

Février 2023

SANTÉ ET BIODIVERSITÉ

Analyse des enjeux pour une approche intégrée en
Île-de-France



ÉTAT DES CONNAISSANCES

SANTÉ ET BIODIVERSITÉ

Analyse des enjeux pour une approche intégrée en Île-de-France

Février 2023

Auteurs

Mathilda COLLARD (ORS Île-de-France)

Sabine HOST (ORS Île-de-France)

Célia COLOMBIER (ORS Île-de-France)

Marc BARRA (ARB Île-de-France)

Etude collaborative

ORS Île-de-France, ARB Île-de-France

Couverture : crédits photos Pixabay - Léo Riccio - Pixabay - Jacques Gaimard

Remerciements

Les auteurs remercient vivement Mathilde Rateau, Gilles Pipien et Gilles Galopin pour leur relecture attentive de ce rapport et leurs précieux apports. Les auteurs remercient également Nicolas Cornet (L'Institut Paris Region) pour ses compléments sur les enjeux liés à la lumière artificielle nocturne.

Relecteurs

Gilles Pipien (Humanité & Biodiversité)

Mathilde Rateau (ORS Île-de-France)

Gilles Galopin (Enseignant-Chercheur Agrocampus Ouest)

Suggestion de citation

Mathilda Collard, Sabine Host, Célia Colombier, Marc Barra. Santé et biodiversité. Analyse des enjeux pour une approche intégrée en Île-de-France. Paris : Observatoire régional de santé et Agence régionale de la biodiversité Île-de-France. 2023

Il peut être reproduit ou diffusé librement pour un usage personnel et non destiné à des fins commerciales ou pour des courtes citations.
Pour tout autre usage, il convient de demander l'autorisation auprès de l'ORS.

RÉSUMÉ

Contexte et objectifs

Les liens entre biodiversité et santé humaine sont complexes, plus ou moins directs et encore insuffisamment connus. Les impératifs de santé publique et la prévention des risques sanitaires ont souvent conduit à se focaliser sur une approche négative de la biodiversité, hostile, imprévisible et source de propagation de maladies. Parallèlement, les politiques publiques de biodiversité ont parfois montré leurs limites en partie du fait de l'absence de (re)connaissance de la valeur intrinsèque de la richesse écosystémique. Ce rapport entend explorer les enjeux principaux intimement liés au double défi de préserver la biodiversité et promouvoir la santé. Outre l'identification des interactions et leur décryptage, il propose des pistes pour décliner ces thématiques dans les politiques publiques du territoire francilien à travers diverses actions exemplaires menées en France.

Méthodes

Il s'appuie sur une synthèse de la littérature scientifique mobilisant les connaissances dans des disciplines variées (épidémiologie, psychologie, écotoxicologie, biologie, écologie, aménagement du territoire etc.) ainsi que des entretiens avec des experts de ces domaines. Cette revue fait le point sur les connaissances scientifiques et permet d'identifier les bases pour concevoir des actions et développer des politiques publiques centrées sur les synergies entre le champ de la santé et celui de la biodiversité. L'analyse menée permet de circonscrire le sujet avec une visée opérationnelle prenant en compte les problématiques et pratiques de gestion du territoire francilien (stratégies et plans, réseaux d'acteurs, préoccupations citoyennes).

Résultats

Les multiples interactions entre biodiversité et santé humaine s'observent à la fois à travers les risques que peut poser la biodiversité sur la santé humaine (lutte contre les maladies infectieuses, prévention des maladies chroniques), mais aussi les bénéfices retirés de la bonne santé des écosystèmes et de la reconquête de la biodiversité dans nos territoires (bien-être physique, santé mentale, rôle « régulateur » des écosystèmes, fourniture de médicaments). Deux enjeux particuliers autour desquels l'action publique relative à la santé humaine et la protection de la biodiversité ont tout intérêt à trouver des réponses communes ont été identifiés : la production agricole et l'impact des pratiques de soin sur les écosystèmes.

Conclusion

Préserver la biodiversité tout en maximisant les bénéfices pour la santé nécessite une évolution des pratiques, ainsi plusieurs préconisations ont été élaborées :

- Le décloisonnement des politiques publiques à l'échelle du territoire afin de privilégier des approches transversales des stratégies et des actions
- L'association des collectivités afin de mettre en œuvre des politiques publiques adaptées, cohérentes impliquant de nouveaux acteurs dans la décision
- L'amélioration des connaissances favorisant la compréhension éclairée des risques potentiels grâce au déploiement de la recherche pluridisciplinaire au cœur des territoires et un soutien à l'ingénierie territoriale
- L'appropriation et l'acculturation des acteurs aux enjeux relatifs à la santé et à la préservation de la biodiversité par le biais de la sensibilisation, la formation, le dialogue et l'accompagnement par des structures ressources

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	9
2	DES ENJEUX DE DEFINITION.....	11
	2.1 La biodiversité : complexe, fragile et utile	11
	2.2 Les services écosystémiques : un cadre à mobiliser avec précaution	12
	2.3 Déterminants de la santé humaine, santé -environnement et biodiversité	13
3	LA BIODIVERSITE, FACTEUR DE RISQUES SANITAIRES ? MIEUX COMPRENDRE POUR MIEUX GERER.....	17
	3.1 Changements environnementaux et zoonoses.....	17
	3.1.1 L'apport des sciences de la biodiversité pour comprendre les risques zoonotiques	17
	3.1.2 Quels liens entre érosion de la biodiversité et risques zoonotiques ?	21
	3.1.3 Appréhension du risque en Île-de-France	24
	3.2 Biodiversité et maladies allergiques.....	27
	3.2.1 Les pollinoses : facteurs de développement, d'aggravation et de gestion	28
	3.2.2 Quel rôle protecteur de la biodiversité ?	29
4	BIODIVERSITE, SERVICES ECOSYSTEMIQUES ET PROMOTION DE LA SANTE : QUELLES SYNERGIES ?	31
	4.1 La régulation des facteurs de risques environnementaux.....	31
	4.1.1 Effets de la végétation sur le climat, la pollution atmosphérique et le bruit (en milieu urbain)	31
	4.1.2 Évaluation des gains sanitaires associés aux effets de la végétation..	34
	4.1.3 Verdier : un même mot d'ordre, des logiques distinctes	34
	4.2 Bien-être et qualité écologique des espaces à caractère naturel.....	36
	4.2.1 Activité physique et espaces à caractère naturel.....	37
	4.2.2 Santé mentale et diversité des espaces à caractère naturel	41
	4.2.3 Les espaces de nature comme dispositif thérapeutique	43
	4.2.4 Perceptions écologique et sociale de la biodiversité de ces espaces..	44
	4.2.5 Inégalités sociales et territoriales de santé et les politiques de biodiversité : exemple des trames écologiques	45
5	BIODIVERSITE ET ALIMENTATION : DES LIENS INDIRECTS MAIS INTERDEPENDANTS	49
	5.1 Les impacts des régimes alimentaires	49
	5.1.1 Les multiples facettes de l'alimentation	49
	5.1.2 L'approche par le microbiote, amélioration et diversification de l'alimentation	51
	5.2 L'agriculture au carrefour des enjeux écologiques et de santé humaine	51
	5.3 Transitions agro-écologiques des territoires : une nécessité	54

6 LE SYSTEME DE SOINS AU REGARD DE SON IMPACT ECOLOGIQUE	55
6.1 Les sources de contamination	56
6.2 Caractérisation des impacts écologiques et sanitaires	58
6.3 Le cas de l'antibiorésistance	60
6.4 Les solutions pour contrôler la dissémination	61
6.4.1 Leviers réglementaires	61
6.4.2 Leviers techniques	61
6.4.3 La gestion par milieux naturels.....	62
7 SANTE ET BIODIVERSITE : QUELLES PERSPECTIVES POUR LES POLITIQUES PUBLIQUES EN ÎLE-DE-FRANCE ?	63
7.1 Des démarches multi-acteurs pour décloisonner les disciplines .	63
FICHE 1 / LE RESEAU ÎSÉE : CONSTRUIRE À PARTIR D'UNE EXPERIENCE MULTI-ACTEURS.....	64
FICHE 2 / ÉVALUATION D'IMPACT SUR LA SANTÉ DE LA COMMUNAUTE DE COMMUNES NORD EST BEARN : DÉCLOISONNER LES POLITIQUES PUBLIQUES	67
FICHE 3 / LE PROJET BIOVALLÉE DE LA DRÔME : UNE DÉMARCHE PROGRESSIVE.....	69
7.2 Planification au regard des objectifs de santé et de préservation de la biodiversité	71
FICHE 4 / LE PCAET DE GRAND PARIS GRAND EST : UN EXEMPLE DE NOUVELLES CONTRACTUALISATIONS	72
FICHE 5 / PRISE EN COMPTE EXPLICITE DANS LES DOCUMENTS D'URBANISME	74
FICHE 6 / VERS UNE MEILLEURE PRISE EN COMPTE DES USAGERS DANS L'ÉCLAIRAGE PUBLIC, L'EXEMPLE DE PLAINE COMMUNE.....	77
7.3 Amélioration des connaissances : expérimentation, recherche et évaluation à toutes les échelles	79
FICHE 7 / DÉPLOIEMENT D'UN RÉSEAU DE CHERCHEURS : LES DOMAINES D'INTERET MAJEURS (DIM) DE LA RÉGION	80
FICHE 8 / GUIDE SUR LE RÔLE ET LES BIENFAITS DU VÉGÉTAL SUR LA SANTÉ DES HABITANTS À L'ÉCHELLE D'UN QUARTIER : S'APPUYER SUR LES DIAGNOSTICS TERRITORIAUX.....	82
FICHE 9 / DES OUTILS POUR MIEUX ÉVALUER LA CONTRIBUTION DE LA NATURE EN VILLE À LA SANTÉ	83
FICHE 10 / UN POLLINARIUM SENTINELLE® À PARIS : RENFORCER LES DISPOSITIFS DE SURVEILLANCE.....	86
7.4 L'appropriation et l'acculturation des acteurs	89
FICHE 11 / LE DIPLOME D'ETABLISSEMENT ONE HEALTH EN PRATIQUES : LA FORMATION INITIALE ET CONTINUE	90
FICHE 12 / DÉMARCHES VISANT À RÉDUIRE L'IMPACT ÉCOLOGIQUE DU SYSTÈME DE SANTÉ : ACCOMPAGNEMENT DES ACTEURS DE LA SANTÉ.....	92
FICHE 13 / ECOJARDIN : LA RÉFÉRENCE DE GESTION ÉCOLOGIQUE DES ESPACES VERTS POUR ACCOMPAGNER LES PROFESSIONNELS AU DÉVELOPPEMENT DE BONNES PRATIQUE	96
FICHE 14/ L'OUTIL REGREEN : DÉSIMPERMÉABILISER ET RENATURER LES VILLES POUR AMÉLIORER LE CADRE DE VIE ET LA SANTÉ	98
8 CONCLUSION.....	101
9 ANNEXES	103
LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES	107
GLOSSAIRE	109
REFERENCES.....	115

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Liens entre services écosystémiques et bien-être humain	13
Figure 2 : Perte de biodiversité et risques zoonotiques, issue de Morand & Lajaunie 2017 [38]	22
Figure 3 : Illustration de l'effet de dilution	23
Figure 4 : l'arbre un outil efficace contre les îlots de chaleur urbain	32
Figure 5 : Un plan de végétalisation peut se révéler contre-productif sur le plan écologique. C'est le cas lors d'une végétalisation en pot qui s'affranchit d'un sol indispensable à la santé des végétaux	35
Figure 6 : Communes carencées en termes d'accessibilité à un espace vert de proximité	38
Figure 7 : Le jardin « Nacadia », au Danemark ouvert à tous l'après-midi, est dédié le matin à l'expérimentation de besoin de nature pour des patients psychologiquement et mentalement fatigués	42
Figure 8 : Schéma théorique de la notion de continuité écologique et d'une trame verte urbaine appuyée sur une ripisylve* et un quartier de jardins à gestion écologique © P.Clergeau.....	47
Figure 9 : Le consommateur francilien à la recherche d'une alimentation durable de qualité	50
Figure 10 - Sources de contamination et principales voies de transfert vers les milieux aquatiques et les sols	57
Figure 11 : Cartographies obtenues après l'application de la méthode d'analyses spatiales Regreen.....	98

LISTE DES ENCADRES

Encadré 1 : Facteurs responsables de l'érosion de la biodiversité	12
Encadré 2 : Risques sanitaires associés à la biodiversité	17
Encadré 3 : Eléments de classification des zoonoses	18
Encadré 4 : Corona)virus et biodiversité - <i>Grégoire Lois</i> C'est la faute aux animaux ? ..	20
Encadré 5 : Espèces exotiques envahissantes : quels risques pour la santé ?.....	25
Encadré 6 : La « nature en ville » : une question d'« espaces verts » ?.....	33
Encadré 7 : L'invention de la forêt urbaine, un oxymore ?.....	36
Encadré 8 : La fréquentation des massifs forestiers : impacts de l'escalade en forêt de Fontainebleau.....	39
Encadré 9 : Encourager la marche, les co-bénéfices pour l'homme et les biodiversité en milieu urbain et péri-urbain	40
Encadré 10 : Prescri-Nature, programme québécois de prescriptions d'exposition à la nature	43
Encadré 11 : « Ouvrez les parcs et les jardins » : le confinement révélateur de la valeur de la nature au quotidien ?	45
Encadré 12 : Les trames vertes et bleues et le schéma régional de cohérence écologique (SRCE)	46
Encadré 13 : L'étude BioNutrinet : impact des régimes alimentaires bio sur la santé et l'environnement	50
Encadré 14 : Agriculture et biodiversité en Île-de-France.....	53
Encadré 15 : Le cadre réglementaire et la planification.....	56
Encadré 16 : Toxicité aiguë, chronique et exposome	59
Encadré 17 : Covid-19 : Efficacité contestée et danger supposé de la désinfection des plages et voiries.....	59
Encadré 18 : Zones humides artificielles et phytoépuration	62
Encadré 19 : De nouvelles compétences pour les collectivités	71

1 | INTRODUCTION

Les multiples interactions entre biodiversité et santé humaine s'observent à la fois à travers les risques que peut poser le contact avec la faune et la flore sur la santé humaine (lutte contre les maladies infectieuses, prévention des maladies chroniques), mais aussi les bénéfices retirés de la bonne santé des écosystèmes, incluant la reconquête de la biodiversité dans nos territoires, en matière de bien-être physique, santé mentale, rôle « régulateur » des écosystèmes.

La thématique « Biodiversité - Santé » est au cœur des politiques d'adaptation au changement climatique et des problématiques de pollutions des milieux. Une réflexion globale et systémique doit être portée sur la réduction des sources de pollution (chimique, sonore, lumineuse etc.) impactant l'ensemble des organismes vivants, dont l'Homme fait partie. Par ailleurs, le concept de Solutions fondées sur la Nature¹ renvoie à des stratégies de préservation ou de restauration d'écosystèmes capables d'amortir la crise climatique (gestion du ruissellement et des inondations, rafraîchissement urbain, lutte contre l'érosion des sols). Par exemple, en ville, un nombre croissant d'études conclut à un rôle positif des espaces « verts » sur la santé humaine, que ce soit en matière de rafraîchissement, de réduction de la pollution (particules fines notamment), de bien-être psychologique. Cependant, la notion d'espaces « verts » est réductrice et ne renseigne pas toujours sur l'intérêt de ces espaces au regard de la biodiversité, qui n'est pas toujours abordée dans ces travaux. La renaturation des villes doit aussi permettre d'engager une réflexion globale, afin de prendre en compte les risques potentiels liés à cette démarche et définir ce qui est acceptable, ne pas aggraver les inégalités sociales et spatiales de santé tout en favorisant une harmonie entre être humain et biodiversité.

Ainsi, la thématique « Biodiversité-Santé » mobilise des champs d'expertise multiples à l'intersection de nombreux secteurs et disciplines (architecture, urbanisme, écologie, géographie, sociologie, santé publique, paysagisme, agronomie, ingénierie etc.). Préserver la biodiversité tout en maximisant les bénéfices pour la santé nécessite d'adopter une approche transversale quant aux politiques publiques régionales (santé - environnement, biodiversité mais aussi politiques de recherche, planification et aménagement du territoire, développement économique et développement rural, politiques agricoles, politiques éducatives, politiques de transport etc.). Deux enjeux particuliers autour desquels l'action publique relative à la santé humaine et la protection de la biodiversité ont tout intérêt à trouver des réponses communes ont été identifiés et sont détaillés dans ce rapport : la production agricole et l'impact des pratiques de soin sur les écosystèmes.

La crise de la Covid-19 est venue rappeler les liens étroits entre la santé humaine, celle des autres êtres vivants et celle des écosystèmes faisant émerger dans les politiques de santé - environnement le mot d'ordre « Une seule santé » qui incite à tenir compte de l'interdépendance entre la santé humaine, animale, et le fonctionnement des écosystèmes. Ce rapport examine plus étroitement les principaux enjeux intimement liés au double défi de préserver la biodiversité et promouvoir la santé. Outre l'identification des interactions et leur décryptage, il suggère, à partir de retours d'expérience de territoires, des méthodes et pistes d'action dans le but de décliner des politiques publiques et autres projets locaux respectueux du vivant et promoteurs de santé.

¹ Evoqué dès 2009 lors de la conférence des Parties de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques, le concept de Solutions fondées sur la Nature est inscrit dans le programme mondial de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) en 2013.

2 | DES ENJEUX DE DEFINITION

Traiter de santé au regard de la biodiversité suppose de disposer de définitions partagées de ces deux notions. Or, ces deux notions ne sont pas aisées à circonscrire, ainsi leurs définitions scientifiques permettent difficilement d'appréhender l'ensemble des significations et des réalités auxquels elles renvoient [1]. Leur utilisation ainsi que celle de notions associées – « services écosystémiques », « nature en ville », « espaces verts » – est devenue courante et parfois source d'idées préconçues. Aussi, définir ces concepts est essentiel pour donner des clefs de lecture pertinentes [2,3].

2.1 La biodiversité : complexe, fragile et utile

La biodiversité, contraction de l'anglais *biological diversity*, est souvent définie comme le tissu vivant de notre planète. La Convention pour la biodiversité adoptée lors du Sommet de la Terre à Rio de Janeiro en 1992, en donne une définition plus complète, reprise par la Loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages de 2016 [4].

Trois niveaux interdépendants composent cette variabilité des organismes vivants et des écosystèmes :



La diversité intraspécifique ou diversité génétique, à l'échelle d'une espèce (y compris l'espèce humaine), c'est-à-dire les variations d'ordre génétique au sein d'une même espèce, qui confèrent à chaque individu des caractéristiques propres. La diversité génétique est fondamentale dans l'adaptation des espèces et des populations à leur environnement et ses aléas.



La diversité spécifique, ou diversité des espèces à l'échelle d'un milieu de vie, est le niveau le plus intuitif, distinguant les espèces entre elles. Elle est souvent utilisée pour dresser un état des lieux et mesurer l'évolution de la biodiversité. L'espèce humaine (*Homo sapiens*) fait partie intégrante de la biodiversité, ce qui justifie d'autant plus le besoin d'appréhender la santé humaine au regard de la santé du reste du vivant.



