photosynthèse et de la respiration végétale. Par cette voie les plantes peuvent participer au piégeage et à la dégradation de certains polluants gazeux tel que l'ozone ou le dioxyde d'azote. Cette capacité va dépendre des polluants, des espèces de végétaux et de leur densité foliaire (102).
- La cuticule est une structure lipidique à la surface des feuilles qui permet l'adsorption des composés organiques volatils (COV) liposolubles. Une partie de ces COV pénétrera dans la feuille ce qui limitera leur dispersion (102).
- Le vent associé à la végétation va être à l'origine d'un phénomène de captation de la pollution particulaire. Par sédimentation gravitationnelle ou électricité statique, les particules fines vont se déposer sur les surfaces foliaires en fonction notamment de la rugosité de la surface, de la présence de poils ou de matières adhérentes. Ces mécanismes vont permettre une vitesse de dépôt des particules beaucoup plus rapide que sur les autres surfaces urbaines. En grande partie ces particules vont ensuite s'agglutiner et être éliminées vers le sol par le vent ou rincées par la pluie (102).
- Les murs végétaux, disposés à proximité des sources de pollution, réduisent la vitesse du vent et filtrent les structures turbulentes ce qui a pour effet d'altérer la répartition des concentrations de polluants et de créer des zones abritées en aval au détriment des zones en amont. Par exemple, La cime des arbres empêche la pollution de la haute atmosphère d'atteindre le niveau du sol, mais à l'inverse peut aussi empêcher la dispersion de certains polluants, par effet « chappe de plomb » si les arbres sont disposés aux pourtours d'axes routiers (102).

- Certaines espèces végétales sont émettrices de composés organiques volatils dits biogéniques (COVB), précurseurs de l'ozone (O₃). Elle peuvent donc à la fois absorber de l'ozone, et générer un de ces précurseurs, selon un bilan variable, mais le plus souvent négatif (moins de concentration en ozone) (102).

L'ensemble de ces caractéristiques citées permettant l'amélioration de la qualité de l'air, sont portées par différentes espèces végétales. Les feuillus avec de grandes surfaces folliculaires absorberont mieux l'ozone et le dioxyde d'azote, alors que les épines de conifères avec une cuticule épaisse piègeront mieux les COV, par exemple. Et chaque espèce va réagir de manière différente à l'absorption de polluants, ce qui va impacter sa fonction (101).

Une plus grande diversité de végétaux sera donc plus à même de lutter contre un cocktail de polluants différents.

Malgré l'impact de la qualité de l'air sur la santé, peu d'études ont exploré l'impact sanitaire de l'élimination des polluants par les arbres (103). Au Royaume-Uni, il a été estimé que les zones boisées réduisaient de 5 à 7 décès, le nombre de morts par an et évitaient 4 à 6 hospitalisations grâce à la réduction du dioxyde de soufre et des particules en suspension de moins de 10 microns (PM₁₀) (104). À Londres, il a été estimé qu'un taux de couvert végétal de 25 % offert par les arbres éliminait 90,4 tonnes de pollution par PM₁₀ par an, ce qui correspondrait à une baisse de mortalité de 2 décès et 2 hospitalisations en moins par an (105).

Globalement la présence de végétation en milieu urbain a un impact favorable sur la qualité de l'air, particulièrement mesurable sur place ou à proximité des zones fortement végétalisées. Néanmoins sa capacité à purifier efficacement l'air par rapport aux niveaux de pollution atmosphérique en milieu urbain reste limitée. Cela confirme l'importance, du point de vue des politiques publiques, de concentrer la plus grande partie des efforts sur la réduction à la source des polluants, notamment ceux liés aux transports (39).

Selon l’OMS, La pollution sonore constitue, parmi les facteurs de risque environnementaux, la deuxième cause de morbidité en Europe. Elle est caractérisée par différents bruits qui se propagent en vibration dans l’air et auront plus ou moins d’effets nocifs en fonction de leurs durées, leurs intensités, leurs origines, mais aussi selon les perceptions individuelles. Trois types d’impact sanitaire du bruit sont distingués : les effets auditifs, les effets extra-auditifs objectifs (perturbation du sommeil, système endocrinien, cardiovasculaire, ...), et les effets extra-auditifs subjectifs (gêne, effets sur les attitudes et le comportement social). En France il est estimé que 40 % des habitants des agglomérations de plus de 250000 habitants subissent un niveau sonore de jour supérieur à 60dB en lien avec le trafic routier (106).

Les plantes et les arbres peuvent atténuer la pollution sonore grâce à l’absorption, la déviation, la réflexion et la réfraction des ondes sonores (107). Leur mise en place en obstacle entre habitations et source de pollution sonore importante a un impact positif sur le ressenti et l’ambiance sonore, notamment par effet d’éloignement (39). Les troncs et la structure du sol paraissent être des facteurs importants pour la réduction du bruit d’une ceinture arborée. Une telle ceinture de 15 m de large rivaliserait avec un mur antibruit de 1 à 2 m de haut, le long d’un axe routier (108).

2.2 Réduire l’exposition aux chaleurs extrêmes

Sur le plan mondial, la mortalité des personnes âgées de plus de 65 ans liée aux vagues de chaleur a augmenté de plus de 54% entre 2000 et 2018 (109). L’adaptation à l’augmentation des températures due au changement climatique est une priorité de santé publique (110). Plusieurs études épidémiologiques ont montré une augmentation rapide de décès et de recours aux soins d’urgences lors d’épisodes de vagues de chaleur (111). Les populations vivant en zone urbaine sont particulièrement exposées au phénomène d’îlot de chaleur : microclimat résultant de la concentration d’activités humaines associées aux propriétés physiques même de la ville. Parmi les caractéristiques favorisant ces îlots de chaleur urbain, ont été retenues la proportion de surface artificialisée et non végétalisée et la superficie de surface non arborée (111).

La végétation urbaine fait partie des solutions afin d'améliorer le confort thermique des villes (112,113), grâce à plusieurs mécanismes (107,114) :

- *Mécanisme d'ombrage / Effet albédo* : la canopée et la constitution du feuillage des arbres permettent la création de zones ombragées qui améliore directement le ressenti thermique et diminue la température mesurée. L'effet albédo est la capacité du feuillage à réfléchir une partie de l'énergie solaire vers l'atmosphère. Les surfaces végétales ont la capacité de réfléchir sans emmagasiner une partie des rayons lumineux, contrairement aux mobiliers urbains et aux surfaces minéralisées qui auront tendance à restituer l'énergie emmagasinée sous forme de chaleur, notamment la nuit (115)
- *Mécanisme d'évapotranspiration* : L'eau est extraite du sol par les racines de l'arbre et acheminée jusqu'aux feuilles grâce à l'énergie solaire et la photosynthèse comme moteur. Puis se déroule le phénomène de transpiration végétale par les stomates des feuilles en fonction de l'humidité de l'air, des besoins de la plante et surtout de la disponibilité en eau dans les sols. L'arbre par sa consommation d'eau se comporte comme un climatiseur de l'espace urbain puisqu'il évapore et rafraîchit l'air ambiant grâce à l'évapotranspiration (116). Ce phénomène a une influence importante sur le confort thermique : un chêne peut rejeter jusqu'à 1000 L d'eau par jour (117).
- *Captation de CO₂* : le mécanisme de photosynthèse des végétaux permet de capter du CO₂ dans l'atmosphère. Une partie sera de nouveau libérée dans l'air par la respiration végétale, mais la majeure partie sera stockée au long cours sous forme de matière organique, et jouera un rôle dans le service de régulation climatique (107).

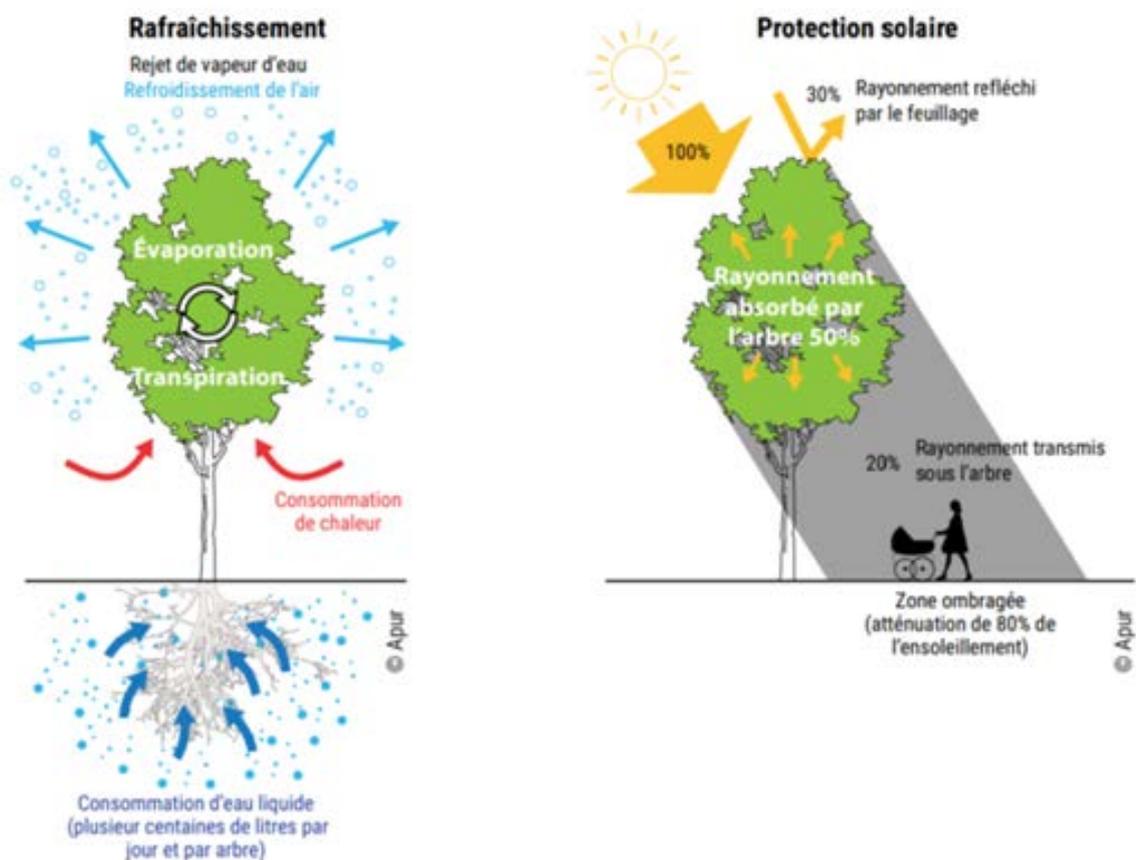


Figure 9 : L'arbre un outil efficace contre les îlots de chaleur extrême. Source : Santé et biodiversité : analyse des enjeux pour une approche intégrée en Ile de France (39)

Les propriétés d'ombrage peuvent influencer les effets sur la santé d'autres expositions nocives, tels que les cancers cutanés comme les mélanomes dus à une exposition excessive aux rayons ultraviolets (UV).

L'abondance de la végétation, ses caractéristiques structurales, la composition d'espèces, et leur diversités fonctionnelles, vont toutes influencer ces caractéristiques et par là affecter l'étendue du refroidissement fourni.

La plupart de ces contributions dépendent du stress hydrique subi par les végétaux. Par exemple, il ne peut y avoir d'évapotranspiration sans présence d'eau dans les sols où s'implantent les végétaux (116). Dans ce contexte la biodiversité des sols est importante, car elle favorise la rétention et l'infiltration de l'eau grâce au travail de la macrofaune. Pour bénéficier des services de régulation thermique des espèces

végétales, il convient de limiter l'artificialisation des sols en milieu urbain afin de maintenir un écosystème en équilibre. De plus, cet aménagement régule les écoulements hydriques et limite les risques d'inondation (113,118).

B. Restauration des capacités

Selon les hypothèses de psychologie évolutive, l'origine évolutive des comportements serait à rechercher dans les adaptations psychologiques conçues pour résoudre les problèmes rencontrés par nos lointains ancêtres, qui vivaient essentiellement dans des environnements naturels (119). Elles suggèrent que ces adaptations leur auraient donné des avantages sélectifs au cours de l'évolution, qui expliqueraient en partie certaines réponses émotionnelles innées actuelles des humains (19).

Illustration de la psychologie évolutive avec deux hypothèses :

- L'hypothèse de la biophobie : certains éléments de la biodiversité susciteraient une peur démesurée innée, ne découlant pas d'une expérience personnelle, mais en raison de leur association historique avec le danger. L'exemple le plus parlant est celui de la peur des serpents (120).
- L'hypothèse de la biophilie : tendance biologique à une attention innée portée à des éléments naturels comme la lumière, le vent, les odeurs, les paysages, en lien avec la co-évolution de l'espèce humaine avec ces éléments (121).

Un nombre croissant d'études scientifiques apportent des preuves en faveur des bienfaits pour la santé liés à l'exposition à la nature, que ce soit à travers les espaces verts ou les environnements aquatiques (122,123).

Mais peu parviennent à déterminer les mécanismes de causalité précis, et s'intéressent à la qualité des environnements considérés (124).

C'est dans la restauration des capacités d'adaptation, mises à mal par les exigences de la vie quotidienne, que nous retrouvons les liens les plus forts entre biodiversité et santé mentale.

Par restauration des capacités d'adaptation, il faut entendre la récupération des ressources physiologiques : capacité à mobiliser son énergie envers une demande spécifique ; et des ressources psychologiques : capacités à se concentrer pour se focaliser sur une tâche particulière.

Cette compétence est facilitée dans certains environnements dits « réparateurs » qui présentent des caractéristiques particulières. Ce concept est sous-tendu par **deux théories de psychologie environnementale** (125) :

- La théorie de réduction du stress : Elle repose sur l'amélioration de l'état affectif d'un individu à partir de son environnement immédiat. En effet, la vue ou la fréquentation des espaces naturels favoriseraient les émotions positives bloquant les pensées négatives et les ruminations mentales (39). Certaines caractéristiques du milieu favorisent cette récupération. Parmi ces qualités visuelles essentielles figurent : la présence d'un point focal qui permet de diriger l'attention, une surface au sol propice au mouvement, la présence d'eau et d'une perspective déviée, l'absence de menace et une complexité évaluée comme modérée à élevée du milieu. Ces niveaux de complexité équivalent au niveau biodiversité du milieu (125). D'ailleurs des études empiriques ont pu mettre en lien une réduction du stress physiologique avec une plus grande richesse en espèces végétales (126); ou avec une plus grande diversité en espèces d'oiseaux représentés par leur chant (127).
- La théorie de restauration de l'attention : La vue d'environnement naturel permettrait de créer des pauses dans notre attention dirigée, qui soutient notre concentration lors d'une tâche à réaliser, et favoriserait au contraire l'attention involontaire, sans effort, permettant ainsi le repos du mécanisme neurocognitif dont dépend la concentration (39). Selon cette théorie, la restauration de l'attention nécessite le ressenti de 4 expériences facilitées par l'environnement naturel qui sont, la fascination : amène une observation

émotionnelle sans effort cognitif, la cohérence : portée par une étendue avec cohérence paysagère par exemple, la compatibilité : permet de mener ses activités selon les envies de chacun, et la sensation de dépaysement (128). Une association significative et positive entre le niveau de biodiversité évalué de manière objective et ces quatre qualités expérientielles d'un environnement restaurateur a été trouvée (129). Cette théorie a été aussi validée empiriquement avec notamment cette étude au Royaume Uni qui a pu montrer que les milieux côtiers avec une plus grande biodiversité étaient perçus comme plus propice à la restauration de l'attention par les participants (125,130).

C. Renforcement des capacités

Contrairement au domaine précédent, cette section fait référence au renforcement des capacités pour répondre aux demandes de la vie quotidienne, plutôt que de restaurer des ressources épuisées (21) :

1. Encourager l'activité physique

La sédentarité représente l'un des principaux facteurs de risque de mortalité liée aux maladies non transmissibles. Les personnes ayant une activité physique insuffisante ont un risque de décès majoré de 20 % à 30 % par rapport à celles qui sont suffisamment actives » selon l'OMS (131). L'environnement physique est un déterminant important de l'activité physique. Les espaces naturels peuvent participer à la transformation des comportements individuels et favoriser la pratique sportive, mais aussi les déplacements actifs comme la marche ou le vélo. La marchabilité d'un territoire, c'est-à-dire sa capacité à susciter la marche, va dépendre de plusieurs facteurs, de sécurité dans un premier temps, mais aussi d'agréabilité avec l'aménagement du paysage et la végétalisation des trottoirs, et de condition d'accès à des destinations d'intérêt (132). L'OMS recommande que tout habitant devrait pouvoir accéder à des espaces verts publics d'au moins 0,5 à 1 hectare à une distance linéaire de 300 mètres (environ 5 minutes de marche) de son domicile (39).

Enfin, des études suggèrent que l'activité pratiquée dans des espaces naturels diversifiés produit plus de bénéfices psychologiques et physiologiques que l'activité physique dans d'autres contextes, comme la fréquentation d'une salle de sport (133,134). En effet, la pratique sportive en milieu naturel nécessite une adaptation continue à son environnement. Elle demande un engagement sensoriel, émotionnel, corporel et cognitif de l'individu avec son environnement (121). Le fait de faire de l'activité en milieu diversifié amènerait à maintenir cette routine dans le temps, contrairement à la fréquentation des salles de sport (133).

Un développement urbain selon ces critères serait un bel exemple de co-bénéfices santé-biodiversité.

2. Faciliter l'interaction, la cohésion sociale et promouvoir l'attachement, l'identité au lieu

L'être humain est une espèce sociale pour laquelle les interactions possibles avec ses congénères ont une place importante pour son bien-être. L'isolement social constitue un facteur de risque indépendant de mortalité toute cause, et est associé à un mauvais pronostic suite à des événements cardiovasculaires aigus tel que AVC ou infarctus (135,136). Les espaces naturels sont des lieux d'intérêt propices pour favoriser les échanges entre individus, de manière spontanée ou non, ou pour planifier des activités communes comme la randonnée ou le jardinage. La pratique d'activité récréative stimule le partage, la coopération et l'ouverture sociale, en plus de favoriser l'activité physique (137).

La richesse et la spécificité d'un espace naturel induit un sentiment de familiarité favorisant l'attachement au lieu, et le partage de connaissances communes entre ses habitants. La biodiversité spécifique permet le sentiment d'enracinement dans un territoire, composant du bien-être (138). Par exemple, l'apprentissage des dynamiques naturelles avec la saisonnalité auprès des enfants permet un éveil à la nature tout en mobilisant leur curiosité et leurs capacités cognitives à travers l'observation des végétaux et de la faune sauvage (39). Les enfants en contact avec la nature feraient preuve d'une meilleure santé physique, de moins de problèmes comportementaux, et de moins d'anxiété et dépression (139). Au contraire, une étude a pu mettre en

évidence de résultats moins bons à certains tests de santé mentale chez des adultes ayant eu moins de contacts avec la nature durant leur enfance. Ces résultats demandent à être confirmés mais impliqueraient de prendre des dispositions particulières dans les milieux scolaires pour combler ce déficit de nature (140).

Le temps passé dans un milieu naturel contribue au développement d'une identité environnementale et du sentiment d'interdépendance avec l'environnement, favorisant les comportements pro-environnementaux bénéfiques pour la biodiversité (83).

D. Causer des dommages

1. Risque de dommages à la suite du contact direct avec la faune et la flore.

Entretenir la biodiversité implique une plus grande probabilité de contacts directs avec la faune et la flore pouvant aboutir à des impacts négatifs sur la santé, tels que des blessures, intoxications causées par des rencontres avec des plantes vénéneuses, des champignons ou des baies, ou de grands mammifères prédateurs ou reptiles. Ces interactions dangereuses peuvent également causer des dommages mentaux ou émotionnels mettant à mal les voies de restauration et de renforcement des capacités vues précédemment. Il est difficile de faire la part des choses entre les contributions positives et négatives des contacts avec la faune sauvage, notamment dans les zones de conflits entre êtres humains et espèces sauvages. Néanmoins des désagréments sont évitables par l'éducation au contact des milieux naturels, notamment en s'attachant à la transmission des savoirs autochtones, fruit de l'expérience du vécu des communautés au contact de la biodiversité (141).

2. Exposition à des agents infectieux causant des maladies humaines

Malgré ce qui a pu être prédit au milieu du siècle précédent : c'est-à-dire une éradication des maladies infectieuses avec l'avènement des antibiotiques et des vaccins, nous constatons une augmentation d'incidence de certaines pathologies infectieuses depuis 50 ans. 75% de ces maladies infectieuses émergentes sont

imputables à des agents pathogènes partagés avec, et issus d'espèces animales (3). Il est bien établi scientifiquement que cette évolution est à mettre en lien avec l'augmentation des pressions anthropiques sur les milieux naturels (4).

L'érosion de la biodiversité fait partie des hypothèses explicatives. Paradoxalement il est mis en évidence une plus grande diversité en pathogènes dans les pays considérés comme riche en biodiversité ; mais on peut constater que la transmission de ces pathogènes augmente lorsqu'il y a une atteinte à la biodiversité dans certaines communautés écologiques. En d'autres termes, cette approche suggère que la biodiversité est une source de diversité en pathogènes mais que la biodiversité menacée est une source d'épidémie (19).

La complexité des sciences du vivant, impliquant La prise en compte des multiples paramètres possibles pouvant impacter le triptyque pathogène – hôte – environnement, rend difficile l'établissement de mécanismes causaux à l'origine des relations entre biodiversité et maladies infectieuses (39).

L'hypothèse de l'effet dilution est un de ces mécanismes explicatifs. Elle suppose une capacité de transmission d'un pathogène différent selon l'hôte infecté, et donc l'existence d'espèces « cul de sac » qui empêcheraient le pathogène de se propager. Un milieu naturel en équilibre et diversifié aurait une plus grande probabilité d'héberger des espèces dites incompetentes pour un pathogène donné (142).

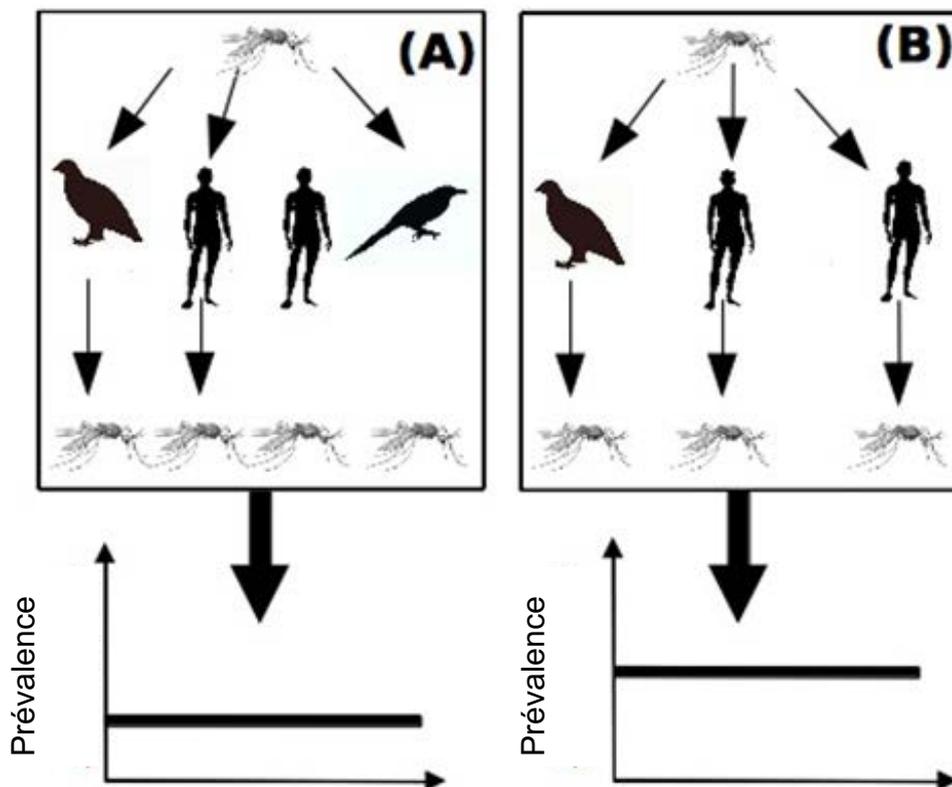


Figure 10 : Mécanisme de l'effet de dilution. (A) Lorsqu'un moustique peut se nourrir sur une espèce incapable de transmettre la maladie, un certain nombre de ses piqûres sont « perdues » pour la transmission de l'infection. (B) Si cette espèce dite non compétente est absente, les piqûres précédemment perdues seront détournées sur des espèces capables de transmettre la maladie, augmentant en conséquence la proportion de moustiques infectés et donc le nombre de cas humains. (figure issue de l'article : de R18 : Biodiversité et maladies infectieuses, B. Roche et A. Teyssède (142))

Cette hypothèse semble particulièrement puissante dans les systèmes à un seul vecteur (exemple : maladie de Lyme) mais reste difficilement généralisable à l'ensemble des zoonoses(143).

Une autre hypothèse suppose qu'une diversité d'organismes libres conduit à une diversité d'agents pathogènes et que la diversité des agents pathogènes soit en elle-même un facteur de risque d'émergence zoonotique (19).

Mais l'évolution actuelle des connaissances aurait tendance à mettre en avant le fait que : plus que la diversité générale en hôtes, ce serait la diversité en hôtes zoonotiques

qui aurait une plus forte incidence sur le risque d'émergence de maladies infectieuses. C'est-à-dire que certains groupes d'espèces, notamment les chauve-souris, rongeurs et le bétail, auraient une plus grande tendance à être des réservoirs d'agents zoonotiques par rapport à d'autres (144).

Un consensus existe au sein de la communauté des sciences de la biodiversité sur le fait que les déterminants majeurs de l'érosion de la biodiversité, et surtout le changement d'usage des terres contribuent à l'accroissement des risques zoonotiques (145).

En effet, il a été mis en évidence que, dans un écosystème dégradé, par rapport à un milieu préservé, la proportion d'espèces connues pour être des réservoirs à pathogènes zoonotiques était plus importante en diversité et en abondance. Dans ces communautés écologiques altérées, les espèces de grande taille avec des cycles de vie plus longs seront plus susceptibles de disparaître par rapport à des espèces plus petites avec des capacités de renouvellement générationnels plus rapides. On retrouve ici notamment des espèces plus généralistes, moins spécifiques à certains écosystèmes, qui présentent des capacités d'adaptation plus importantes aux pressions anthropiques (144).