La diversité à l'échelle des écosystèmes, renvoie à la diversité des milieux de vie (prairies, lacs, rivières, zones humides, forêts etc.) associée à la diversité des interactions et associations entre espèces au sein de ces milieux. Ces trois niveaux sont interdépendants l'un de l'autre, si bien qu'il n'existe pas de frontière nette entre ces niveaux. L'appauvrissement de l'un peut avoir un impact sur les autres.

Pour appréhender ses liens avec la santé humaine, il est essentiel de souligner son extrême complexité et son étendue, qui peuvent rendre difficile la généralisation d'hypothèses scientifiques en fonction du niveau considéré (génétique, spécifique ou écosystémique), des échelles spatiales, zones géographiques et écologiques considérées. De plus, la biodiversité n'est pas une notion descriptive mais dynamique. Elle doit aussi être considérée comme le résultat de processus évolutifs, adaptatifs et sélectifs à des échelles de temps variables. Enfin, il faut souligner, au-delà de sa fragilité, que nos sociétés en sont entièrement tributaires. En effet, le dernier rapport de la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) publié en 2019, synthèse la plus complète à ce jour, revient sur l'ensemble des services écosystémiques fournis par la biodiversité à nos sociétés. Mais elle démontre aussi un effondrement sans précédent de la biodiversité sous toutes ses composantes depuis la révolution industrielle. Que ce soit dans l'abondance et la richesse des espèces, la diversité génétique, liée à la variabilité de chacun de ces gènes au sein d'une même espèce, mais aussi dans l'altération des fonctions des écosystèmes, l'IPBES

souligne la responsabilité des activités humaines dans ce déclin tel que précisé dans l'Encadré 1, alors que nos sociétés en dépendent fondamentalement [5].

Encadré 1 : Facteurs responsables de l'érosion de la biodiversité

Le dernier rapport de l'IPBES – plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques, parfois surnommée « Giec1F¹ de la biodiversité » - présente une analyse approfondie des cinq facteurs qui impactent cette biodiversité. Rendue publique le 6 mai 2019, cette évaluation mondiale de la biodiversité et des services écosystémiques classe à l'échelle mondiale et par ordre décroissants les facteurs responsables :

- les changements d'usage des terres et de la mer, i.e l'artificialisation des territoires, soit la conversion de terres agricoles, naturelles ou forestières pour l'urbanisation ou le développement des infrastructures ;
- la surexploitation directe de certains organismes et ressources ;
- le changement climatique qui peut s'ajouter aux autres causes et les aggraver ;
- les pollutions multiples des milieux (air, eau, sols) ;
- les espèces exotiques envahissantes.

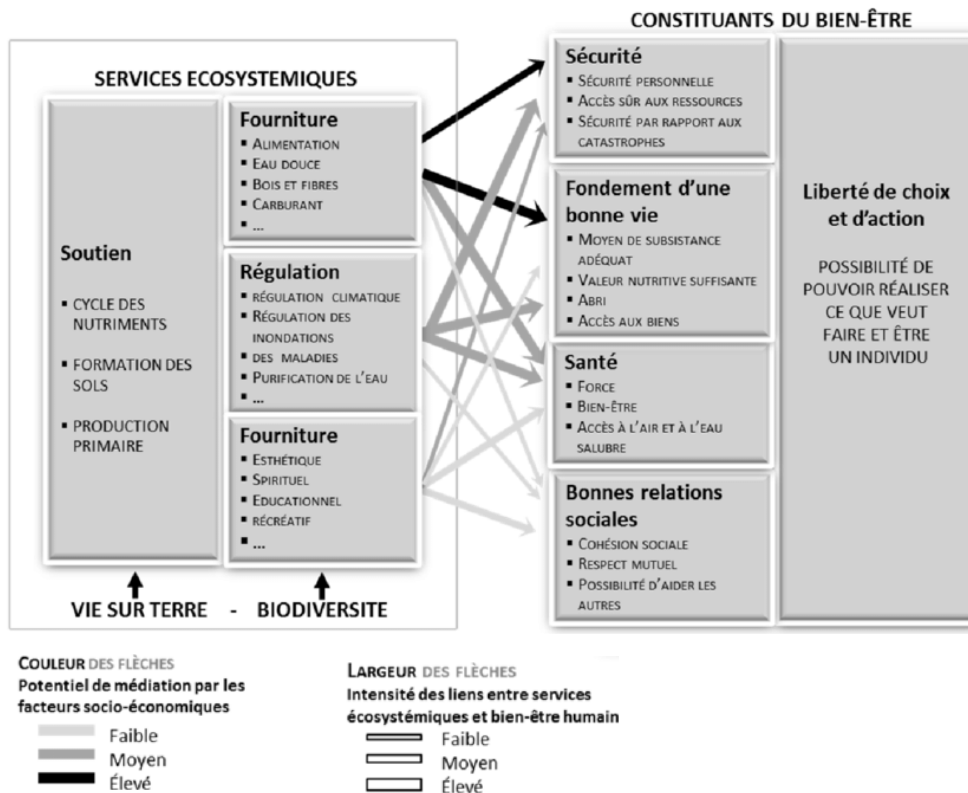
2.2 Les services écosystémiques : un cadre à mobiliser avec précaution

L'utilité de la biodiversité et sa contribution au bien-être humain sont aujourd'hui mises en exergue à travers la notion de services écosystémiques, définis comme les bénéfices que les êtres humains tirent du fonctionnement des écosystèmes [6]. Depuis 2005 et la publication par l'Organisation des Nations Unies (ONU) du rapport international sur l'évaluation des écosystèmes, cette notion connaît un vif intérêt. Les services apportés par la biodiversité et les écosystèmes sont répartis en quatre types tels que précisés dans Figure 1 : services d'approvisionnement, services de régulation, services culturels et services de soutien. En France, la Stratégie Nationale pour la Biodiversité (SNB) définit plus précisément ces services comme l'« utilisation par l'homme des fonctions écologiques de certains écosystèmes, encadrée par des usages et une réglementation » ;

Mais, ce concept doit être mobilisé avec précaution et peut susciter des critiques en contribuant à instaurer une logique utilitariste (voire monétariste), occultant des divergences de visions et de valeurs accordées à la nature. En effet, il faut distinguer logique de protection de la biodiversité et logique de gestion des services écosystémiques, qui ne se superposent pas nécessairement. Il est important de rappeler que la protection de la biodiversité renvoie avant tout à des considérations éthiques dépourvues de tout utilitarisme. Plutôt que de se demander pourquoi protéger la biodiversité, le champ de l'éthique se demande à quoi bon la détruire [7] ? Certes, la biodiversité peut offrir de multiples services écosystémiques (stockage du carbone, qualité paysagère, rétention des eaux etc.) mais elle ne saurait être réductible à des catégories de services. Une telle approche pourrait conduire à des dérives pour maximiser un ou plusieurs services en faisant fi de l'intégrité des écosystèmes (ex. monocultures pour la séquestration de carbone, surdéveloppement des ruches au détriment des pollinisateurs sauvages, etc.). Pour autant, l'approche par services écosystémiques peut être utile pour appréhender les questions de santé, en analysant d'un côté les bénéfices retirés des écosystèmes mais aussi des « disservices », potentiellement préjudiciables à la santé humaine.

¹ Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

Figure 1 : Liens entre services écosystémiques et bien-être humain



Source : MEA, 2005 [6]

2.3 Déterminants de la santé humaine, santé - environnement et biodiversité

En miroir, dans ce rapport, nous considérons la santé à partir de la définition établie en 1946 par l'OMS (Organisation mondiale de la santé), soit « un état complet de bien-être physique et mental, qui ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité » [8]. Les définitions plus récentes ne parlent plus d'un état mais d'un processus dynamique personnel et collectif dans lequel un groupe ou un individu peut assurer un plus grand contrôle sur leur propre santé (charte d'Ottawa, 1986).

Les facteurs qui influencent l'état de santé de la population, sans nécessairement être des causes directes de problèmes particuliers ou de maladies, sont appelés « déterminants ». Ils sont notamment associés aux comportements individuels et collectifs, aux conditions de vie et aux environnements et ils interagissent entre eux.

Dans ce cadre la santé - environnement renvoie aux aspects de la santé humaine, y compris la qualité de la vie et le bien-être, qui sont déterminés par les facteurs physiques, chimiques, biologiques, sociaux, psychosociaux et esthétiques de notre environnement [9]. À travers ses déterminants environnementaux, la santé apparaît comme transversale et résulte de processus complexes ne dépendant pas seulement du système de soins. La santé - environnement concerne également la politique et les pratiques de gestion, de résorption, de contrôle, et de prévention des facteurs environnementaux susceptibles d'affecter la santé des générations actuelles et futures. D'autres termes connexes ont fait leur apparition tels que le mot d'ordre « une seule santé » ou « One Health » (plus

politique¹) lie étroitement la santé humaine, animale, des végétaux et de l'environnement en général (y compris des écosystèmes) (source : OHHLEP²). Cette expression renvoie à une approche intégrée de la santé : santé humaine, santé des végétaux, santé animale et fonctionnement des écosystèmes ne feraient qu'un. Depuis 1990, cette notion est reprise par six organisations internationales, aux premiers rangs desquelles celles liées à la santé – l'OMS, l'Organisation mondiale de la santé animale (OMSA) et l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) - qui ont élaboré un cadre de référence tripartite en 2010 fondé sur "One World One Health" ou " Un monde, une santé". Ce mot d'ordre promeut une méthode cohérente, globale et préventive de protection de la santé humaine visant à l'amélioration des connaissances sur les relations qui existent entre la santé animale, la santé humaine et le fonctionnement des socio-écosystèmes. Le tableau ci-après, issu des travaux de recherche de Buse *et al.* [10] adapté par Alliance santé planétaire [11], détaille sept approches qui connectent la santé des écosystèmes naturels, des organismes non humains et des humains dans la recherche et la pratique en santé publique environnementale (Tableau 1).

Bien qu'elles varient dans leur niveau d'intégration des relations complexes entre la santé humaine et les systèmes naturels, ces approches reconnaissent explicitement les interdépendances complexes entre la santé des écosystèmes, les êtres humains et les autres espèces.

Dans la pratique, la santé - environnement ouvre le champ de la santé publique à de nouveaux déterminants, tels que la biodiversité. Les premiers Plans Nationaux Santé-Environnement (PNSE 2004-2008 et 2009-2013) étaient essentiellement portés sur la prévention des maladies d'origine environnementale, et se concentraient sur les phénomènes physiques et chimiques [12]. Quant au PNSE 3 (2015-2019), il a amorcé une prise en compte des liens entre santé et biodiversité à travers la création d'un groupe de travail chargé des thématiques « santé et biodiversité, dans le contexte du changement climatique ». Au sein de ce groupe la conceptualisation et la justification des liens entre biodiversité et santé passent par la réalisation et, surtout, la compilation de recherches scientifiques. Quatre enjeux y occupent une place centrale :

- Analyser les pistes d'amélioration dans la gestion des risques sanitaires impliquant la faune et la flore sauvages [13] ;
- Réaliser une expertise collective sur les effets bénéfiques de la biodiversité pour la prévention et la lutte contre les maladies [14] ;
- Réaliser une expertise collective sur les effets positifs des « espaces verts » et des espaces de nature urbains sur la santé [15].
- Réaliser une expertise afin d'objectiver les connaissances relatives aux mécanismes participant au développement de l'antibiorésistance dans l'environnement et à la définition d'actions de réduction du risque [16].

¹ Si à l'origine, le concept « One Health » a été porté avec l'objectif d'attirer l'attention sur les zoonoses, sous l'influence française des vétérinaires porteurs de l'OIE, devenue OMSA, et de la mobilisation des experts de l'OMS/OMSA/FAO, il a évolué depuis 2021, vers un élargissement du concept et une définition partagée : Une seule santé est 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, des plantes et de l'environnement au sens large (y compris les écosystèmes) sont étroitement liées et interdépendantes. L'approche mobilise de multiples secteurs, disciplines et communautés à différents niveaux de la société pour travailler ensemble à la promotion du bien-être et à la lutte contre les menaces pour la santé et les écosystèmes, tout en répondant au besoin collectif d'eau, d'énergie et d'air propres, d'aliments sûrs et nutritifs, en agissant sur le changement climatique et en contribuant au développement durable.

² One Health High-Level Expert Panel : groupe consultatif d'experts de haut niveau mis en place par le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), l'Office International des Épizooties (OIE) et l'Organisation mondiale pour la santé (OMS) en décembre 2021.

« L'environnement est un déterminant majeur de notre santé. C'est aussi une préoccupation croissante des Français. La crise de la Covid-19 est venue, plus encore, nous rappeler les liens étroits entre notre santé, la santé animale et la santé des écosystèmes et, par conséquent, la nécessité impérieuse d'intégrer l'ensemble de ces dimensions selon le principe « Une seule santé ». Telle est la phrase d'accroche du PNSE 4, définitivement adopté en mai 2021. Ainsi, la crise aura fortement influencé la construction de ce nouveau plan qui affiche explicitement l'ambition que « La France [...] s'engage dans une approche intégrée et unifiée de la santé publique, animale et environnementale autour du concept « Une seule santé » ou « One Health ».

Tableau 1 : Les différentes approches contemporaines de santé publique environnementale

Approche	Période d'émergence	Orientation des concepts et approches
Hygiénisme	Courant du XIX ^e siècle	Véritable « science appliquée de l'amélioration du milieu urbain » à visée hygiéniste, portée notamment par les ingénieurs et les architectes et qui se traduit par une transformation profonde des sociétés urbaines par les équipements dédiés à la salubrité.
Santé au travail et environnementale	Moitié du XIX ^e siècle à moitié du XX ^e siècle	Impacts sur la santé des risques environnementaux et professionnels ; gestion des risques.
Ecologie politique de la santé	Fin du XX ^e siècle	Comment l'autorité, le pouvoir et l'organisation de la société humaine interagissent avec les déterminants environnementaux de la santé.
Justice environnementale	Fin du XX ^e siècle	Qu'est-ce qui est moral ou juste dans la production de résultats en matière de santé - environnement ; relations juridiques et procédurales entre l'équité en santé et la gestion de l'environnement.
Ecosanté ou « EcoHealth »	Fin du XX ^e siècle	Les écosystèmes en tant que fondements de la santé et du bien-être humains ; durabilité ; pensée systémique ; participation multipartite ; transdisciplinarité ; équité sociale et de genre ; connaissances à l'action.
« Une seule santé » ou « One Health »	Moitié et fin du XX ^e siècle et préminente au début du XXI ^e siècle	Lien humain / animal / écosystème ; modélisation et gestion des zoonoses et des maladies infectieuses ; approche clé mise en œuvre pour renforcer la sécurité sanitaire (lien Covid-19). Approche promue par l'OMS, l'OIE (Office international des épizooties) et la FAO (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture) en tripartite.
Santé publique écologique	Début du XXI ^e siècle	Déterminants écologiques de la santé ; théorie éco-sociale ; interdépendance entre l'écosystème et la santé humaine.
Santé planétaire	Début du XXI ^e siècle	Comprendre et vivre dans des limites planétaires (écologiques) sous lesquelles la civilisation moderne peut s'épanouir.
Redéfinition du concept « Une seule santé » ou « One Health »	Fin 2021	Définition officielle internationale qui élargit le concept « One Health » en liant plus étroitement la santé humaine, animale, des végétaux et de l'environnement en général (y compris des écosystèmes) au-delà des thématiques antibiorésistance et zoonoses préférentiellement ciblées à l'origine. Définition établie par le groupe consultatif d'experts OMS/OMSA/FAO/PNUE (OHHLEP).

Source : Adapté de l'Alliance Santé Planétaire, La Santé Planétaire pour faire face à l'urgence sanitaire, écologique et sociale, Décembre 2020. <https://alliancesantepanetaire.org/>

De la thématique santé biodiversité du PNSE 3 à « une seule santé » du PNSE 4, les thématiques et les concepts s'entrecroisent et s'imbriquent les uns avec les autres dans le temps. Ainsi, le concept « une seule santé » vient largement imprimer les politiques actuelles de santé - environnement.

Dans la pratique cela se traduit par des réflexions autour de la traduction territoriale opérationnelle du mot d'ordre « une seule santé ». Celles-ci et les actions qui s'en suivent s'inscrivent dans la poursuite des travaux engagés lors de la conférence « une seule santé en pratique ? » de mars 2021 dont est issu un cahier de propositions [17]. Dans ce cadre, la dynamique engagée au niveau national et territoriale se traduit notamment par la mise en place de groupes de travail pluridisciplinaires, faisant se connecter des acteurs issus de secteurs et de domaines d'activités de la santé humaine, de la santé animale, de celle des végétaux et de l'environnement. Ce format inédit se retrouve par exemple incarné au sein du groupe de suivi « une seule santé » du PNSE 4 dans lequel a été ajouté un sous-groupe spécifique autour de l'élaboration d'« indicateurs » de mesure des politiques « une seule santé », l'élaboration nouvelle de Alliance Santé Biodiversité à l'origine d'un projet de loi « une seule santé », mais aussi d'autres groupes de travail transdisciplinaires lorsqu'ils s'agit de l'élaboration d'actions « une seule santé » à l'échelle territoriale comme au sein du réseau ÎSÉE pour l'Île-de-France (voir fiche 1 p. 64).

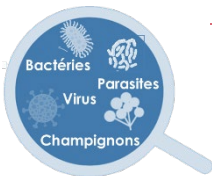
À ce jour, « Une seule santé » dans le territoire peut recouvrir différentes dimensions : que ce soit en pensant le niveau d'action adéquat suivant les compétences et les leviers dont jouissent les collectivités territoriales où « une seule santé » se traduirait au sein des politiques d'aménagement du territoire, des formations pour les professions sanitaires et sociales, des politiques de recherche et d'innovation en incluant notamment la recherche action participative, sans oublier les parts liées à la transition agroécologique et à la conservation / restauration de la biodiversité locale. Dans ces politiques et planifications à la française traditionnellement en silo, « une seule santé » incarne un nouveau paradigme dans la façon de faire et de penser des actions coconstruites entre acteurs n'ayant parfois par le même langage.

Des exemples concrets de mise en œuvre d'actions intégrant ces différentes dimensions dans les territoires sont présentés dans la dernière partie de ce rapport (cf. § 7.1 p.63 et § 7.2 p. 71).

3 | LA BIODIVERSITE, FACTEUR DE RISQUES SANITAIRES ? MIEUX COMPRENDRE POUR MIEUX GERER

La pandémie de Covid-19 rappelle que certains éléments de la biodiversité présentent des risques sanitaires pour l'homme. Les progrès de la médecine, de la biologie, notamment grâce au développement des anti-infectieux et de la vaccination sont incontestables. Pour autant, l'augmentation de l'incidence de certaines maladies infectieuses, leur extension au-delà de leur zone de répartition initiale ou l'apparition de nouveaux agents pathogènes battent en brèche l'idée d'une éradication des maladies infectieuses, causées par des microorganismes pathogènes, tels que les bactéries, les virus, les parasites ou les champignons [18]. A l'échelle globale, bien que tenant compte du renforcement de l'effort de surveillance, une accélération dans la fréquence d'apparition d'épidémies, en particulier d'origine zoonotique (multipliées par quatre), est observée depuis 1980 [19,20].

Alors que la faune sauvage joue un rôle majeur dans l'émergence des maladies infectieuses, la transmission d'un agent pathogène des animaux sauvages à l'homme reste un phénomène qui nécessite que différentes conditions soient réunies. La crise de la Covid-19 montre que les risques sont modulés par les interactions entre les humains, les animaux domestiques, la flore et la faune sauvage.



Encadré 2 : Risques sanitaires associés à la biodiversité

A partir des conséquences possibles sur la santé, on peut distinguer les risques sanitaires infectieux, allergènes ou toxiques. Leur caractérisation est déterminée par la conjonction de trois composantes :

- 1) L'aléa microbiologique qui désigne la présence d'un organisme pouvant être à l'origine du risque, constituant un danger potentiel par ses effets.
- 2) La vulnérabilité des individus et des populations, traduisant la propension ou prédisposition à être affecté défavorablement, selon sa sensibilité et sa capacité à faire face, mais également ses capacités adaptatives.
- 3) Les expositions individuelles et communautaires qui renvoient au contact avec le danger.

3.1 Changements environnementaux et zoonoses

3.1.1 L'apport des sciences de la biodiversité pour comprendre les risques zoonotiques

En préambule, l'encadré ci-après précise les caractéristiques des zoonoses – définies comme les maladies et infections dont les agents se transmettent naturellement des animaux vertébrés (mammifères, oiseaux, poissons, reptiles etc., domestiques ou sauvages) à l'homme (et vice-versa) [21].

Appréhender les maladies infectieuses sous l'angle de la biodiversité, c'est tenter de savoir si l'émergence et la transmission des agents pathogènes peuvent être affectées par la diversité spécifique ou intraspécifique des hôtes, des vecteurs et des agents infectieux ainsi que l'évolution de leurs interactions au cours du temps et au sein de zones géographiques et écologiques variées [22,23]. « Science de la complexité », l'écologie comme discipline scientifique insiste sur les caractéristiques multifactorielles et évolutives

des objets d'étude. Elle permet de prendre en compte différents paramètres à partir du triptyque pathogène - hôte - environnement [23,24].

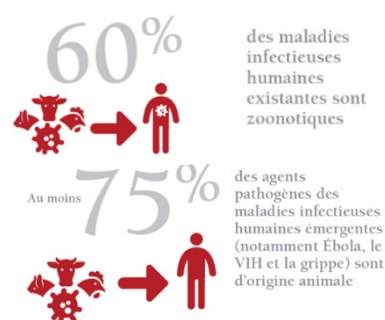
Les caractéristiques de l'agent pathogène

Alors que l'on ne connaît qu'environ 0,1 % des virus potentiellement présents sur Terre, la biomasse cumulée des humains et de leurs animaux d'élevage (cheptels bovins et porcins, oiseaux domestiques) représentant 80 % de la biomasse totale de ces virus [25], peu d'éléments sur leurs potentiels dangers et leur évolution sont connus. La plupart de ces microorganismes - bactéries, virus ou parasites - sont peu spécifiques et instables. Même si certains n'induisent la maladie ou l'infection que chez une seule espèce (un seul hôte), d'autres ont l'aptitude d'infecter plusieurs espèces, ainsi ils peuvent infecter un large éventail d'hôtes. Leur dynamique dépend aussi de leur pouvoir pathogène (i.e. capacité à provoquer des dommages chez son hôte), de leur infectiosité (i.e. aptitude à être transmis), de leur occurrence variable selon le temps (saisonnalité) et de la géographie. Ces caractéristiques évoluent pour s'adapter à leur environnement, par exemple, devenir plus virulents ou plus infectieux, changer leur apparence pour tromper la mémoire immunitaire de leurs hôtes, ce que l'actualité présente comme « un variant ».

Encadré 3 : Eléments de classification des zoonoses

On estime aujourd'hui que 60 % des maladies infectieuses décrites chez l'homme et 75 % des maladies infectieuses émergentes chez l'Homme sont imputables à des agents pathogènes communs avec les animaux. On observe une forte hétérogénéité géographique relative à la prévalence humaine et la mortalité associées à ces maladies dites zoonotiques : elles représentent plus de la moitié des causes de décès dans les pays du Sud mais environ % des décès en France [22], conséquence de niveaux d'exposition différents mais également du contexte socio-économique. Dans la littérature, les zoonoses sont caractérisées, classées selon différents paramètres :

- 1) **Leur mode de transmission** : la distinction est souvent faite entre les transmissions par contact « direct » et « indirect ». Les premières impliquent que l'agent infectieux soit directement transmis à un individu sensible par contact avec un hôte animal porteur de cet agent infectieux. Les voies de transmission sont quant à elles multiples : exposition physique à des liquides biologiques ou à des aérosols issus d'un animal infecté (mort ou vivant), morsure, voie transcutanée. Pour ce qui est de la transmission indirecte, les individus sensibles ne s'infectent pas directement auprès d'un hôte infecté mais par contact avec un support souillé ou une espèce vectrice dans le cas des maladies vectorielles. Par exemple, dans le cas des arboviroses souvent étudiées, les espèces vectrices sont des arthropodes (moustique, tique) transmettant des maladies virales (paludisme, dengue) ou bactériennes (maladie de Lyme) [23].
- 2) **Le degré de transmissibilité** : peuvent être distinguées schématiquement deux catégories : celles pour lesquelles une source animale est obligatoire pour qu'un humain s'infecte ; celles pour lesquelles une transmission interhumaine secondaire est possible soit de manière limitée ou significative [17]. Ce degré peut impacter l'occurrence des cas de maladies, et donc influencer sur leur potentiel épidémique.
- 3) **Leur importance du point de vue de l'impact sanitaire** qui dépend de la diversité de leur impact au sein des populations. Cet impact dépend de leur fréquence et de leur gravité – dépendante du pouvoir pathogène de l'agent mais aussi d'autres déterminants (comorbidité individuelles ou facteurs collectifs comme l'accès aux soins).



Les caractéristiques des hôtes

La dynamique de la transmission des zoonoses est profondément ancrée dans l'écologie et la biologie évolutive de leurs hôtes, êtres vivants souvent indispensables au cycle de développement des agents infectieux. Dans le cas d'un pathogène circulant chez plusieurs hôtes, toutes les espèces hôtes n'ont pas la même compétence – c'est-à-dire la capacité à maintenir et à transmettre les pathogènes. De plus, au sein d'une communauté d'hôtes, il est important d'identifier le rôle de chaque espèce pour comprendre l'épidémiologie du système de transmission. La diversité intraspécifique des hôtes, leurs densités relatives et la taille des populations, la connexion des espèces au sein des communautés d'hôtes sont autant de paramètres dynamiques et complexes à considérer.

L'état de santé des individus hôtes influence également leur vulnérabilité. À ce titre, il doit être souligné que la réduction de la diversité génétique des animaux d'élevage, leur biomasse comparativement beaucoup plus importante que la biomasse totale des mammifères et des oiseaux sauvages ainsi que la combinaison des facteurs de vulnérabilité à l'intérieur de ces élevages (densité, stress et faible diversité génétique) facilitent la diffusion de maladies infectieuses chez ces animaux [26].

Les interactions entre les hôtes, les agents pathogènes et leur environnement

Elles renvoient au rôle de barrière naturelle entre les espèces. Les mécanismes de « franchissement de cette barrière », c'est-à-dire la capacité d'un agent pathogène à se développer chez une espèce jusqu'alors non affectée, y compris l'espèce humaine, ne sont que très peu élucidés.

La complexité de ces interactions est mise en évidence à travers la crise de la Covid-19. Les connaissances sur les circonstances précises de l'émergence du SARS-CoV-2 ne sont à ce jour pas encore avérées. Une espèce de chauve-souris a été identifiée comme réservoir potentiel du virus SARS-CoV-2 mais d'autres animaux ont pu jouer un rôle dans l'émergence de cette zoonose [27] (voir Encadré 4). Ainsi, l'hypothèse du rôle d'hôte intermédiaire joué par le pangolin malais, *Manis javanica*, consommé et vendu illégalement sur les marchés sud-asiatiques a un temps été évoquée mais semble aujourd'hui abandonnée [28].

Les espèces qui vivent de façon rapprochée avec les populations humaines ont souvent un rôle d'amplificateur

Ces interactions s'inscrivent dans le temps long et à différentes échelles spatiales. Elles renvoient aussi au rôle d'amplificateur de certains hôtes. Dans de nombreuses maladies, la transmission à l'homme se fait par le biais d'espèces qui vivent de façon rapprochée avec les populations humaines : les animaux domestiques, notamment d'élevage, ou les commensaux (c'est-à-dire les animaux qui vivent proches des humains, comme les rats, certains insectes, etc.). L'interface entre humains et animaux sauvages est un élément clef à considérer. L'intrusion humaine dans les forêts pour y exploiter les ressources, entre autres la déforestation, le développement de la chasse, du braconnage et de la consommation de viande de brousse peut ainsi favoriser la transmission d'agents pathogènes.

Encadré 4 : Corona)virus et biodiversité¹ - Grégoire Lois C'est la faute aux animaux ?

Très simpliste. Boire la tasse en mer, c'est ingérer une bonne centaine de millions de virus. Certes, une très faible proportion d'entre eux infecte les mammifères dont nous faisons partie. Un papier paru dans la revue *Nature* en 2017 tente de démêler les facteurs et les traits des espèces de mammifères les plus susceptibles d'héberger des virus potentiellement pathogènes pour l'homme dans un premier temps, puis les conditions les plus favorables au franchissement de la barrière entre ces espèces et l'homme [29]. Concernant le premier point, trois facteurs prédisent l'émergence d'une possible épidémie : la proximité phylogénétique avec l'homme, la diversité spécifique des hôtes et leur concurrence avec des populations humaines. Si on classe ces trois facteurs en fonction de leur importance dans l'émergence de zoonoses, ils se trouvent alors réordonnés : les animaux domestiques, pour la troisième raison, c'est-à-dire leur proximité physique avec l'homme, occupent le haut du podium, suivent les rongeurs et les chauves-souris avec leur extrême diversité (quasiment deux mammifères sur trois appartiennent à l'un de ces deux ordres) et enfin nos proches cousins les singes pour la première. Enfin, il faut mentionner le fait que l'homme n'échappe pas à son animalité et héberge lui-même des virus jouant ainsi le rôle de réservoir.

L'hôte en question est-il à chercher parmi les chauves-souris, les pangolins ou les serpents ?

Très vraisemblable. L'incroyable, et encore bien méconnue, diversité des virus avec au moins 6 000 espèces décrites à ce jour et plus d'un million potentielles se trouve dans des hôtes, parmi lesquels des bactéries, des champignons, des plantes, des arthropodes et des vertébrés évidemment ! Parmi ceux-ci, plus de 200 connus à ce jour ont un caractère pathogène lorsqu'ils infectent l'Homme [30]. Mais pour qu'il y ait transmission d'une espèce à une autre, il faut qu'il y ait rupture de la barrière entre ces espèces. C'est-à-dire saut de ce caractère "hospitalier" ou plutôt infecté entre celles-ci. Dans certains cas, il peut alors y avoir pathologie chez le nouvel hôte. S'ensuit une relation entre contamination et létalité du virus d'une part, et défenses immunitaires, grégarité et dispersion des hôtes d'autre part. De cette relation peut émerger une épidémie plus ou moins vulnérante pour les hôtes. Dans le cas du Covid-19, comme le suppose un article paru sur le site « The Conversation »², il semblerait bien que l'origine de ce virus se trouve chez les deux mammifères cités. À noter les progrès spectaculaires en biologie moléculaire : les coronavirus infectant les humains en utilisant un récepteur membranique donné, très peu variable chez les mammifères (ce qui a précisément conduit justement à ce qu'émerge un groupe de virus utilisant cette clé quasi-généralisée) parce qu'il régule la vasodilatation des vaisseaux et donc la tension. Or on peut prédire désormais, en séquencant le génome des coronavirus et en prédisant la structure en trois dimensions de la protéine en résultant, s'ils possèdent cette "clé" et s'ils sont de potentiels pathogènes pour l'homme.

C'est donc la faute des humains ?

Pas moins simpliste que le point précédent. Deux courants à l'opposé l'un de l'autre coexistent dans les médias traitant du sujet ces jours derniers. Le premier consiste à émettre l'idée que c'est la consommation de viande d'espèces sauvages qui est la principale cause de la rupture de la barrière entre espèces, soit pour cause de disette, comme c'est le cas en Afrique équatoriale, soit par croyance dans les bienfaits d'une telle consommation comme on le reproche aux asiatiques et en particulier aux chinois. Bref, que la consommation de viande de brousse ou d'espèces sauvages favorise la transmission des animaux aux humains. Cette raison dédouane intégralement notre société. Y est opposée la boulimie de notre mode de vie occidental qui favorise la déforestation de zones riches en espèces au profit de productions agricoles, déforestation conduisant à l'erraticisme et à l'isolement de populations de mammifères forestiers et à leur mise en contact avec des populations humaines mobiles et grégaires, le tout favorisant l'émergence d'une pandémie.

Qu'en conclure alors ?

Premièrement, quoi qu'il en soit, un élément émerge çà et là dans les réflexions : 1) Les écosystèmes échappant à de brutales perturbations d'origine anthropique sont par nature un rempart à l'émergence de nouvelles pathologies d'origine virale. Ne serait-ce que parce que ces écosystèmes sont plus susceptibles d'héberger des espèces ayant une diversité génétique élevée, un rempart anti-pathogène dont le mécanisme a été montré il y a plus de dix ans [31]. On comprend l'impact direct d'un tel mécanisme : les populations sauvages d'hôtes potentiels, lorsqu'elles sont isolées par destruction et fragmentation des habitats, voient leur diversité génétique chuter et ainsi leur potentiel rôle d'hôte augmenter.

2) Une diversité spécifique elle-même élevée dont on a pu montrer l'efficacité de l'effet de dilution des communautés d'oiseaux sur la dissémination du virus West Nile, ou plus directement [32,33].

3) des espèces cul-de-sac dans la circulation du virus, comme peuvent l'être les nécrophages ainsi que cela a été constaté avec la dissémination du ranavirus [34].

Enfin, deuxièmement, qu'il serait très tentant de laisser réémerger une peur de la nature telle que François Terrasson la dénonçait il y a plus de trente ans déjà. Cette peur est particulièrement contre-productive : elle conduit à opposer homme et nature alors même que tout montre que si les relations sont infiniment complexes entre ces deux parties, elles sont au bénéfice du premier et aux dépens de la seconde.

¹ Extrait de la chronique publiée par l'ARB Île-de-France le 27 mars 2020. Disponible : <https://www.arb-idf.fr/article/coronavirus-et-biodiversite/>

² Hassanin A. Covid-19 : l'analyse des génomes révélerait une origine double du virus [internet]. The conversation. Mars 2020. Disponible : <https://theconversation.com/covid-19-lanalyse-des-genomes-revelerait-une-origine-double-du-virus-133797>

D'après le Conseil Economique pour le Développement Durable (CEDD), le rôle de la consommation de viande et celui de l'élevage intensif dans les nouvelles épidémies ne peut être ignoré. Aussi, il est nécessaire de s'interroger sur l'évolution de nos systèmes de production alimentaire. Les élevages intensifs favorisent en effet la transmission des virus. Leur faible diversité génétique liée au processus de sélection mondialisée d'animaux standardisés à croissance rapide favorise la transmission au sein et entre des élevages. L'intensité des flux et la dimension planétaire des mouvements d'animaux domestiques et des produits carnés au sein des filières commerciales internationales favorisent, elles aussi, la dispersion des agents pathogènes. Les épisodes répétés de zoonoses impliquent que les futures politiques sanitaires devront nécessairement combiner santé humaine et santé animale, ce qui nécessite beaucoup de moyens, aujourd'hui largement supportés par la collectivité (coût des soins humains, dommages économiques en cas d'épidémies, coût de surveillance des zoonoses, dédommagement des éleveurs après abattage préventif etc.), et non, par ceux qui sont à l'origine de ces externalités négatives (producteurs et consommateurs de viande issue d'élevages intensifs notamment en particulier mais aussi tout contributeur à l'érosion de la biodiversité)¹.

3.1.2 Quels liens entre érosion de la biodiversité et risques zoonotiques ?

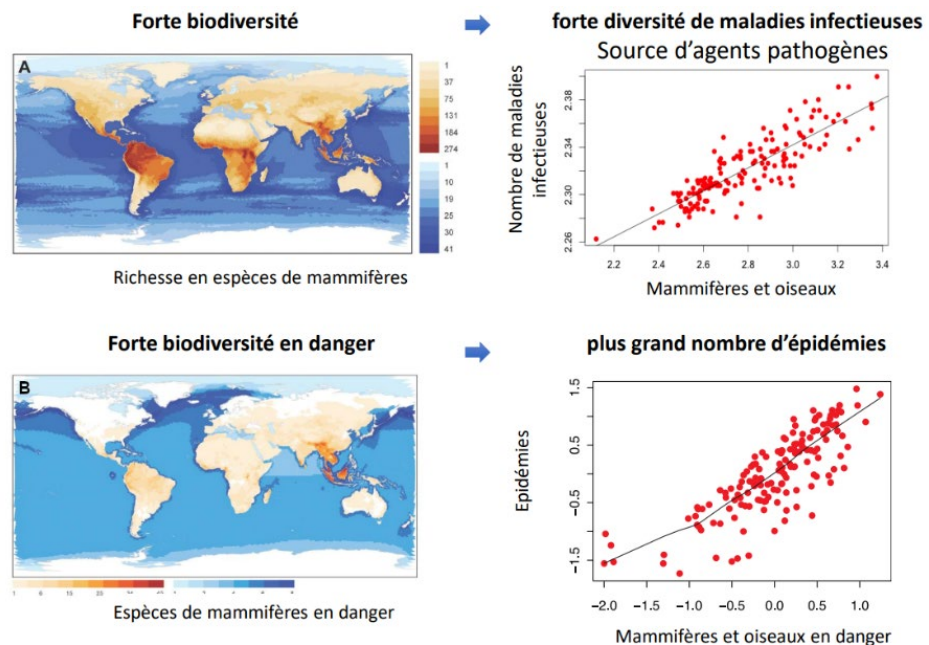
Plusieurs institutions ont relayé « l'hypothèse de la perte de biodiversité » comme facteur explicatif de l'émergence du virus SARS-CoV-2. Au niveau national, le 25 mai 2020, la Commission de l'aménagement du territoire et du développement durable du Sénat émettait des recommandations face « à la pertinence d'un lien entre la crise sanitaire et les atteintes à la biodiversité et aux écosystèmes » [35]. Au niveau international, le 27 avril 2020, quatre experts de l'IPBES publiaient un appel dénonçant la responsabilité des activités humaines dans la pandémie de Covid-19 [36].

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 - destruction et fragmentation des habitats naturels induits notamment par le changement d'usage des terres, la conversion d'habitats naturels en écosystèmes agricoles ou l'artificialisation des sols liée à l'expansion urbaine et au développement des infrastructures de transport ou encore la surexploitation des ressources- contribuent à plusieurs échelles à l'accroissement des risques zoonotiques [20,32].