L'exemple de la diffusion de la maladie de Lyme en est une belle illustration (à partir de la thèse de Science André Adrien : caractéristiques biologiques d'un micromammifère en expansion : la souris à pattes blanches) (146) :

En Amérique du Nord, la bactérie *Borrelia burgdorferi*, pathogène de la maladie de Lyme, est transmise par l'espèce de tique : *Ixode scapularis* à la suite d'une contamination sur l'hôte le plus compétent du territoire : la souris à pattes blanches. Pour des raisons aussi bien physiologique que comportementale, ce micromammifère présente des caractéristiques idéales expliquant cette compétence : une grande mobilité favorisant un nombre élevé de tiques attachées, avec une inefficacité à les enlever, une infection par la bactérie qui dure dans le temps avec une tolérance immunitaire qui permet à l'animal d'être peu affecté par la maladie. L'ensemble de ces caractéristiques font que les souris à pattes blanches seraient capables d'infecter 90 % des tiques se nourrissant sur elles.

Or c'est une espèce dite de lisière de forêt, c'est-à-dire qu'elle se développera préférentiellement sur des territoires boisés, fragmentés, notamment après des actions de déforestation où elle prendra la place d'autres espèces plus spécifiques mais moins infectées par la bactérie. Et il a été prouvé, que les états américains avec la plus forte diversité en micromammifères étaient aussi ceux avec la prévalence de la maladie de Lyme la plus faible. D'autres éléments naturels peuvent interagir avec la prévalence de la maladie de Lyme. Par exemple, il a été démontré que la pression de prédation, notamment des grands prédateurs comme le renard roux, impactait le comportement et l'abondance des rongeurs et finalement jouait un rôle dans le taux d'infection par la bactérie *Borrelia* des rongeurs (147).

Autre exemple, les tiques transmetteurs de la bactérie *Borrelia* ont une préférence pour leur repas sanguin sur les cerfs, ce qui induit qu'une plus grande abondance en cerfs (non compétents au *borrelia*) peut amener une plus grande abondance en tiques qui peut minimiser l'effet dilution précédemment expliqué (148).

Cet exemple confirme la complexité des interactions au sein du vivant et l'importance de maintenir l'ensemble des éléments de la chaîne trophique, dont les prédateurs, ainsi que l'importance de maintenir un écosystème à l'équilibre et d'intégrer les comportements humains dans la compréhension des mécanismes de diffusion des maladies infectieuses.

3. Lien avec les pathologies non transmissibles

De nombreux pays dans le monde connaissent une forte augmentation de l'incidence des troubles inflammatoires chroniques tels que l'allergie, les maladies auto-immunes et les maladies inflammatoires de l'intestin. Il existe une grande disparité géographique de ces pathologies que l'on retrouve préférentiellement dans les pays développés, avec un gradient positif à l'intérieur même des pays entre les milieux ruraux et urbains, et que l'on voit de plus en plus apparaître dans les économies émergentes et en voie d'urbanisation (76).

Par exemple, la prévalence de l'asthme a doublé en moins de 50 ans dans les pays développés (121), et on estime en France que : 25 à 30 % de la population générale

présente une maladie allergique, plus de 20% de la population est concernée par des allergies aux pollens (pollinoses) et 9% par l'asthme (39).

L'allergie correspond à un dérèglement du système immunitaire entraînant une perte de tolérance vis-à-vis de certaines substances a priori inoffensives. Elle nécessite une prédisposition génétique associée à une exposition à la substance allergène (149). Il est actuellement admis que l'augmentation de prévalence constatée se fait sur un rythme beaucoup trop rapide pour être expliquée par un changement de notre constitution génétique. Mais l'on sait que l'expression de nos gènes peut être modifiée par l'environnement, via des mécanismes épigénétiques (150).

Un des schémas explicatifs repose sur l'hypothèse de la biodiversité qui prédit qu'une modification des expositions à différents microbes, associée à une évolution des régimes alimentaires, sont des facteurs de risque pour la santé humaine en contribuant à une diminution de l'immunorégulation et à une augmentation de l'incidence des troubles qui en résultent (76).

Cette hypothèse repose sur les interactions avec 2 catégories d'organisme :

- Les « vieux amis » : un ensemble de micro-organismes (mycobactéries saprophytes, helminthes, lactobacilles,...) avec lesquels l'espèce humaine aurait co-évolué tout au long de son existence, et dont un phénomène de tolérance aurait amené, par un processus évolutif, la mise en place des mécanismes immunorégulateurs, notamment via une augmentation de l'activité des cellules T reg (151).
- Le microbiote : représenté par l'ensemble des organismes microbiens qui vivent dans et sur le corps humain, soutiennent de nombreuses fonctions vitales et constituent un déterminant clé de santé. Il est désormais bien établi que le microbiote joue un rôle important dans la régulation de notre système immunitaire, permet la digestion et la nutrition, soutient la défense contre les pathogènes ainsi qu'un certain nombre de processus physiologiques, métaboliques et immunologiques (152)

Notre microbiote se constitue au moment de la naissance lors du passage par les voies naturelles lors d'un accouchement voie basse, puis surtout au contact de son entourage familial et de son environnement, soutenus par l'alimentation (152). Un déséquilibre de ce microbiote appelé dysbiose est associé à de multiples pathologies : des troubles inflammatoires tels que l'asthme, des pathologies auto-immunes, les maladies inflammatoires de l'intestin, les maladies cardiovasculaires et l'obésité, certains cancers, des troubles neurologiques, ainsi que des troubles psychiatriques telle que la dépression.

Les modes de vie des pays industrialisés impactent ces interactions. Les facteurs contribuant à ces modifications de l'écosystème microbien intestinal sont notamment l'industrialisation, l'urbanisation, l'utilisation excessive d'antibiotiques et de produits chimiques bactéricides, les changements de régime alimentaire, les pratiques d'accouchement et de néonatalogie et une exposition réduite/limitée à la diversité microbienne dans l'environnement au sens large au début de la vie (76).

L'idée autour de cette théorie de la biodiversité n'est pas de plébisciter le retour à d'anciennes infections mais de réfléchir à comment compenser la perte de ces anciennes infections et l'appauvrissement de nos microbiotes en optimisant l'exposition aux environnements naturels restaurés et biodiversifiés (76).

V. Résultats du questionnaire

Afin d'évaluer la qualité du livret d'informations produit, il a été associé à un questionnaire de satisfaction, composé de questions fermées à choix multiples. Le but de ce questionnaire était d'interroger les médecins généralistes sur l'utilité et la pertinence du livret pour leur pratique.

Le questionnaire a été distribué par l'intermédiaire du Département de Médecine Générale de la Faculté Catholique de Lille à un panel de médecins généralistes des Hauts-de-France, mais aussi par l'intermédiaire de groupes de pairs sur les réseaux sociaux disséminés dans différentes régions de France.

Après 1 mois de diffusion et de relance, nous avons pu récolter 36 réponses complètes.

A. Descriptif démographique de la population

- 21 femmes, 14 hommes et 1 genre « Autre »
- L'âge majoritaire se situe entre 30 et 39 ans
- 15 personnes ont un milieu d'exercice semi-rural contre 12 en urbain et 9 en rural
- 27 des médecins généralistes, ayant répondu au questionnaire, sont en libéral (remplaçant ou installé), 3 sont salariés et 6 ont un mode d'exercice mixte
- Une grande partie des réponses proviennent des Hauts-de-France (36%) mais aussi d'autres régions : Auvergne-Rhône-Alpes (5,5%), Bretagne (11%), Ile-de-France (6%), Nouvelle-Aquitaine (3%), Occitanie (5,5%), Pays de la Loire (19%), et PACA (14%)
- Plus de 69,4% des médecins généralistes sont en cabinet de groupe
- Les médecins généralistes libéraux sont significativement plus présents par rapport aux activités mixtes et salariés ($p=0,012$).

B. Descriptif des résultats aux questions posées

Il a été décidé arbitrairement qu'une notation supérieure à 5/10 signifie « être préoccupé par les changements environnementaux globaux » : 94,4% des médecins généralistes, ayant répondu au questionnaire, se sentent préoccupés par les changements environnementaux.

Les médecins généralistes faisant partie d'une association en lien avec l'environnement (25% de l'échantillon) sont plus préoccupés par la cause environnementale que les autres ($p < 0,05$).

Nous avons pu mettre en évidence, de manière significative, que les médecins généralistes trouvant le livret utile (83,3%) pour la pratique de la médecine générale sont pour la plupart ceux (Annexe 3):

- Travaillant dans un cabinet libéral seul (13,9%, $p= 0,039$)
- Préoccupés par les changements environnementaux (94,4%, $p=0,021$)
- Engagés dans une association environnementale (25%, $p=0,028$)
- Pensant que le livret aura un impact sur leur pratique (66,6%, $p < 0,05$).

Nous avons pu constater que 66,6% des médecins généralistes nous disent que le livret aura un impact sur leur pratique, sans qu'il y ait de lien avec leur degré de préoccupation par rapport aux changements environnementaux ($p= 0,365$).

Parmi les différents conseils émis dans le livret :

- 86% des médecins généralistes seraient prêts à montrer l'exemple (éco-responsabilité du cabinet, réfléchir à l'impact environnemental de leurs prescriptions...)
- 75% des médecins généralistes seraient prêts à informer sur les liens entre santé humaine et biodiversité
- 50% des médecins généralistes seraient prêts à répondre aux défis sanitaires émergents (se former sur les zoonoses, s'organiser sur le territoire pour répondre aux crises sanitaires...)
- 33,3% des médecins généralistes seraient prêts à s'engager dans des groupes de travail pluridisciplinaire pour une approche « One Health ».

Concernant la satisfaction globale du livret, la moyenne est de 7,16/10 sur l'échantillon total des réponses. A noter que ceux qui sont le plus satisfaits sont ceux qui le trouvent le plus utile ($p < 0,05$).

DISCUSSION

I. Forces et limites

Parmi les forces de cette étude réside son originalité. A la connaissance de l'auteur, aucune étude n'a précédemment été réalisée dans le but de mettre en lien les enjeux de biodiversité avec la médecine générale, alors même que les liens entre santé humaine et biodiversité sont bien établis. Cette thèse fait appel à une vision holistique de la santé dans laquelle le Vivant est considéré au sens large. A travers d'autres travaux de thèse, la médecine générale a régulièrement été liée à la notion d'environnement par le prisme du dérèglement climatique ou celui plus large et systémique de la santé planétaire. Jamais il n'avait été tenté de trouver une place au médecin généraliste en tant que réparateur ou promoteur de la toile du vivant.

Le deuxième point majeur réside dans la qualité des sources. La plupart sont, ou sont issues, de revues de littérature, de méta-analyses, ou de rapports d'organismes scientifiques reconnus, et donc avec un niveau de preuve relativement haut.

La principale difficulté a résidé dans l'existence de nombreux liens corrélacionnels et peu de causalité directe établie entre santé humaine et biodiversité. Les sciences du Vivant nécessitent de prendre en compte l'ensemble des interactions au sein de la biodiversité que ce soit entre les individus, les espèces ou les écosystèmes, ce qui relève de la pensée systémique. Celle-ci fait référence à l'approche systémique qui considère les dynamiques d'interrelations complexes à l'intérieur et entre les systèmes, aboutissant à un tout supérieur à la somme de l'ensemble des parties constitutives (153). Chaque élément a alors de l'influence sur l'autre à travers une causalité dite circulaire, différente de la causalité linéaire, comme celle menant de l'étiologie aux symptômes, souvent retrouvée dans l'approche médicale scientifique (154). Les systèmes complexes ne peuvent pas être complètement, compris, contrôlés

ou prédits (153), il convient alors d'analyser les dynamiques en place afin de trouver un paramètre à influencer qui sera vecteur de changements (154).

La méthodologie choisie repose sur une revue narrative non systématisée, dans ce sens elle n'est pas reproductible et est soumise au biais du jugement de l'auteur. Une partie du thème d'étude, la biodiversité, n'était pas incluse dans la formation initiale universitaire de l'auteur, ce qui peut constituer un biais de formation qui a été minimisé en se référant au maximum à de la littérature d'experts à au niveau de preuve (155).

Afin d'évaluer la qualité de la revue narrative réalisée, le travail de recherche a été jugé grâce à la grille d'évaluation SANRA. Cette grille est composée de 6 items notés de 0 à 6, et a pour objectif de faire une analyse rapide de la qualité de recherche d'une revue narrative, dans le cadre d'un travail éditorial par exemple. Cette évaluation a été réalisée par Monsieur le directeur de thèse Docteur Desfontaines Jean François (Annexe 4) ce qui peut induire un biais de subjectivité. Néanmoins ce travail a été jugé bon avec une note de 12/12. Une remarque a été faite pour l'item 3 : « l'item 3 est à nuancer avec le manque de précision sur les critères d'inclusion des articles choisis, mais la méthode et les équations de recherche sont bien décrites, d'où mon évaluation de niveau 2 » (156).

Le cadre conceptuel utilisé afin de classer les résultats est issu d'un choix arbitraire de l'auteur. D'autres cadres auraient pu être possibles comme celui issu du rapport *Nature, biodiversité et santé : un panorama des interconnexions* de l'OMS (8). Le choix s'est porté comme tel, car à la connaissance de l'auteur c'était le seul cadre qui étudiait les voies de médiation entre biodiversité et santé humaine, en prenant soins de ne pas amalgamer les termes de biodiversité et nature à travers les études analysées, tout en prenant en compte les modes de relation (expérience et exposition) entre êtres humains et biodiversité (21).

II. Discussion sur les implications pratiques en médecine générale des résultats.

A. Concept de co-bénéfices

Les résultats obtenus touchent un nombre de domaines très large à l'image de la complexité des liens qui entremêle notre santé et notre bien-être à l'environnement naturel, la faune et la flore qui nous entourent. Les notions sont parfois assez éloignées du domaine médical, et il est tout à fait justifié de se poser la question de la place du médecin généraliste dans ce contexte. Comme vu plus haut, ces réflexions s'inscrivent pour la plupart dans une approche de prévention et de promotion de la santé, qui n'est pas l'approche majoritaire des consultations de médecine générale (157), encore plus dans le contexte actuel de problème de démographie médicale qui conforte la pratique de la médecine générale dans son rôle de soins de premier recours plus que dans son rôle préventif auprès de la population.

Le concept de co-bénéfices permet de faire le lien entre des domaines qui peuvent paraître éloignés au premier abord. Il se définit dans la pratique clinique comme « des choix quotidiens et changements clés que les patients peuvent faire dans leur propre vie qui conduisent simultanément à un bénéfice pour leur propre santé et pour celle de l'environnement » (158). Lorsque c'est possible, souligner les bienfaits directs des enjeux environnementaux sur certaines pathologies régulières de consultation, permet de rendre plus proches et plus concrètes pour les patients des problématiques qui paraissent souvent abstraites ou peu impactantes dans la vie de tous les jours. Par la suite, au niveau communautaire et sociétal, ces co-bénéfices peuvent servir de leviers pour contribuer à dépasser les différentes barrières au changement, notamment par la modulation des normes sociales (159).

B. Champs des co-bénéfices Biodiversité/Santé humaine

1. L'Alimentation

L'alimentation est au carrefour des enjeux de biodiversité et de santé humaine.

Il n'y a jamais eu autant de nourriture produite sur Terre qu'actuellement. Malgré cela, environ un milliard de personnes souffrent de la faim, et en même temps les régimes hypercaloriques et l'obésité font partie des principales comorbidités dans les pays développés.

Notre système agroalimentaire, dans sa manière de produire, rassemble les principaux facteurs d'érosion de la biodiversité. Sa non-durabilité impacte la capacité à se nourrir de manière qualitative et variée, normalement accessible grâce aux contributions de la nature aux personnes, ainsi que notre sécurité alimentaire et celle des générations futures.

Que consommer afin de préserver notre santé et celle des écosystèmes ? C'est à cette question qu'a répondu la commission Eat Lancet à travers l'élaboration d'un régime durable permettant une alimentation saine et adaptée en fonction des régions.

Leurs principales conclusions pour les pays développés reposent sur un doublement de la consommation d'aliments sains tels que fruits, légumes, légumineuses et noix, ainsi qu'une réduction de plus de 50% de la consommation d'aliments moins sains, tels que les sucres ajoutés et la viande rouge. Mais l'adaptation de régime doit s'accompagner d'un mode de production moins préjudiciable pour les milieux avec une limitation de l'utilisation d'intrants et de pesticides, associée à une amélioration de la biodiversité dans les systèmes agricoles (160).

L'agriculture biologique fait partie des solutions. Elle est en capacité de nourrir le monde à condition de compenser la relative perte de rendement par la récupération de terres arables dédiées à la nutrition animale pour la production végétale à destination humaine directement. Et par voie de conséquence : il est donc nécessaire de diminuer la part d'aliments d'origine animale dans les régimes (161).

Pour les patients : consommer des produits issus de l'agriculture biologique permet de limiter l'exposition aux pesticides. Ce qui est associé à une diminution des risques d'obésité, de diabète de type 2, de cancer du sein post-ménopausique et de lymphome (162). Les études épidémiologiques retrouvent une présomption forte de lien entre l'exposition aux pesticides de la mère au cours de la grossesse ou chez l'enfant et le risque de leucémies et de certains cancers du système nerveux central (163). Il existe une présomption forte de lien entre les professionnels au contact des 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 (163). Plébisciter la consommation de produits d'origine biologique permet le double bénéfice de gain de santé pour les consommateurs mais aussi pour les agriculteurs, grâce à un moindre contact avec des produits toxiques.

Pour la biodiversité, les avantages reposent sur des méthodes d'agriculture plus respectueuses du vivant avec effets positifs sur la qualité des sols, les pollinisateurs, indirectement le microbiote et les cascades positives qui en découlent.

L'agriculture biologique est un exemple de stratégie gagnant/gagnant parmi d'autres comme l'agroforesterie par exemple, pour adapter le système agricole.

Autre stratégie gagnant/gagnant pouvant faire l'objet de conseils au cours d'une consultation médicale : manger varié et local, en privilégiant le fait maison. Manger varié permet un apport nutritionnel adéquat, notamment vitaminique. S'approvisionner chez des producteurs locaux implique très souvent d'acheter des produits bruts, non transformés, à cuisiner. Le fait maison limite les déchets et réduit la pollution plastique. La réduction de la consommation de produits ultra transformés réduit le risque de maladies cardiovasculaires, inflammatoires et digestives, ainsi que l'exposition aux perturbateurs endocriniens (emballages, additifs, ...) (164,165).

Ramener de la diversité dans l'alimentation, en plus des apports nutritionnels, permet de promouvoir la diversité des cultures et travailler la résilience du système alimentaire.

S'approvisionner chez les producteurs locaux induit une juste rémunération des travailleurs et entretient la sécurité alimentaire du territoire. Selon Stéphane Linou, spécialiste en gestion des risques sur le territoire, notre système alimentaire est extrêmement vulnérable aux chaînes d'approvisionnement. En cas de problème, les grandes surfaces n'auraient en moyenne que trois jours de stock afin d'approvisionner un territoire et les pénuries alimentaires induites pourraient finir par mettre en péril la sécurité nationale (166). S'approvisionner au plus proche des producteurs locaux peut permettre de limiter l'urbanisme commercial, industriel et logistique qui multiplie les aménagements en périphérie des villes et représente l'une des principales causes d'artificialisation des sols sur le territoire français (167). Au niveau mondial, les petites exploitations (moins de 2 hectares) représentent 30% de la production végétale et 30% des apports caloriques mondiaux, alors qu'elles n'occupent qu'un quart des terres agricoles. Elles sont le plus souvent plus respectueuses de l'environnement et aident à conserver une riche agro biodiversité (32).

Végétaliser son alimentation et ralentir sa consommation de produits d'origine animale (viandes, poissons, œufs, produits laitiers) diminuent le risque cardiovasculaire, celui de cancer, de diabète et d'obésité indépendamment (160). Cela diminue aussi la part d'antibiorésistance issue de l'élevage, et a un impact sur les facteurs d'émergence de maladies infectieuses (168).

Même si certaines pratiques d'élevage permettent de maintenir des écosystèmes particuliers et font partie intégrante du milieu naturel (élevage extensif et pastoralisme), la production d'aliments d'origine animale a un effet négatif sur l'état de la biodiversité au niveau global. Diminuer cette production permettrait de :

- Limiter le changement d'usage des terres, la fragmentation des espaces naturels, essentiellement dus à la déforestation en lien avec l'extension agricole pour la production de cultures à destination des animaux. Tout compris, pour une calorie donnée, l'élevage utilise plus de surface qu'une culture végétale à destination humaine directe.

- Limiter les émissions de gaz à effet de serre : la consommation alimentaire représente le tiers des émissions de gaz à effet de serre (GES) au niveau mondial, et environ 60% provient de l'élevage terrestre (169).
- Limiter l'eutrophisation des milieux naturels en lien avec la fertilisation des sols et les fuites d'azote issues des élevages intensifs. L'exemple typique, en lien avec la santé humaine, est l'augmentation du phénomène des algues vertes sur les côtes bretonnes, conséquence en partie de l'élevage intensif et de l'utilisation d'intrants azotés sur les cultures. Au bout de 24 à 48 heures, ces algues en décomposition fermentent en produisant du sulfure d'hydrogène (H₂S), un gaz potentiellement mortel pour l'homme comme pour les animaux (170).

2. La mobilité active

D'un point de vue santé, favoriser la marche ou le vélo pour des déplacements courts (3 à 10 km) permet de maintenir une activité physique régulière, de lutter contre la sédentarité, et par là de réduire le risque cardiovasculaire, le risque de diabète et d'obésité, de cardiopathie ischémique et d'AVC, de dépression, de démence, de cancer du côlon et de cancer du sein (121).

Une utilisation moindre de la voiture permet une diminution de la pollution de l'air et une diminution de l'impact du transport sur les émissions de CO₂. Favoriser le vélo et le train pour les déplacements longs, permettrait, à grande échelle, de rendre en partie obsolète l'intérêt de construire de nouvelles infrastructures de transport routier à l'origine d'une part importante de l'artificialisation des sols en France.

Pour favoriser les déplacements en mobilité douce, il est nécessaire de réfléchir à l'aménagement du territoire. En France, le potentiel de développement du vélo est considérable : 60% des trajets domicile/travail de moins de 5 km sont effectués en voiture, contre 5% à vélo (171). Les principaux freins à ce report modal sont les perceptions des usagers du déplacement à vélo, vu comme non sécurisé, et avec une exposition accrue aux pollutions atmosphériques issues du trafic routier. Mais plusieurs études ont pu montrer que les bénéfices sur la santé individuelle résultant

de la pratique d'une activité physique l'emportaient sur les inconvénients liés à une surexposition probable aux polluants et aux risques d'accidents (121).

Selon une étude réalisée sur la ville de Stockholm, à l'échelle de la collectivité, il est rentable en termes de coûts économiques d'investir dans des infrastructures de mobilité douce. Les bénéfices récupérés sur la diminution des soins de santé chez les usagers, induits par l'augmentation de l'activité physique et la moindre exposition à la pollution résultant du report du trafic routier en faveur de mobilités douces, sont supérieurs aux coûts (121,172).

Afin de maximiser les bénéfices sur la santé, le développement de voies piétonnes et/ou cyclables pourrait se faire sous forme de voies naturelles à travers la ville. Les bienfaits psychiques du contact avec un environnement diversifié, s'associeraient aux bienfaits physiques précédemment cités. Ces voies auraient comme fonction supplémentaire de jouer le rôle de corridors écologiques. Plus connues sous le nom de trames vertes et bleues, leur but est de reconstituer un réseau qui favorise les déplacements nécessaires aux espèces animales et végétales afin de réaliser leur cycle de vie complet. Elles limitent la fragmentation des habitats naturels dans les milieux urbains et contribuent au maintien de la biodiversité et de tous ses bénéfices pour la population.

D'ici 2050, environ 75% de la population mondiale devrait vivre en milieu urbain. La mobilité active doit devenir la norme en ville. Favoriser des comportements dits écologiques comme l'achat de voiture électrique ne permet pas de remettre en question les causes profondes à l'origine de l'érosion du vivant actuel et de l'explosion de maladies chroniques. L'extraction minière de métaux lourds et de terres rares pour l'industrie des voitures électriques faisant partie des activités les plus impactantes pour la biodiversité. La voiture électrique peut être l'avenir de la voiture en termes d'émission de GES, mais pour maintenir des conditions de vie durable, elle ne doit pas être l'avenir de la mobilité, notamment en milieu citadin.

3. Exposition aux milieux naturels

Plébisciter les contacts avec les milieux diversifiés à tous les âges de la vie peut faire partie du bagage thérapeutique du médecin généraliste.

Comme cité plus haut, de nombreuses études démontrent les bienfaits pour la santé et le bien-être du contact avec des milieux naturels. La biodiversité facilite la régulation du stress et la restauration des capacités cognitives ; les milieux naturels incitent à l'activité sportive qui elle-même est encore plus bénéfique lorsqu'elle est réalisée dans des milieux naturels complexes.

Le contact avec la biodiversité chez les enfants stimule la motricité, la curiosité, l'autonomie et favorise la concentration. Chez l'adulte, l'exposition aux milieux naturels a pu montrer une diminution significative de l'incidence du diabète, de la mortalité toutes causes confondues et cardiovasculaire, notamment grâce à une diminution de la pression artérielle diastolique, de la fréquence cardiaque, et du cortisol salivaire identifié comme marqueur possible de stress physiologique (173). Il suffirait de 20 minutes d'interaction avec un milieu naturel pour diminuer le cortisol et l'amylase salivaire de manière significative (174).

Promouvoir le contact avec le milieu naturel, à travers ses bienfaits directs pour la santé et le bien-être, permet de souligner les interactions complexes entre les êtres humains et le vivant qui les entoure, de les inclure comme partie prenante à part entière des écosystèmes.

Dans une optique de promotion de la santé et de prévention des maladies chroniques, les prescriptions nature ont toute leur place. Définies comme la prescription d'une activité impliquant de passer du temps à l'extérieur dans le but de bénéficier à la santé générale et au sentiment de bien-être (121), les prescriptions vertes font partie de l'arsenal thérapeutique du médecin comme intervention simple et pratique, bénéficiant au patient et à l'environnement (175).