D'une part, des méta-analyses (voir Figure 2) démontrent une corrélation positive entre le niveau de biodiversité - mesuré en termes de richesse spécifique des oiseaux et des mammifères - et la richesse globale des maladies infectieuses, suggérant que la biodiversité est un réservoir de nombreux agents pathogènes [37]. D'autre part, ces méta-analyses vont dans le sens d'un rôle protecteur de la biodiversité, démontrant une corrélation positive entre érosion de la biodiversité (mesurée par le nombre de ces espèces en danger) et émergence, ou augmentation de la prévalence des maladies infectieuses [38]. Ces corrélations constituent un argument, mais des critiques portent sur le manque de preuves relatives aux mécanismes causaux.

¹ Prévention des zoonoses. Quel rôle pour les politiques environnementales ?
<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/CEDD%20-%20Ref%20044.pdf>

Figure 2 : Perte de biodiversité et risques zoonotiques, issue de Morand & Lajaunie 2017 [38]



Note de lecture : A : relation entre richesse spécifique en espèces d'oiseaux et mammifères et la diversité de maladies infectieuses ; B : relation entre nombre d'espèces d'oiseaux et mammifères en danger et le nombre d'épidémies

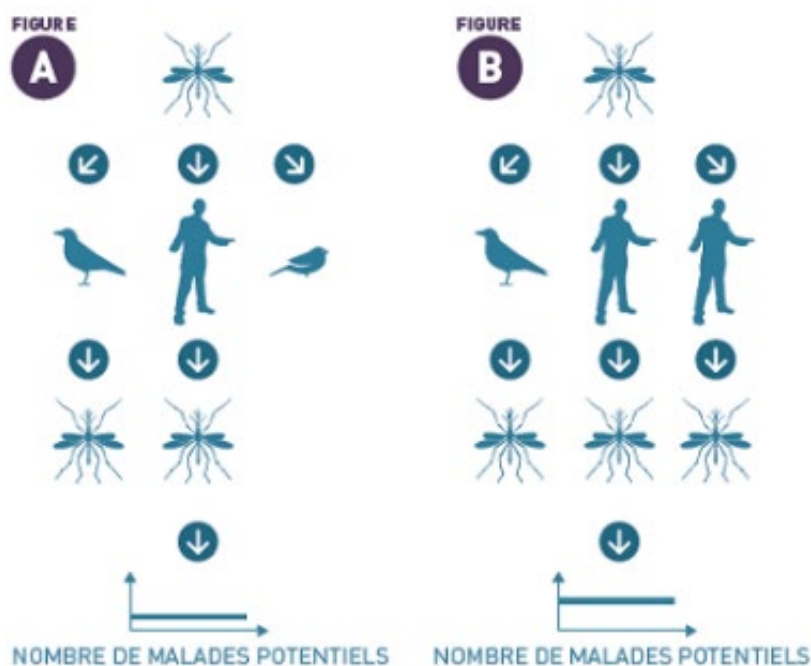
La dégradation de l'environnement et l'érosion de la biodiversité peuvent s'accompagner d'un accroissement des contacts à risque entre les humains et la faune sauvage, et ainsi générer une augmentation des risques d'émergence de zoonoses.

Cependant, de récentes études viennent corroborer les liens entre écosystèmes dégradés et la présence d'hôtes réservoirs. La probabilité d'émergence de zoonoses était plus élevée dans les territoires où le changement d'usage des terres était fort [39] par rapport aux habitats voisins non perturbés. En effet, comparativement à des écosystèmes relativement préservés, la proportion d'espèces connues pour être des hôtes d'agents pathogènes dans les écosystèmes ayant subi des perturbations passées et écosystèmes gérés (terres cultivées, pâturages ou plantations) augmente de +18 % et leur abondance y est de + 21 %. Pour les sites urbains, les mêmes ratios s'établissent respectivement à + 72 % pour leur proportion, et + 144 % pour leur abondance malgré une plus grande incertitude en raison d'un échantillonnage plus hétérogène géographiquement. Ce phénomène pourrait trouver son explication dans les différences de résilience des espèces vis-à-vis des pressions exercées par l'homme, c'est-à-dire leur capacité d'adaptation aux pressions anthropiques [40].

Plusieurs facteurs expliquent ce constat :

- Des facteurs écologiques : la fragmentation ou destruction des habitats pouvant induire une rupture des réseaux trophiques spatialisées (ensemble de chaînes alimentaires reliées entre elles au sein d'un écosystème) et une modification des relations prédateur/proie. Le changement climatique est aussi identifié comme ayant des répercussions sur la répartition géographique des communautés d'espèces [40].
- Des facteurs épidémiologiques : il s'agit des phénomènes de dilution/amplification (voir Figure 3) associés à la perturbation/réorganisation des communautés écologiques.
- Des facteurs adaptatifs et évolutifs : c'est notamment le cas pour les changements comportementaux des espèces dont les habitats sont perturbés [23]. En Asie, le développement des exploitations agricoles fruitières et de palmier à huile associé aux programmes de déforestation ont conduit au changement rapide de l'habitat des chauves-souris frugivores, et par conséquent de leur comportement notamment la modification de leur régime alimentaire, qui constituent les facteurs écologiques à l'origine de l'endémie du virus Nipah [41].

Figure 3 : Illustration de l'effet de dilution



Guide de lecture : (A) si un moustique peut se nourrir sur une espèce qui ne transmet pas la maladie (l'oiseau à droite) des piqûres sont « perdues » pour la transmission. En revanche, en l'absence de cette espèce (B), les piqûres vont augmenter sur les espèces capables de transmettre la maladie, augmentant ainsi le nombre de moustiques infectés et donc la prévalence de la maladie [42].

La complexité et la multifactorialité des sciences du vivant rendent difficile l'exercice de démonstration de preuves quant aux mécanismes à l'origine des relations entre biodiversité et maladies infectieuses. Ils se confrontent au problème de la preuve irréfutable, d'autant plus qu'il faut considérer l'hétérogénéité des terrains d'étude et des expérimentations.

L'hypothèse de l'effet dilution fait l'objet de fortes controverses au sein des communautés scientifiques alors qu'elle apparaît très régulièrement dans les plaidoyers [6,43]. Certaines études présentent l'hypothèse de l'effet dilution comme un service écosystémique [44].

L'effet de dilution est invoqué en regard de l'état des écosystèmes ; il présuppose que des écosystèmes sous stress anthropique faible et plus proches de structures de fonctionnement et de dynamiques naturelles sont plus riches et divers. Dans ce contexte, la biodiversité jouerait un rôle protecteur, agissant comme un obstacle à la propagation des agents pathogènes à l'homme. Les écosystèmes riches et fonctionnels (voir figures précédentes) comporteraient à la fois des espèces dont la charge parasitaire, bactérienne ou virale pourrait être élevée et d'autres ne permettant pas au pathogènes de se transmettre (« espèces « culs de sac » peu compétentes pour transmettre les maladies humaines »). Plus un écosystème est constitué d'espèces différentes, moins les agents pathogènes circulent au sein de cet écosystème.

Toutefois, les critiques portent à la fois sur sa formulation et sa généralisation. Alors qu'il semble opérer en fonction de l'échelle spatiale, d'autres conditions écologiques locales entrent en compte. Il ne faut pas sous-estimer les situations où la biodiversité peut amplifier la transmission d'agents pathogènes. D'autres attestent qu'une biodiversité élevée protégerait contre une épidémie mais beaucoup moins contre son émergence c'est-à-dire qu'elle augmenterait le danger microbiologique mais pas obligatoirement le risque infectieux (« hazard vs risk ») [24,26].

La connexion des espaces de caractère naturel en ville avec les zones périphériques naturelles induit potentiellement un contact rapproché avec des agents infectieux, tout

comme le développement des activités de pleine nature. Néanmoins, à l'heure actuelle, peu d'études en écologie urbaine traitent de ce sujet. La disponibilité plus rare de données sur la transmission d'agents pathogènes au sein des écosystèmes urbains (notamment pour les mammifères) met en évidence une lacune importante des connaissances pour anticiper les effets de l'urbanisation sur la santé publique et la biodiversité. Transparaît aussi la nécessité de mieux comprendre l'appréhension et les rapports à la nature chez les populations urbaines compte tenu de ses nouveaux usages [23].

Pour conclure, la dynamique d'émergence des maladies infectieuses est difficile à étudier compte tenu de l'importance de facteurs contextuels, tels que la structure du paysage celle des communautés d'espèces hôtes ou des facteurs socio-économiques. Néanmoins, il est raisonnable d'affirmer que les perturbations anthropiques des écosystèmes favorisent l'émergence de maladies infectieuses ainsi que l'existence des espèces hôtes les plus efficaces pour héberger les agents pathogènes [39].

3.1.3 Appréhension du risque en Île-de-France

La crise sanitaire liée à la Covid-19 vient rappeler l'importance des variables influençant l'appréciation et l'évaluation du risque. En effet, la perception des risques influe sur le degré d'anticipation et revêt une dimension différente en fonction de l'horizon temporel et spatial considéré : un risque lointain – comme la déforestation importée – ou différé – comme l'antibiorésistance sont des risques moins bien perçus.

Le risque d'émergence zoonotique en Île-de-France, située en zone tempérée, est plus faible comparativement aux hotspots de biodiversité, situés en zone tropicale. Par ailleurs, il est détecté plus facilement [20]. L'appréhension du risque renvoie également à la vulnérabilité des populations humaines. La qualité du système de santé, la surveillance sanitaire et épidémiologique, les messages de prévention et les campagnes de vaccination pour les personnes à risque (notamment dans un cadre d'exposition professionnelle) permettent la maîtrise du risque. Néanmoins, la crise de la Covid-19 vient rappeler que, par sa forte connectivité, le territoire francilien est soumis au risque épidémique importé, les infrastructures de transport agissant comme processus facilitateurs de la diffusion d'une zoonose via le déplacement des populations.

De plus, l'organisation des activités humaines notamment les déplacements de personnes et transport de marchandises a conduit à l'introduction d'espèces animales présentant un risque potentiel non négligeable pour la santé humaine.

Encadré 5 : Espèces exotiques envahissantes : quels risques pour la santé ?

Selon l'INPN (Inventaire National du Patrimoine Naturel), on appelle espèce exotique envahissante un taxon (espèce, sous-espèce, etc.) appartenant au règne du vivant (par exemple une espèce animale ou végétale), introduit par l'homme en dehors de son aire de répartition ou de dispersion naturelle, qui s'établit (reproduction sans intervention humaine) et qui étend son aire de distribution (avec en général une augmentation des effectifs des populations).

Les législations actuelles prennent également en considération les impacts sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes (compétition, parasitisme, hybridation etc.), l'économie (exploitation agricole, installation industrielle, élevage, etc.) ou la santé humaine (zoonose, maladie vectorielle, allergie, etc.). La Convention sur la diversité biologique définit une espèce exotique envahissante (EEE) (invasive) comme étant une espèce dont « l'introduction et/ou la propagation menace la diversité biologique ».

Cependant, toute « espèce » (en général il s'agit d'individus ou de population d'une espèce) introduite ne devient pas « exotique envahissante ». Plusieurs conditions environnementales ou intrinsèques à « l'espèce » doivent être réunies pour favoriser son invasion. Avec le temps, un équilibre peut s'opérer entre ces espèces et leurs nouveaux milieux de vie mais parfois ces nouveaux équilibres se font au détriment du maintien de la biodiversité native (cas des milieux insulaires par exemple).

Beaucoup d'idées reçues sont véhiculées par les médias à propos des espèces exotiques : elles seraient systématiquement envahissantes, entreraient en concurrence avec la flore et la faune autochtones, entraîneraient des dysfonctionnements des écosystèmes, auraient un coût économique considérable. Quand on s'intéresse aux questions d'introduction, on trouve des situations extrêmement contrastées. Si l'impact des espèces invasives est bien documenté et confirmé dans les îles, où les introductions volontaires ou involontaires ont causé des dégâts considérables à la faune endémique, à l'échelle des continents, il n'y a pas de données qui prouvent que l'on soit dans les mêmes situations. Les milieux ouverts n'ont pas du tout le même comportement que les milieux fermés. Il existe des situations où les milieux modifiés sont devenus peu propices aux espèces autochtones et où des espèces introduites se développent dans la place laissée libre. De plus en plus de travaux pointent ces jeux de chaises musicales dans des milieux modifiés où les espèces autochtones disparues ont été remplacées par des espèces introduites. Par ailleurs, nombre de nos espèces locales, indigènes, natives, peuvent également présenter un caractère envahissant, c'est-à-dire un développement important, de sorte qu'elles dominent largement les autres espèces dans un espace donné. On peut par exemple citer la fougère aigle, le muguet ou les ronces en forêt, l'ortie et le sureau yèble dans les friches et les lisières forestières, les lentilles d'eau dans les mares, etc. Les densités d'étourneaux, de vanneaux ou de campagnols des champs peuvent également présenter une dimension impressionnante dans les espaces cultivés. La chenille processionnaire fait également partie de ces espèces non exotiques qui se sont propagées le long des infrastructures ferrées ou routières, favorisées par des modes de conception paysagers (plantations de pins le long des autoroutes).

En ville, selon Audrey Muratet, écologue à l'Université de Strasbourg, les plantes invasives ont le plus souvent été introduites comme plantes ornementales ou en suivant les déplacements humains, le long des autoroutes, des voies ferrées, ou même par avion. Ces plantes sont très opportunistes, et sont souvent les premières à coloniser une terre laissée à nu après la démolition d'un bâtiment. En ville, beaucoup d'habitats sont dégradés par l'homme, ouverts par le jardinage, enrichis par les engrais, les déchets et déjections, fauchés... Ces perturbations favorisent certaines espèces au détriment d'autres. Ces espèces exotiques envahissantes sont aussi d'intéressants indicateurs de perturbation des milieux naturels dans la mesure où elles s'implantent avant tout dans les espaces dégradés par les activités humaines (bords de route ou de rivière, espaces urbains vacants, zones naturelles et semi-naturelles mises à nu) alors qu'elles ont du mal à s'installer dans des milieux naturels en bon état de conservation. Aussi, peut-être que les sommes investies dans la lutte (arrachage, lutte chimique, etc.) contre ces espèces pourraient être judicieusement redirigées vers des opérations de renaturation afin de traiter à la fois le problème et ses conséquences. Ce changement de paradigme serait d'autant plus bénéfique que les "campagnes" d'éradication d'espèces invasives se révèlent généralement peu efficaces et demandent un renouvellement fréquent des actions pour atteindre les résultats escomptés. Enfin, certaines études et observations de terrain montrent que des espèces "étrangères" finissent par s'intégrer aux écosystèmes et à la chaîne alimentaire. C'est notamment le cas pour la pyrale du buis qui, après avoir provoqué une défoliation massive de l'arbuste sur tout le territoire, semble aujourd'hui en régression consécutivement à la raréfaction de sa plante hôte et à la prédation des chenilles par de plus en plus de prédateurs, maintenant accoutumés à cette nouvelle manne alimentaire.

La gestion des espèces exotiques envahissantes renvoie par ailleurs à notre rapport à la nature. Dans l'esprit de beaucoup, elles viennent perturber l'ordre de la nature. C'est un vrai débat sur les notions d'équilibre et d'harmonie entre spécialistes de la biodiversité. Il faudrait les « éliminer », les « éradiquer ». Pourtant il y a quelques siècles les naturalistes voyageurs avaient pour mission de ramener en Europe les espèces qui pouvaient être utiles à notre économie, à notre santé, etc. Un travail sur l'acceptation de ces espèces « voyageuses » est aussi nécessaire, quand elles ne posent pas de problème avéré pour la biodiversité locale ou pour la santé humaine. Dans le cas de problèmes sanitaires avérés posés par certaines plantes comme l'ambrosie (*Ambrosia* sp.) et la berce du Caucase (*Heracleum mantegazzianum*), qui peuvent provoquer des allergies, des irritations ou des brûlures cutanées, une gestion locale peut s'imposer.

D'une manière générale, il est souvent conseillé de privilégier les espèces locales, adaptées aux conditions climatiques, et de diversifier les essences plantées, plutôt que d'introduire artificiellement des espèces exotiques. En Île-de-France, certaines espèces végétales considérées comme potentiellement invasives doivent être limitées dans les jardins et les espaces naturels (pour en savoir plus, se référer au guide du jardin écologique¹ (ARB idF).

¹https://www.arb-idf.fr/fileadmin/DataStorage/user_upload/guide_jardin_ecologique_natureparif_2016.pdf

L'exemple de la lutte contre la maladie de Lyme

La démonstration la plus flagrante de l'effet dilution concerne, en Amérique du Nord, la bactérie *Borrelia burgdorferi*, pathogène de la maladie de Lyme, transmise par l'espèce de tique *Ixodes scapularis* à plusieurs espèces de petits mammifères et à l'Homme : il a été démontré que les États américains possédant la plus forte diversité en petits mammifères sont ceux où la prévalence de la maladie de Lyme est la plus faible [45,46].

En France, les données du réseau Sentinelles montrent une augmentation de l'incidence des cas de borréliose de Lyme vus en consultation de médecine générale : de 46/100 000 habitants en 2009, à 84 /100 000 habitants en 2016, pour atteindre 104/100 000 habitants, en 2018. Cette augmentation est particulièrement forte dans l'est et le centre de la France. En Île-de-France, le taux d'incidence reste plus faible que dans ces régions. Il est estimé autour de 39/100 000 habitants [47]. Bien que parcellaires, les données de surveillance épidémiologique et vectorielle montrent des variations locales fortes, par exemple d'un canton à l'autre en Alsace [48]. Ces éléments vont dans le sens d'une méta-analyse réalisée par Stalkeld et al. suggérant une transmission dépendante du contexte local [49].

En Île-de-France, les travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle ont montré que le *Tamias* de Sibérie était porteur de *Borrelia burgdorferi* et qu'en forêt de Sénart (département de l'Essonne), la prévalence de la bactérie était supérieure chez le *Tamias* (33,3 %) par rapport au Campagnol roussâtre (14,1 %) [50]. Ces résultats démontrent que l'introduction par l'Homme d'une espèce exotique, c'est-à-dire une espèce non indigène, couplée à son caractère envahissant peut également avoir un impact sur les interactions préexistantes. En 2012, une étude américaine a démontré que l'augmentation de la maladie de Lyme coïncidait avec la diminution du nombre de renards roux [51]. Une étude néerlandaise plus récente (2017), répartie sur 19 territoires forestiers des Pays-Bas, constate que le nombre de larves de tiques sur deux espèces de rongeurs (le campagnol roussâtre et le mulot sylvestre, réputés pour être des nids à *Borrelia*) diminue quand l'activité prédatrice du renard roux et de la fouine augmente [52]. Ces résultats confirment la complexité des interactions au sein du vivant et l'importance de maintenir l'ensemble des éléments de la chaîne trophique, dont les prédateurs. Les campagnes d'éradication des renards face à la progression de la rage venue d'Europe orientale sont une autre illustration de notre ignorance du fonctionnement des écosystèmes et de la grande capacité d'autorégulation démographique de cette espèce qui contrôle les populations de ses proies (lapins, mulots, etc.) potentiellement porteurs de maladies (ex. Lyme) et détruisant les récoltes (Source : Gilles Pipien - L'ÉCHO n°113 – Humanité et biodiversité). Ainsi, malgré les lacunes de connaissances, cette situation montre l'importance de maintenir un écosystème à l'équilibre et l'importance d'intégrer les comportements humains dans la compréhension des mécanismes de diffusion des maladies infectieuses et mesures de prévention.