La prescription verte est l'outil concret pouvant être mise en place afin de souligner ces bienfaits. C'est une manière simple pour les médecins généralistes, d'inciter leurs

patients à passer plus de temps en milieu naturel. Les médecins bénéficient d'un degré de confiance important auprès de leurs patients (18), rédiger les prescriptions nature, en plus d'en améliorer leur efficacité, souligne leur scientificité.

Le philosophe du vivant Baptiste Morizot tente une explication de l'érosion de la biodiversité actuelle. Il met en avant la crise de sensibilité de notre mode de société occidentale actuelle défini comme « *un appauvrissement de ce que pouvons sentir, percevoir, comprendre et tisser à l'égard du vivant. Une réduction de la gamme d'affects, de percepts, de concepts et de pratiques nous reliant à lui* ». Ce qui nous amène à considérer la biosphère comme un « *décor* », comme « *une réserve de ressources à disposition* » alors même que nous sommes des « *vivants parmi les vivants. Certes originaux par nos facultés mentales et techniques. Mais original, qui ne l'est pas sur cette terre, quand les abeilles sauvages savent danser des cartes et faire revenir le printemps ?* » (176,177).

La santé pourrait être un prétexte utile pour replacer l'être humain au sein des espaces naturels et travailler sa sensibilité à la biodiversité qui l'entoure. D'autant plus que les gains pour les capacités de restauration sont plus marqués lorsque l'activité est à l'origine d'une interaction intentionnelle avec la biodiversité (exemple : observer les oiseaux) que lorsqu'elle est accessoire (exemple : lire un livre dans un parc) (126).

La sensibilisation à la biodiversité dès le plus jeune âge, en plus des bienfaits précédemment cités, amène à des préoccupations pro-environnementales à l'âge adulte et un lien de solidarité particulier avec la nature, facilitant les mesures de protection (83).

4. Promouvoir l'engagement communautaire

Au niveau de l'individu, l'engagement communautaire permet de lutter contre l'isolement social qui est un facteur de risque de dépression. S'impliquer dans une cause dans le but de contribuer au bien-être de la communauté renforce la confiance en soi et le sentiment d'utilité. Les comportements pro-sociaux rendent heureux (83,178). Issue des échanges sociaux, la cohésion sociale fait référence à « des normes et des valeurs partagées, l'existence de relations positives et amicales, le

sentiment d'être accepté, d'appartenir à une communauté ». Les espaces arborés ou verts dans les quartiers sont facilitateurs de rencontres et d'échanges sociaux, notamment dans les quartiers défavorisés (179). Ils participent à la mise en place d'une cohésion sociale qui peut aboutir à des actions collectives autour des problématiques d'un quartier. Par exemple, la création de jardins communautaires est une belle illustration d'une stratégie gagnant/gagnant : favorable à la santé physique par un apport alimentaire en légumes et l'activité physique liée au jardinage ; à la santé mentale par le contact social, la mise en place de projets, et la création d'une identité de quartier autour du jardin ; à la santé environnementale par la création de milieu naturel, diversifié, favorable aux pollinisateurs, à l'écoulement des eaux, véritable îlot de résilience alimentaire et environnemental sur un territoire.

En dehors de la création de nouveaux milieux, l'engagement communautaire peut aussi permettre de valoriser, défendre les savoirs traditionnels d'une communauté. Les traditions alimentaires, les modes de vie, les interactions avec un territoire se sont co-construites au fil du temps en interrelation avec l'environnement naturel comme matrice de soutien. Cet environnement biodiversifié, issu de la coévolution avec nos manières d'habiter les territoires, fait partie de l'identité culturelle des communautés locales, de l'identité du lieu. L'attachement à un lieu et à ce qui fait son identité est un facteur de bien-être psychologique (180), et favorise sa protection.

Les modes de gestion des écosystèmes par les peuples autochtones se sont révélés parfois plus efficaces que les zones officiellement protégées en terme de prévention de la perte d'habitat (181). S'attacher à la défense des savoirs traditionnels d'une communauté permet la conservation d'une diversité de cultures végétales et d'espèces animales traditionnelles et locales ; mais aussi la promotion d'activités traditionnelles plus respectueuses de l'environnement, faisant partie de l'identité des peuples (exemple : pêche durable impliquant de la pêche artisanale à petite échelle sur le pourtour méditerranéen) (76). Si l'on rapporte à l'échelle du pays, la mise en place des aires protégées comme les parcs nationaux est nécessaire mais non suffisante. Mettre la nature sous cloche sans s'attaquer aux causes directes et surtout indirectes d'érosion de la biodiversité ne peut être la seule stratégie. Il convient de réfléchir à une nouvelle façon d'habiter la Terre, de manière plus durable sur tout le territoire, qui à terme, bénéficiera à tout le monde et réduira les inégalités

C. Quels rôles pour le médecin généraliste ?

1. Informer

Le médecin généraliste peut par son discours introduire les préoccupations de santé publique auprès des patients. Par la connaissance de son territoire, il peut adapter ses propos aux enjeux locaux, et surtout dans le cadre d'une relation privilégiée avec le patient où il saura ajuster l'information en fonction des situations.

Les enjeux sanitaires des changements environnementaux globaux (CEG) sont de plus en plus perceptibles dans nos pays développés, notamment à travers l'augmentation de fréquence des épisodes caniculaires, des sécheresses, des incendies et des inondations entre autres. Ces épisodes peuvent générer de l'anxiété dans la population et amener des consultations médicales pour ce motif. Le médecin généraliste peut alors être un interlocuteur fiable s'il est informé sur les enjeux de santé, scientifiquement établis, des CEG.

Comme vu précédemment, dans le cadre des liens entre santé humaine et biodiversité, les différents domaines touchés sont pluriels, allant de l'alimentation, aux troubles psychologiques, en passant par les maladies infectieuses et les maladies auto-immunes. Il pourrait être régulièrement possible d'introduire le sujet en consultation.

Selon l'auteur, les domaines les plus adaptés résident dans les co-bénéfices développés plus haut, à travers : l'alimentation, la mobilité et les troubles psychologiques.

Le domaine des maladies infectieuses paraît être aussi particulièrement informatif, en particulier suite au Covid 19, à l'origine d'une prise de conscience générale sur les risques de maladies infectieuses émergentes. Même si les causes exactes à la base du SARS Cov2 n'ont pas encore été élucidées, cette émergence s'inscrit dans une dynamique environnementale réactionnelle aux activités humaines et dont de nombreux scientifiques annoncent les conséquences sanitaires depuis plusieurs

décennies et la conférence de Washington en 1989 plus particulièrement. Cette conférence était la première organisée autour de la recherche sur l'origine de ce qui était appelé les « virus émergents » à l'époque, rapidement remplacé par l'expression « maladie infectieuse émergente ». Le discours d'ouverture prononcé par le généticien américain Joshua Lederberg, prix Nobel de médecine en 1958, était clair : « [...] *les catastrophes sont devant nous, c'est la lutte pour la vie entre nous et les microbes, virus ou bactéries. Et rien ne nous garantit que nous en sortirons vivants.* » (20). L'ensemble des facteurs d'émergence préalablement cités étaient connus dans les conclusions de cette conférence. Et pourtant les risques d'émergence de pandémie ne font qu'augmenter depuis (4).

La maladie de Lyme est un autre exemple parlant pouvant être abordé au cours d'une consultation. Son caractère émergent se manifeste par l'augmentation de son incidence dans les pays du nord. La dynamique de propagation a été particulièrement étudiée et est un exemple instructif et illustratif de la dynamique complexe du vivant et ses adaptations face aux pressions sur les habitats naturels (182).

2. Mission de veille sanitaire en lien avec l'érosion de la biodiversité

L'érosion de la biodiversité fait partie des changements environnementaux ayant le plus d'impact à échelle locale.

Être attentif aux perturbations environnementales peut permettre la détection précoce d'alerte sanitaire, notamment d'un point de vue infectieux. Les maladies infectieuses émergentes comprennent l'apparition de nouveaux pathogènes, mais aussi l'augmentation d'incidence d'un pathogène en dehors de ses zones géographiques habituelles, ou encore l'impact de germes multirésistants en lien avec l'explosion de l'antibiorésistance. Avoir en tête que les pressions anthropiques sont à l'origine d'une augmentation de ces pathologies permet de les envisager en tant qu'hypothèse diagnostique devant des tableaux infectieux inhabituels.

Exemple du moustique tigre (*Aedes albopictus*) dont l'aire de répartition est présente sur une bonne partie du territoire métropolitain et qui peut être à l'origine de

propagation de pathologies telles que la dengue, le chikungunya, ou le zika. Chaque année de nombreux cas importés de ces pathologies sont diagnostiqués sur le territoire métropolitain, ainsi que certains cas autochtones concernant la dengue. Ces maladies infectieuses sont à déclaration obligatoire car leur détection exige une enquête autour des cas afin d'identifier, si possible, l'origine géographique de la contamination, et mettre en place des mesures antivectorielles adéquates pour empêcher la propagation (163).

La présence du moustique tigre est fortement liée à l'urbanisation. Cette espèce ne peut voler à plus de 100 m de son lieu de naissance, et sa faible capacité de dispersion implique qu'elle pond ses œufs dans tous types de récipients avec un peu d'eau stagnante (gouttières bouchées, assiettes de pots de fleur, récipients en plastique, etc.) (39). La lutte antivectorielle commence alors par l'information de la population à ce sujet, afin d'éliminer les gîtes propices à sa prolifération (184). Mais lorsque la présence avérée de moustiques vecteurs dépasse un seuil prédéfini, la lutte repose sur l'utilisation de produits biocides dans les milieux naturels, provoquant des impacts écologiques majeurs et l'apparition de résistance aux produits (39). En Camargue, l'utilisation d'un nouvel insecticide présenté comme très sélectif a néanmoins impacté l'ensemble de la chaîne trophique du milieu et les différentes espèces qui en dépendaient. L'utilisation d'insecticide pourrait même augmenter la prévalence de moustiques vecteurs de maladie en éliminant leurs compétiteurs naturels, comme d'autres espèces de moustiques. Par exemple, en Italie une épidémie de chikungunya s'est déclenchée dans des zones précédemment démoustiquées (184).

La lutte intégrée est la meilleure approche possible de la lutte antivectorielle. Elle se définit comme « l'application rationnelle et en combinaison de mesures biologiques, physiques, chimiques et sociales, dans un double-objectif d'efficacité contre la population vectorielle ciblée et de respect de l'environnement, avec comme finalité le maintien des populations de vecteurs à des niveaux inférieurs aux seuils de transmission de maladies ou de nuisance acceptable » (39). Elle s'intègre dans une vision plus large de la santé qui allie la santé animale, la santé environnementale et la santé humaine sous l'appellation : « One Health – Une seule santé ».

Le dernier plan national santé environnement numéro 4 (PNSE 4), entré en vigueur depuis 2021, s'inscrit directement dans la démarche « One health – une seule santé » (185). L'approche « Une seule santé » vise à tenir compte des enjeux sanitaires globaux en prenant en considération les liens complexes entre la santé des organismes vivants, dont nous faisons partie, et celles des écosystèmes. Lors du forum de la paix de Paris en 2020 a été créé un panel d'expert de haut niveau One Health (OHHLEP : One Health High Level Expert Panel) afin de donner des avis consultatifs aux quatre grandes institutions concernées : l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), le programme des nations unies pour l'environnement (UNEP), l'organisation mondiale pour la santé (OMS) et l'organisation mondiale de la santé animale (WOAH). Ce panel a redéfini « One Health » comme « *une approche intégrée et unificatrice qui vise à équilibrer et à optimiser durablement la santé des personnes, des animaux et des écosystèmes. Elle reconnaît que la santé des humains, des animaux domestiques et sauvages, mais aussi celle des plantes et de l'environnement en général (y compris des écosystèmes) sont étroitement liées et interdépendantes. Cette approche mobilise de multiples secteurs, disciplines et communautés à différents niveaux de la société pour travailler ensemble à favoriser le bien-être et à lutter contre les menaces pour la santé et les écosystèmes, tout en répondant aux besoins collectifs en eau potable, en énergie propre, en air pur, en alimentation sûre et nutritive ainsi qu'en agissant contre le changement climatique et en contribuant au développement durable* » (186).

Cette définition insiste sur le côté interdisciplinaire et intersectoriel de l'approche. Pour maximiser l'efficacité il faut décloisonner les disciplines afin que puissent circuler différentes informations sur les pratiques de chacun. Les exemples les plus concrets sont les systèmes de veille des maladies infectieuses dans les domaines humains et animaux, mais aussi la façon d'utiliser les anti-infectieux et l'antibiorésistance en santé humaine et santé animale.

Le Plan National Santé Environnement (PNSE) numéro 4 met aussi l'accent sur cette transdisciplinarité en insistant sur l'échange de connaissances et de compétences entre les différents acteurs du secteur médical, vétérinaire, environnemental, politique et socio-économique (185).

C'est en collaborant avec d'autres professions tels que des vétérinaires, des écologues, mais aussi des urbanistes par exemple, que la médecine générale pourrait être la plus efficace dans cette démarche. L'IPBES, mais aussi l'OMS, l'ONU, exhortent à plus de transdisciplinarité pour la mise en pratique de la vision One Health. A travers les organisations territoriales comme les CPTS, MSP ou URPS, les médecins pourraient être parmi les opérateurs de cette vision, en mettant en place des actions en faveur des liens biodiversité et santé humaine dans un objectif de promotion de la santé.

3. Montrer l'exemple

Notre système de santé n'est pas neutre. En terme d'émission de gaz à effet de serre, son impact a été évalué à 8% des émissions nationales (187). Il n'existe pas de paramètre équivalent pour l'impact global sur les milieux naturels mais le phénomène d'antibiorésistance et sa cinétique évolutive prouvent qu'il existe d'importants enjeux autour de l'influence des soins de santé sur la nature. Du point de vue biodiversité, cette influence se situe surtout au niveau de la pollution chimique induite par les soins.

3.1 L'antibiorésistance.

L'OMS considère la résistance aux antibiotiques comme l'une des plus graves menaces pesant sur la santé mondiale et la sécurité alimentaire. C'est un phénomène naturel d'évolution des bactéries face à l'utilisation des antibiotiques mais dont le processus est accéléré par la mauvaise utilisation des anti-infectieux en santé humaine et animale (188).

En 2021, en termes de santé humaine, la France était le 4ème pays le plus gros consommateur d'antibiotiques en Europe. 93% des antibiotiques étaient dispensés en médecine de ville et 7% en établissement de santé. 15% des dispensations de ville étaient issues de prescriptions hospitalières (189). En 2022, 75% des prescriptions d'antibiotiques de ville étaient faites par les médecins généralistes. Sur la période 2012-2022, on observe une baisse du nombre de prescriptions d'antibiotiques sur le secteur de ville en moyenne à moins 2,17 % par an. Une importante diminution a été mise en évidence en 2020, due au confinement en lien avec la COVID 19, et l'on

constate une réascension depuis, mais avec des chiffres qui restent inférieurs à 2019 (190).

Selon la vision One Health, il faut aussi s'intéresser à la prescription d'antibiotiques à destination animale. Au niveau mondial, les quantités prescrites à usage vétérinaire dépassent de loin les quantités utilisées en médecine humaine. Ceci s'explique par l'expansion en nombre des animaux d'élevage, leur nécessité de soins, mais aussi par l'utilisation d'antibiotiques comme promoteur de croissance (16).

Dans l'Union Européenne, l'usage d'antibiotiques comme facteurs de croissance est interdit depuis 2006 (191). Sur le territoire français, suite à la mise en place des plans Ecoantibio 1 de 2012 à 2016 et 2 de 2017 à 2021, l'exposition des animaux aux antibiotiques a diminué de 47%, grâce à la sensibilisation et l'engagement des éleveurs et vétérinaires, ainsi qu'à l'emploi de textes réglementaires (192).

Globalement en France, que ce soit au niveau santé humaine ou santé animale, les différentes démarches de prévention et de surveillance de l'antibiorésistance, qui ont été mises en place ces dernières années, ont été plutôt efficaces. On a assisté à une diminution de la prescription générale d'antibiotiques ainsi qu'à une diminution de la consommation des antibiotiques considérés comme critiques. L'indicateur commun de l'antibiorésistance, représenté par la résistance des souches de *E.coli* aux céphalosporines, est en baisse aussi dans tous les secteurs (192).

Mais, même si en termes quantitatifs les données vont dans le bon sens, il convient de rester vigilant quant à la pertinence des prescriptions d'antibiotiques. Un récent rapport établi par la Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques (DREES) a évalué la pertinence des prescriptions d'antibiotiques à travers 12 indicateurs regroupés en 3 thèmes : favoriser les antibiotiques de première intention, prescrire à bon escient, éviter les prescriptions d'anti-inflammatoires en cas d'infections.

Numéro du PI	Nom de l'indicateur	Cible optimale	Cible acceptable
1	Prescriptions d'amoxicilline sur prescriptions d'antibiotique de seconde intention	>3	>3
2	Prescriptions d'amoxicilline sur prescriptions d'amoxicilline-acide clavulanique	>3	>3
3	Prescriptions d'antibiotiques non indiqués	0	<0,5%
4	Prescriptions de pristinamycine et macrolides	<5%	<10%
5	Prescriptions répétées de quinolones	0	<10%
6	Prescriptions antibiotiques pour infections urinaires chez l'homme	0	0,5
7	Prescriptions antibiotiques pour infections urinaires chez la femme	>5	>5
8	Variations saisonnières des prescriptions totales d'antibiotiques	<20%	<20%
9	Variations saisonnières des prescriptions de quinolones	<5%	<10%
10	Durée estimée de prescriptions antibiotique >7 jour	<5%	<10%
11	Co-prescriptions d'antibiotiques et d'anti-inflammatoire non stéroïdien (AINS)	0%	<5%
12	Co-prescriptions d'antibiotiques et de corticoïdes systémiques	0%	<5%

Tableau 1 : Liste des différents proxy-indicateurs. Source : DREES NOTE TECHNIQUE sur la pertinence de prescription d'antibiotiques des médecins généralistes (193)

Les résultats montrent qu'en 2021 au sein des médecins généralistes (données tirées de la note technique de la DREES (193)) :

- Pour cinq proxy-indicateurs (n°1, 4, 10, 11 et 12), moins d'un médecin sur dix atteint la cible optimale
- Pour trois proxy-indicateurs (n°3, 5 et 7), entre deux et trois médecins sur dix atteignent la cible optimale
- Pour les quatre restants (n°2, 6, 8 et 9), plus de trois médecins sur dix atteignent la cible optimale, l'indicateur 6 étant nettement devant les autres avec un taux de 65 %.

Ces données ne se veulent pas être une description précise de la pertinence des prescriptions, mais plutôt une approche concrète des possibilités d'amélioration à l'échelle des territoires. Dans ce cadre des sites de référence comme Antibioclic permettent de guider le médecin généraliste dans le bon usage des antibiotiques, et particulièrement en référence aux données sur les résistances à chaque molécule, régulièrement mises à jour.

3.2 L'écotoxicologie des médicaments

Le développement de l'antibiorésistance est la conséquence de deux phénomènes : la sélection de gènes de résistance par les biocides, puis leur diffusion dans l'environnement (16). Les sources de contamination de l'environnement par les produits issus des soins en santé humaine résident dans le rejet des eaux usées et dans la mauvaise élimination de médicaments non utilisés (toilettes, évier, décharge, ...), ainsi que dans les rejets industriels (39).

Lorsqu'on est soigné par antibiotique, une grande partie se retrouve excrété dans nos urines et nos selles, sous forme intacte ou sous forme de métabolite après avoir subi une transformation chimique. En considérant une agglomération, qui possède un hôpital, il est estimé que 20% de la charge en résidus médicamenteux provient des eaux usées de l'établissement hospitalier et que 80% provient de la consommation urbaine hors hôpital (16). Une grande partie de ce flux sera donc gérée par les stations d'épuration. Le projet Sipibel (site pilote de Bellecombe dédié à l'étude des micropolluants présents dans l'eau et liés aux pratiques de soins (194)) a pu mettre en évidence une diminution importante de l'écotoxicité, de l'antibiorésistance et des flux de la majorité des micropolluants suivis, grâce aux stations d'épuration (195). Cependant il persistait des concentrations significatives en certains composés après traitement, qui dépendaient de leur niveau de concentration en entrée de station (exemple : paracétamol), ou de propriétés intrinsèques rendant les traitements inefficaces (exemple : diclofénac). Certains procédés, telles que l'ozonation ou l'utilisation de charbon actif, amélioreraient le traitement, mais leur mise en place dépend de choix politiques et économiques (195). De plus, en France 20% de la population n'est pas reliée à une station d'épuration et lors d'épisodes de fortes pluies, la capacité de collecte des stations peut être saturée, une partie des eaux usées est alors rejetée directement dans les milieux naturels sans traitement (16).

En tant que médecin généraliste, l'ensemble de ces éléments nous invite à réfléchir à nos prescriptions en prenant en compte l'impact environnemental des médicaments. Pour cela plusieurs outils peuvent être utiles.

L'indice PBT a été créé par le Conseil du County de Stockholm et la corporation nationale des pharmacies suédoises. Il permet l'évaluation de l'impact sur les milieux aquatiques d'une substance en fonction de ses capacités intrinsèques de persistance, bioaccumulation et toxicité. Un médicament aura une valeur donnée de 0 à 9, plus l'indice sera haut, plus sa toxicité pour l'environnement sera importante (196).

Sur le territoire français, l'Association pour l'Optimisation de la Qualité des Soins (ASOQS) a mené une expérimentation de 4 ans autour de l'éco prescription dans le bassin versant de la Moselle. Cette étude a pu montrer que lorsque les médecins étaient informés d'un switch possible d'une molécule à une autre avec une efficacité thérapeutique équivalente mais un impact environnemental moindre d'après l'indice PBT, ils changeaient leurs comportements de prescription lorsque c'était possible (197).

Pour aller encore plus loin au niveau de la source des médicaments : une étude a été réalisée sur la réglementation relative aux impacts environnementaux pour les médicaments à usage humain (198). La principale proposition reviendrait à intégrer une évaluation environnementale dans la balance bénéfice/risque des médicaments, évaluation qui est actuellement faite mais non réellement prise en compte pour la mise sur le marché par rapport à d'autres types de substance chimiques non médicamenteuses. L'autre principale limite de cette évaluation, est qu'elle n'est pas rétroactive sur les médicaments commercialisés avant 2006 (16,198).

4. S'engager

4.1 S'engager dans la façon d'organiser son cabinet

Dans vos propres habitudes d'exercice, faire en sorte d'adopter des comportements pro-environnementaux. Plusieurs thèses d'exercice de médecine générale se sont intéressées à la gestion durable d'un cabinet médical (199–204). Le prisme d'analyse le plus souvent choisi est celui du changement climatique qui permet des calculs clairs sur l'empreinte carbone du cabinet. Le dérèglement climatique faisant partie des causes directs d'érosion de la biodiversité, adopter ces mesures ne peut être que

bénéfique pour l'ensemble du vivant. Une gestion des déchets optimale permettra de limiter les pollutions, tout comme privilégier le matériel réutilisable.

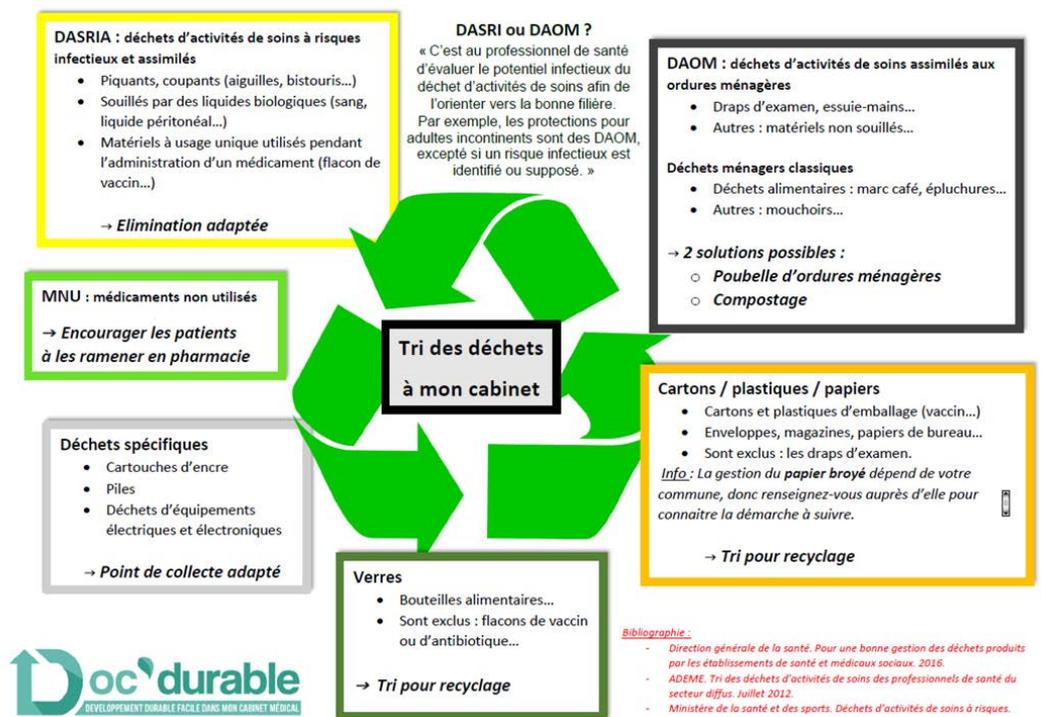


Figure 11 : Consignes de tri des déchets au cabinet. Source : site Doc'durable (205)

Les méthodes de nettoyage du cabinet sont à adapter en fonction des niveaux de contamination, mais l'utilisation systématique de désinfectants sur toute surface n'est pas obligatoire. Les désinfectants et antiseptiques sont des produits biocides, et par là-même sont pourvoyeurs de résistances croisées avec les antibiotiques par l'acquisition de mécanismes de résistance efficaces pour différents biocides (16).

Afin de limiter l'écotoxicologie des produits de santé, inciter les patients à rapporter leurs médicaments non utilisés en pharmacie, notamment avec un tampon encreur au message adapté, fait partie d'une stratégie efficace (197).