L'exemple de la lutte contre le moustique tigre

Les moustiques du genre *Aedes*, en particulier l'espèce *Aedes albopictus* plus connue sous le nom commun de moustique tigre. Contrairement aux autres espèces de moustiques, elle présente un risque non négligeable pour la santé humaine car elle a été identifiée comme un vecteur compétent pour la transmission de certains virus comme le chikungunya, la dengue ou zika. Vraisemblablement introduit en Europe par le commerce mondial des pneus, le moustique tigre se propage en France à partir du sud-est du pays depuis 2004 [53]. Sa présence et son activité dans tous les départements d'Île-de-France, à l'exception du Val-d'Oise, justifient la mise en place d'une surveillance entomologique et épidémiologique, dont la responsabilité est confiée aux Agences régionales de santé (ARS). Conformément au Code de la santé publique dans le cadre de la lutte antivectorielle, l'ARS est responsable de la mise en œuvre, via l'habilitation d'organismes privés, des opérations de traitement lors d'une présence avérée de moustiques vecteurs dépassant un niveau de seuil défini réglementairement. Néanmoins, cette lutte à l'aide de produits biocides larvicides ou adulticides comporte deux corollaires majeurs que sont leurs impacts écologiques et le développement de la résistance avérés de ces produits [54].

La découverte du Bti (*Bacillus thuringiensis israelensis*), bactérie naturellement présente dans le sol, a permis le développement de formulations biolarvicides, très sélectives et peu toxiques pour la faune non-cible, et présentées comme « méthodes miracles ». Cependant, si le Bti demeure l'insecticide le plus sélectif et le moins toxique actuellement disponible, les suivis réalisés par la Tour de Valat¹ en Camargue démontrent qu'il affecte néanmoins toute la chaîne alimentaire en réduisant fortement l'abondance des insectes qui constituent la base de celle-ci, avec des effets cascades à plusieurs niveaux, et que contrairement aux insecticides de synthèse qui se dégradent rapidement dans l'environnement, le Bti dispose d'une capacité supérieure d'accumulation dans les milieux naturels [55].

Le cas du moustique tigre est emblématique de la nécessité de mettre en œuvre une lutte intégrée, définie 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 » [54].

Contrairement aux autres espèces de moustiques, la présence d'*Aedes albopictus* est fortement liée à l'urbanisation, d'autant plus que les seuls sites de reproduction connus sont artificiels et fournis par l'Homme. Sachant que ce moustique ne vole pas à plus de 100 mètres de son lieu de naissance, avec une faible capacité de dispersion malgré un pouvoir de nuisance important, il pond ses œufs dans tout type de récipients ayant un peu d'eau stagnante (récipients en plastique, assiettes de pots de fleurs, gouttières bouchées) en zones habitées. En ville, les techniques dites de « gestion alternative des eaux pluviales », qui consistent à laisser les eaux de pluie s'infiltrer dans le sol via des espaces végétalisés (espaces végétalisés inondables, noues, mares, bassins, jardins de pluie), sont parfois suspectées de contribuer au développement de moustiques qui peuvent constituer, si ce n'est une source de gêne, des risques potentiels pour les riverains. Une étude exploratoire initiée en 2016 par la Métropole de Lyon, le GRAIE (Groupe de recherche, Animation Technique et information sur l'eau), l'OTHU (Observatoire de Terrain en Hydrologie Urbaine) et l'Université de Lyon a cherché à évaluer le lien entre les techniques alternatives de gestion des eaux pluviales et le développement des moustiques tigres [56]. Quinze bassins de rétention et/ou d'infiltration et deux toitures végétalisées ont été échantillonnés une fois par mois de mai à novembre 2016 afin de vérifier si des moustiques s'y développaient. Les résultats montrent que les ouvrages végétalisés ne retiennent pas assez longtemps l'eau pour le développement larvaire d'*Aedes albopictus* qui nécessite la présence d'au moins 1 cm d'eau libre pendant au moins cinq jours. Quatre espèces « communes » ont été trouvées dans les bassins : le moustique commun (*Culex pipiens*), *Anopheles maculipennis s.l.* et deux espèces qui ne piquent pas les mammifères (*Culex hortensis hortensis* et *Culiseta longiareolata*). Une conclusion importante de cette étude est que les noues et toitures végétalisées, si elles sont bien entretenues, ne sont pas des gîtes favorables à ces organismes et que les eaux résiduelles présentes dans les bassins ne permettent pas le développement d'espèces vectrices d'agents pathogènes.

3.2 Biodiversité et maladies allergiques

Au cours des trois dernières décennies, une recrudescence de la fréquence des manifestations allergiques (asthme, rhinite allergique, eczéma, urticaire, allergie alimentaire, allergie médicamenteuse, etc.) a été observée. Durant cette période, les estimations rapportées en France indiquent que la prévalence de ces pathologies chroniques a doublé : 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. Les pollinoses, par leur fréquence et leurs effets induits

¹ Le Domaine de la Tour du Valat est un centre de recherche pour la conservation des zones humides méditerranéennes fondé par Luc Hoffmann en 1954.

sur la santé, sont un enjeu significatif de santé publique. Les symptômes sont constatés au niveau des zones de contacts - muqueuses respiratoires et oculaires – et se traduisent surtout par des rhinites et des rhino-conjonctivites, et plus rarement par de l'asthme rhinite.

3.2.1 Les pollinoses : facteurs de développement, d'aggravation et de gestion

De façon générale, le lien entre pollens et manifestations allergiques est bien connu, conditionné d'une part à une prédisposition génétique (ou atopie) qui engendre un dérèglement du système immunitaire et une perte de la tolérance vis-à-vis de substances a priori inoffensives et d'autre part à une exposition à la substance allergène. Il concerne majoritairement les pollens des plantes anémophiles, dont les grains sont transportés par le vent et qui jouent un rôle essentiel dans la reproduction de ces plantes. Elles représentent environ 10 à 18 % de toutes les plantes à fleurs [57]. Dans la mesure où les modifications génétiques s'inscrivent dans le temps long, le constat d'une tendance à la hausse rapide de ces pathologies questionne davantage le rôle des facteurs de risque environnementaux. Au-delà, il interroge les dispositifs de surveillance, gestion et prévention associés.

Si le pouvoir allergisant et les mécanismes biologiques en cause sont inégalement documentés en fonction des pollens, le changement climatique constitue un facteur de recrudescence des pollinoses. En effet, les observations polliniques des dernières années tendent à montrer un début de pollinisation plus précoce pour de nombreuses espèces végétales, avec un allongement de la durée de pollinisation et une quantité de pollens émis plus importante. En revanche, la pollinisation des herbacées graminées, la plus problématique en Île-de-France, pourrait être limitée dans le temps par l'augmentation des canicules et des sécheresses. Par ailleurs, des études expérimentales montrent que l'élévation des températures atmosphériques et de la concentration en CO₂ rend certains pollens plus allergisants, tels que ceux du bouleau et de l'ambrosie, libérant une quantité augmentée d'allergènes par les grains [58].

En milieu urbain, l'interaction des pollens avec certains polluants atmosphériques peut moduler la réaction allergique en agissant directement chez les sujets sensibilisés, abaissant le seuil de réactivité bronchique et/ou en accentuant l'irritation des muqueuses nasales ou oculaires. Ainsi, l'ozone altère les muqueuses respiratoires et augmente leur perméabilité, ce qui engendre une réaction allergique à des concentrations de pollen plus faibles. La pollution atmosphérique agit aussi directement sur les grains de pollen, en modifiant leur potentiel allergisant et en détériorant leur paroi ce qui permet aux fragments de grains de pollen de pénétrer dans le système respiratoire bien plus profondément [58].

Au carrefour des enjeux de maintien de la biodiversité et de santé publique, la gestion des plantes allergisantes témoigne des dilemmes entre logique d'éradication de ces plantes, de contrôle de leur dispersion ou de gestion de leur taille et de l'autre celle d'un maintien de la biodiversité et de préservation de la flore indigène. Plusieurs guides sont aujourd'hui accessibles pour accompagner les collectivités ou entreprises dans les projets de renaturation et de végétalisation des villes¹. Cependant, l'absence de prise en compte globale des problématiques de santé et écologiques transparaît dans le choix des végétaux, selon qu'il soit établi par des professionnels de la santé publique (Guide ISadOra², du Réseau national de surveillance aérobiologique - RNA), ou de l'écologie (Plantons local en Île-de-France). Les premiers font abstraction des besoins d'inventaire, insistent sur les mesures pour limiter et remplacer la présence d'espèces végétales allergisantes tandis que les seconds, quand ils prennent en compte le problème, suggèrent non pas une suppression de toutes les plantes incriminées mais l'apport d'une plus grande diversité d'espèces. L'accent y est surtout mis sur l'augmentation significative

En Île-de-France, la gestion des plantes allergisantes témoigne de dilemmes entre logique d'éradication, de contrôle et de préservation de la flore indigène

¹ « Plantons local en Île-de-France » (ARB Île-de-France) [59], Guide d'information végétation en ville (RNA) [60], guides Agir pour un urbanisme favorable à la santé, Isadora [61,62].

² EHESP. Guide ISadOra, une démarche d'accompagnement à l'Intégration de la Santé dans les Opérations d'Aménagement 2020.

de la proportion de plantes indigènes ou l'acceptation de la flore spontanée ou pionnière favorables aux interactions avec la faune (plantes hôtes pour les larves et chenilles, aux fleurs attractives pour les insectes adultes, aux fruits savoureux pour les oiseaux et mammifères, etc.), adaptée au climat, aux sols naturels, visant à limiter l'utilisation d'espèces non adaptées ou exotiques¹ La gestion des plantes allergisantes dans le cadre de la lutte contre les pollinoses devrait se faire en concertation avec les différentes parties prenantes. La collaboration dans la prévention de l'allergie au pollen entre le Service parisien de santé environnementale et le Services des sciences et techniques du végétal et de l'agriculture urbaine de la direction des espaces verts et de l'environnement à la Ville de Paris est un exemple de bonne pratique à encourager (voir Fiche 10 p. 86).

3.2.2 Quel rôle protecteur de la biodiversité ?

Face au constat d'une recrudescence des maladies allergiques, « l'hypothèse de la biodiversité » est portée par certains scientifiques, issus des sciences environnementales mais aussi médicales. Cette hypothèse est basée sur l'observation des deux tendances socio-écologiques dominantes : l'érosion de la biodiversité et l'augmentation de l'incidence des maladies inflammatoires. Selon celle-ci, la perte de biodiversité et/ou la diminution du contact de l'individu avec celle-ci appauvrirait le microbiote commensal humain ayant un effet négatif sur le système immunitaire et favorisant le développement des réactions inflammatoires dont les allergies [63]. Certaines études écologiques et démographiques montrent que l'asthme et les allergies augmentent en raison de l'urbanisation, alors qu'elles restent plus rares dans les pays en développement ou dans les zones rurales.

Une des hypothèses sur la recrudescence des maladies allergiques est celle d'une diminution de la fréquence des contacts avec l'environnement naturel appauvrissant le microbiote sur lequel les recherches restent à approfondir

Ce phénomène résulterait d'un déséquilibre de l'écosystème bactérien commensal de l'homme à l'origine de modifications de la réponse immunitaire. Selon l'Institut national français de la santé et de la recherche médicale (Inserm), le microbiote commensal humain désigne l'ensemble des microorganismes (bactéries, virus, parasites, champignons non pathogènes) qui vivent dans l'environnement spécifique qu'est le corps humain. Il est le résultat de l'évolution combinée de l'être humain et des milliards de microorganismes vivant en symbiose, qui jouent un rôle prépondérant dans le système digestif, métabolique et immunitaire [64]. L'altération qualitative et fonctionnelle de ce microbiote est appelée « dysbiose ». Des relations significatives entre certaines modifications du microbiote environnemental et l'excès de certaines maladies allergiques ont été relevées. Elle pourrait résulter en partie d'une réduction du contact des personnes avec la biodiversité. La communauté microbienne d'un écosystème urbain et rural diffère de façon significative en termes de composition et il est suggéré qu'une exposition accrue aux microbes des milieux naturels, directement ou indirectement par des animaux ou des membres de la famille, notamment pendant l'enfance, protégeraient contre le développement de l'asthme et des maladies allergiques [43,65,66].

¹ Le guide « Plantons local en Île-de-France » a été élaboré pour augmenter significativement la proportion de plantes indigènes sur les espaces publics et privés. Il vise à préserver la biodiversité en limitant l'utilisation d'espèces non adaptées ou exotiques. Disponible : https://www.arb-idf.fr/fileadmin/DataStorageKit/ARB/Publications/arb-idf - plantons_local_en_idf - web-bd.pdf

4 | BIODIVERSITE, SERVICES ECOSYSTEMIQUES ET PROMOTION DE LA SANTE : QUELLES SYNERGIES ?

La crise sanitaire de la Covid-19 a démontré qu'il était nécessaire de dépasser la distinction entre maladies infectieuses et maladies chroniques. En effet, au-delà de l'offre et la qualité des soins disponibles, la survenue de formes graves liées à une infection au SARS-CoV-2 interroge les facteurs de risque environnementaux pouvant favoriser la survenue de maladies chroniques constituant des facteurs de comorbidités [67,68]. De même, l'expérience du confinement pose la question des facteurs de l'environnement susceptibles d'améliorer ou d'aggraver ses impacts psycho-sociaux.

La mise en œuvre des politiques de santé - environnement a souvent été abordée sous l'angle de la réduction des facteurs de risques environnementaux notamment physiques (pollution atmosphérique, bruit, îlots de chaleur urbains, etc.). En revanche, dans une démarche positive de promotion de la santé, en lien avec la qualité et le cadre de vie, la biodiversité n'est que très peu considérée. Or cette dernière, associée à des écosystèmes fonctionnels, et par les « services écologiques » qu'elle apporte, pourrait participer d'une démarche de prévention et promotion de la santé.

4.1 La régulation des facteurs de risques environnementaux

4.1.1 Effets de la végétation sur le climat, la pollution atmosphérique et le bruit (en milieu urbain)

Le milieu urbain est le réceptacle de multiples nuisances et pollutions qui contribuent à la fragilisation de l'état de santé de la population et contraignent les conditions d'habitat des espèces animales et végétales. Face à ces facteurs de stress environnementaux, une politique de prévention qui s'appuie sur la végétalisation et la capacité de régulation des écosystèmes, peut constituer une politique de santé publique.

Un nombre important de publications scientifiques ou issues de la littérature rapporte la capacité de la végétation - essentiellement des arbres - à réduire ces expositions à toutes les échelles (bâti, rue, quartier, ville jusqu'au grand territoire). La quantification des effets est souvent étudiée à partir d'indices de couverture végétale, calculés à partir d'images satellites ou modélisés. Les principaux sujets d'études portent sur la pollution de l'air, la modération des températures et la réduction des déséquilibres thermiques entre espaces urbains et ruraux ainsi que le bruit. Au-delà, les milieux naturels, proches ou au cœur des villes agissent concrètement contre le changement climatique en participant à la séquestration du CO₂ (voir la fiche 9 p. 83).

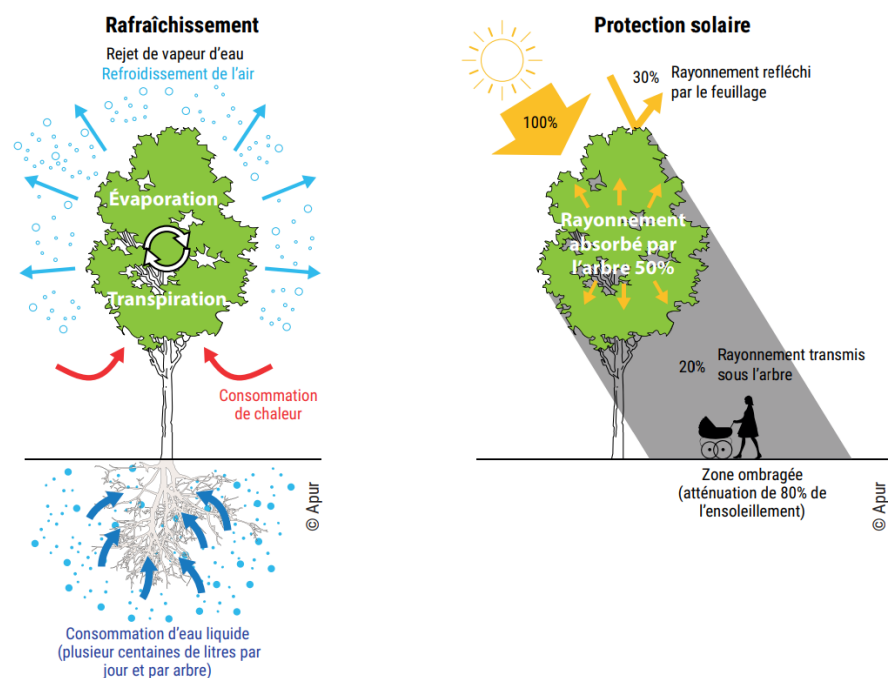
Les connaissances des mécanismes portant sur les bénéfices associés à la renaturation des villes peuvent être synthétisées ainsi :

- L'amélioration de la circulation de l'air, dans la grande majorité des cas, participant de la dilution des polluants qui se dispersent plus vite.

La région francilienne présente une fréquence particulièrement élevée de certains risques. La co-exposition air-bruit domine, en particulier dans le cœur d'agglomération et au sein des communes socialement défavorisées [54]

- La purification de l'air par la dégradation et le piégeage de certains polluants gazeux et particules en suspension¹ grâce à leur capture (absorption) par les stomates² des feuilles (Nox - famille des oxydes d'azote., CO – monoxyde de carbone, SO₂ – Dioxyde de soufre, O₃ - Ozone, métaux lourds), au stockage (dépôt) dans les cires de la cuticule des feuilles (COV – composés organiques volatils, HAP - hydrocarbures aromatiques polycycliques). La végétation peut permettre aussi sous certaines conditions de piéger les particules en suspension (dont les PM_{2,5} - particules dont le diamètre est de 2,5 µm) [3].
- La contribution à la réduction de la pollution sonore via l'absorption, la réflexion et la diffraction du bruit mais surtout par effet d'éloignement et un impact positif sur le ressenti et l'ambiance sonore [69–71].
- Une des causes de l'Îlot de Chaleur Urbain (ICU) est la diminution progressive de la végétation et de la présence d'eau le long du gradient urbain associée à la multiplication des surfaces minérales à faible albédo³. Il a été montré par exemple qu'à Paris et en proche couronne, le risque de mourir à cause d'une chaleur exceptionnelle était 18% plus élevée dans les communes les moins arborées que dans les plus arborées [72].

Figure 4 : l'arbre un outil efficace contre les îlots de chaleur urbain



Note de lecture : La végétation, et en particulier, les arbres, participe à la diminution de la température de l'air, via l'interception du rayonnement solaire (ombrage) et via l'évapotranspiration des feuilles (rejet de vapeur d'eau). Source : Les îlots de chaleur urbains de Paris, cahier n°2, APUR, (2018) [3,73,74].