Favoriser la mobilité douce pour les visites à domicile si possible. En plus de permettre un temps récupérateur et restaurateur pour l'esprit, si l'aménagement urbain est adapté, cela suscite l'intérêt des patients et la discussion.

4.2 S'engager dans l'organisation du territoire

Comme annoncé dès le début de ce travail de thèse, les liens entre biodiversité et santé humaine s'ancrent dans une approche salutogène de la santé, qui fait de la santé une ressource de la vie de tous les jours (27). Or cette ressource est socialement et économiquement médiée.

Par exemple : favoriser des produits issus de l'agriculture biologique pour son alimentation est une des recommandations les plus efficaces dans un souci de co-bénéfices biodiversité et santé. Mais elle est associée à un coût monétaire plus élevé, alors même que l'obésité est plus fréquente au sein des catégories socio-économiques les plus modestes et que l'alimentation en terme de variété et de qualité est la première variable d'ajustement économique en cas d'inflation par exemple (206,207). Dans une approche bio-psycho-sociale et environnementale de la santé, on pourrait imaginer des initiatives au sein des CPTS, ou de groupements de médecins associés aux collectivités, qui permettraient de pallier cette inégalité d'accès à une alimentation de qualité dans un souci de promotion de la santé du Vivant au sens large. Ce type d'initiative existe déjà à Strasbourg avec la mise en place d'une ordonnance verte, prescrite par des professionnels de santé, permettant aux femmes enceintes de bénéficier d'un panier de légumes, issus de l'agriculture biologique, par semaine pendant 7 des 9 mois de grossesse, assortie d'ateliers de sensibilisation aux perturbateurs endocriniens (208).

Dans le cadre de la mobilité douce et de l'aménagement du territoire, les groupements de médecins pourraient défendre l'intérêt des études d'impact en santé (EIS). Ces études visent à renforcer les effets positifs des projets sur la santé et pas seulement d'en réduire les effets négatifs. Le cadre biodiversité/santé a toute sa place dans la mise en place de ces projets à travers les solutions basées sur la nature. Cela permettrait aux médecins d'œuvrer à la bonne santé des populations, au contact d'autres professionnels afin d'assurer l'interdisciplinarité et l'échange de point de vue, et de maximiser les effets sur l'ensemble des déterminants de santé.

III. Élaboration du livret d'informations

Le livret d'informations est élaboré à partir de la revue de littérature préalablement réalisée sur la biodiversité et ses enjeux ainsi que sur les liens entre santé humaine et biodiversité. Les conseils aux médecins sont issus de recherches bibliographiques ainsi que de réflexions personnelles à partir des conseils décrits dans le document *Déclaration appelant les médecins généralistes du monde entier à agir en faveur de la santé planétaire* (158).

IV. Discussion sur les résultats du questionnaire

A. Réflexion sur le nombre de réponses obtenues

Nous constatons un nombre de réponses (n=36) relativement restreint par rapport aux canaux de diffusion utilisés et au nombre possible de médecins atteints, estimé à plusieurs centaines. Ce qui pourrait vouloir dire que spontanément les médecins généralistes ne se sentent pas concernés par le thème biodiversité et santé humaine.

Selon un sondage organisé par l'OFB sur le rapport des Français à la biodiversité : 85 % des répondants estimaient que leur quotidien et leur avenir dépendaient de la biodiversité et 94% qu'il était important de se mobiliser pour la protection et la restauration de la biodiversité. Le médecin généraliste ne faisait pas partie des acteurs possibles pouvant jouer un rôle pour mobiliser ou opérer un changement en profondeur mais 40% des répondants estimaient que les scientifiques devaient jouer ce rôle. Et pour finir 39% des répondants rapportaient que ce qui leur manquait pour passer à l'action et opérer des changements profonds, était principalement des informations sur le lien entre leur mode de vie et la biodiversité (209).

Ce sondage montre une inadéquation entre les attentes d'une partie des Français sur le sujet de la biodiversité et le peu d'intérêt possiblement porté par les médecins généralistes dans leur pratique sur les liens entre santé humaine et biodiversité. Et pourtant ce travail de thèse a montré que l'action principale des praticiens pouvait

justement être d'informer sur les liens entre les modes de vie et la biodiversité dans une stratégie de co-bénéfices.

Cette inadéquation peut s'expliquer par la vision de la santé humaine, dans le lien santé humaine et biodiversité, qui s'inscrit dans des actions de prévention et surtout de promotion de la santé. Dans la pratique, la promotion de la santé ne fait pas partie des prérogatives du médecin généraliste, même si elle est présente dans la définition du métier et de ses actions (210), par soucis notamment de temps et d'un mode de rémunération à l'acte peu en faveur (211).

Le manque d'intérêt peut aussi être dû à un manque de formation initiale. L'ensemble des informations de cette thèse sont issues de recherches et de sensibilités personnelles. L'auteur déclare n'avoir quasiment jamais eu de formations sur les liens entre environnement et santé au cours de son apprentissage facultaire. Ce qui est actuellement en train de changer avec la mise en place d'un module pédagogique de Médecine et Santé Environnementale dans les cursus médicaux, ce qui devrait permettre aux futurs praticiens une meilleure appréhension des approches systémiques de la santé en lien avec l'environnement (212).

Par ailleurs l'effectif de réponses réduit peut aussi s'expliquer par la forme du livret de sensibilisation, notamment par la longueur et la densité des informations présentées. Cela n'était peut-être pas le plus adapté pour sensibiliser des professionnels sur un sujet aussi complexe, et qui, de premier abord, peut paraître assez éloigné de leur métier. A partir de ce livret, une méthode plus participative, de partage d'informations en groupes réduits pourrait permettre de sensibiliser, s'interroger, et profiter de l'intelligence collective pour inventer des actions sur un territoire.

B. Réflexion sur les différents résultats obtenus

En ce qui concerne les proportions de praticiens se disant préoccupés par les changements environnementaux et ceux ayant un engagement associatif, ils sont cohérents par rapport à ceux de la thèse de Nunes Flavia sur *Changement climatique et santé : quelle place pour le médecin généraliste ? Enquête auprès de 728 praticiens français* (213).

La satisfaction globale du livret était plutôt bonne avec un impact avéré sur la pratique d'une majorité de praticiens et notamment ceux non préoccupés par l'environnement au préalable. On peut en conclure que l'objectif de sensibilisation est rempli par le livret.

Par ailleurs, parmi les différentes actions possibles proposées par le livret, celles ayant récolté le plus d'approbation sont celles qui rentrent dans le cadre d'une approche centrée patient de la médecine générale au sein du cabinet avec information de prévention et pratique durable. Les actions qui se déroulaient en dehors du cabinet paraissent moins réalisables en pratique. Les mêmes résultats avaient été retrouvés dans la thèse de Flavia Nunes : « *Parmi les propositions de rôles pour le médecin généraliste dans l'adaptation du système de soins au changement climatique, notre travail a montré que les rôles en matière de prévention, réalisables auprès du patient au cabinet, étaient les plus envisageables. Les rôles au sein des collectifs et le renfort en cas de catastrophe climatique étaient moins envisageables.* » (213)

Il pourrait être intéressant d'évaluer la part de praticiens exerçant en cabinet de groupe qui envisage des actions en dehors de la consultation en cabinet et enquêter sur le bénéfice d'un effet groupe pour les mesures de santé collective. Cette recherche n'a pu être faite par manque d'effectif de réponses.

CONCLUSION

Les preuves du déclin de la biodiversité en lien avec les activités humaines sont scientifiquement établies. L'humanité est actuellement sur la trajectoire de ce que certains scientifiques qualifient de 6^{ème} extinction de masse. Cette crise met en péril la santé humaine, mais, bien au-delà, l'habitabilité même de la Terre pour les générations futures, en amenuisant les capacités de résilience du Vivant.

Pour le médecin généraliste, informer ses patients sur les déterminants de santé environnementaux est nécessaire, mais l'urgence d'agir le rend insuffisant. L'IPBES appelle à un « changement transformateur » dans toutes les sphères de la société. Ce qui correspond à une « réorganisation fondamentale, systémique, des facteurs économiques, sociaux, technologiques, y compris les paradigmes, les objectifs et les valeurs » (181). Dans un contexte d'épuisement professionnel et de perte de sens latents chez les médecins généralistes, cela pourrait être une bonne occasion de réinventer une partie de la pratique. Cette activité sortirait du domaine de la consultation et de la responsabilité individuelle, pour se tourner vers une approche collective, systémique, de santé communautaire à l'instar de ce qui est déjà pratiqué dans certaines CPTS. Mais en plus, à l'échelle du territoire d'autres professions pourraient participer, des secteurs de l'environnement et de la santé animale pour mettre en pratique la vision « One Health / une seule santé » plébiscitée au niveau institutionnel. La crise Covid a pu montrer que les médecins généralistes étaient capables de s'organiser collectivement et d'inventer de nouvelles façons de faire en cas de nécessité. Reste à savoir s'il est possible de mobiliser les mêmes forces en amont des crises dans une stratégie de prévention et de promotion de la santé. Ce qui serait bénéfique en terme de coût (4) et de santé pour l'ensemble du Vivant.

Ce travail de recherche avait une visée exploratoire des enjeux de biodiversité et santé dans la pratique de médecine générale. Dans d'autres travaux de recherche, le livret pourrait être repris et amélioré afin d'en faciliter la diffusion à plus large échelle.

La problématique pourrait aussi être abordée selon un angle différent, notamment grâce à une méthodologie qualitative et des entretiens semi-guidés qui pourraient permettre de faire émerger d'autres solutions.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Reingold AL. Infectious Disease Epidemiology in the 21st Century: Will It Be Eradicated or Will It Reemerge? *Epidemiologic Reviews*. 1 janv 2000;22(1):57-63.
2. Franck MacFarlane Burnet. *The Natural History of Infectious Diseases*. In: Cambridge university press. Cambridge; 1962. p. p.18.
3. Jones KE, Patel NG, Levy MA, Storeygard A, Balk D, Gittleman JL, et al. Global trends in emerging infectious diseases. *Nature*. févr 2008;451(7181):990-3.
4. IPBES. Workshop Report on Biodiversity and Pandemics of the Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) [Internet]. Zenodo; 2020 oct Disponible sur: <https://zenodo.org/record/7432079>
5. Steffen WL, éditeur. *Global change and the Earth system: a planet under pressure*. Berlin ; New York: Springer; 2005. 336 p. (Global change--the IGBP series).
6. Crutzen PJ, Stoermer EF. "The 'Anthropocene'" (2000). In: Robin L, Sörlin S, Warde P, éditeurs. *The Future of Nature* [Internet]. Yale University Press; 2017 [cité 7 juill 2023]. p. 479-90. Disponible sur: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.12987/9780300188479-041/html>
7. Rockström J, Steffen W, Noone K, Persson Å, Chapin FS, Lambin EF, et al. A safe operating space for humanity. *Nature*. sept 2009;461(7263):472-5.
8. Bureau régional de l'OMS pour l'Europe. *Nature, biodiversité et santé : un panorama des interconnexions*. 2023.
9. Atwoli L, H Baqui A, Benfield T, Bosurgi R, Godlee F, Hancocks S, et al. Call for emergency action to limit global temperature increases, restore biodiversity and protect health. *BMJ Qual Saf*. avr 2022;31(4):251-4.
10. Legagneux P, Casajus N, Cazelles K, Chevallier C, Chevrinais M, Guéry L, et al. Our House Is Burning: Discrepancy in Climate Change vs. Biodiversity Coverage in the Media as Compared to Scientific Literature. *Front Ecol Evol*. 19 janv 2018;5:175.
11. Pörtner HO, Scholes RJ, Agard J, Archer E, Bai X, Barnes D, et al. IPBES-IPCC co-sponsored workshop report on biodiversity and climate change [Internet]. Zenodo; 2021 juin Disponible sur: <https://zenodo.org/record/4782538>
12. Delcambre Anthony. *La santé planétaire en médecine générale : état des lieux des connaissances et des pratiques des médecins généralistes des Hauts-de-France*. [Thèse d'exercice Médecine générale]. [Université de Lille]; 2022.
13. Ipsos [Internet]. 2022 [cité 22 juill 2023]. Ipsos Veracity Index 2022. Disponible sur: <https://www.ipsos.com/en-uk/ipsos-veracity-index-2022>

14. Allen DJ, Heyrman PJ. et une description des compétences fondamentales du médecin généraliste - médecin de famille.
15. Wiles SC, Bertram MG, Martin JM, Tan H, Lehtonen TK, Wong BBM. Long-Term Pharmaceutical Contamination and Temperature Stress Disrupt Fish Behavior. *Environ Sci Technol*. 7 juill 2020;54(13):8072-82.
16. Harpet C, Froment A. L'antibiorésistance: un fait social total. Versailles: Éditions Quae; 2022. (Synthèses).
17. Intergovernmental Science-Policy Platform On Biodiversity And Ecosystem Services. Summary for policymakers of the methodological assessment of the diverse values and valuation of nature of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) [Internet]. Zenodo; 2022 juill Disponible sur: <https://zenodo.org/record/7410287>
18. IFOP, FIDUCIAL. Balise d'opinion #224: L'état d'esprit des Français : les thèmes prioritaires pour les mois qui viennent. mai 2023;
19. Morand S, Lajaunie C. Biodiversité et santé: les liens entre le vivant, les écosystèmes et les sociétés. London: Iste éditions; 2018. (Collection écologie).
20. Robin MM, Morand S. La fabrique des pandémies: préserver la biodiversité, un impératif pour la santé planétaire. Paris: La Découverte; 2021. 342 p. (Cahiers libres).
21. Marselle MR, Hartig T, Cox DTC, De Bell S, Knapp S, Lindley S, et al. Pathways linking biodiversity to human health: A conceptual framework. *Environment International*. mai 2021;150:106420.
22. Organisation Mondiale de la Santé. Constitution [Internet]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/about/accountability/governance/constitution>
23. La santé et ses déterminants, mieux comprendre pour mieux agir [Internet]. Ministère de la Santé et des Services Sociaux du Québec. (2012). Disponible sur: <https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/2011/11-202-06.pdf>
24. Eriksson M. Key Concepts in the Salutogenic Model of Health. In: Mittelmark MB, Bauer GF, Vaandrager L, Pelikan JM, Sagy S, Eriksson M, et al., éditeurs. *The Handbook of Salutogenesis* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2022 p. 59-60. Disponible sur: https://link.springer.com/10.1007/978-3-030-79515-3_8
25. Cour des Comptes. www.ccomptes.fr. 2021. La politique de prévention en santé. Disponible sur: <https://www.ccomptes.fr/sites/default/files/2021-12/20211201-politique-prevention-en-sante.pdf>
26. Adda G, Amor-Guéret M, Aubry R, Benachi A, Claeys A. Repenser le système de soins sur un fondement éthique. [Internet]. Comité consultatif national d'éthique pour les sciences de la vie et de la santé; 20 octobre 2022 Report No.: Avis 140. Disponible sur: https://www.ccne-ethique.fr/sites/default/files/2022-11/Avis140_Final_0.pdf
27. Organisation Mondiale de la Santé. Charte d'Ottawa [Internet]. Ottawa: Organisation

- mondiale de la santé, Ministère de la santé et du bien être social, Association canadienne de santé publique; 1986 nov p. 5. Disponible sur: <https://www.canada.ca/content/dam/phac-aspc/documents/services/health-promotion/population-health/ottawa-charter-health-promotion-international-conference-on-health-promotion/chartre.pdf>
28. Kahn-Jochimek A. Le programme de Développement Durable [Internet]. Développement durable. Disponible sur: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/development-agenda/>
29. France L 2030 en. L'Agenda 2030 en France. 2023 Agenda 2030 : origines et principes. Disponible sur: <https://www.agenda-2030.fr/agenda-2030/presentation/article/presentation-origines-et-principes>
30. Bodiguel J. En quoi consiste le développement durable ? [Internet]. Développement durable. 2023. Disponible sur: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/2023/08/01/what-is-sustainable-development/>
31. France L 2030 en. L'Agenda 2030 en France. 2023. ODD 15 - Préserver et restaurer les écosystèmes terrestres. Disponible sur: <https://www.agenda-2030.fr/17-objectifs-de-developpement-durable/article/odd15-preserver-et-restaurer-les-ecosystemes-terrestres>
32. Watson RT, Baste IA, Larigauderie A, Leadley P, Pascual U, Baptiste B, et al. Le rapport de l'évaluation mondiale de la biodiversité et des services écosystémiques - résumé à l'intention des décideurs. IPBES; 2019.
33. Rapport sur les objectifs de développement durable - Edition spéciale. Nations Unis; 2023.
34. La biodiversité, c'est quoi? | Biodiversité - Tous vivants [Internet]. Disponible sur: <http://biodiversite.gouv.fr/la-biodiversite-cest-quoi>
35. Barot S, Charmantier A, Couvet D, Facon B, Guégan JF, Legall L, et al. L'évolution darwinienne, la biodiversité et les humains [Internet]. Fondation pour la recherche sur la biodiversité; Disponible sur: <https://www.fondationbiodiversite.fr/wp-content/uploads/2021/08/FRB-CPC-Evolution-Darwin.pdf>
36. La théorie synthétique de l'évolution : histoire, principes et preuves | Collège de France [Internet]. 2021 Disponible sur: <https://www.college-de-france.fr/fr/agenda/cours/dynamique-de-la-biodiversite-et-evolution/la-theorie-synthetique-de-evolution-histoire-principes-et-preuves>
37. Génération de la biodiversité : que sait-on sur la nature et l'origine de la vie ? Pourquoi y a-t-il autant d'espèces sur terre ? | Collège de France [Internet]. 2021 Disponible sur: <https://www.college-de-france.fr/fr/agenda/cours/dynamique-de-la-biodiversite-et-evolution/generation-de-la-biodiversite-que-sait-on-sur-la-nature-et-origine-de-la-vie-pourquoi-il-autant>
38. Richard D. La biodiversité: définition et estimation de la biodiversité, les écosystèmes, appréhension par l'homme et principaux effets, exemples d'impacts importants. Malakoff: Dunod; 2022. (Petits experts sciences).

39. Observatoire régional de santé, éditeur. Santé et biodiversité: analyse des enjeux pour une approche intégrée en Île-de-France. Paris cedex 15: L'Institut Paris Region; 2023. (Etat des connaissances).
40. Boutaud A, Gondran N. Les limites planétaires. Paris: la Découverte; 2020. (Repères).
41. Magurran AE. Measuring biological diversity. *Current Biology*. oct 2021;31(19):R1174-7.
42. Díaz S, Malhi Y. Biodiversity: Concepts, Patterns, Trends, and Perspectives. *Annu Rev Environ Resour*. 17 oct 2022;47(1):31-63.
43. Unit B. Convention Text [Internet]. Secretariat of the Convention on Biological Diversity; 2006. Disponible sur: <https://www.cbd.int/convention/articles/?a=cbd-02>
44. IPBES. Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services [Internet]. Zenodo; 2019 mai. Disponible sur: <https://zenodo.org/record/3831673>
45. Teyssède A. Vers une sixième grande crise d'extinctions ? In: Biodiversité et changements globaux: enjeux de société et défis pour la recherche. ADPF. 2006. (DEBAT D'IDEES).
46. Scholes R, Montanarella L, Brainich A, Barger N, Brink B ten. The assessment report on land degradation and restoration: summary for policymakers. Bonn, Germany: Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES); 2018.
47. Almond, R.E.A., Grooten, M., Juffe Bignoli, D. & Petersen, T. Rapport Planète vivante 2022 - Pour un bilan « nature » positif. Gland, Suisse: WWF;
48. Purvis A, Molnár Z, Obura D, Ichii K, Willis K, Chettri N, et al. Chapter 2.2 Status and Trends –Nature [Internet]. Zenodo; 2019 mai Disponible sur: <https://zenodo.org/record/3832005>
49. Millennium Ecosystem Assessment [Internet]. [cité 9 nov 2023]. Disponible sur: <https://www.millenniumassessment.org/fr/About.html#1>
50. What is the Biodiversity Intactness Index? [Internet]. [cité 10 nov 2023]. Disponible sur: <https://www.nhm.ac.uk/our-science/data/biodiversity-indicators/what-is-the-biodiversity-intactness-index.html>
51. Newbold T, Hudson LN, Arnell AP, Contu S, De Palma A, Ferrier S, et al. Has land use pushed terrestrial biodiversity beyond the planetary boundary? A global assessment. *Science*. 15 juill 2016;353(6296):288-91.
52. Kervinio Y, Vergez A, et all. Rapport de première phase de l'évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques - Du constat à l'action. EFESE; 2020 sept.
53. Le Mieux A, Pouliquen A, Coulmin A. La biodiversité française en déclin 10 ans de chiffres-clés. Observatoire national de la biodiversité; 2023 juin.

54. notre-environnement. notre-environnement. 2023. Érosion de la biodiversité. Disponible sur: <http://www.notre-environnement.gouv.fr/themes/societe/limites-planetaires-ressources/article/erosion-de-la-biodiversite>
55. Stratégie nationale pour la biodiversité 2030. Ministère de la transition écologique; 2022 mars.
56. notre-environnement. notre-environnement. 2023 . Les menaces sur la biodiversité. Disponible sur: <http://www.notre-environnement.gouv.fr/themes/biodiversite/article/les-menaces-sur-la-biodiversite>
57. Portail de l’artificialisation [Internet]. Portail de l’artificialisation des sols - 2023. Disponible sur: <https://artificialisation.developpement-durable.gouv.fr/portail-lartificialisation-des-sols-2023>
58. McRae L, Freeman R, Marconi V. Living Planet Report 2016: Risk and Resilience in a New Era. Toronto, ON, CA: World Wildlife Fund Canada; 2016.
59. 2 août : Jour du dépassement 2023 | WWF France [Internet]. Disponible sur: <https://www.wwf.fr/jour-du-depassement>
60. Le Jour du dépassement de la France 2023 [Internet]. Earth Overshoot Day. Disponible sur: <https://www.overshootday.org/newsroom/press-release-french-overshoot-day-2023-fr/>
61. Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique, éditeur. Stratégie nationale d’adaptation au changement climatique. Paris: la Documentation française; 2007.
62. naturefrance [Internet]. Pollutions. Disponible sur: <http://naturefrance.fr/pollutions>
63. Effets sur l’environnement | Atmo Auvergne-Rhône-Alpes [Internet].Disponible sur: <https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/article/effets-sur-lenvironnement>
64. Fondation pour la recherche sur la biodiversité [Internet].Biodiversité des sols. Disponible sur: <https://www.fondationbiodiversite.fr/les-enjeux-de-la-biodiversite/biodiversite-des-sols/>
65. Les pollutions [Internet]. Disponible sur: <https://www.ofb.gouv.fr/les-pollutions>
66. Balvanera P, Pfaff A, Viña A, Garcia Frapolli E, Hussain SA, Merino L, et al. Chapter 2.1 Status and Trends –Drivers of Change [Internet]. Zenodo; 2019 mai Disponible sur: <https://zenodo.org/record/3831881>
67. Kühn S, Van Franeker JA. Quantitative overview of marine debris ingested by marine megafauna. Marine Pollution Bulletin. févr 2020;151:110858.
68. Rochman CM, Tahir A, Williams SL, Baxa DV, Lam R, Miller JT, et al. Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. Sci Rep. 24 sept 2015;5(1):14340.
69. Les espèces exotiques envahissantes [Internet]. [cité 12 nov 2023]. Disponible sur: <https://www.ofb.gouv.fr/les-especes-exotiques-envahissantes>

70. Roy HE, Pauchard A, Stoett P, Renard Truong T, Bacher S, Galil BS, et al. IPBES Invasive Alien Species Assessment: Summary for Policymakers [Internet]. Zenodo; 2023 nov [cité 12 nov 2023]. Disponible sur: <https://zenodo.org/doi/10.5281/zenodo.10096600>
71. Gilbertas B. Les espèces exotiques envahissantes: enjeux et impacts. Vincennes: Office français de la biodiversité; 2022 nov.
72. Thiaucourt C, Dupuis L. Synthèse Biodiversity: Concepts, Patterns, Trends, and Perspectives. FRB; 2023 juill.
73. Effet rebond : définition d'économie [Internet]. 2019 Disponible sur: <https://www.pourleco.com/le-dico-de-l-eco/effet-rebond>
74. Brondizio E, Diaz S, Settele J, Ngo HT, Gueze M, Aumeeruddy-Thomas Y, et al. Chapter 1 Assessing a planet in transformation: Rationale and approach of the IPBES Global Assessment on Biodiversity and Ecosystem Services [Internet]. Zenodo; 2019 mai. Disponible sur: <https://zenodo.org/record/3831852>
75. LAVARDE P, FOUQUET E, MALER P. les liens entre santé et biodiversité. Paris: Conseil générale de l'environnement et du développement durable; 2013 avr p. 58. Report No.: 008095-01.
76. World Health Organization, Convention on Biological Diversity. Connecting global priorities: biodiversity and human health: a state of knowledge review [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2015. Disponible sur: <https://iris.who.int/handle/10665/174012>
77. Van Wyk BE, Wink M. Medicinal plants of the world: an illustrated scientific guide to important medicinal plants and their uses. Second edition. Revised edition. Wallingford, Oxfordshire, UK: CABI; 2017.
78. Hamilton AC. Medicinal plants, conservation and livelihoods. *Biodiversity and Conservation*. juill 2004;13(8):1477-517.
79. Brauman KA, Garibaldi LA, Polasky S, Zayas CN, Aumeeruddy Thomas Y, Brancalion P, et al. Chapter 2.3. Status and Trends -Nature's Contributions to People (NCP) [Internet]. Zenodo; 2020 mai. Disponible sur: <https://zenodo.org/record/3832035>
80. Newman DJ, Cragg GM. Natural Products as Sources of New Drugs over the Nearly Four Decades from 01/1981 to 09/2019. *J Nat Prod*. 27 mars 2020;83(3):770-803.
81. Iriti M. Natural Products & Phytotherapeutics: why a new section? *dti*. 16 janv 2023;17:1-4.
82. David B. Quel avenir pour les plantes et leur utilisation pour notre santé? [Internet]. 2019. Disponible sur: <https://www.fondationbiodiversite.fr/quel-avenir-pour-les-plantes-et-leur-utilisation-pour-notre-sante/>
83. Myers S, Frumkin H, Bouvier M, Giroldi C. Santé planétaire: soigner le vivant pour soigner notre santé. Paris: Rue de l'échiquier; 2022. (Initial(e)s DD).
84. Les Greniers d'abondance, éditeur. Vers la résilience alimentaire: faire face aux

menaces globales à l'échelle des territoires. 2e éd. revue et corrigée. Gap: Éditions Yves Michel; 2020. (Écologie).