Cependant, l'impact de la végétation sur la réduction de ces nuisances environnementales n'est pas homogène. L'efficacité des solutions requiert une réflexion autour du choix des essences, du type de végétalisation, de leur emplacement géographique et de la surface

¹ Le terme « particules » est une expression générique qui désigne un mélange de polluants solides et/ou liquides en suspension dans un milieu gazeux. Les particules sont aussi appelées « aérosols », notion qui inclut à la fois les particules et le gaz dans lequel elles se trouvent en suspension.

² Les stomates sont les pores à la surface des feuilles qui permettent les échanges gazeux entre la plante et l'atmosphère.

³ L'albédo est la part des rayonnements solaires qui sont renvoyés vers l'atmosphère. L'albédo permet de calculer grâce à un facteur entre 0 et 100 le rayonnement solaire réfléchi par une surface.

du couvert végétalisé considéré mais aussi et surtout, de l'arrosage. Certaines espèces peuvent émettre des COVs dits biogéniques (COVBs) précurseurs de la formation de l'ozone troposphérique (créé par réaction avec les NOx de l'air) ou des aérosols secondaires (particules fines). À noter que les COVBs sont deux à trois fois plus réactifs que les COVs anthropogéniques, surtout lors de fortes chaleurs, et ainsi participent plus à la formation d'ozone. Toutefois l'absorption de l'ozone par la végétation fait en général plus que contrebalancer la création d'ozone due à l'émission des COVBs. De même, en fonction de la morphologie urbaine, la présence d'arbres d'alignement concentrés peut aussi participer à la non-circulation et donc au piégeage des polluants au niveau d'une zone géographique [75,76]. Le rafraîchissement apporté par la nature en ville dépend de nombreux facteurs, entre autres des caractéristiques des végétaux (hauteur, densité de la végétation et du feuillage, feuilles caduques ou persistantes, âge) : il faut que l'espèce soit à la fois capable de transpirer et de réfléchir suffisamment la lumière, qu'elle soit assez résistante au stress hydrique, mais aussi qu'elle offre de l'ombre en été (distance par rapport aux zones à rafraîchir, par rapport aux vents, etc.). Cela doit s'articuler avec une gestion de la ressource en eau, au-delà de la résistance au stress hydrique car en l'absence d'eau, l'évapotranspiration sera nulle. Enfin, si la végétation urbaine a un effet global positif sur la qualité de l'air, d'autant plus mesurable in situ ou à proximité des zones fortement végétalisées, son potentiel de purification de l'air ramené aux quantités de polluants atmosphériques présents en ville, est assez faible, ce qui confirme qu'en termes de politiques publiques, l'essentiel des efforts doit porter sur la réduction des pollutions à la source.

Encadré 6 : La « nature en ville » : une question d'« espaces verts » ?

La notion « d'espaces verts » appartient au vocabulaire de la planification urbaine et paysagère. Dans les agglomérations urbaines, les espaces verts désignent des terrains non encore bâtis, végétalisés ou arborés, boisés ou agricoles. La circulaire du 22 février 1973 définit les espaces verts de manière très large : parcs, jardins, squares, plantations d'alignement et arbres d'ornement intramuros, de même que les bois, les forêts, espaces naturels et ruraux périurbains [85]. En écologie, le terme d'espaces verts est considéré comme réducteur car il ne reflète pas la diversité des espaces non bâtis ni leur intérêt pour le vivant. Il renvoie à l'imaginaire du gazon, de l'ornement et des jardins horticoles conçus pour leurs aspects esthétiques et dont les modes de conception et de gestion peuvent nuire à la biodiversité. Certains auteurs lui préfèrent le terme d'espaces végétalisés, qui englobe les mêmes types d'espaces (terrains non encore bâtis, végétalisés ou arborés, boisés ou agricoles) mais insiste davantage sur leurs composantes végétales (là où les espaces verts sont considérés comme faisant office d'aménagement pour la population). D'autres auteurs utilisent enfin le terme d'espaces de nature en ville, qui ne se limite pas au végétal et reflète une diversité dans la composition de ces espaces et leurs qualités variables pour la biodiversité. Aucune de ces définitions n'est parfaite et il semble nécessaire d'insister sur la composition de ces espaces en termes de faune, de flore, de fonge et d'habitats, voire d'utiliser un vocabulaire spécialisé pour les décrire (prairie urbaine, boisement, espace cultivé, jardin en gestion extensive, etc.). Plusieurs collectivités s'attachent aujourd'hui à évaluer la qualité écologique de leurs « espaces verts » à travers plusieurs critères afin de sortir de ces définitions trop génériques [77]. Les démarches permettant de favoriser la nature en ville peuvent revêtir différents objectifs. Selon le positionnement des acteurs (citadins, écologues, aménageurs, médecins), ces termes peuvent renvoyer à des conceptions hétérogènes et une sémantique différente. Il est nécessaire d'en tenir compte dans l'élaboration des réflexions sur les liens entre santé et biodiversité. Plusieurs travaux de recherche portant sur les liens entre santé et nature en ville se focalisent uniquement sur « le végétal » et sa densité, sans nécessairement tenir compte de la qualité écologique¹ de ces espaces verts. Pourtant, celle-ci s'avère fondamentale non seulement du point de vue de la biodiversité mais aussi de l'ampleur des bénéfices sur la santé humaine.

¹ La qualité écologique dépend en particulier de la nature et des caractéristiques du sol, de la diversité biologique, de la relation avec d'autres milieux, du contexte naturel et des connexions éventuelles avec celui-ci, de l'aménagement et de la gestion pratiqués sur le site.

4.1.2 Évaluation des gains sanitaires associés aux effets de la végétation

Si les travaux sur les effets de la végétation urbaine sur la qualité des milieux sont nombreux, ceux sur les bénéfices pour la santé des populations résultant de l'impact de la végétation le sont beaucoup moins. Plusieurs travaux tentent néanmoins de l'approcher [78–80].

Les études épidémiologiques dans ce domaine sont à encourager et à étayer ainsi que des expérimentations menées au niveau local

À Melbourne, d'après une modélisation du taux de mortalité dû à la chaleur, à partir de dix schémas de végétalisation, une hausse de la végétalisation du centre urbain de 15 à 33 % de la surface pourrait amener une diminution du taux de mortalité dû à la chaleur de 5 à 28 % [81]. De la même manière, aux États-Unis, Nowak *et al.* [82,83] ont évalué les gains sanitaires liés à la diminution des concentrations en polluants grâce à la végétation. Les gains les plus importants étaient obtenus avec les diminutions de concentrations de PM₁₀, PM_{2,5} et d'ozone. Les auteurs ont obtenu une moyenne de 850 décès évités par an et par État (de 184 à 1 634 en fonction des États américains).

Après la canicule de 2003, une étude multivariée intégrant la végétation a mis en évidence l'effet protecteur de celle-ci. L'étude réalisée à Paris, Orléans et Tours, à partir de cas-témoins de personnes décédées à leur domicile, intégrait un indice de végétation, calculé à partir d'images satellites prises le 9 août 2003. L'indicateur prenait en compte la proportion de la surface ayant une activité significative de photosynthèse dans des rayons de 50, 100 et 200 m autour du domicile. L'analyse univariée montrait que quand l'environnement proche (100 m) était complètement végétalisé, il présentait un risque de décès trois fois plus faible par rapport aux domiciles sans végétation [79,84]. Il s'agit là de données épidémiologiques de court terme et peu de données sont disponibles sur ces sujets ; il y a donc un besoin de développer l'approche épidémiologique [78] (voir la fiche 9 p. 83).

4.1.3 Verdir : un même mot d'ordre, des logiques distinctes

Au-delà d'affirmer les bienfaits des politiques de végétalisation et pour dépasser les bonnes intentions, il est nécessaire d'affiner l'analyse et de s'affranchir d'une conceptualisation de la « nature en ville » qui ne correspondrait pas à la réalité, plus complexe. En effet, le verdissement n'est ni un gage de maintien de la biodiversité s'il n'inclut pas une dimension fonctionnelle pensée à plusieurs échelles, ni un gage de promotion de la santé s'il ne s'attache pas à la résilience, c'est-à-dire à la stabilité de ces espaces sur le temps long ou à la prise en compte de problématiques de santé publique.

Les politiques de végétalisation des villes répondent à plusieurs volontés et objectifs qui font craindre une « course à la liste d'espèces parfaites »

La coexistence de plusieurs volontés et objectifs - avoir une végétation adaptée au changement climatique (résistance à la chaleur ou à la sécheresse), améliorer la qualité de l'air, résorber la carence en « espaces verts », gérer l'eau, stocker davantage de carbone, ou encore assurer une valeur paysagère esthétique – expose au risque de la course à la liste d'espèces parfaites. Or, celles-ci n'existent pas. À partir de modèles ou d'expérimentations, plusieurs études sont en cours pour préciser les caractéristiques des arbres, arbustes ou plantes en fonction du type d'espèces, d'espaces ou de gestion par rapport à leurs capacités à répondre aux multiples fonctions qui leur sont associées. C'est le cas par exemple du projet Sésame, centré sur l'agglomération de Metz, qui examine les caractéristiques de 85 espèces d'arbres, d'arbustes et de plantes grimpantes, et leurs capacités à contribuer au développement de la biodiversité, à l'amélioration de la qualité de l'air, à la régulation du climat local etc. Parallèlement, l'étude s'intéresse aux contraintes que peuvent représenter les végétaux : risque allergique, branches cassantes, racines susceptibles de soulever les revêtements de surface ou potentiellement intrusives dans les réseaux souterrains, avec pour objectif de proposer des recommandations opérationnelles pour les gestionnaires [85].

On perçoit ici une difficulté à raisonner en termes de services écosystémiques ou de les cloisonner. Dans certaines situations, cela peut entraîner des dilemmes avec d'une part une logique anthropocentrée d'optimisation de ces services et de l'autre celle d'un urbanisme écologique fondé sur des relations multifonctionnelles plus diverses [86]. Cela

confirme d'autant plus le besoin de dialogue entre les disciplines et la co-construction de programmes scientifiques en la matière (voir la fiche 7.3.1). Or, la recherche en santé - environnement est encore largement portée par des acteurs de la santé (l'Ecole des Hautes Etudes de Santé Publique (EHESP) ou l'Institut Fédératif d'études et de Recherches Interdisciplinaires Santé Société (IFRISS)) dans laquelle la biodiversité est marginalement abordée. En conséquence, certaines opérations de végétalisation peuvent favoriser l'introduction d'espèces non indigènes, peu accueillantes pour la faune locale ou la non-conservation d'arbres matures. Par ailleurs, la relation inverse est aussi valide, les naturalistes ou écologues évitant d'aborder certaines externalités négatives associées à des projets de renaturation, peuvent parfois faire fi des problématiques de santé¹. À la question de comment accueillir certaines espèces et en éviter d'autres, les écologues n'apportent pas nécessairement de réponses. Pourtant la réussite de ces projets nécessite une large adhésion, au risque de ne pas porter ses fruits faute d'acceptabilité. La sensibilisation, l'éducation et l'acculturation doivent donc être mutuelles et mobiliser les différents acteurs (voir les fiches de la partie 7.4)

Face à ces multiples enjeux, Janhal souligne la nécessité de réaliser des compromis en matière de sélection et de durabilité des plantes, d'adéquation des espèces, et des modes de gestion en amont de la conception d'espaces végétalisés urbains [87] et dans la mise en œuvre opérationnelle en établissant un dialogue continu entre professionnels permettant la compréhension des enjeux respectifs.

Figure 5 : Un plan de végétalisation peut se révéler contre-productif sur le plan écologique. C'est le cas lors d'une végétalisation en pot qui s'affranchit d'un sol indispensable à la santé des végétaux



¹ <https://www.lafabriquedelacite.com/publications/la-nature-dans-les-ville-points-de-vue-de-philippe-clergeau-lim-liang-jim-et-michele-larue-charlus/>

Encadré 7 : L'invention de la forêt urbaine, un oxymore ?

De nombreuses villes ont mis en place ces dernières années d'ambitieux programmes de plantations, dans l'objectif de constituer des « forêts urbaines » : la métropole de Strasbourg s'est engagée pour la protection et la restauration des forêts urbaines alluviales tandis que la métropole lyonnaise a initié son Plan Canopée qui vise à augmenter le rythme de plantation d'arbres sur les espaces métropolitains pour passer de 12% de surface ombragée en 2016 à 20% en 2030, en privilégiant une diversité d'essences.

Si ce terme se diffuse dans les discours politiques, sa mise en pratique peut recouvrir des réalités opposées : des arbres plantés sur des revêtements perméables ne seront jamais des forêts au sens écologique du terme tandis que d'autres projets laissent la nature reprendre ses droits. En termes de définition, on ne peut pas parler de forêt sous une superficie de 0,5 ha mais la notion de sol vivant est également fondamentale : seuls des arbres plantés en pleine terre, en continuité avec la roche mère et la nappe phréatique, sont vraiment susceptibles de recréer un écosystème forestier ayant un potentiel de biodiversité et de rafraîchissement urbain. Plusieurs projets fondés sur la méthode Miyawaki (botaniste japonais) visent ainsi à reconstituer des forêts indigènes sur des milieux fragilisés grâce à des espèces locales, en plantant de jeunes arbres en pleine terre sur un sol paillé, permettant la croissance rapide d'une forêt multi strate très dense. Il est nécessaire de garder à l'esprit que la biodiversité ne se mesure pas au nombre d'arbres plantés à toute vitesse. Une forêt mature nécessite un sol forestier ancien, se développe sur le temps long (plus de 200 ans) et accueille le maximum de sa biodiversité (lichens, champignons, insectes) aux stades âgés et sénescents¹. Ainsi, verdissement et recherche de nature fonctionnelle sont deux approches différentes, qui peuvent se compléter voire s'hybrider en milieu urbain.

4.2 Bien-être et qualité écologique des espaces à caractère naturel

Quel rôle la biodiversité peut-elle jouer dans l'amélioration de la santé et en particulier la diminution des maladies chroniques ? Outre les services de régulation apportés par les écosystèmes, il existe une littérature scientifique prolifique sur les bénéfices directs des espaces à caractère naturel en lien avec la stimulation de l'activité physique et la relation positive au « bien-être » au travers de bienfaits psychologiques, cognitifs et sociaux. Dans ce cas, plus de 150 000 articles ont été recensés par le projet Eklipse² [15], projet européen à l'initiative du groupe de travail santé biodiversité du PNSE 3, visant à produire une expertise collective sur les types et composantes des espaces bleus/verts urbains et périurbains ayant un impact significatif sur la santé mentale et le bien-être mental de l'Homme.

Nous utilisons la notion générique d'« espace à caractère naturel » formulée par l'écologue Philippe Clergeau pour désigner l'ensemble des éléments non bâtis (forêts, parcs, jardins privatifs et communautaires, végétation d'alignement, friches, délaissés, etc.) plutôt que le terme de nature, dénué de dimension spatiale ou celui d'espace vert, dont la perception diffère selon la position des acteurs (écologues, usagers, médecins de santé publique etc.) [88]. Les travaux recensés témoignent d'associations positives à travers différents types d'indicateurs tels que l'état de santé globale perçue, des indicateurs psycho-sociaux, psychologiques et physiologiques. Certaines preuves sont plutôt bien établies mais les résultats restent mitigés pour identifier les mécanismes causaux à l'œuvre ou la relation avec la qualité écologique de ces espaces.

¹ <https://www.canopee-asso.org/les-plantations-miyawaki-ou-lillusion-dune-nature-maitrise/>

² Eklipse. <https://eklipse.eu/about/>

4.2.1 Activité physique et espaces à caractère naturel

La modification des habitudes de vie, avec la sédentarisation des activités professionnelles, la motorisation des moyens de transport, s'est accompagnée d'une diminution des dépenses physiques de la population, en particulier en Île-de-France, une région caractérisée par une forte urbanisation, d'importantes infrastructures de transports et une part élevée d'emplois dans le secteur tertiaire. Or, l'activité physique régulière et adaptée tient une place importante dans la lutte contre de nombreuses pathologies chroniques (maladie cardio-vasculaires, métaboliques, de l'appareil locomoteur, cancers ou troubles mentaux) [89]. Seuls 38 % des Franciliens âgés de 18 à 75 ans présentent un niveau d'activité physique considéré comme favorable à la santé. Celle-ci s'effectue surtout dans les déplacements quotidiens.

L'environnement physique (éléments naturels et construits) est un déterminant important de l'activité physique et les espaces à caractère naturel sont en capacité de participer à la modification des comportements individuels et favoriser celle-ci notamment en zone urbaine [90]. Néanmoins, selon leurs caractéristiques spécifiques, ces espaces ne répondent pas toujours aux besoins variés des individus. Les caractéristiques socio-démographiques telles que le genre, l'âge, le niveau d'éducation ou la perception subjective que chacun peut avoir de ces espaces (valeurs, croyances, état psychologique et physiologique) sont autant de facteurs qui conditionnent les préférences.

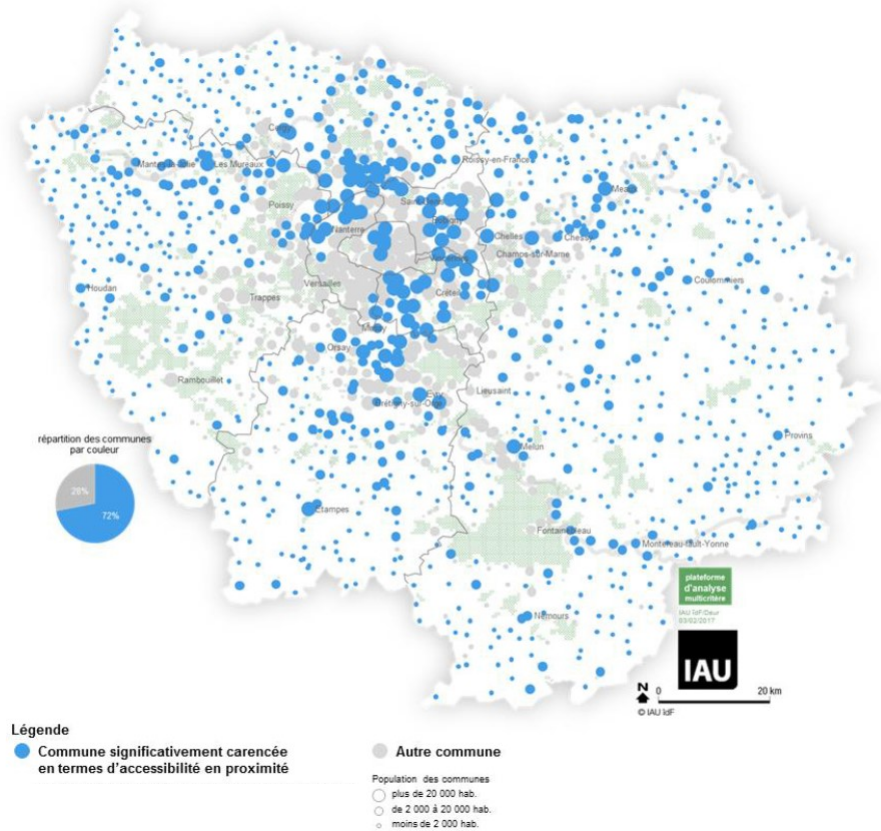
De plus, différentes études montrent que les effets physiologiques positifs observés sont modulés par des facteurs tels que la présence, disponibilité et accessibilité de ces espaces. Pour ce qui est de leur disponibilité, elle est souvent abordée selon une approche quantitative, en phase initiale des plans, programmes et projets, à partir de l'indicateur du rapport de m² d'espaces verts publics disponibles par habitant, qui permet de servir d'indicateur global du niveau de végétalisation d'une ville ou d'un département. La circulaire ministérielle du 8 février 1973, fixe comme objectif la quantité d'espaces verts et boisés ouverts au public à 10 m² par habitant en zone centrale et 25 m² par habitant en zone périurbaine. De ce point de vue, la petite couronne francilienne est fortement carencée en espaces verts, avec une moyenne inférieure au seuil de 10 m² par habitant et leurs surfaces sont en moyenne 16 fois moins importantes qu'en grande couronne (voir Figure 6). Pour atteindre l'objectif de 10 m² par habitant, il faudrait créer d'ici 2030, 4 200 ha supplémentaires d'espaces verts et boisés dans ces communes, ce qui paraît inatteignable au regard de la densité de l'urbanisation et du manque de potentiel foncier [91].

Cependant, ce ratio doit être mobilisé avec précaution. Bien que présent dans de nombreux documents de planification, notamment dans le Plan Vert qui en fait un objectif à atteindre, il ne correspond pas à un seuil minimum recommandé par l'OMS. Ce ratio ne rend pas compte des disparités qui peuvent exister, selon le degré d'ouverture et de desserte de chacun de ces espaces, du temps et des distances à parcourir, ni encore moins sur le degré de biodiversité atteint. Les recommandations de l'OMS sont plus précises : un 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 [92]. Des travaux suggèrent qu'un minimum de 30 % de zones couvertes par de la végétation ou par de l'eau dans un rayon de 250 m autour d'une habitation améliore la santé des citadins et limite le déclin de la biodiversité dans le voisinage [93]. La question de l'accessibilité des espaces à caractère naturel se pose avec acuité pour les espaces de proximité mais aussi de « fin de semaine ». Aujourd'hui, 31 % des habitants de l'Île-de-France n'ont pas accès à un espace vert ou boisé de proximité, c'est-à-dire d'une superficie d'au moins 1000 m² ou linéaires d'au moins 5 km et 8 % ne peuvent pas rejoindre un espace dit « de fin de semaine » d'une superficie d'au moins 30 hectares, en moins de 30 minutes à pied, à vélo ou en transport en commun.

La relation entre espace à caractère naturel, santé et bien-être est dépendante d'un ensemble de facteurs très variables d'un individu à l'autre

31 % des habitants de l'Île-de-France n'ont pas accès à un espace vert ou boisé de proximité et 8 % ne peuvent pas rejoindre un espace dit « de fin de semaine »

Figure 6 : Communes carencées en termes d'accessibilité à un espace vert de proximité



Commune dont au moins 30 % de la population est située dans une maille de 500 m de côté considérée comme carencées en termes d'accessibilité, c'est-à-dire n'offrant accès à proximité à aucun espaces verts et boisés ouverts au public (selon la méthode IAU 2+, avec distance d'accès proportionnelle à la taille de l'espace : 200 m pour un espace >1 ha, 300 m pour un espace de 1 à 10 ha, 600 m pour un espace de 10 à 30 ha, 1200 pour un espace > 30 ha).

Source : Plan vert de l'Île-de-France : la nature pour tous et partout, mars 2017

Outre leur disponibilité, tous les espaces végétalisés ne constituent pas des lieux propices à la pratique d'activités qui dépend notamment de caractéristiques telles que la taille, la sécurité des sentiers de marche, leur environnement sécurisé et sûr, l'ambiance paysagère, le soin apporté à leur entretien et les installations et équipements disponibles [94,95]. La fréquentation de fin de semaine doit pouvoir proposer un réel changement d'ambiance, un dépaysement et du calme. Enfin, certaines études suggèrent que l'activité pratiquée dans ces espaces produit plus de bénéfices psychologiques et physiologiques que l'activité physique dans d'autres contextes, comme la fréquentation d'une salle de sport [96].

Toutefois, ces études ne sont pas reliées à des données ou indicateurs de la qualité écologique des espaces fréquentés. Les études disponibles ne tiennent pas compte de la qualité écologique des espaces par rapport à leur utilisation et fréquentation pour des activités physique de manière inclusive et régulière. Autre point, la valorisation du patrimoine naturel doit s'opérer de manière équilibrée : leur fréquentation doit être dimensionnée afin de ne pas porter préjudice à la biodiversité. Ainsi, si la fréquentation des massifs forestiers par les citoyens contribue à la multifonctionnalité de ces espaces, l'impact des activités récréatives de loisirs nécessite une sensibilisation aux bonnes pratiques pour concilier activités de loisirs, préservation de la biodiversité et production agro-forestière.

Encadré 8 : La fréquentation des massifs forestiers : impacts de l'escalade en forêt de Fontainebleau

Avec 11 millions de visites par an, la forêt domaniale de Fontainebleau reste un massif forestier prisé du public dont la renommée dépasse les frontières régionales et nationales. L'observatoire de la fréquentation du public lancé en 2014 recense des visiteurs des communes limitrophes ou d'Île-de-France sur les fins de semaines, pour des balades découverte. Dans une autre mesure, la forêt attire les sportifs qui pratiquent surtout la randonnée et l'escalade. Parmi les 30 000 voies répertoriées en Île-de-France, une bonne partie se concentre dans le massif de Fontainebleau, qui constitue le premier ensemble mondial de blocs d'escalade, tant par sa fréquentation que par la qualité de ses voies. La fréquentation, évaluée à plusieurs dizaines de milliers de grimpeurs, n'a cessé d'augmenter au cours des dernières décennies. Mais celle-ci engendre un entretien important et pose la question de leur préservation. Des problèmes tels que le patinage de la roche, l'abus d'usage de la magnésie, qui contient du sulfate qui est un fongicide puissant détruisant les lichens et les mousses, et surtout l'érosion des sols ont été mis en évidence. L'Office National des Forêts (ONF), qui a revu l'ensemble de sa signalétique touristique, s'est associé au comité de défense des sites et rochers d'escalade de Fontainebleau pour sensibiliser aux principes généraux applicables à la pratique de l'escalade de blocs dans le massif forestier, en lien avec les réglementations actuelles. Cependant, aucune réglementation n'empêche l'usage de la magnésie¹ sur les sites rocheux.



Site de l'Éléphant en forêt de Fontainebleau - ©ONF

Pour aller plus loin, à côté des espaces à caractère naturel, il faut examiner les caractéristiques urbaines prises dans leur ensemble. Le lien entre le niveau d'activité physique et l'environnement urbain a fait l'objet de nombreux travaux, dont la plupart montrent une relation entre certaines caractéristiques de l'environnement bâti et le niveau d'activité physique de la population (notamment avec la marche). Il est ainsi question de la capacité d'un territoire à susciter la pratique de la marche. Il est ainsi question de « marchabilité » des territoires qui est une traduction littérale de l'expression anglophone « walkability » et peut être définie comme la capacité d'un territoire à susciter la pratique de la marche [97]. Parmi les caractéristiques de l'environnement considérées figure la présence de végétation et donc un lien à faire avec la biodiversité comme explicité dans l'encadré suivant (Encadré 9).

¹ La magnésie ou carbonate de magnésium est un solide de couleur blanche, qui se trouve à l'état minéral dans la nature. Sous forme de poudre, elle est utilisée comme anti-transpirant dans de nombreux sports.

Encadré 9 : Encourager la marche, les co-bénéfices pour l'homme et les biodiversité en milieu urbain et péri-urbain

De nombreux travaux ont examiné les liens entre « marchabilité » et divers indicateurs de santé tels que diabète de type 2, hypertension, maladies cardiovasculaires... Ils ont mis en évidence des effets positifs d'un environnement favorable à la marche [98–103].

Le concept de « marchabilité » est un objet complexe qui peut être abordé sous de multiples angles. Il n'existe pas de définition standardisée. Elle se mesure en prenant en compte des éléments qui favorisent la marche : les caractéristiques qui rendent un milieu propice à la marche (en particulier celles relatives au confort et à la sécurité des piétons), l'accès des personnes à des destinations variées dans un délai raisonnable et la qualité des itinéraires piétons (intérêt visuel par exemple). Les attributs environnementaux se rapportant à la « marchabilité » sont les suivants : densité résidentielle, densité d'intersections des rues, nombre de destinations locales, existence de trottoirs, accessibilité des transports en commun [104]... À noter que la proximité et multiplicité des destinations constituent non seulement une incitation à la marche, mais aussi potentiellement la caractéristique d'un environnement agréable qui favorise également la marche récréative. D'autres critères peuvent être pris en compte : la sécurité routière, l'aménagement paysager et environnemental dans lequel peuvent s'inscrire les enjeux relatifs à la biodiversité, la présence de barrières physiques, la qualité des trottoirs ...

La mobilité reste encore empreinte de l'époque du tout-voiture mais une transition est à l'œuvre. Cette transition ne peut se produire que dans le contexte d'une ville apaisée, où les vitesses de circulation réduites permettent de nouveaux aménagements favorables à la cohabitation de tous les usages de la rue. Dans cette ville apaisée, la végétation retrouve toute sa place et plus encore contribue à l'apaisement. Ainsi, mobilité et biodiversité, deux sujets en apparence éloignés, trouvent une grande convergence [105]. À l'interface entre la mobilité et la biodiversité se situe ainsi le trottoir. Les pieds d'arbres deviennent un espace d'aménagement et d'embellissement, la végétation s'y développe librement au milieu des espèces horticoles. Cette enfilade de micro-espaces non imperméabilisés facilite les circulations dont toutes les espèces animales et végétales ont besoin pour s'alimenter, se reproduire, s'étendre. Le pied d'arbre devient un élément de liaison biologique entre espaces de nature plus larges (parcs et jardins, friches, bois...). Les trottoirs sont ainsi des lieux circulés par beaucoup d'autres espèces que les humains, certaines espèces ayant même adapté leur mode de dissémination à ces îlots de sols nus séparés par une matrice de bitume. Un récent état des lieux de la biodiversité francilienne a mis en évidence une augmentation de plus de 90 % de la diversité floristique des trottoirs urbains. Le programme de sciences participatives « Sauvage de ma rue » visant à recenser la flore poussant sur les trottoirs constitue un outil de sensibilisation des citoyens qui apprennent ainsi à apprécier ces plantes capables de résister au piétinement, au manque d'eau et à la pollution. D'un autre côté, ces communautés de plantes sauvages sur les trottoirs peuvent être perçues comme un indice de malpropreté et de la négligence ou nécessiter l'intervention des services municipaux (propreté, voirie, espace verts) qui préféreraient un revêtement inerte. L'équilibre entre éradiquer, maîtriser ou laisser se développer le végétal reste à trouver. Toutefois il y a une grande convergence d'intérêt entre favoriser la marche (et la santé) et favoriser la biodiversité.

4.2.2 Santé mentale et diversité des espaces à caractère naturel

Plusieurs articles théoriques et empiriques à différentes échelles, issus de l'écologie urbaine et du paysage - des analyses de perceptions comparées du paysage [106] -, des sciences humaines et sociales - notamment des travaux théoriques et empiriques issus de la psychologie environnementale et de la conservation [107,108] - portent sur les bénéfices des espaces à caractère naturel sur le plan de la santé mentale, associant facteurs psychologiques, cognitifs, culturels et sociaux.

Le niveau de preuve concernant l'impact positif des espaces à caractère naturel est relativement bon, par exemple dans le domaine de la psychologie environnementale où les théories sont solidement appuyées par des études empiriques. Cependant, au-delà des associations positives, peu d'études permettent de caractériser les relations de cause à effet et mécanismes environnementaux ou biopsychosociaux.

Fonction de restauration psychologique

Un premier groupe d'études porte sur l'amélioration de l'état affectif d'un individu à partir de son environnement immédiat. Après une période de stress, les mécanismes de récupération seraient davantage activés. Cette observation est réalisée à partir d'indicateurs tels que la diminution de la sécrétion de cortisol, de la fréquence cardiaque ou de la tension artérielle à partir de la présence ou vue d'un paysage naturel à proximité [109–111]. Une large étude épidémiologique européenne a montré que les inégalités sociales de santé mentale et de bien-être étaient de 40 % inférieures pour les personnes ayant un bon accès aux espaces verts par rapport à celles qui n'en avaient pas, notamment au sein des groupes les plus défavorisés [112,113]. Dans la suite de la théorie de la réduction du stress développée par Ulrich, la vue ou la fréquentation des espaces à caractère naturel favoriserait les émotions positives bloquant les pensées négatives et ruminations mentales. En comparaison, une promenade en ville ne diminuerait pas significativement l'activité neuronale [114]. Les personnes vivant à proximité d'un espace vert seraient par ailleurs moins soumises aux risques de développer des troubles mentaux (dépression, anxiété, stress chronique) [115].

Fonction de développement cognitif

Un deuxième corpus d'études s'inscrit dans la continuité de la théorie de la restauration de l'attention développée par Kaplan et Kaplan (1989) et porte sur les bienfaits cognitifs associés aux espaces de nature à travers le développement des capacités d'apprentissage à tout âge de la vie. Selon la théorie de la restauration de l'attention, la vue de la végétation 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, favorisant ainsi le repos du mécanisme neurocognitif dont dépend la concentration [116,117]. Dans une perspective de promotion de la santé, la dynamique de la biodiversité et les changements liés à la saisonnalité permettent par exemple de stimuler les capacités cognitives de l'enfant, mobilisant sa curiosité et son autonomie, offrant de nombreuses opportunités éducatives et d'exploration à partir du contact avec la faune ou l'observation des végétaux [118]. Une étude a ainsi mis en avant le fait que les adultes ayant eu moins de contacts avec la nature durant l'enfance obtiennent des scores plus faibles dans les tests de santé mentale, accordant moins d'importance aux environnements naturels et ne bénéficiant donc pas de leurs bienfaits [119].

Dans plusieurs villes de France – Paris, Rennes, Strasbourg – les cours d'école font progressivement peau neuve en débitumant une partie de leur surface, installant des mares temporaires pour s'adapter aux facteurs de stress environnementaux présentés précédemment mais aussi pour accueillir davantage de biodiversité. Inspirée de la pédagogie des écoles en extérieur scandinave, la ville de Strasbourg a mis en place depuis 2011, le projet de l'école du dehors. L'idée est de permettre aux élèves de maternelle d'expérimenter, de découvrir et d'apprendre dans des espaces naturels de la cour qui ont été « ensauvagés », la nature n'y est pas contrainte : le sol est déminéralisé,

les végétaux poussent librement, les feuilles mortes sont laissées à terre afin de favoriser l'essor d'une végétation naturelle etc. En retour, ces activités dans le cadre scolaire contiennent un fort potentiel de sensibilisation et d'éducation à la biodiversité et de transmission des valeurs écologiques, le manque de contacts avec la nature entraînant une méconnaissance de ces valeurs [118]. Malgré les freins culturels à lever, l'amélioration de la motivation, de l'attention et du comportement des élèves a été observée, bien que non mesurée de façon méthodologique.

Figure 7 : Le jardin « Nacadia », au Danemark ouvert à tous l'après-midi, est dédié le matin à l'expérimentation de besoin de nature pour des patients psychiquement et mentalement fatigués



Malgré la multitude de travaux sur le sujet, les preuves des relations entre fréquentation des espaces à caractère naturel et lien social restent assez faibles, ces travaux étant plus basés sur l'observation que sur la quantification des interactions

Lieux d'interaction et de cohésion sociale

Espèce sociale, l'être humain doit entretenir une sociabilité – à la fois innée et acquise – et développer pour son bien-être un sentiment d'appartenance. Les sentiments de solitude et l'isolement constituent des facteurs de risques pour certaines pathologies cardiovasculaires, neurologiques ou psychiatriques [120]. Opportunités de contacts entre individus, d'engagement dans des activités communes comme le jardinage, la fréquentation des espaces à caractère naturel est susceptible d'accroître la cohésion sociale et de favoriser les échanges spontanés informels. La pratique d'activités récréatives stimule le partage, la coopération et l'ouverture sociale. Ces impacts positifs sur la relation à autrui sont d'autant plus majorés que ces pratiques sont accessibles aux personnes les plus vulnérables, âgées et isolées [121,122].

C'est le cas de l'analyse sociologique du jardin partagé Le pouce Vert localisé au Pré-Saint-Gervais, en Seine-Saint-Denis, qui témoigne de la dimension sociale et participative de ces projets mais aussi de l'envie de nouer des liens respectueux avec le vivant et d'agir de manière responsable. Il est un lieu d'échanges interpersonnels à travers la pratique du jardinage, des animations et des discussions. Ainsi, outre l'expérience corporelle, sensorielle, émotionnelle et cognitive que le jardin est susceptible d'apporter, il est aussi un lieu de création d'une identité collective [123].

4.2.3 Les espaces de nature comme dispositif thérapeutique

Certains auteurs considèrent ces espaces comme pouvant avoir des finalités thérapeutiques. Plusieurs études montrent que les interventions thérapeutiques par la nature fonctionnent et provoquent des effets visibles pour la prise en charge non médicamenteuse de patients atteints de maladies psychiatriques [124–127]. Les connaissances issues de la recherche ont donné lieu à des séries d'expériences pratiques et de projets pilotes dans plusieurs pays. Au Japon, une forme de méditation appelée *shrin-yoku* (bain de forêt) consiste à passer du temps ou à marcher en forêt en prêtant une attention aux éléments de l'environnement. Dans ce contexte, beaucoup d'études ont comparé les effets de l'exposition à la forêt sur le bien-être mental (et physique) par comparaison à l'exposition aux environnements urbains [107]. En utilisant la technique *Profile of mood state*, elles démontrent un effet positif sur l'humeur en regardant celle-ci comme un indicateur de l'état de stress et l'anxiété. L'influence des visites en forêt sur la psychologie humaine a été mesurée par des scores significativement plus bas pour la tension et l'anxiété, la colère et l'hostilité, la fatigue ou la dépression [128]. Outre l'application pratique de ces connaissances au Japon, l'Écosse peut être considérée comme précurseur en Europe puisque l'administration forestière écossaise (*Forestry Commission*) accorde un rôle important à l'accès aux forêts et à leur rôle de promotion de la santé dans sa stratégie forestière. Au travers du programme *Woods for Health* (Des forêts pour la santé), l'administration forestière coopère avec le secteur de la santé dans le cadre de « partenariats sur les soins de santé avec les collectivités » [129]. En Finlande, un programme national intitulé « La nature pour la santé et le bien-être en Finlande (2015-2025) » comporte un plan d'actions et un programme de recherche pluridisciplinaire. Des séries d'expériences pratiques et des projets pilotes ont été mis en œuvre pour appuyer le bien-être et l'insertion de groupes de personnes vulnérables telles que les personnes âgées, les chômeurs, les personnes atteintes de troubles mentaux et les personnes en situation de handicap. Des parcours « bien-être » de randonnée en forêt ont été mis en œuvre, un projet visant à encourager la pratique d'activités physiques dans les milieux naturels par différents groupes cibles dont le risque pour la santé est augmenté (par exemple les nouveaux immigrants, les jeunes à risque d'exclusion sociale, les chômeurs, les personnes souffrant d'obésité) a montré des résultats prometteurs (changement de mode de vie pour des patients souffrant ou à risque de diabète de type 2 ou de dépression) [130]. En Amérique du Nord, plusieurs programmes de prescription de « temps de nature » ont ainsi vu le jour dans la dernière décennie et tout récemment, en 2022 au Québec (voir Encadré 10).