85. Banerjee S, Van Der Heijden MGA. Soil microbiomes and one health. *Nat Rev Microbiol.* janv 2023;21(1):6-20.

86. Power AG. Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. *Phil Trans R Soc B.* 27 sept 2010;365(1554):2959-71.

87. Turbé A, De Toni A, Benito P, Lavelle P, Ruiz N, Van Der Putten W, et al. Soil biodiversity: functions, threats and tools for policy makers. BIO intelligence service, IRD, NIOO; 2010.

88. Séquestration de carbone en France : le signal d'alarme du Haut Conseil pour le Climat | Carbone 4 [Internet]. Disponible sur: <https://carbone4.com/fr/analyse-sequestration-carbone-france-rapport-hcc>

89. Potts SG, Imperatriz-Fonseca V, Ngo HT, Biesmeijer J. C, Breeze T. D, Dicks L. V, et al. Résumé à l'intention des décideurs du rapport d'évaluation de la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques concernant les pollinisateurs, la pollinisation et la production alimentaire. IPBES; 2016 p. 28.

90. Smith MR, Singh GM, Mozaffarian D, Myers SS. Effects of decreases of animal pollinators on human nutrition and global health: a modelling analysis. *The Lancet.* nov 2015;386(10007):1964-72.

91. Dainese M, Martin EA, Aizen MA, Albrecht M, Bartomeus I, Bommarco R, et al. A global synthesis reveals biodiversity-mediated benefits for crop production. *Sci Adv.* 4 oct 2019;5(10):eaax0121.

92. Pilling D, Bélanger J. The state of the world's biodiversity for food and agriculture. Rome: FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture; 2019.

93. Devaux J, Helier A. Les milieux humides et aquatiques continentaux. Paris: EFESE - Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable; 2018 mars.

94. Brauman KA, Daily GC, Duarte TK, Mooney HA. The Nature and Value of Ecosystem Services: An Overview Highlighting Hydrologic Services. *Annu Rev Environ Resour.* 1 nov 2007;32(1):67-98.

95. Vystavna Y, Frkova Z, Marchand L, Vergeles Y, Stolberg F. Removal efficiency of pharmaceuticals in a full scale constructed wetland in East Ukraine. *Ecological Engineering.* nov 2017;108:50-8.

96. La bioindication, ça vous parle ? | Les agences de l'eau [Internet]. 2019. Disponible sur: <https://www.lesagencesdeleau.fr/ressources/la-bioindication-ca-vous-parle>

97. Maladies non transmissibles [Internet]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>

98. Qu'est-ce que la pollution de l'air ? [Internet]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/pollution-et-sante/air/articles/qu-est-ce-que-la-pollution-de-l-air>
99. Impact de la pollution de l'air ambiant sur la mortalité en France métropolitaine. Réduction en lien avec le confinement du printemps 2020 et nouvelles données sur le poids total pour la période 2016-2019. Saint-Maurice: Santé Publique France; 2021 p. 12 p.
100. Manes F, Marando F, Capotorti G, Blasi C, Salvatori E, Fusaro L, et al. Regulating Ecosystem Services of forests in ten Italian Metropolitan Cities: Air quality improvement by PM 10 and O 3 removal. *Ecological Indicators*. août 2016;67:425-40.
101. Baraldi R, Chieco C, Neri L, Facini O, Rapparini F, Morrone L, et al. An integrated study on air mitigation potential of urban vegetation: From a multi-trait approach to modeling. *Urban Forestry & Urban Greening*. mai 2019;41:127-38.
102. Mestayer P. G, Brunet Y. Impact de la végétation urbaine sur la qualité de l'air. 2015 Disponible sur: <http://www6.inra.fr/ciag/content/download/%205701/43205/file/Vol45-4-Mestayer.pdf>
103. Nowak DJ, Van Den Bosch M. Les effets des arbres et de la forêt sur la qualité de l'air et la santé humaine dans et autour des zones urbaines: *Santé Publique*. 13 mai 2019;S1(HS1):153-61.
104. Powe NA, Willis KG. Mortality and morbidity benefits of air pollution (SO₂ and PM₁₀) absorption attributable to woodland in Britain. *Journal of Environmental Management*. févr 2004;70(2):119-28.
105. Tiwary A, Sinnott D, Peachey C, Chalabi Z, Vardoulakis S, Fletcher T, et al. An integrated tool to assess the role of new planting in PM₁₀ capture and the human health benefits: A case study in London. *Environmental Pollution*. oct 2009;157(10):2645-53.
106. notre-environnement. notre-environnement. 2023 [cité 17 nov 2023]. Les bruits et les nuisances sonores. Disponible sur: <http://www.notre-environnement.gouv.fr/themes/sante/article/les-bruits-et-les-nuisances-sonores>
107. Shah AM, Liu G, Huo Z, Yang Q, Zhang W, Meng F, et al. Assessing environmental services and disservices of urban street trees. an application of the emergy accounting. *Resources, Conservation and Recycling*. nov 2022;186:106563.
108. Van Renterghem T, Forssén J, Attenborough K, Jean P, Defrance J, Hornikx M, et al. Using natural means to reduce surface transport noise during propagation outdoors. *Applied Acoustics*. mai 2015;92:86-101.
109. Watts N, Amann M, Arnell N, Ayeb-Karlsson S, Beagley J, Belesova K, et al. The 2020 report of The Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises. *The Lancet*. janv 2021;397(10269):129-70.
110. Changement climatique : un enjeu prioritaire de santé publique [Internet]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/les-actualites/2022/changement-climatique-un-enjeu-prioritaire-de-sante-publique>

111. Pascal M, Gorla S, Wagner V, Guillet A, Sabastia M, Cordeau E, et al. Influence de caractéristiques urbaines sur la relation entre température et mortalité en Île-de-France. Saint-Maurice: Santé Publique France; p. 62p.
112. Wolf KL, Lam ST, McKeen JK, Richardson GRA, Van Den Bosch M, Bardekjian AC. Urban Trees and Human Health: A Scoping Review. *IJERPH*. 18 juin 2020;17(12):4371.
113. Livesley SJ, McPherson EG, Calfapietra C. The Urban Forest and Ecosystem Services: Impacts on Urban Water, Heat, and Pollution Cycles at the Tree, Street, and City Scale. *J Environ Qual*. janv 2016;45(1):119-24.
114. Gago EJ, Roldan J, Pacheco-Torres R, Ordóñez J. The city and urban heat islands: A review of strategies to mitigate adverse effects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. sept 2013;25:749-58.
115. Bigorgne J, Mangold A. Les îlots de chaleur urbains de Paris, cahier n°2. Paris: APUR - Direction de l'urbanisme de la ville de Paris; 2014 mai.
116. L'évapotranspiration — Eduterre [Internet]. Disponible sur: <https://eduterre.ens-lyon.fr/ressources/scenarioeau/pagesscenarioeau/levapotranspiration>
117. Office national des forêts [Internet]. 2022. Le pouvoir des arbres : l'évapotranspiration. Disponible sur: <https://www.onf.fr/vivre-la-foret/+/14a1::le-pouvoir-des-arbres-levapotranspiration.html>
118. Selmi W, Weber C. Évaluation des services écosystémiques urbains : de la rhétorique à la pratique. L'apport de l'approche par habitat. eue [Internet]. 24 sept 2018;11. Disponible sur: <http://id.erudit.org/iderudit/1050495ar>
119. Bolhuis JJ, Brown GR, Richardson RC, Laland KN. Darwin in Mind: New Opportunities for Evolutionary Psychology. *PLoS Biol*. 19 juill 2011;9(7):e1001109.
120. Ulrich Roger S. Biophilia, biophobia and natural landscapes. In: *The Biophilia hypothesis*. Washington: Island Press; 1993.
121. Santé et environnement: vers une nouvelle approche globale. Chêne-Bourg: RMS éditions Médecine et Hygiène; 2022.
122. Beute F. Types and characteristics of urban and peri-urban blue spaces having an impact on human mental health and wellbeing: a systematic review. Locher-Krause KE, Watt A, Young JC, éditeurs. Wallingford: UK Centre for Ecology & Hydrology; 2021.
123. Type and characteristics of urban and peri-urban green spaces having an impact on human mental health and wellbeing: A systematic review. Wallingford: UK Centre for Ecology & Hydrology; 2020.
124. Nilsson K, Bentsen P, Grahn P, Mygind L. De quelles preuves scientifiques disposons-nous concernant les effets des forêts et des arbres sur la santé et le bien-être humains ? : Santé Publique. 13 mai 2019;S1(HS1):219-40.
125. Marselle MR, Stadler J, Korn H, Irvine KN, Bonn A, éditeurs. *Biodiversity and Health*

in the Face of Climate Change [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2019 [Disponible sur: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-02318-8>

126. Carrus G, Scopelliti M, Laforteza R, Colangelo G, Ferrini F, Salbitano F, et al. Go greener, feel better? The positive effects of biodiversity on the well-being of individuals visiting urban and peri-urban green areas. *Landscape and Urban Planning*. févr 2015;134:221-8.

127. Ratcliffe E, Gatersleben B, Sowden PT. Bird sounds and their contributions to perceived attention restoration and stress recovery. *Journal of Environmental Psychology*. déc 2013;36:221-8.

128. Kaplan S. The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. *Journal of Environmental Psychology*. sept 1995;15(3):169-82.

129. Scopelliti M, Carrus G, Cini F, Mastandrea S, Ferrini F. Biodiversity, Perceived Restorativeness, and Benefits of Nature A Study on the Psychological Processes and Outcomes of On-Site Experiences in Urban and Peri-Urban Green Areas in Italy. In: *Vulnerability risk*. 2012. p. 255-70.

130. White MP, Weeks A, Hooper T, Bleakley L, Cracknell D, Lovell R, et al. Marine wildlife as an important component of coastal visits: The role of perceived biodiversity and species behaviour. *Marine Policy*. avr 2017;78:80-9.

131. Activité physique [Internet]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>

132. Pikora T, Giles-Corti B, Bull F, Jamrozik K, Donovan R. Developing a framework for assessment of the environmental determinants of walking and cycling. *Social Science & Medicine*. avr 2003;56(8):1693-703.

133. Bird W. NATURAL FIT Can Green Space and Biodiversity Increase Levels of Physical Activity? Royal Society for the protection of bird - Faculty of public health; 2004.

134. Bowler DE, Buyung-Ali LM, Knight TM, Pullin AS. A systematic review of evidence for the added benefits to health of exposure to natural environments. *BMC Public Health*. déc 2010;10(1):456.

135. Hakulinen C, Pulkki-Råback L, Virtanen M, Jokela M, Kivimäki M, Elovainio M. Social isolation and loneliness as risk factors for myocardial infarction, stroke and mortality: UK Biobank cohort study of 479 054 men and women. *Heart*. sept 2018;104(18):1536-42.

136. Steptoe A, Shankar A, Demakakos P, Wardle J. Social isolation, loneliness, and all-cause mortality in older men and women. *Proc Natl Acad Sci USA*. 9 avr 2013;110(15):5797-801.

137. Bourdeau-Lepage L. De l'intérêt pour la nature en ville: Cadre de vie, santé et aménagement urbain. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*. 10 déc 2019;Décembre(5):893-911.

138. Manzo LC, Devine-Wright P. Place Attachment. In: Steg L, Groot JIM, éditeurs.

Environmental Psychology [Internet]. 1^{re} éd. Wiley; 2018 [cité 28 nov 2023]. p. 135-43. Disponible sur: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119241072.ch14>

139. Zare Sakhvidi MJ, Mehrparvar AH, Zare Sakhvidi F, Dadvand P. Greenspace and health, wellbeing, physical activity, and development in children and adolescents: An overview of the systematic reviews. *Current Opinion in Environmental Science & Health*. avr 2023;32:100445.

140. Preuß M, Nieuwenhuijsen M, Marquez S, Cirach M, Dadvand P, Triguero-Mas M, et al. Low Childhood Nature Exposure is Associated with Worse Mental Health in Adulthood. *IJERPH*. 22 mai 2019;16(10):1809.

141. Methorst J, Arbieu U, Bonn A, Böhning-Gaese K, Müller T. Non-material contributions of wildlife to human well-being: a systematic review. *Environ Res Lett*. 1 sept 2020;15(9):093005.

142. T A. sfecologie.org. R18 : Biodiversité et maladies infectieuses, B. Roche et A. Teyssède. Disponible sur: <https://sfecologie.org/regard/r18-roche-et-teyssede/>

143. Ellwanger JH, Fearnside PM, Ziliotto M, Valverde-Villegas JM, Veiga ABGD, Vieira GF, et al. Synthesizing the connections between environmental disturbances and zoonotic spillover. *An Acad Bras Ciênc*. 2022;94(suppl 3):e20211530.

144. Gibb R, Redding DW, Chin KQ, Donnelly CA, Blackburn TM, Newbold T, et al. Zoonotic host diversity increases in human-dominated ecosystems. *Nature*. 20 août 2020;584(7821):398-402.

145. Alimi Y, Bernstein A, Epstein J, Espinal M. Report of the scientific task force on preventing pandemics. Harvard Global Health Institute; 2021 Aout.

146. André A. Caractéristiques biologiques d'un micromammifère en expansion : la souris à pattes blanche [Thèse de Science]. Université de Liège; 2017.

147. Hofmeester TR, Jansen PA, Wijnen HJ, Coipan EC, Fonville M, Prins HHT, et al. Cascading effects of predator activity on tick-borne disease risk. *Proc R Soc B*. 26 juill 2017;284(1859):20170453.

148. Gandy S, Kilbride E, Biek R, Millins C, Gilbert L. Experimental evidence for opposing effects of high deer density on tick-borne pathogen prevalence and hazard. *Parasites Vectors*. déc 2021;14(1):509.

149. Inserm [Internet]. Allergies · Inserm, La science pour la santé. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/dossier/allergies/>

150. Fiuza BSD, Fonseca HF, Meirelles PM, Marques CR, Da Silva TM, Figueiredo CA. Understanding Asthma and Allergies by the Lens of Biodiversity and Epigenetic Changes. *Front Immunol*. 1 mars 2021;12:623737.

151. Rook GAW. The old friends hypothesis: evolution, immunoregulation and essential microbial inputs. *Front Allergy*. 12 sept 2023;4:1220481.

152. Microbiote intestinal (flore intestinale) Une piste sérieuse pour comprendre l'origine de nombreuses maladies. *inserm*; 2021 oct.
153. Leão ER, Hingst-Zaher E, Saviato RM, Patricio KP, De Oliveira LB, Catissi G, et al. A time with e-Natureza (e-Nature): a model of nature-based health interventions as a complex adaptive system. *Front Psychol.* 22 août 2023;14:1226197.
154. Guex P. Approche systémique et familiale en médecine de premier recours. *Revue Médicale Suisse.* 2022;18(779):850-1.
155. Prevot Gaspard. Changement climatique et pollution de l'air: enjeux et co-bénéfice à l'atténuation [Thèse d'exercice Médecine générale]. Université de Strasbourg; 2021.
156. Baethge C, Goldbeck-Wood S, Mertens S. SANRA—a scale for the quality assessment of narrative review articles. *Res Integr Peer Rev.* déc 2019;4(1):5.
157. Doctolib. « Comment travaillent les médecins généralistes? » Etude sur l'activité des médecins généralistes. 2017.
158. WONCA Working party on the Environment, The Planetary Health Alliance, Clinicians for Planetary Health working group. Declaration calling for family doctors of the world to act on Planetary Health. 2019.
159. Holguera JG, Senn N. Co-bénéfices santé-environnement et changement climatique : concepts et implication pour l'alimentation, la mobilité et le contact avec la nature en pratique clinique. *La Presse Médicale Formation.* déc 2021;2(6):622-7.
160. Commission EAT-Lancet. Alimentation Planète Santé : Une alimentation saine issue de production durable.
161. Muller A, Schader C, El-Hage Scialabba N, Brüggemann J, Isensee A, Erb KH, et al. Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture. *Nat Commun.* 14 nov 2017;8(1):1290.
162. L'étude Nutrinet-Santé [Internet]. Disponible sur: <https://etude-nutrinet-sante.fr/>
163. Institut national de la santé et de la recherche médicale, éditeur. Pesticides et effets sur la santé: nouvelles données. Éd. actualisée. Les Ulis: EDP sciences; 2021. (Expertise collective).
164. Debras C, Srour B, Chazelas E, Julia C, Kesse-Guyot E, Allès B, et al. Aliments ultra-transformés, maladies chroniques, et mortalité : résultats de la cohorte prospective NutriNet-Santé. *Cahiers de Nutrition et de Diététique.* juin 2022;57(3):222-34.
165. Srour B, Fezeu LK, Kesse-Guyot E, Allès B, Méjean C, Andrianasolo RM, et al. Ultra-processed food intake and risk of cardiovascular disease: prospective cohort study (NutriNet-Santé). *BMJ.* 29 mai 2019;11451.
166. Linou S. Résilience alimentaire et sécurité nationale - Oser le sujet & le lier à celui de l'effondrement. The Book Edition; 2019. 149 p.
167. L'artificialisation des sols [Internet]. Disponible sur:

<https://www.ofb.gouv.fr/lartificialisation-des-sols>

168. Red and processed meat in the context of health and the environment: many shades of red and green. Information brief. Genève: OMS; 2023 juill.

169. Rogissart L, Foucherot C, Bellassen V. Politiques alimentaires et climat : une revue de la littérature. I4CE - Institute for Climate Economics; 2019 févr.

170. Algues-vertes.com [Internet]. Agir contre les algues vertes en Bretagne. Disponible sur: <https://www.algues-vertes.com/>

171. Ministères Écologie Énergie Territoires [Internet]. Le vélo et la marche, des modes de déplacement vertueux et avantageux. Disponible sur: <https://www.ecologie.gouv.fr/velo-et-marche>

172. Kriit HK, Williams JS, Lindholm L, Forsberg B, Nilsson Sommar J. Health economic assessment of a scenario to promote bicycling as active transport in Stockholm, Sweden. *BMJ Open*. sept 2019;9(9):e030466.

173. Twohig-Bennett C, Jones A. The health benefits of the great outdoors: A systematic review and meta-analysis of greenspace exposure and health outcomes. *Environmental Research*. oct 2018;166:628-37.

174. Hunter MR, Gillespie BW, Chen SYP. Urban Nature Experiences Reduce Stress in the Context of Daily Life Based on Salivary Biomarkers. *Front Psychol*. 4 avr 2019;10:722.

175. Prescri-Nature: Une Prescription de Temps Passé en Nature [Internet]. Disponible sur: <https://www.prescri-nature.ca/>

176. 29ter. Baptiste Morizot : politiser l'émerveillement et armer l'amour du vivant [Internet]. Disponible sur: <https://www.socialter.fr/article/baptiste-morizot-politiser-l-emerveillement-et-armer-l-amour-du-vivant>

177. Joignot F. TERRE. « Nous vivons une crise de sensibilité majeure. notre relation au vivant est appauvrie et desséchée ». un essai éclairant du philosophe baptiste morizot. *le monde*. 1 févr 2020;

178. Akinin LB, Hamlin JK, Dunn EW. Giving Leads to Happiness in Young Children. Kemp AH, éditeur. *PLoS ONE*. 14 juin 2012;7(6):e39211.

179. Sullivan WC, Kuo FE, Depooter SF. The Fruit of Urban Nature: Vital Neighborhood Spaces. *Environment and Behavior*. sept 2004;36(5):678-700.

180. Steg L, Groot JIM de, éditeurs. *Environmental psychology: an introduction*. 2. Auflage. Hoboken, NJ Chichester, West Sussex: Wiley; 2019. 418 p. (BPS Textbooks in Psychology).

181. Watson RT, Baste IA, Larigauderie A, Leadley P, Pascual U, Baptiste B, et al. Le rapport de l'évaluation mondiale de la biodiversité et des services écosystémiques - résumé à l'intention des décideurs. IPBES; 2019.

182. Li S, Gilbert L, Vanwambeke SO, Yu J, Purse BV, Harrison PA. Lyme Disease Risks in Europe under Multiple Uncertain Drivers of Change. *Environ Health Perspect*. juin

2019;127(6):067010.

183. Chikungunya, dengue et zika - Données de la surveillance renforcée en France métropolitaine en 2023 [Internet]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/chikungunya/articles/donnees-en-france-metropolitaine/chikungunya-dengue-et-zika-donnees-de-la-surveillance-renforcee-en-france-metropolitaine-en-2023>

184. Lambret P. Démoustication: document de positionnement de la Tour du Valat. Tour du Valat: institut de recherche pour la conservation des zones humides méditerranéennes; 2020.

185. Gouvernement français. Un environnement, une santé: 4ème Plan National Santé Environnement [Internet]. Etat français; 2021 avr Disponible sur: <https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/pnse4.pdf>

186. Ohhlep annual report 2021. One Health High Level Expert Panel; 2021.

187. The Shift project. Décarboner la santé pour soigner durablement. 2021.

188. Résistance aux antibiotiques [Internet]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/antibiotic-resistance>

189. Consommation d'antibiotiques et prévention de l'antibiorésistance en France en 2021 : où en sommes-nous ? [Internet]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/les-actualites/2022/consommation-d-antibiotiques-et-prevention-de-l-antibioresistance-en-france-en-2021-ou-en-sommes-nous>

190. Consommation d'antibiotiques en secteur de ville en France 2012-2022.

191. Commission Européenne. Interdiction des antibiotiques comme facteurs de croissance dans les aliments pour animaux. 2015 déc 22; Bruxelles.

192. Prévention de la résistance aux antibiotiques : une démarche « Une seule santé ». Santé Publique France; 2022 nov p. 28.

193. DREES - Direction de la Recherche des Etudes, de l'Evaluation et des Statistiques. Note technique - Données sur la pertinence de prescription d'antibiotiques des médecins généralistes. DREES (Direction de la recherche , des études, de l'évaluation et des statistiques); 2023 nov.

194. SIPIBEL - Site Pilote de Bellecombe [Internet]. Disponible sur: <https://www.graie.org/Sipibel/index.html>

195. Lecomte V, Bertrand-Krajewski JL, Bouchez A, Cournoyer B, Dagot C, Gonzalez-Ospina A, et al. SIPIBEL : un site pilote pour l'étude des effluents hospitaliers et urbains. Environ Risque Sante. 2018;17.

196. Environment and Pharmaceuticals [Internet]. Disponible sur: <https://janusinfo.se/beslutsstod/lakemedelochmiljo/pharmaceuticalsandenvironment.4.7b57ec216251fae47487d9a.html>

197. EcoPrescription – Se soigner sans polluer [Internet].. Disponible sur: <https://sesoignersanspolluer.com/>
198. Maurice AC. Médicaments à usage humain et risque environnemental: synthèse d'options réglementaires pour faciliter la mise en place de nouvelles mesures d'atténuation [Internet]. RILACT SIPIBEL; [cité 24 nov 2023]. Disponible sur: https://professionnels.ofb.fr/sites/default/files/2020-01/L3_tache41_RILACT_Maurice_sept-2018.pdf
199. Legrand J. Prise en compte du développement durable dans les cabinets de médecine générale : une thèse qualitative. Université Paris Diderot; 2018.
200. Renaudier A. Développement durable dans les cabinets de médecine générale : création d'un site pédagogique. Université de Rennes; 2018.
201. Texier P. Etat des lieux des connaissances et habitudes des médecins généralistes en Limousin en termes d'éco-responsabilité au sein de leur cabinet médical. Université de Limoges; 2021.
202. Meyer L. Introduction du développement durable dans un cabinet de médecine générale : élaboration d'une fiche conseil autour du développement durable en salle d'examen par méthode Delphi. Université Grenoble Alpes; 2022.
203. Eyzac L. Evaluation des pratiques écologiquement responsables des médecins généralistes. Université de Toulouse; 2020.
204. Grancher L. Développement durable en cabinet de médecine générale en Océan Indien : Calcul d'un score " éco-responsable ". Université de la Réunion; 2022.
205. Déchet – Doc' Durable [Internet].. Disponible sur: <https://doc-durable.fr/themes/dechets/>
206. Observatoire des inégalités [Internet].L'obésité touche de manière inégale les milieux sociaux. Disponible sur: <https://www.inegalites.fr/L-obesite-touche-de-maniere-inegale-les-milieux-sociaux>
207. Coignac T. France Bleu. 2023 Inflation : « L'alimentation est la première variable d'ajustement », constate un spécialiste bordelais. Disponible sur: <https://www.radiofrance.fr/francebleu/podcasts/la-nouvelle-eco-en-gironde/l-alimentation-est-la-premiere-variable-d-ajustement-constate-un-specialiste-bordelais-de-l-inflation-9206920>
208. Ordonnance verte [Internet].. Disponible sur: <https://www.strasbourg.eu/ordonnance-verte>
209. Perception de la biodiversité par les Français [Internet]. Disponible sur: <https://www.ofb.gouv.fr/perception-de-la-biodiversite-par-les-francais>
210. Une identité professionnelle | Département Médecine Générale - Université de Rouen [Internet].. Disponible sur: <https://dumg-rouen.fr/p/les-11-criteres-definissant-la-medecine-generale>
211. Rosso j. soins préventifs destinés aux adultes : Évaluation de la charge de travail en

soins primaires. 2011.

212. Virgile. Lancement du Module Pédagogique de Médecine et Santé Environnementale [Internet]. La Conférence des Doyens de Médecine. 2023 [cité 25 nov 2023]. Disponible sur: <https://conferencedesdoyensdemedecine.org/lancement-du-module-pedagogique-de-medecine-et-sante-environnementale/>

213. Nunes Flavia. Changement climatique et santé: quelle place pour le médecin généraliste? [Thèse d'exercice Médecine générale]. Université Claude Bernard Lyon 1; 2021.

214. Faculté de médecine [Internet]. Santé planétaire - BISM. Disponible sur: <https://www.uottawa.ca/faculte-medecine/bureau-internationalisation-sante-mondiale/sante-planetaire>

ANNEXES

I. Annexe 1 : Glossaire

Système Terre : L'ensemble des enveloppes qui constitue la planète qui échange en permanence des flux de matière et d'énergie et dont il faut comprendre le fonctionnement global si on veut estimer une action de l'homme sur l'une de ces enveloppes.

Santé planétaire : « L'atteinte du plus haut niveau possible de santé, de bien-être et d'équité à l'échelle mondiale grâce à une attention judicieuse portée aux systèmes humains - politiques, économiques et sociaux - qui façonnent l'avenir de l'humanité et aux systèmes naturels de la Terre qui définissent les limites environnementales sûres dans lesquelles l'humanité peut s'épanouir » (214).

Services écosystémiques : Services rendus aux sociétés humaines par les écosystèmes

Salutogène : Bénéfique pour la santé

Microévolution : Évolution au niveau de l'espèce de faible amplitude et sur une courte période

Diversité taxonomique : Diversité qui repose sur des classifications

Diversité phylogénétique : Diversité relative à l'évolution des espèces

Biosphère : La biosphère est la partie de notre planète où la vie s'est développée

Anthropocène : Ère de l'être humain ; proposition d'une nouvelle époque géologique qui se caractérise par l'avènement des hommes comme principale force de changement sur Terre, surpassant les forces géophysiques.

Biome : Ensemble d'écosystèmes caractéristique d'une aire biogéographique

Microbiome : Ensemble des microbiotes d'un individu (peau, intestin et vagin)

Biomasse : Matière organique d'origine végétale, animale, bactérienne ou fongique, utilisable comme source d'énergie.

Biocapacité : Capacité d'une zone biologique à fournir une offre continue en ressources renouvelables et d'absorber les déchets générés par l'homme.

Télécouplage : Stratégie qui analyse de manière approfondie les impacts socio-économiques et environnementaux sur de longues distances.

Bioagresseur : Organisme vivant qui altère les plantes cultivées et les récoltes

Le Biote du sol : Comprend les micro-organismes, les animaux du sol et les plantes terrestres vivant toute ou une partie de leur vie dans ou sur le sol.

Réseau trophique : Représente l'ensemble des interactions d'ordre alimentaire entre les êtres vivants d'un écosystème.

Zoonose : Infection ou maladie naturellement transmissible des animaux vertébrés à l'homme.

Eutrophisation : Pollution naturelle de certains systèmes aquatiques qui se produit lorsque le milieu reçoit trop de matières nutritives qui peuvent être assimilées par les algues leur permettant de proliférer.

II. Annexe 2 : Questionnaire

Titre : évaluation d'un livret d'informations sur les liens entre santé humaine et biodiversité

Nombre total de réponses pour ce questionnaire : 36

Pourcentage du total : 100

Quel est votre genre ?

<i>Réponses</i>	<i>Décompte</i>	<i>Pourcentage</i>
Femme	21	58,33
Homme	14	38,89
Autre	1	2,78
Sans réponse	0	0

Quel est votre âge ?

<i>Réponses</i>	<i>Décompte</i>	<i>Pourcentage</i>
25-29 ans	6	16,67
30-39 ans	18	50,00
40-49 ans	2	5,56
50-59 ans	7	19,44
60 ans et plus	3	8,33
Sans réponse	0	0

Quel est votre milieu d'exercice ?

<i>Réponses</i>	<i>Décompte</i>	<i>Pourcentage</i>
Rural	9	25,00
Semi-rural	15	41,67
Urbain	12	33,33
Sans réponse	0	0

Quel est votre mode d'exercice ?

<i>Réponses</i>	<i>Décompte</i>	<i>Pourcentage</i>
Libéral - Installé(e)	15	41,67
Libéral - Remplaçant(e)	12	33,33
Mixte	6	16,67
Salarié(e)	3	8,33
Sans réponse	0	0

Quelle est votre région d'exercice ?

<i>Réponses</i>	<i>Décompte</i>	<i>Pourcentage</i>
Auvergne-Rhône-Alpes	2	5,56
Bourgogne-Franche-Comté	0	0
Bretagne	4	11,11
Centre-Val de Loire	0	0
Corse	0	0
Grand-est	0	0
Guadeloupe	0	0
Guyane	0	0
Hauts-de-France	13	36,11
Ile-de-France	2	5,56
Martinique	0	0
Mayotte	0	0
Normandie	0	0
Nouvelle-Aquitaine	1	2,77
Occitanie	2	5,56

Pays de la Loire	7	19,44
Provence-Alpes-Côte-d'Azur	5	13,89
La Réunion	0	0
Sans réponse	0	0

Quel est votre mode de fonctionnement ?

Réponses	Décompte	Pourcentage
Cabinet de groupe pluridisciplinaire	25	69,44%
Cabinet libéral seul(e)	5	13,89%
Autre	6	16,67%
Sans réponse	0	0

Autre : hôpital, cabinet de groupe de médecins généralistes, variable en fonction des remplacements mais surtout libéral avec plusieurs médecins.

Vous sentez-vous préoccupé(e) par les changements environnementaux ?

(1 : pas du tout préoccupé(e) → 10 : très préoccupé(e))

Réponses	Décompte	Pourcentage
1	0	0
2	1	2,78
3	1	2,78
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	6	16,67
8	9	25,00
9	3	8,33
10	16	44,44
Sans réponse	0	0

Avez-vous un engagement (associatif ou autre) en rapport avec l'environnement ?

<i>Réponses</i>	<i>Décompte</i>	<i>Pourcentage</i>
Oui	9	25
Non	27	75
Sans réponse	0	0

Pensez-vous que ce livret d'informations est utile pour la pratique de la médecine générale ?

(1 : pas utile → 10 : indispensable)

<i>Réponses</i>	<i>Décompte</i>	<i>Pourcentage</i>
1	0	0
2	1	2,78
3	2	5,56
4	0	0
5	3	8,33
6	4	11,11
7	7	19,44
8	10	27,78
9	4	11,11
10	5	13,89
Sans réponse	0	0

Ce livret d'informations aura-t-il un impact sur votre pratique ?

<i>Réponses</i>	<i>Décompte</i>	<i>Pourcentage</i>
Oui	24	66,67
Non	12	33,33
Sans réponse	0	0,00

Parmi les différents conseils émis dans le livret, quels sont ceux que vous seriez prêt(e) à mettre en place au sein de votre cabinet ?

<i>Réponses</i>	<i>Décompte</i>	<i>Pourcentage</i>
Informersur les liens entre santé humaine et biodiversité	27	75,00
Répondre aux défis sanitaires émergents (se former sur les zoonoses, s'organiser sur le territoire pour répondre aux crises sanitaires...)	18	50,00
Montrer l'exemple (éco-responsabilité du cabinet, réfléchir à l'impact environnemental de nos prescriptions...)	31	86,11
S'engager (dans des groupes de travail transdisciplinaire pour une approche "One Health")	12	33,33

Quel est votre niveau de satisfaction globale vis-à-vis du livret d'informations ? (Forme, clarté des informations et qualité d'écriture)

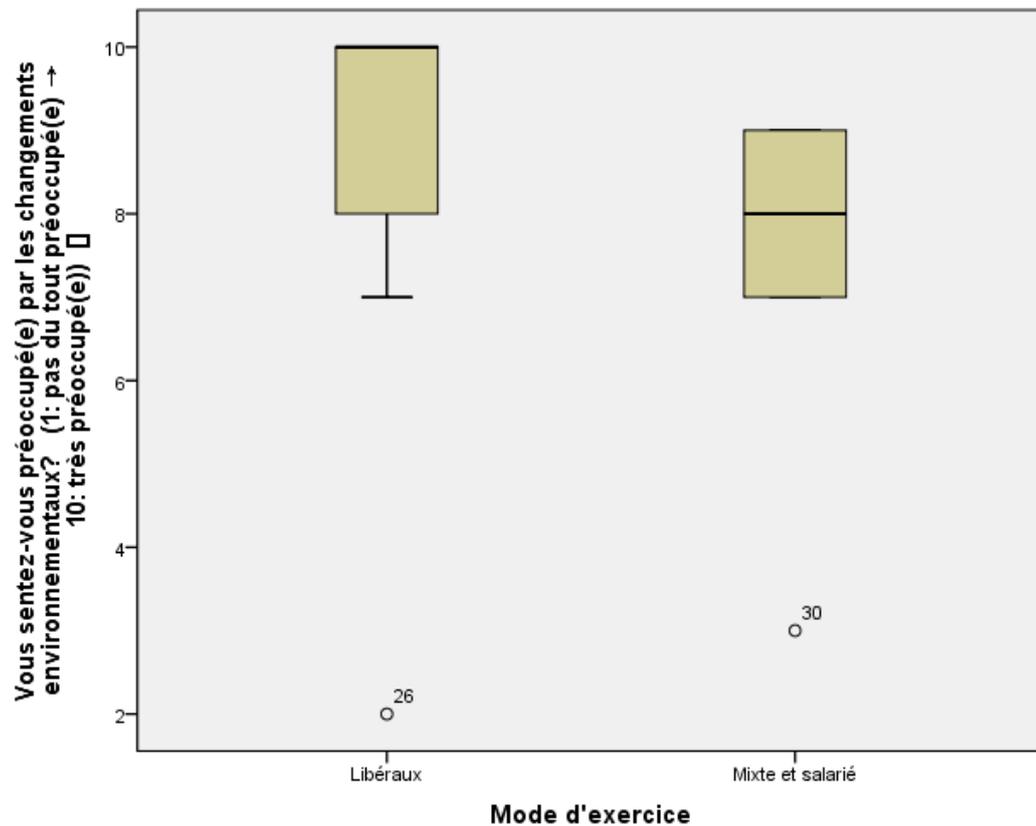
(1 : pas du tout satisfait → 10 : complètement satisfait)

<i>Réponses</i>	<i>Décompte</i>	<i>Pourcentage</i>
1	0	0
2	1	2,78
3	2	5,55
4	1	2,78
5	1	2,78
6	6	16,67
7	7	19,44
8	10	27,78
9	4	11,11
10	4	11,11
Sans réponse	0	0

III. Annexe 3 : Statistiques du Questionnaire

1) Vous sentez-vous préoccupé(e) par les changements environnementaux ? / Mode d'exercice

Descriptives					
	Mode d'exercice		Statistiques	Erreur standard	
Vous sentez-vous préoccupé(e) par les changements environnementaux ? (1: pas du tout préoccupé(e) → 10: très préoccupé(e))	Libéraux	Moyenne		8,85	,345
		Intervalle de confiance à 95 % pour la moyenne	Borne inférieure	8,14	
			Borne supérieure	9,56	
		Moyenne tronquée à 5 %		9,10	
		Médiane		10,00	
		Variance		3,208	
		Écart type		1,791	
		Minimum		2	
		Maximum		10	
		Plage		8	
		Plage interquartile		2	
		Asymétrie		-2,320	,448
		Kurtosis		7,314	,872
	Mixte et salarié	Moyenne		7,44	,626
		Intervalle de confiance à 95 % pour la moyenne	Borne inférieure	6,00	
			Borne supérieure	8,89	
		Moyenne tronquée à 5 %		7,60	
		Médiane		8,00	
		Variance		3,528	
		Écart type		1,878	
		Minimum		3	
		Maximum		9	
Plage		6			
Plage interquartile		2			
Asymétrie		-1,854	,717		
Kurtosis		4,211	1,400		



Tests statistiques^a

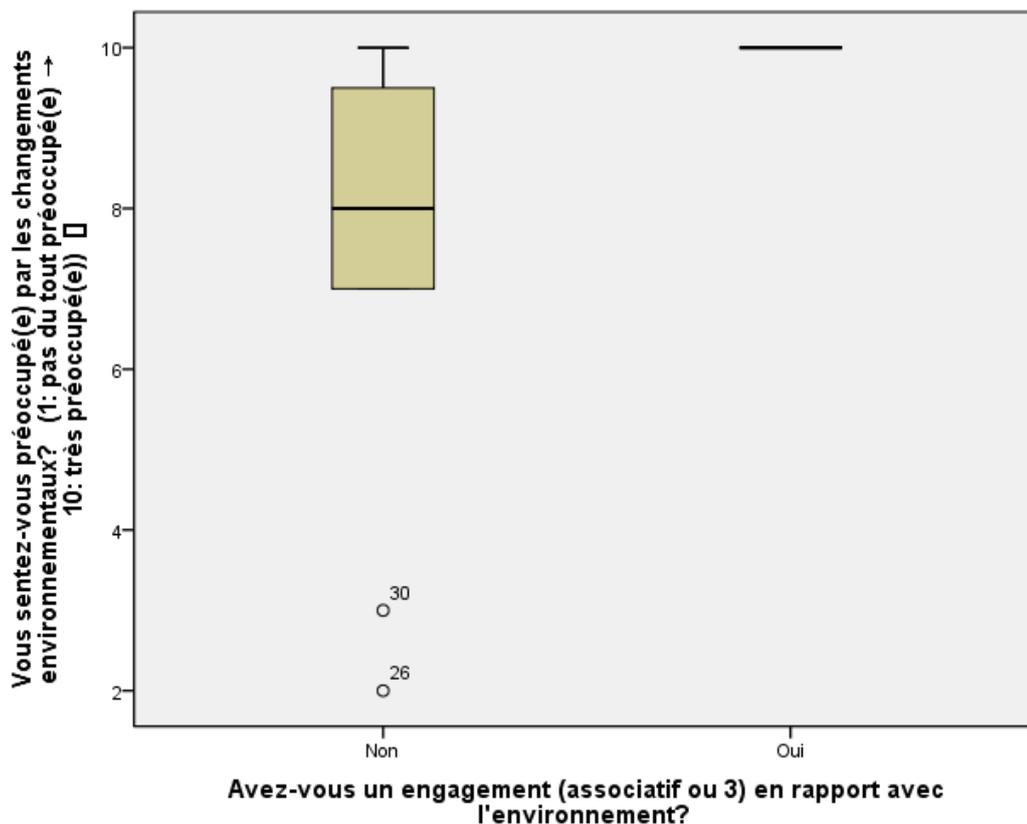
	Vous sentez-vous préoccupé(e) par les changements environnementaux ? (1: pas du tout préoccupé(e) → 10: très préoccupé(e))
U de Mann-Whitney	56,500
W de Wilcoxon	101,500
Z	-2,514
Sig. Asymptotique (bilatérale)	,012
Sig. Exacte [2*(sig. Unilatérale)]	,016 ^b

a. Variable de regroupement : Mode d'exercice

b. Non corrigé pour les ex aequo.

2) Vous sentez-vous préoccupé(e) par les changements environnementaux ? / Avez-vous un engagement (associatif ou autre) en rapport avec l'environnement ?

Descriptives					
	Avez-vous un engagement (associatif ou autre) en rapport avec l'environnement ?		Statistiques	Erreur standard	
Vous sentez-vous préoccupé(e) par les changements environnementaux ? (1: pas du tout préoccupé(e) → 10: très préoccupé(e))	Non	Moyenne	8,00	,374	
		Intervalle de confiance à 95 % pour la moyenne	Borne inférieure	7,23	
			Borne supérieure	8,77	
		Moyenne tronquée à 5 %	8,21		
		Médiane	8,00		
		Variance	3,769		
		Écart type	1,941		
		Minimum	2		
		Maximum	10		
		Plage	8		
		Plage interquartile	3		
		Asymétrie	-1,635	,448	
		Kurtosis	3,585	,872	
a. Vous sentez-vous préoccupé(e) par les changements environnementaux ? (1 : pas du tout préoccupé(e) → 10 : très préoccupé(e)) est une constante lorsque Avez-vous un engagement (associatif ou autre) en rapport avec l'environnement ? = Oui. Elle a été omise.					



Tests statistiques

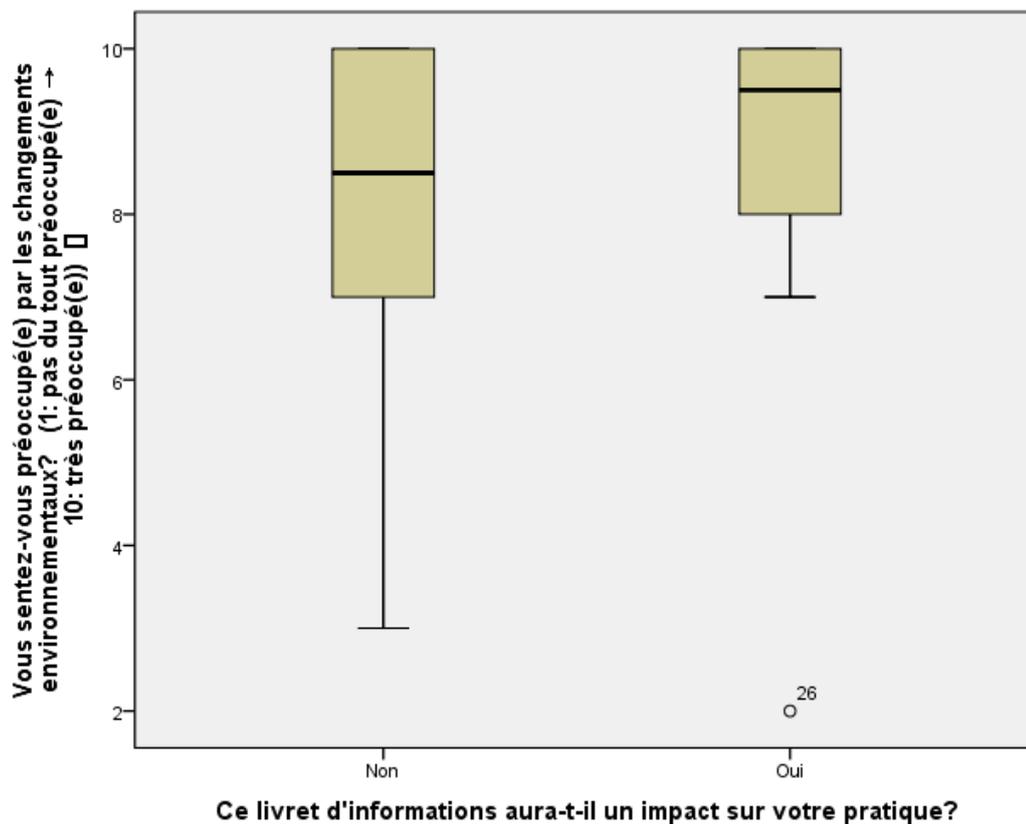
	Vous sentez-vous préoccupé(e) par les changements environnementaux ? (1 : pas du tout préoccupé(e) → 10 : très préoccupé(e))
U de Mann-Whitney	31,500
W de Wilcoxon	409,500
Z	-3,481
Sig. Asymptotique (bilatérale)	,000
Sig. Exacte [2*(sig. Unilatérale)]	,000 ^b

a. Variable de regroupement : Avez-vous un engagement (associatif ou autre) en rapport avec l'environnement ?

b. Non corrigé pour les ex aequo.

**3) Vous sentez-vous préoccupé(e) par les changements environnementaux ? /
Ce livret d'informations aura-t-il un impact sur votre pratique ?**

Descriptives					
	Ce livret d'informations aura-t-il un impact sur votre pratique ?		Statistiques	Erreur standard	
Vous sentez-vous préoccupé(e) par les changements environnementaux ? (1: pas du tout préoccupé(e) → 10: très préoccupé(e))	Non	Moyenne		8,17	,588
		Intervalle de confiance à 95 % pour la moyenne	Borne inférieure	6,87	
			Borne supérieure	9,46	
		Moyenne tronquée à 5 %		8,35	
		Médiane		8,50	
		Variance		4,152	
		Écart type		2,038	
		Minimum		3	
		Maximum		10	
		Plage		7	
		Plage interquartile		3	
		Asymétrie		-1,507	,637
		Kurtosis		2,955	1,232
		Oui	Moyenne		8,67
	Intervalle de confiance à 95 % pour la moyenne		Borne inférieure	7,89	
			Borne supérieure	9,44	
	Moyenne tronquée à 5 %		8,92		
	Médiane		9,50		
	Variance		3,362		
	Écart type		1,834		
	Minimum		2		
	Maximum		10		
	Plage		8		
Plage interquartile		2			
Asymétrie		-2,183	,472		
Kurtosis		6,743	,918		



Tests statistiques^a

	Vous sentez-vous préoccupé(e) par les changements environnementaux ? (1: pas du tout préoccupé(e) → 10: très préoccupé(e)) □
U de Mann-Whitney	118,500
W de Wilcoxon	196,500
Z	-,906
Sig. Asymptotique (bilatérale)	,365
Sig. Exacte [2*(sig. Unilatérale)]	,398 ^b

a. Variable de regroupement : Ce livret d'informations aura-t-il un impact sur votre pratique ?

b. Non corrigé pour les ex aequo.

4) Vous sentez-vous préoccupé(e) par les changements environnementaux ? / Pensez-vous que ce livret d'informations est utile pour la pratique de la médecine générale

Corrélations

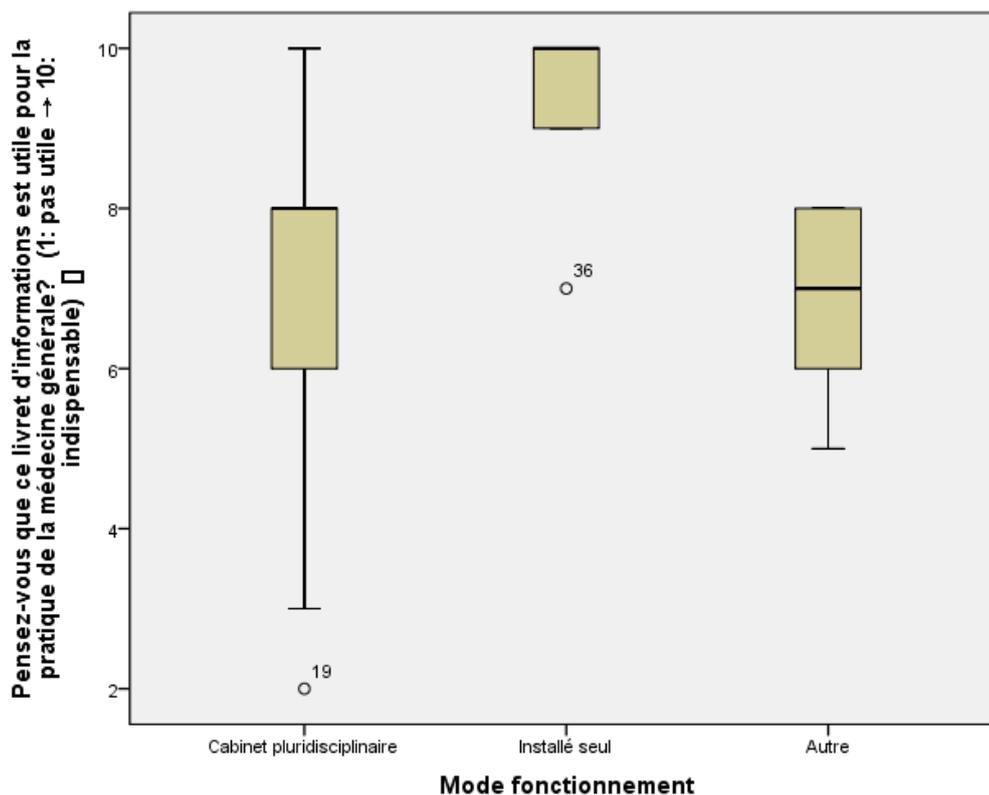
		Vous sentez-vous préoccupé(e) par les changements environnementaux ? (1: pas du tout préoccupé(e) → 10: très préoccupé(e))	Pensez-vous que ce livret d'informations est utile pour la pratique de la médecine générale ? (1: pas utile → 10: indispensable)
Vous sentez-vous préoccupé(e) par les changements environnementaux ? (1: pas du tout préoccupé(e) → 10: très préoccupé(e))	Corrélation de Pearson Sig. (Bilatérale) N	1 36	,384* ,021 36
Pensez-vous que ce livret d'informations est utile pour la pratique de la médecine générale ? (1: pas utile → 10: indispensable)	Corrélation de Pearson Sig. (Bilatérale) N	,384* ,021 36	1 36

*. La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).

5) Pensez-vous que ce livret d'informations est utile pour la pratique de la médecine générale ? / Mode de fonctionnement

Descriptives					
	Mode fonctionnement		Statistiques	Erreur standard	
Pensez-vous que ce livret d'informations est utile pour la pratique de la médecine générale ? (1 : pas utile → 10 : indispensable)	Cabinet pluridisciplinaire	Moyenne		7,00	,420
		Intervalle de confiance à 95 % pour la moyenne	Borne inférieure	6,13	
			Borne supérieure	7,87	
		Moyenne tronquée à 5 %		7,10	
		Médiane		8,00	
		Variance		4,417	
		Écart type		2,102	
		Minimum		2	
		Maximum		10	
		Plage		8	
		Plage interquartile		2	
		Asymétrie		-,908	,464
		Kurtosis		,399	,902
		Installé seul	Moyenne		9,20
	Intervalle de confiance à 95 % pour la moyenne		Borne inférieure	7,58	
			Borne supérieure	10,82	
	Moyenne tronquée à 5 %		9,28		
	Médiane		10,00		
	Variance		1,700		
	Écart type		1,304		
	Minimum		7		
	Maximum		10		
	Plage		3		
	Plage interquartile		2		
	Asymétrie		-1,714	,913	
	Kurtosis		2,664	2,000	
	Autre		Moyenne		6,83
		Intervalle de confiance à 95 % pour la moyenne	Borne inférieure	5,61	
			Borne supérieure	8,06	
		Moyenne tronquée à 5 %		6,87	
Médiane		7,00			
Variance		1,367			

	Écart type	1,169	
	Minimum	5	
	Maximum	8	
	Plage	3	
	Plage interquartile	2	
	Asymétrie	-,668	,845
	Kurtosis	-,446	1,741



Tests statistiques^{a,b}

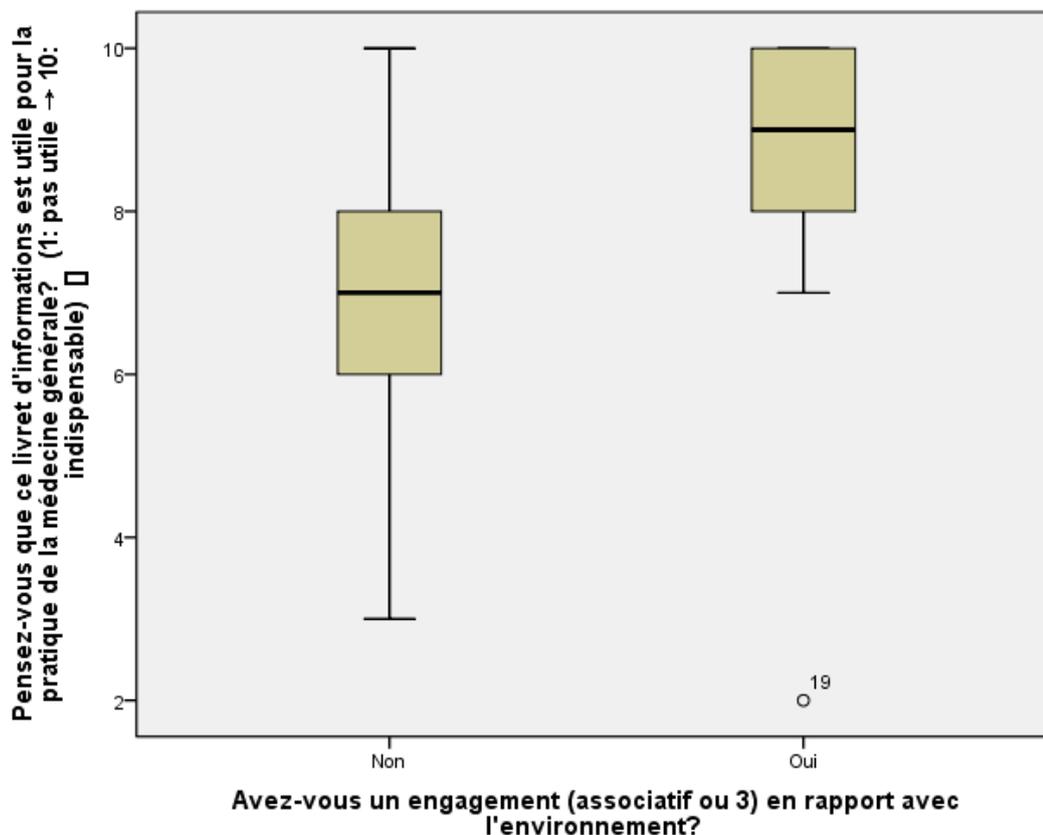
	Pensez-vous que ce livret d'informations est utile pour la pratique de la médecine générale ? (1: pas utile → 10: indispensable)
Khi-deux	6,477
ddl	2
Sig. Asymptotique	,039

a. Test de Kruskal Wallis

b. Variable de regroupement : Mode fonctionnement

6) Pensez-vous que ce livret d'informations est utile pour la pratique de la médecine générale ? / Avez-vous un engagement (associatif ou autre) en rapport avec l'environnement ?

Descriptives						
	Avez-vous un engagement (associatif ou autre) en rapport avec l'environnement ?		Statistiques	Erreur standard		
Pensez-vous que ce livret d'informations est utile pour la pratique de la médecine générale ? (1: pas utile → 10: indispensable)	Non	Moyenne		6,96	,331	
		Intervalle de confiance à 95 % pour la moyenne	Borne inférieure	6,28		
			Borne supérieure	7,64		
		Moyenne tronquée à 5 %		7,03		
		Médiane		7,00		
		Variance		2,960		
		Écart type		1,720		
		Minimum		3		
		Maximum		10		
		Plage		7		
		Plage interquartile		2		
		Asymétrie		-,721	,448	
		Kurtosis		,421	,872	
		Oui	Moyenne		8,22	,862
			Intervalle de confiance à 95 % pour la moyenne	Borne inférieure	6,23	
	Borne supérieure			10,21		
	Moyenne tronquée à 5 %		8,47			
	Médiane		9,00			
	Variance		6,694			
	Écart type		2,587			
	Minimum		2			
	Maximum		10			
	Plage		8			
Plage interquartile		3				
Asymétrie		-2,039	,717			
Kurtosis		4,642	1,400			



Tests statistiques^a

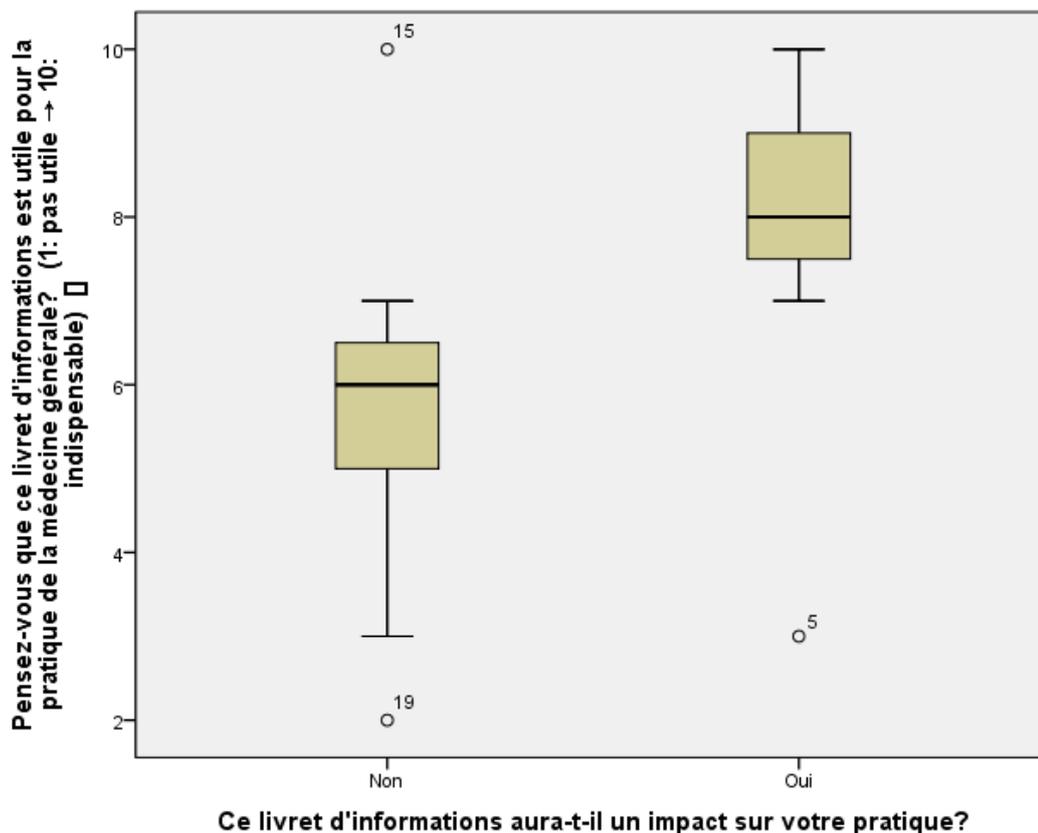
	Pensez-vous que ce livret d'informations est utile pour la pratique de la médecine générale ? (1: pas utile → 10: indispensable)
U de Mann-Whitney	62,500
W de Wilcoxon	440,500
Z	-2,193
Sig. Asymptotique (bilatérale)	,028
Sig. Exacte [2*(sig. Unilatérale)]	,029 ^b

a. Variable de regroupement : Avez-vous un engagement (associatif ou 3) en rapport avec l'environnement ?

b. Non corrigé pour les ex aequo.

7) Pensez-vous que ce livret d'informations est utile pour la pratique de la médecine générale ? / Ce livret d'informations aura-t-il un impact sur votre pratique ?

Descriptives					
	Ce livret d'informations aura-t-il un impact sur votre pratique ?		Statistiques	Erreur standard	
Pensez-vous que ce livret d'information est utile pour la pratique de la médecine générale ? (1: pas utile → 10: indispensable)	Non	Moyenne		5,67	,582
		Intervalle de confiance à 95 % pour la moyenne	Borne inférieure	4,39	
			Borne supérieure	6,95	
		Moyenne tronquée à 5 %		5,63	
		Médiane		6,00	
		Variance		4,061	
		Écart type		2,015	
		Minimum		2	
		Maximum		10	
		Plage		8	
		Plage interquartile		2	
		Asymétrie		,228	,637
		Kurtosis		1,614	1,232
		Oui	Moyenne		8,08
	Intervalle de confiance à 95 % pour la moyenne		Borne inférieure	7,46	
			Borne supérieure	8,70	
	Moyenne tronquée à 5 %		8,22		
	Médiane		8,00		
	Variance		2,167		
	Écart type		1,472		
	Minimum		3		
	Maximum		10		
Plage			7		
Plage interquartile		2			
Asymétrie		-1,583	,472		
Kurtosis		5,362	,918		



Tests statistiques^a

	Pensez-vous que ce livret d'informations est utile pour la pratique de la médecine générale ? (1: pas utile → 10: indispensable)
U de Mann-Whitney	36,500
W de Wilcoxon	114,500
Z	-3,671
Sig. Asymptotique (bilatérale)	,000
Sig. Exacte [2*(sig. Unilatérale)]	,000 ^b

a. Variable de regroupement : Ce livret d'informations aura-t-il un impact sur votre pratique ?

b. Non corrigé pour les ex aequo.

8) Quel est votre niveau de satisfaction globale vis-à-vis du livret d'informations ? / Pensez-vous que ce livret d'informations est utile pour la pratique de la médecine générale ?

Corrélations

		Quel est votre niveau de satisfaction globale vis-à-vis du livret d'informations ? (Forme, clarté des informations et qualité d'écriture) (1: pas du tout satisfait → 10: complètement satisfait)	Pensez-vous que ce livret d'informations est utile pour la pratique de la médecine générale ? (1: pas utile → 10: indispensable)
Quel est votre niveau de satisfaction globale vis-à-vis du livret d'informations ? (Forme, clarté des informations et qualité d'écriture) (1: pas du tout satisfait → 10: complètement satisfait)	Corrélation de Pearson Sig. (Bilatérale)	1	,786** ,000
	N	36	36
Pensez-vous que ce livret d'informations est utile pour la pratique de la médecine générale ? (1: pas utile → 10: indispensable)	Corrélation de Pearson Sig. (Bilatérale)	,786** ,000	1
	N	36	36

** . La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).

IV. Annexe 4 : Score SANRA

Machine Translated by Google

Recherche et coll. Intégrité de la recherche et examen par les pairs

(2015) 4:5

Page 3 sur 7

Scale for the Assessment of Narrative Review Articles – SANRA

Please rate the quality of the narrative review article in question, using categories 0-2 on the following scale. For each aspect of quality, please choose the option which best fits your evaluation, using categories 0 and 2 freely to imply general low and high quality. These are not intended to imply the worst or best imaginable quality.

<p>1) Justification of the article's importance for the readership</p> <p>The importance is not justified. _____ 0</p> <p>The importance is alluded to, but not explicitly justified. _____ 1</p> <p>The importance is explicitly justified. _____ 2</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">L</div>
<p>2) Statement of concrete aims or formulation of questions</p> <p>No aims or questions are formulated. _____ 0</p> <p>Aims are formulated generally but not concretely or in terms of clear questions. _____ 1</p> <p>One or more concrete aims or questions are formulated. _____ 2</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">L</div>
<p>3) Description of the literature search</p> <p>The search strategy is not presented. _____ 0</p> <p>The literature search is described briefly. _____ 1</p> <p>The literature search is described in detail, including search terms and inclusion criteria. _____ 2</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">L</div>
<p>4) Referencing</p> <p>Key statements are not supported by references. _____ 0</p> <p>The referencing of key statements is inconsistent. _____ 1</p> <p>Key statements are supported by references. _____ 2</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">L</div>
<p>5) Scientific reasoning <i>(e.g., incorporation of appropriate evidence, such as RCTs in clinical medicine)</i></p> <p>The article's point is not based on appropriate arguments. _____ 0</p> <p>Appropriate evidence is introduced selectively. _____ 1</p> <p>Appropriate evidence is generally present. _____ 2</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">L</div>
<p>6) Appropriate presentation of data <i>(e.g., absolute vs relative risk; effect sizes without confidence intervals)</i></p> <p>Data are presented inadequately. _____ 0</p> <p>Data are often not presented in the most appropriate way. _____ 1</p> <p>Relevant outcome data are generally presented appropriately. _____ 2</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">L</div>
<p>Sumscore</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">12</div>

Fig. 1 SANRA - Echelle

D^r DEFORMA MEI
Jean Francois
26/11/23

V. Annexe 5 : Cadre conceptuel tiré de l'article « Voies reliant la biodiversité et la santé humaine : un cadre conceptuel » de M. MARSELLE et al.

« Le cadre biodiversité-santé proposé a été généré lors d'un atelier de trois jours en septembre 2019 avec un panel international de 26 experts de différentes disciplines, dont la biologie, les sciences biomédicales, l'écologie, l'épidémiologie environnementale, la psychologie environnementale, la géographie, la médecine, la littérature moderne, de la santé publique et des statistiques, ainsi que de experts des agences de conservation et des autorités sanitaires.

Notre cadre conceptuel est destiné à inspirer, organiser et soutenir le travail de divers chercheurs et professionnels de l'environnement et de la santé, ainsi que l'évaluation des liens prévue de la Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) sur les liens entre la biodiversité, l'eau, l'alimentation et la santé (<https://ipbes.net/nexus>). Surtout, nous pensons qu'il peut également soutenir la mise en œuvre du Programme de développement durable des Nations Unies à l'horizon 2030, du Green Deal de l'UE, du partenariat OMS-CBD et du développement du cadre mondial de la biodiversité post-2020 de la CDB et de sa traduction en politiques régionales et nationales.

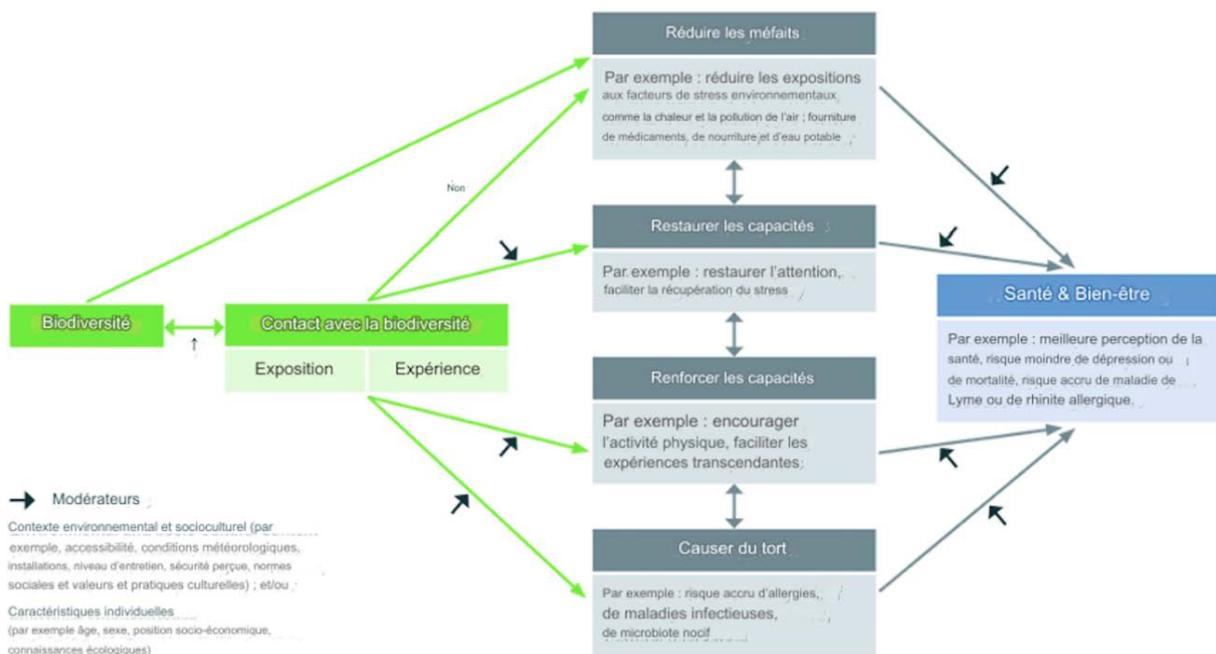


Fig 1 : Voies reliant la biodiversité à la santé et au bien-être humains. Quatre domaines de parcours liant biodiversité et santé impliquent un contact avec la biodiversité. Source : Pathways linking biodiversity to human health: A conceptual framework (21)

Le modèle conceptuel (Fig. 1) qui sous-tend notre cadre montre comment la biodiversité et le contact avec la biodiversité influencent indirectement la santé humaine à travers des voies organisées en quatre domaines définis en termes de pertinence adaptative : (1) réduire les dommages (par exemple, fourniture de médicaments, diminution de l'exposition à la pollution atmosphérique et sonore) ; (2) restaurer les capacités (par exemple restauration de l'attention, récupération du stress) ; (3) renforcer les capacités (par exemple faciliter l'activité physique, les expériences transcendantales) ; et (4) causer des dommages (par exemple, exposition à des animaux sauvages dangereux, à des maladies infectieuses ou à des allergènes). Plusieurs voies peuvent fonctionner ensemble simultanément, avec des synergies et des compromis. Il est donc important de considérer la manière dont les effets obtenus par différentes voies peuvent être liés les uns aux autres, plutôt que de les traiter comme indépendants. Considérez les interrelations entre les voies dans les domaines de « causer un préjudice » et de « réduire un préjudice ».

Il est structuré en quatre composantes :

Composante 1 : La biodiversité

Cette composante caractérise les éléments spécifiques de la biodiversité qui peuvent potentiellement influencer la santé et le bien-être humains. En fonction des problèmes de santé étudiés (par exemple : rhinite allergique, dépression) les chercheurs peuvent mesurer les niveaux appropriés de biodiversité : gènes, espèces, ou écosystèmes. Par exemple la diversité génétique peut être importante pour étudier la rhinite allergique, tandis que l'abondance des espèces peut être importante pour étudier la dépression.

Composante 2 : Le contact avec la biodiversité

Décrit le contact d'une personne avec les éléments de la biodiversité identifiés dans la composante 1. Ici, le contact avec la biodiversité est défini par deux aspects différents : l'exposition et l'expérience. L'exposition fait référence au degré de contact d'une personne avec la biodiversité. L'expérience fait référence à la manière dont une personne expérimente et interagit avec la biodiversité. Néanmoins, notre modèle conceptuel reconnaît également que des éléments de la biodiversité peuvent affecter la santé sans qu'un individu ou un groupe n'ait de contact avec la biodiversité, via le domaine de « réduction des dommages ».

Composante 3 : Domaine de parcours

Le troisième élément du cadre biodiversité-santé décrit les liens de causalité liant la biodiversité et la santé humaine. Voici un aperçu des quatre domaines de voies reliant la biodiversité à la santé humaine.

(1) Réductions des dommages

La biodiversité peut influencer la santé et le bien-être en atténuant ou en réduisant les problèmes de santé. Dans ce domaine, nous discutons de la manière dont la biodiversité contribue aux déterminants de la santé (par exemple, l'accès aux services d'approvisionnement essentiels, tels que les médicaments, la nourriture et l'eau potable) ainsi que la réduction des dommages causés par les facteurs de stress

environnementaux grâce à des services de régulation (par exemple, la réglementation de pollution atmosphérique et sonore ou de chaleur extrême). Certaines voies dans ce domaine particulier ne nécessitent pas toujours une exposition ou une interaction avec la biodiversité de la part de la personne ou de la population qui en bénéficie. La consommation ou le bénéfice d'un élément spécifique de la biodiversité peut être complètement éloigné spatialement de l'origine du service (par exemple là où la plante médicinale est cultivée ou où la qualité de l'air est améliorée).

(2) Restauration des capacités

Le domaine des capacités de restauration des parcours fait référence à la récupération des capacités d'adaptation qui ont été diminuées par les exigences de la vie quotidienne. Au fil du temps, le manque de restauration de ces ressources peut entraîner des problèmes de santé mentale et physique. Les environnements qui soutiennent la restauration de ces ressources épuisées sont appelés environnements réparateurs. Alors que des théories récentes examinent la manière dont les expériences en milieu naturel pourraient contribuer au renouvellement des ressources relationnelles et sociales, le récit conventionnel actuel sur la façon dont l'expérience d'éléments spécifiques de la biodiversité produit des bénéfices réparateurs se concentre sur des théories sur le renouvellement des ressources psychophysiologiques et sociales. Ressources cognitives utilisées pour mobiliser et orienter l'action.

(3) Renforcement des capacités

Le domaine du renforcement des capacités des parcours fait référence à l'approfondissement ou au renforcement des capacités permettant de répondre aux demandes quotidiennes, plutôt qu'à la restauration d'une ressource épuisée. En ce qui concerne la restauration des capacités, nous discutons ici de la façon dont la biodiversité peut contribuer à la santé humaine via le renforcement des capacités principalement au niveau individuel, bien que nous reconnaissons également comment elle peut être abordée au niveau d'un quartier, d'une communauté ou à un autre niveau d'analyse plus élevé.

(4) Causer des dommages

Dans cette section, nous illustrons certains des effets néfastes que la biodiversité peut avoir pour la santé humaine.

Composante 4 : Effet sur la santé

La quatrième et dernière étape du cadre biodiversité-santé implique l'évaluation des effets sur la santé humaine et le bien-être qui découlent des voies de médiation dans les différents domaines. » (21)

VI. Annexe 6 : Livret d'informations

SANTÉ HUMAINE ET BIODIVERSITÉ

La prévention en santé fait partie des missions du médecin généraliste. Par sa proximité et son statut privilégié auprès des patients, il peut sensibiliser aux déterminants de santé qui conditionnent le bien-être physique et mental de chacun. Les déterminants de santé environnementaux y occupent une place primordiale.

En 2021, les rédacteurs en chef d'une vingtaine de revues médicales, parmi les plus célèbres (NEJM, BMJ, Lancet, PLOS, etc.), décident d'écrire un éditorial en commun afin d'alerter les leaders politiques de l'impact des changements environnementaux. Leur conclusion est claire :

« La science est sans équivoque ; une augmentation globale de 1,5 °C au-dessus de la moyenne préindustrielle et la perte continue de la biodiversité risquent des dommages catastrophiques pour la santé. »

Ce guide présente les enjeux sanitaires de la crise de biodiversité, ainsi que différents conseils d'aide à la pratique du médecin généraliste dans une stratégie de co-bénéfices environnement-santé.

QU'EST-CE QUE LA BIODIVERSITÉ ?

La biodiversité est partout. Elle représente la grande variabilité des organismes vivants de toute origine, ainsi que la diversité des gènes qui les constitue, la diversité des espèces qu'ils représentent, mais aussi la diversité des écosystèmes qu'ils forment par leurs interactions complexes.

La biodiversité soutient une toile du vivant à la fois souple (=adaptable) et solide (=résiliente).

POURQUOI S'EN SOUCIER ?

L'humanité fait partie de cette toile du vivant et en est indissociable. Dans le dernier rapport de l'IPBES, ce caractère indissociable est mis en avant dans la notion de contributions de la nature aux populations. Ces services sont rangés en trois catégories : les contributions matérielles (éducation, connaissance, loisir...) et régulatrices (qualité de l'air, de l'eau, atténuation des événements extrêmes...) dont l'appréciation dépendra des valeurs accordées à la nature par chaque communauté.

L'ÉTAT DE LA BIODIVERSITÉ EN FRANCE

La biodiversité mondiale connaît une érosion sans précédent à l'échelle de l'humanité. Une crise d'extinction majeure, caractérisée comme la 6ème crise d'extinction que la Terre ait connue, avec actuellement un taux de disparition estimé 1000 fois plus rapide que celui qui prévalait avant le 20ème siècle.

La France joue un rôle clé dans la préservation de la biodiversité mondiale : elle est présente dans 5 des 36 "points chauds" de biodiversité, abritant plus de 80% des écosystèmes européens et environ 180 000 espèces, soit 10% du total mondial connu.

En France, l'Observatoire national de la biodiversité (ONB) souligne que les indicateurs représentatifs de la perte de biodiversité évoluent de manière extrêmement préoccupante. Pour exemple, à peine 20% des écosystèmes remarquables sont dans un état de conservation favorable sur le territoire métropolitain.

Les causes principales sont la destruction des habitats naturels, l'exploitation directe des organismes vivants sauvages, le changement climatique, la pollution et la prolifération d'espèces exotiques envahissantes.

ET LA SANTÉ ?

La nature sous-tend toutes les dimensions de la santé humaine. Un nombre grandissant de corrélations ont émergés ces dernières années, mettant en évidence les liens entre ces deux domaines. À la suite d'une revue de la littérature scientifique, M.R. Marselle et al ont imaginé un cadre conceptuel permettant une approche mécaniste de cette relation. Ils ont établi quatre voies causales reliant la santé à la biodiversité :

- Réduction des dommages
- Restauration des capacités
- Renforcement des capacités
- Causer des dommages (l'exposition à des agents infectieux, pathologies non transmissible)

LA RÉDUCTION DES DOMMAGES

Prévention des dommages

La biodiversité sous-tend la santé humaine à travers différents services d'approvisionnement en biens essentiels participant aux conditions minimales pour une bonne qualité de vie :

Les médicaments :

Les environnements riches en biodiversité fournissent des produits naturels et des ressources génétiques qui constituent la base, de la médecine traditionnelle, et des produits pharmaceutiques modernes.

Environ un tiers des produits pharmaceutiques modernes sont dérivés de composants extraits du monde naturel, et de nombreux médicaments sont conçus pour imiter des produits naturels.

La perte de biodiversité induit un coût d'opportunité majeur : on estime qu'un médicament important serait perdu tous les deux ans.

La sécurité alimentaire :

L'effondrement de la biodiversité sauvage met en péril des fonctions essentielles dans les écosystèmes cultivés comme la pollinisation, la régulation des bioagresseurs, ou l'entretien de la fertilité des sols. Une disparition totale des pollinisateurs entraînerait une baisse de la production supérieure à 90 % pour 12 % des principales cultures mondiales.

La dégradation des sols entraîne une réduction de la productivité agricole sur 23% de la surface terrestre. Sur 6000 espèces végétales ayant été cultivées par l'humanité, seules neuf assurent aujourd'hui les deux tiers de la production

mondiale. Ces variétés, génétiquement très homogènes et adaptées pour les pratiques de l'agriculture industrielle, diminuent la résilience du système agricole face aux changements environnementaux globaux.

L'approvisionnement en eau

La biodiversité des milieux humides et aquatiques continentaux joue un rôle essentiel dans la régulation de la qualité de l'eau, réduisant les coûts de traitement et d'épuration. La diversité des organismes vivants d'un milieu aquatique sert d'indicateur de qualité.



L'effondrement de la biodiversité met en péril la sécurité alimentaire mondiale

Atténuation des dommages

La biodiversité sous-tend la réduction de dommages causés par des facteurs de stress environnementaux à travers des services de régulation.

Polluants atmosphériques et sonores :

La pollution atmosphérique est le principal facteur de risque environnemental de maladies non transmissibles à l'échelle mondiale. La biodiversité végétale, en particulier en milieu urbain, joue un rôle essentiel dans la régulation de la qualité de l'air, en contribuant à la capture de polluants gazeux et à la rétention de particules fines. Elle peut être aussi à l'origine de l'émission de composés volatils et d'une répartition différenciée des polluants atmosphériques. Cependant, la végétation urbaine a ses limites dans la purification de l'air, soulignant la nécessité de réduire les émissions de polluants, en particulier liées aux transports.

La pollution sonore porte une charge de morbidité non négligeable en Europe. Les arbres, les plantes et leur diversité structurelle, peuvent atténuer cette pollution en absorbant, déviant, réfléchissant et réfractant les ondes sonores, en particulier lorsqu'ils sont placés en obstacle entre les habitations et les sources de bruit.

Les chaleurs extrêmes :

—En France, les épisodes de chaleur ont entraîné une augmentation rapide des décès et des recours aux soins d'urgence, en particulier dans les zones urbaines, où l'effet d'îlot de chaleur est amplifié. La végétation urbaine offre des solutions à travers plusieurs mécanismes : l'ombrage,

l'évapotranspiration et l'effet Albedo (capacité du feuillage à réfléchir l'énergie solaire) améliorant ainsi le confort thermique des villes.

L'abondance de la végétation, son état structurel, et la diversité des espèces influencent l'ampleur de l'effet de refroidissement urbain. Une gestion de l'eau plus durable en ville permet et renforce ces mécanismes de refroidissement tout en favorisant l'aménagement de couloirs écologiques, essentiels à la biodiversité.

RESTAURATION DES CAPACITÉS

Cette voie met en avant le potentiel de restauration des capacités d'adaptation, par l'intermédiaire d'expériences en lien avec la biodiversité.

Elle repose sur deux théories psychologiques : la théorie de récupération du stress et la théorie de restauration l'attention ; toutes les deux facilitées dans des environnements dits "réparateurs".



Les milieux naturels riches font partie des environnements dits « réparateurs »

La théorie de récupération du stress

La vue ou la fréquentation d'espaces naturels favoriseraient les émotions positives en bloquant les pensées négatives et les ruminations mentales. Une complexité modérée à élevée du milieu, que l'on peut apparenter aux degrés de biodiversité, fait partie des caractéristiques de l'environnement nécessaires à une récupération du stress optimale.

La théorie de restauration de l'attention

La vue d'un environnement naturel permettrait de créer des pauses dans notre attention dirigée, qui soutient notre concentration lors d'une tâche à réaliser, et favoriserait au contraire l'attention involontaire, sans effort, permettant ainsi le repos du mécanisme neurocognitif dont dépend la concentration. Une association significative a été retrouvée entre les qualités nécessaires de cet environnement, et son niveau de biodiversité objective.

RENFORCEMENT DES CAPACITÉS**Encourager l'activité physique :**

La sédentarité est un facteur de risque majeur de mortalité liée aux maladies non transmissibles. Les espaces naturels peuvent participer à la transformation des comportements individuels et favoriser la pratique sportive, mais aussi les

déplacements actifs comme la marche ou le vélo. La pratique sportive en milieu naturel luxuriant nécessite une adaptation continue à son environnement. Elle demande un engagement sensoriel, émotionnel, corporel et cognitif de l'individu avec son environnement, qui serait à l'origine de bienfaits supplémentaires par rapport à une pratique en salle.

Social :

Les sentiments de solitude et d'isolement constituent des facteurs de risque pour des pathologies cardiovasculaires, neurologiques ou psychiatriques. Les espaces naturels sont des lieux d'intérêt propices pour favoriser les échanges entre individus, de manière spontanée ou non, ou pour planifier des activités communes comme la randonnée ou le jardinage. L'apprentissage des saisons et des dynamiques du vivant favorise l'éveil des enfants, stimule leur curiosité et leurs capacités cognitives, tout en réduisant les problèmes comportementaux, l'anxiété et la dépression, et en renforçant leur confiance en eux.

La richesse et la spécificité d'un espace naturel induit un sentiment de familiarité favorisant l'attachement au lieu, et le partage de connaissances communes entre ses habitants. La biodiversité spécifique permet le sentiment

d'enracinement dans un territoire, composant du bien-être.

Expériences transcendantales :

Les expériences transcendantales telles que l'humilité, la crainte (forte émotion d'étonnement et d'émerveillement) et la réflexion (penser à sa vie, ses objectifs, ses priorités) contribuent au bien-être. L'observation, l'écoute et l'immersion dans des environnements naturels riches favorisent ces expériences de pensée.

CAUSER DES DOMMAGES

Cette voie aborde les risques accrus pour la santé liés aux interactions avec la biodiversité, puis s'attache à décrire les effets néfastes sanitaires dus à l'érosion de la biodiversité.

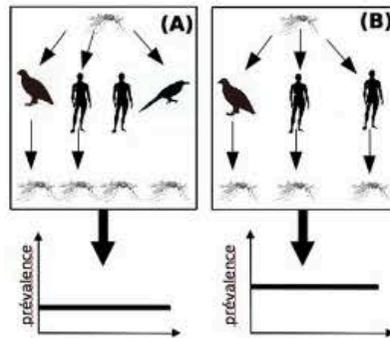
Risques de dommages suite aux contacts avec la faune et la flore :

Entretenir la biodiversité implique une plus grande probabilité de contacts directs avec la faune et la flore pouvant aboutir à des impacts négatifs sur la santé physique (blessures, intoxications) et/ou mentale (stress post traumatique, phobies). Néanmoins ces risques peuvent être limités par l'éducation au contact des milieux naturels, notamment en s'attachant à la transmission des savoirs autochtones, fruit de

l'expérience du vécu des communautés au contact de la biodiversité

Exposition à des agents infectieux zoonotiques :

Depuis 40 ans, il est mis en évidence une augmentation des émergences de zoonoses dont le COVID 19 et le VIH en sont des exemples. Il est bien établi scientifiquement que cette évolution est à mettre en lien avec l'augmentation des pressions anthropiques sur les milieux naturels. La biodiversité joue un rôle complexe dans ces dynamiques, en tant que source de diversité en pathogènes mais également en tant que facteur de risque d'émergence d'épidémies lorsqu'elle est menacée. Touchant à la complexité des sciences du vivant, les mécanismes causaux ne sont pas encore connus, mais plusieurs hypothèses existent, notamment l'hypothèse de l'effet dilution schématisé ci-dessous. Un milieu naturel en équilibre et diversifié aurait une plus grande probabilité d'héberger des espèces dites incompétentes pour un pathogène donné.



Mécanisme de l'effet de dilution. (A) Lorsqu'un moustique peut se nourrir sur une espèce incapable de transmettre la maladie, un certain nombre de ses piqûres sont « perdues » pour la transmission de l'infection. (B) Si cette espèce dite non compétente est absente, les piqûres précédemment perdues seront détournées sur des espèces capables de transmettre la maladie, augmentant en conséquence la proportion de moustiques infectés et donc le nombre de cas humains.

Pathologies non transmissibles :

De nombreux pays dans le monde connaissent une forte augmentation de l'incidence des troubles inflammatoires chroniques tels que les allergies, les maladies auto-immunes et les maladies inflammatoires de l'intestin. Il existe une grande disparité géographique de ces pathologies que l'on retrouve préférentiellement dans les pays développés, avec un gradient positif à l'intérieur même des pays entre les milieux ruraux et urbains, et que l'on voit de plus en plus

apparaître dans les économies émergentes et en voie d'urbanisation.

Ces pathologies inflammatoires présentent le plus souvent une prédisposition génétique. L'augmentation trop rapide de la prévalence ne peut être expliquée par des changements génétiques mais l'expression de nos gènes peut être modifiée par des mécanismes épigénétiques. Une hypothèse explicative repose sur la théorie de la biodiversité qui suggère qu'une modification des expositions à différents pathogènes, associée à une évolution des régimes alimentaires influant sur le microbiote, induisent une diminution de notre immunorégulation. Elle se fonde sur les connaissances autour :

→ *Du concept des « vieux amis »* : un ensemble de micro-organismes (helminthes, mycobactéries saprophytes) avec lesquels l'espèce humaine aurait co-évolué, et qui par un phénomène évolutif de tolérance auraient permis des mécanismes immunorégulateurs dans notre corps comme une augmentation de l'activité des cellules T reg.

→ *Du microbiote* : de nombreuses études font le lien entre une moindre diversité microbienne dans l'environnement, et une réduction de diversité du microbiote humain. Il est désormais bien établi que le microbiote joue un rôle

important dans la régulation de notre système immunitaire, permet la digestion et la nutrition, soutient la défense contre les pathogènes ainsi qu'un certain nombre de processus physiologiques, métaboliques et immunologiques. Son déséquilibre appelé dysbiose est associé à de multiples pathologies. La théorie de la biodiversité ne promeut pas le retour aux anciennes infections, mais encourage la réflexion sur la manière de compenser la perte de ces anciennes infections et la réduction de la diversité de nos microbiotes en optimisant l'exposition à des environnements naturels restaurés et biodiversifiés.

QUELLE PLACE POUR LE MÉDECIN GÉNÉRALISTE ?

Les différents conseils qui vont suivre sont adaptés de la « déclaration appelant les médecins généralistes à agir en faveur de la santé planétaire » co-éditée par la WONCA et l'Alliance santé planétaire.

INFORMER

Ces conseils concernent les impacts directs de la crise d'extinction du vivant sur la santé, mais aussi les comportements individuels et collectifs à l'origine des pressions provoquant l'érosion de la biodiversité. Ils s'appuient sur la notion de co-bénéfice santé – environnement définie comme « des choix quotidiens et changements clés que les patients peuvent faire dans leur propre vie qui conduisent simultanément à un bénéfice pour leur propre santé et pour celle de l'environnement ».

L'alimentation

L'alimentation se situe au carrefour des liens entre santé et biodiversité.

PRIVILÉGIER LE BIO

Avantages pour chacun : associée à un risque réduit d'obésité, de diabète de type 2, de cancer du sein post-ménopause et de lymphome non-hodgkinien, en partie en lien avec une exposition moindre aux pesticides. Il existe une présomption forte de lien entre l'exposition professionnelle aux pesticides et 6 pathologies : lymphomes non hodgkiniens (LNH), myélome multiple, cancer de la prostate, maladie de Parkinson, troubles cognitifs, BPCO.

Avantages pour la biodiversité : méthode d'agriculture plus respectueuse du vivant avec effets positifs sur la qualité des sols, les pollinisateurs, indirectement le microbiote et les cascades positives qui en découlent.

MANGER VARIÉ ET LOCAL, EN PRIVILÉGIANT LE FAIT MAISON

Avantages pour chacun : meilleur apport nutritionnel, notamment vitaminique. Implique très souvent d'acheter des produits bruts, non transformés, à cuisiner ce qui réduit le risque de maladies cardiovasculaires, inflammatoires et digestives, ainsi que l'exposition aux perturbateurs endocriniens (emballages, additifs...)

Avantages pour la biodiversité : promouvoir la diversité des cultures et travailler la résilience du système alimentaire. S'approvisionner chez les producteurs induit une juste rémunération des travailleurs et peut limiter l'urbanisme commercial, industriel et logistique qui multiplie les aménagements en périphérie des villes et artificialise les sols. Le fait maison limite les déchets et réduit la pollution.

VÉGÉTALISER SON ALIMENTATION

Avantages pour chacun : diminue le risque cardiovasculaire, de cancer, de diabète et d'obésité indépendamment. Cela diminue aussi la part d'antibiorésistance issue de l'élevage, et a un impact sur les facteurs d'émergence de maladies infectieuses.

Avantages pour la biodiversité : limiter le changement d'usage des terres, la fragmentation des espaces naturels, essentiellement dû à la déforestation en lien avec l'extension agricole. Pour une calorie donnée, l'élevage utilise plus de surface qu'une culture végétale. Limiter les émissions de gaz à effet de serre : la production animale provoque 14,5% des émissions d'origine humaine au niveau mondial. Limiter l'eutrophisation des milieux naturels en lien avec

la fertilisation des sols et les fuites d'azote issues des élevages intensifs. (cf : <https://www.algues-vertes.com/>)

Pour plus d'informations sur les régimes alimentaires en adéquation avec les changements environnementaux globaux : [eat forum](#)

Pour des aides à l'accompagnement de patients désireux de faire évoluer leur régime alimentaire : [Vegeclie](#)

La mobilité active (marche, vélo)

Avantages pour chacun : permet de maintenir une activité physique régulière, de lutter contre la sédentarité et de réduire le risque cardiovasculaire, le risque de diabète et d'obésité, de cardiopathie ischémique et d'AVC, de dépression, de démence, de cancer du côlon et cancer du sein.

Avantages pour la biodiversité : permet une diminution de la pollution de l'air et une diminution de l'impact du transport sur les émissions de CO2. Diminuer les pressions des infrastructures de transport routier à l'origine d'une part importante de l'artificialisation des sols en France. Le développement de voies piétonnes et/ou cyclables peut être un bon argument pour la mise en place de trames vertes et bleues dans

les milieux urbains servant de corridors à la biodiversité.

Plébisciter les contacts avec les milieux naturels à travers les prescriptions vertes

Avantages pour chacun : chez les enfants : stimule la motricité, la curiosité, l'autonomie et favorise la concentration. Chez l'adulte : réduit le stress et l'anxiété, diminue la tension artérielle et réduit le risque cardiovasculaire.

Avantages pour la biodiversité : promouvoir le contact avec le milieu naturel pour le bien-être est une raison supplémentaire de protéger l'environnement, en défendant la proximité physique de milieux naturels pour tous les citoyens. La sensibilisation à la biodiversité dès le plus jeune âge, en plus des bienfaits précédemment cités, amène à des préoccupations pro-environnementales à l'âge adulte et un lien de solidarité particulier avec la nature, facilitant les mesures de protection. Dans cette optique de promotion de la santé et prévention des maladies chroniques, les prescriptions vertes ont toute leur place. Définies comme la prescription d'une activité impliquant de passer du temps à l'extérieur dans le but de bénéficier à la santé générale et au sentiment de bien-être, les prescriptions vertes

font partie de l'arsenal thérapeutique du médecin comme intervention simple et pratique, bénéficiant au patient et à l'environnement.

Rédigées comme toute prescription, elles sont plus efficaces que de simples conseils verbaux pour amener un changement dans les habitudes de vie d'un patient.

Pour plus d'informations sur le sujet :

- [Prescription nature](#) site français en cours de construction
- [Prescri nature](#) site canadien issu du premier programme québécois de prescriptions d'exposition à la nature, basé sur des données probantes
- [Ordonnance verte](#) exemple de projet concret en France.

Promouvoir l'engagement communautaire

Avantages pour chacun :

Lutter contre l'isolement social, renforcer la confiance en soi et le sentiment d'utilité. L'environnement naturel dans lequel une communauté s'est construite fait partie de l'identité culturelle de chaque membre. S'engager pour cet environnement permet de promouvoir la cohésion sociale, composante du bien-être.

Avantages pour la biodiversité :

S'attacher à la défense des savoirs traditionnels d'une communauté permet la conservation d'une diversité de cultures végétales traditionnelles et d'espèces animales locales ; de promouvoir des activités traditionnelles plus respectueuses de l'environnement, faisant partie de l'identité des peuples.

Exemple : Création de jardin communautaire qui renforce la résilience alimentaire tout en favorisant les interactions transgénérationnelles et en créant des lieux d'identité collective.

Prévention des maladies infectieuses émergentes

Informé sur les liens entre biodiversité et maladies infectieuses permet d'expliquer les principaux facteurs d'émergence reconnus, comme la fragmentation des habitats naturels et le changement d'usage des terres. La maladie de Lyme est une belle illustration de l'effet de dilution, et souligne l'importance de protéger les écosystèmes et leur dynamique.

Pour le suivi épidémiologique et la déclaration des cas : <https://www.citique.fr/>

L'agriculture intensive par la sélection d'espèces et son impact sur l'usage des terres fait partie des premiers facteurs de perte de biodiversité. La combinaison des facteurs de vulnérabilité à

l'intérieur des élevages intensifs, comme le stress, la densité et la faible diversité génétique, facilite l'amplification de maladies infectieuses.

RÉPONDRE AUX DÉFIS SANITAIRES ÉMERGENTS CAUSÉS PAR LA PERTE DE BIODIVERSITÉ

L'érosion de la biodiversité fait partie des changements environnementaux ayant le plus d'impact à échelle locale.

Être attentif aux perturbations environnementales peut permettre la détection précoce d'alerte sanitaire, notamment d'un point de vue infectieux. Les maladies infectieuses émergentes comprennent l'apparition de nouveaux pathogènes, mais aussi l'augmentation d'incidence d'un pathogène en dehors de ses zones géographiques habituelles, ou encore l'impact de germes multirésistants en lien avec l'explosion de l'antibiorésistance. Avoir en tête que les pressions anthropiques sont à l'origine d'une augmentation de ces pathologies permet de les envisager en tant qu'hypothèse diagnostique devant des tableaux infectieux inhabituels.

Exemple du moustique tigre dont l'aire de répartition est présente sur une bonne partie du territoire métropolitain et qui peut être à l'origine

de propagation de pathologies telles que la dengue, le chikungunya, ou le zika.

Fiches d'informations synthétiques sur les zoonoses : [Référentiel zoonoses](#)

MONTREZ L'EXEMPLE

Adoptez des comportements pro-environnementaux dans votre exercice quotidien : limiter et recycler les déchets, utiliser du matériel réutilisable, faire ses visites à domicile à vélo (si possible), et d'autres à imaginer ! Tout changement peut amener étonnement et discussion sur ce thème avec la patientèle, et inspirer !

Pour plus d'informations sur l'aide au développement durable d'un cabinet :

[Doc durable](#) ; [Santé durable](#) ; [Mon cabinet écoresponsable](#)

Il est crucial de tenir compte de l'impact environnemental du système de santé, en particulier en ce qui concerne la pollution chimique due aux résidus médicamenteux.

En France 80 % des prescriptions d'antibiotiques se font en ville. Les résidus d'antibiotiques issus des systèmes d'évacuation des eaux usées et se

retrouvant dans les milieux naturels sont un facteur d'antibiorésistance.

D'autres résidus médicamenteux altèrent le milieu naturel : exemple de l'effet d'éthinylestradiol, utilisé en contraceptif oral et retrouvé dans l'environnement via le système d'égout, et qui est reconnu responsable de la féminisation de poissons d'eau douce.

Lors d'une situation nécessitant un choix thérapeutique, l'impact environnemental du produit devrait être considéré, ainsi que l'option d'une solution non-médicamenteuse.

Pour aider à la décision, Il existe l'indice PBT : indice de mesure des capacités de persistance, bioaccumulation et toxicité des médicaments dans l'environnement, ainsi qu'un site répertoriant l'impact de différentes molécules :

[Impact environnemental](#)

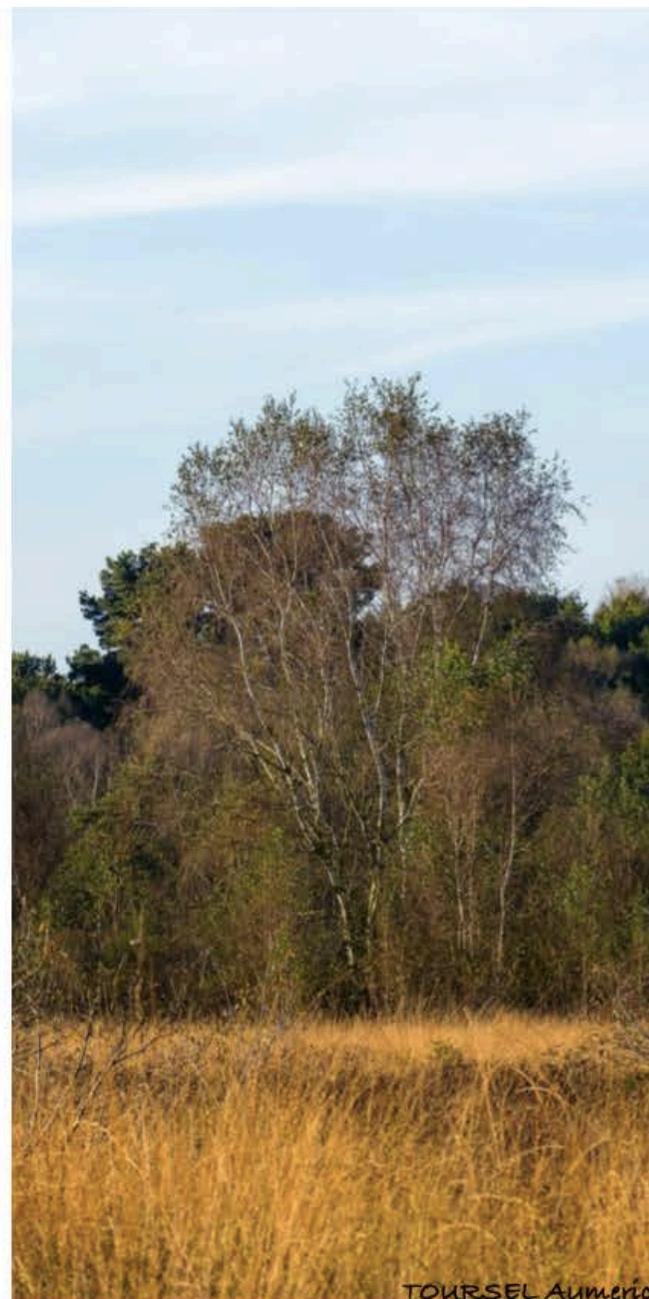
ENGAGEZ-VOUS

Le plan national santé environnement numéro 4 en vigueur depuis 2021 s'inscrit directement dans la démarche « One health – une seule santé » qui prend en compte les liens complexes entre la santé des organismes vivants, dont nous faisons partie, et celles des écosystèmes, dans une approche globale des enjeux sanitaires. C'est en collaborant avec d'autres professions tels que des

vétérinaires, des écologues, ou encore des urbanistes, que la médecine générale pourrait être la plus efficace dans cette démarche. L'IPBES, mais aussi l'OMS, l'ONU, exhortent à plus de transdisciplinarité pour la mise en pratique de la vision One Health. À travers les organisations territoriales comme les CPTS, MSP ou URPS, les médecins pourraient faire partie des opérateurs de cette vision, en mettant en place des actions en faveur des liens entre biodiversité et santé humaine dans un objectif de promotion de la santé.

La médecine comme arbitre, par exemple, dans les aménagements du territoire, entre urbanistes et écologues, afin de maximiser les co-bénéfices de la nature en ville tout en minimisant les risques allergiques potentiels d'espèces endémiques.

Dans un contexte de crise du système de soins et de problèmes de démographie médicale, associés aux changements environnementaux globaux en lien avec les activités humaines, il peut être intéressant de réorienter une part du temps du médecin généraliste vers la médecine préventive et les enjeux environnementaux, préalables indispensables de la santé et du bien-être.



TOURSEL Aymeric

AUTEUR : Nom : TOURSEL

Prénom : Aymeric

Date de Soutenance : 7 décembre 2023

Titre de la Thèse : Santé humaine et biodiversité : une histoire de co-bénéfices. Revue narrative de la littérature et réalisation d'un support informationnel à l'intention des médecins généralistes.

Thèse - Médecine - Lille 2023

Cadre de classement : Médecine générale

DES + spécialité : Médecine Générale

Mots-clés : "Biodiversity", "Health", "Public Health", "Ecosystem", "Primary care"

Contexte : La biodiversité résulte de l'histoire évolutive des interactions entre les individus, les espèces et les écosystèmes au cours du développement de la vie sur Terre. La santé humaine, vue comme une ressource de la vie de tous les jours, découle d'une biodiversité en bon état. L'Humanité fait partie de la biodiversité et en même temps ses activités sont à l'origine de l'effondrement du vivant, en lien avec les pressions démographiques et des modes de vie non durables et vecteurs d'inégalités. Ce travail de recherche s'articule autour d'une revue narrative de la littérature dans le but de démystifier le concept de biodiversité ainsi que les liens qui le relie à la santé humaine. L'objectif principal est de créer un livret d'informations afin d'informer les médecins généralistes de ces enjeux puis de donner des pistes d'actions possibles dans une stratégie de co-bénéfices biodiversité/santé.

Méthode : Revue narrative de la littérature basée sur les rapports d'organismes nationaux et internationaux et d'ouvrages de référence, ainsi que les résultats des bases de données Pubmed, Cismef et Lissa. Puis le livret d'informations a été créé et distribué associé à un questionnaire de satisfaction.

Résultats : Les interactions entre santé humaine et biodiversité peuvent être néfastes lorsqu'elles provoquent intoxications, blessures, allergies ou infections. Mais plus souvent elles sont bénéfiques, soutenant une alimentation saine, l'approvisionnement en eau potable et en médicaments, et contribuant à notre bien-être physique et mental. Les solutions basées sur la nature offrent des possibilités pour la santé humaine face aux stress environnementaux (chaleur, pollution) et aux maladies infectieuses émergentes. Le contact avec la biodiversité est bénéfique pour le microbiote et toutes ses implications. Les liens entre santé humaine et biodiversité implique une vision systémique de la santé, de l'individu dans son environnement, force de la médecine générale. Le praticien peut sensibiliser ses patients tout en les impliquant grâce au concept de co-bénéfices. Il peut veiller à avoir une organisation et une pratique professionnelle durable.

Conclusion : Face au déclin alarmant de la biodiversité, l'IPBES préconise un "changement transformateur" à tous les niveaux de la société. Dans ce contexte, la médecine générale pourrait réorienter une partie de ses fonctions vers une approche collective et transdisciplinaire, alignée sur la vision institutionnelle du concept "One Health".

Composition du Jury :

Président : Pr Florence RICHARD

Assesseurs : Dr Judith OLLIVON et Dr Jean-François DESFONTAINES