Encadré 10 : Prescri-Nature, programme québécois de prescriptions d'exposition à la nature

Prescri-Nature¹ est le premier programme québécois de prescriptions d'exposition à la nature basé sur des données probantes. Il vise à établir l'exposition à la nature comme un nouveau pilier de la santé, aux côtés d'un régime alimentaire sain, du sommeil et de l'exercice physique.

Les ordonnances de temps en nature ont commencé aux États-Unis il y a plus de dix ans et se sont maintenant répandues dans de nombreux pays. PaRx – *A prescription for nature* –, initiative de la British Columbian Parks Foundation menée par des professionnels de la santé souhaitant améliorer la santé de leurs patients en les invitant à (re)prendre contact avec la nature, a été le premier programme canadien de prescription de temps en nature. Prescri-Nature, inspirée de cette démarche, propose des ressources pratiques telles que des conseils simples et des documents à distribuer aux patients, son objectif étant de rendre la prescription de temps en nature simple, amusante et efficace. Chaque prescripteur inscrit à Prescri-Nature reçoit un fichier de prescription personnalisé avec un code de fournisseur unique ainsi que des instructions sur la manière de prescrire et d'enregistrer les prescriptions de temps en nature.

¹ <https://www.prescri-nature.ca/>

Ces phénomènes s'étendent aussi aux domaines de la santé avec la mise en place d'un nombre croissant de projets de jardins « à visée thérapeutique » dans les établissements sanitaires, sociaux et médico-sociaux (voir fiche 12 p. 92) Ce faisant, de plus en plus d'établissements souhaitent se tourner vers des pratiques d'accompagnement en lien avec le jardin (médiation animale, hortithérapie, art-thérapie, thérapie sensorielle...).

4.2.4 Perceptions écologique et sociale de la biodiversité de ces espaces

Cependant, ces espaces à caractère naturel sont généralement traités comme un type d'environnement homogène, la qualité des milieux n'étant souvent pas mentionnée. Ainsi, la question se pose de savoir si ces espaces en général présentent des avantages pour la santé, ou bien si les sites, plus ou moins favorables à la biodiversité, peuvent interagir différemment avec les déterminants du bien-être en fonction des besoins de chaque individu [131]. Les études sur le bien-être mental tendent à suggérer que les individus préfèrent généralement des espaces modérément complexes, avec une cohérence dans la variété d'espèces et d'habitats (arbres, prairies, lacs, mares etc.) mais aussi des équipements pour un usage récréatif et confortable (bancs, abris, toilettes) [117,132]. Une question se pose : existe-t-il un lien entre la qualité écologique des espaces et le sentiment de bien-être qu'elle procure ? Peu d'études ont été répertoriées à ce sujet, une exception est l'étude de Lovell et *al.* [133]. Les auteurs tirent la conclusion qu'il existe quelques éléments de preuve suggérant que les environnements naturels biodiversifiés relativement complexes sont ceux qui procurent les plus grands bénéfices. Les études qui font appel aux paysages sont une des pistes à développer. À ce titre, Alice Meyer Grandbastien a montré que c'est l'hétérogénéité paysagère configurationnelle, précisément le mélange des strates de végétation (arborée, arbustive, et herbacée) et des zones fleuries, qui est perçue par les usagers des espaces verts urbains. Ainsi l'hétérogénéité paysagère apparaît comme un paramètre environnemental qui est à la fois associé à la diversité d'espèces, perceptible par les usagers, et favorable à leur restauration psychologique. Les résultats montrent que la perception de l'hétérogénéité paysagère par les usagers est particulièrement induite par des variations de hauteur de la végétation et qu'encourager le développement de la végétation spontanée dans ces espaces publics est une pratique de gestion permettant d'augmenter les différents niveaux de strates [134,135]. Les études qui font appel à des dimensions sensorielles perçues constituent une autre exception [106,134–136]. Ces dernières tentent de montrer la complexité des liens entre la biodiversité, la perception de la biodiversité par les usagers et leurs capacités à expérimenter et à bénéficier de cette biodiversité. Dans une étude empirique au Parc des Buttes Chaumont, Audrey Muratet montre que les utilisateurs sont prêts à accepter une plus grande hospitalité pour les plantes spontanées à condition que l'aspect plus naturel qui en résulte n'ait pas d'incidence sur l'esthétique paysagère. L'étude a révélé que cela ne peut être réalisé que si les usagers se familiarisent avec les connaissances écologiques, or celles-ci sont plutôt pauvres et dépendent de leur intérêt pour la nature. Il y a un enjeu de compréhension de la perception de la biodiversité par les usagers, basée sur la perception émotionnelle et sensorielle de la diversité, qui diffère d'une conception de l'écologue ou du naturaliste [106]. Dans le cadre de sa thèse en psychologie, Bastien Vajou (2021), a montré qu'un paysage avec une faible verticalité et un champ visuel étendu favorise davantage l'apaisement [137]. Ce travail confirme par ailleurs que l'expérience de nature constitue une véritable stratégie pour réduire l'anxiété et promouvoir l'euthymie, c'est-à-dire un état d'humeur relativement stable.

Encadré 11 : « Ouvrez les parcs et les jardins » : le confinement révélateur de la valeur de la nature au quotidien ?

Pendant le confinement, près de 70 % des Français disent avoir ressenti un manque de "vert", selon un sondage YouGov pour le HuffPost LIFE¹. Une partie des conditions qui définissent un confinement bien vécu relevait notamment de l'accès à un jardin, balcon ou espace de nature. « Besoin de se mettre au vert », « de prendre l'air », ces expressions courantes traduisent un « manque de nature » qui a pu être ressenti par certains, loin de croire que celui-ci est généralisable. Force est de constater que cette nature a été une source d'expériences et de refuge. Ainsi, le programme Vigie-Nature de sciences participatives du Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN), ont vu une explosion du nombre de participants. Ces derniers proposent aux acteurs de la société civile de réaliser des protocoles d'observation de différents groupes d'espèces (Oiseaux des jardins ou Birdlab par ex.) depuis leur jardin ou leur fenêtre. De surcroît, malgré les restrictions, des préfets et des maires ont autorisé les jardiniers amateurs à continuer de s'occuper des lopins. Ces décisions s'appuient sur la reconnaissance de ces espaces comme « importants » et « attachés à une histoire et une tradition sociale ». Enfin, à la faveur du déconfinement, les espaces de nature ont vu leur fréquentation s'accroître significativement, mettant aussi ces espaces sous pression.

4.2.5 Inégalités sociales et territoriales de santé et les politiques de biodiversité : exemple des trames écologiques

Au-delà des strictes références à la biodiversité, les espaces végétalisés présentent un potentiel diversifié de bénéfices pour la santé, aussi, il est nécessaire de penser les processus d'aménagement en intégrant leurs multiples fonctions (écologique, sociale, sanitaire, etc.). Un équilibre complexe doit être conçu et géré afin qu'elles ne soient pas pensées comme une simple succession de parcs publics, ce qui ne prendrait pas en compte leur portée écologique, ni comme un maillage de corridors écologiques, qui ferait abstraction des effets positifs potentiels pour les habitants.

Compte tenu de la taille des trames vertes et bleues et des différents acteurs en présence, (encadré ci-dessous), cette question se pose avec acuité dans leur planification, conception et gestion. Est-ce que les politiques de mise en place des continuités écologiques dans l'aménagement du territoire renforcent ou aggravent les inégalités sociales en santé ? À l'inverse, y-a-t-il un décalage entre les perceptions des populations et l'intérêt écologique des espaces à caractère naturel, pouvant créer un décalage entre un objectif écologique et une pratique sociale étrangère à cette dimension avec un risque de survalorisation de lieux à plus faible intérêt écologique ?

L'accès plus ou moins équitable à la biodiversité résulte de la superposition entre deux distributions spatiales dans l'espace urbain : celle des espaces à caractère naturel et de la biodiversité qu'ils contiennent d'une part et celle des catégories socio-économiques des ménages d'autre part (qui constituent un déterminant des inégalités de santé). Des études réalisées dans des villes américaines ou européennes montrent une corrélation entre revenu des ménages et richesse arboricole, floristique et aviaire [112,138]. Avec une valorisation du foncier dans les zones déjà construites, elles peuvent créer un effet d'éviction de certains groupes socio-économiques et gentrification.

Confrontées à une recherche de cohérence avec ces enjeux sociaux, dans le contexte de Paris, l'analyse croisée des types de paysages, de ménages et des espèces végétales et animales a permis d'évaluer le caractère équitable de l'accès à une biodiversité urbaine [108]. Les résultats de l'étude montrent que les services écosystémiques dus à la végétation spontanée sont le plus souvent inversement proportionnels au niveau de

¹ Sandra Lorenzo. 67% des Français ont le besoin d'être en pleine nature cet été [Internet]. Huffpost. Disp. : https://www.huffingtonpost.fr/life/article/67-des-francais-ont-le-besoin-d-etre-en-pleine-nature-cet-ete-sondage-exclusif_166507.html

revenu des habitants : dans le centre et l'Ouest parisien, très densément bâtis et aisés, ils sont faibles, malgré la présence de parcs et de jardins ; c'est l'inverse pour les profils moyens et populaires résidant dans l'Est parisien et en périphérie, dans des quartiers moins denses ou plus hétérogènes où les friches sont plus nombreuses. Paris est marqué par le « paradoxe haussmannien » avec un bâti bourgeois dense associé. Dans ce cas de figure, la conservation et la gestion de la biodiversité n'entre pas en contradiction avec les enjeux sociaux. Au contraire, cette situation peut être favorable à la mise en place d'une politique de biodiversité et au développement d'un dialogue pour promouvoir une politique de trames écologiques. Cette même question se pose dans les zones périphériques de la métropole, zones clés pour la conservation de la biodiversité locale et régionale face à l'étalement urbain. La situation et la population semblent plus hétérogènes. La mise en œuvre d'actions se heurte à des limites méthodologiques pour identifier les continuités écologiques. En effet, cela nécessiterait des images de télédétection dont le coût d'accès est élevé et qui ne sont donc pas accessibles à toutes les collectivités. En l'absence de données écologiques, la pertinence des actions est remise en question [88].

Les enquêtes montrent que prendre conscience de la valeur et de la richesse de la nature ne se fait pas de manière théorique ou abstraite mais se transmet essentiellement par l'expérience et l'éducation. Les défenseurs de la nature sont d'abord les usagers de cette nature. Dans cette perspective, il semble important de légitimer la politique de trames vertes et bleues par des objectifs écologiques mais également pour répondre à une demande des habitants. Bien qu'un décalage entre les perceptions habitantes et l'intérêt écologique des espaces à caractère naturel s'observe, un équilibre peut être trouvé [136].

Encadré 12 : Les trames vertes et bleues et le schéma régional de cohérence écologique (SRCE)

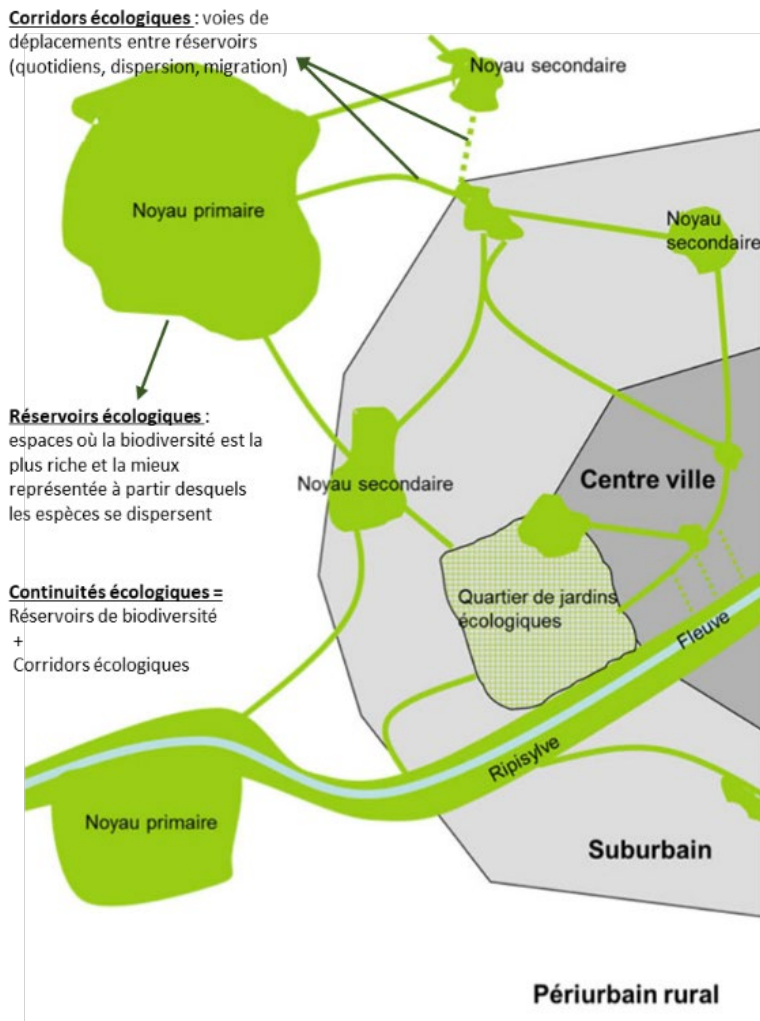
En France, le code de l'environnement (art. L371-1, Titre VII) donne à la trame verte et bleue comme objectifs « d'enrayer la perte de biodiversité en participant à la préservation, à la gestion et à la remise en bon état des milieux nécessaires aux continuités écologiques, tout en prenant en compte les activités humaines, et notamment agricoles, en milieu rural ». Le SRCE est l'instrument de leur mise en œuvre au niveau local et régional, élaboré conjointement par l'Etat – à travers les Directions régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (Dreal) (DRIEAT en Île-de-France) et les conseils régionaux. Révisé tous les 6 ans, ce document de planification doit comprendre un diagnostic du territoire, une analyse des enjeux régionaux relatifs aux continuités, une cartographie régionale, un plan d'action stratégique, et un dispositif de suivi et d'évaluation. Cependant réinterpréter et compléter le SRCE à l'échelle locale demande plus d'investissement et de technicité et est, de ce fait, moins fréquent voir non traduit en milieu urbain. Cette opération serait cependant le gage d'une trame verte et bleu (TVB) plus fidèle à la réalité de son territoire et appropriable par ses habitants.

Créée par le Grenelle de l'Environnement (2007) comme un instrument permettant d'inclure la biodiversité et les écosystèmes au sein de l'aménagement du territoire, urbain notamment, la trame verte et bleue vise à « diminuer la fragmentation et la vulnérabilité des habitats naturels », « identifier, préserver et relier les espaces importants pour la préservation de la biodiversité par des corridors écologiques ». Mais, si l'impulsion initiale est d'ordre écologique, la loi Grenelle II englobe leurs aspects socio-économiques.

À Lyon par exemple, le Parc de la Tête d'Or est un parc public, espace entretenu de manière classique et dédié à un usage récréatif (zoo, jardin botanique, pelouses, chemins goudronnés, pieds des arbres entretenus et désherbés) ; les fonctions écologiques qu'il peut jouer sont alors secondaires. À l'inverse le jardin de l'École Normale Supérieure de Lyon, au sud de la ville, est fermé au public pour préserver le rôle écologique qu'il joue [139]. Ces deux espaces entretiennent deux vocations disjointes mais qui pourraient être intégrées.

Les représentations discordantes s'illustrent également dans le cas des friches : le premier réflexe de la population est d'y voir un geste d'abandon, une négligence et elles sont souvent déconsidérées par les habitants qui y voient des espaces de mauvaise herbe, non-entretenus [106]. Bien qu'elles restent des espaces peu fréquentés, elles présentent un intérêt fort pour le maintien de la biodiversité et leur richesse est souvent méconnue (en Île-de-France, les travaux d'Audrey Muratet sur les friches de Seine-Saint-Denis ont montré que la richesse floristique des friches était globalement supérieure à celle des parcs et jardins entretenus [140]). Participant potentiellement à la dépollution des sols et à une meilleure infiltration des eaux de pluie, elles contribuent à fournir des services de régulation.

Figure 8 : Schéma théorique de la notion de continuité écologique et d'une trame verte urbaine appuyée sur une ripisylve* et un quartier de jardins à gestion écologique © P.Clergeau



*ensemble des formations boisées, buissonnantes et herbacées présentes sur les rives d'un cours d'eau.

5 | BIODIVERSITE ET ALIMENTATION : DES LIENS INDIRECTS MAIS INTERDEPENDANTS

Dans un contexte où la transition alimentaire et l'agro-écologie constituent un enjeu émergent¹, les liens entre santé et biodiversité par le biais de l'alimentation n'apparaissent pas comme évidents et restent peu investigués dans la littérature scientifique. Nécessitant un effort de conceptualisation, il est pourtant essentiel de souligner ces liens car l'alimentation constitue un levier important de mobilisation des territoires. Les liens entre biodiversité et alimentation se situent à plusieurs niveaux : les modes de production et de leurs impacts environnementaux d'une part, non seulement en termes d'émission de gaz à effet de serre (GES) mais aussi sur la biodiversité (uniformisation des variétés génétiques, des espèces cultivées et des paysages) ; les régimes alimentaires, leur qualité et leur accessibilité d'autre part. Il est indispensable de faire évoluer ensemble les systèmes de production et de consommation, nécessitant une analyse des effets combinés d'une modification du régime alimentaire et d'une modification des modes de production. A l'image de la controverse sur le glyphosate ou sur la réintroduction des néonicotinoïdes, le rapport de force entre les enjeux économiques d'une part et les enjeux de santé publique et environnementaux d'autre part illustre la non-prise en compte du coût des externalités négatives sur ces derniers.

5.1 Les impacts des régimes alimentaires

5.1.1 Les multiples facettes de l'alimentation

Penser les régimes alimentaires au regard de leur durabilité amène à considérer quatre dimensions, à savoir le volet nutrition/santé, l'acceptabilité culturelle, l'accessibilité financière et la juste rémunération des producteurs et l'impact environnemental. Relativement à la première dimension, il existe de nombreux indicateurs pour estimer les pratiques alimentaires et habitudes nutritionnelles. Au niveau mondial, la tendance s'inscrit dans une augmentation de la consommation de produits carnés, de produits ultra-transformés de faible qualité nutritionnelle avec un fort apport en gras saturé, créant un déséquilibre alimentaire renforcé par la faible consommation de fruits et légumes [141]. Ces évolutions alimentaires représentent un enjeu d'autant plus important qu'elles sont l'une des principales causes d'accroissement des maladies chroniques (obésité, hypertension, diabète de type 2 etc.). Concernant la dimension environnementale, l'impact carbone² est le plus souvent utilisé faute de tables de données fiables et harmonisées qui couvrent toute la gamme des aliments habituellement consommés par la population au détriment des autres impacts comme ceux sur la biodiversité. Les indicateurs sont un des grands enjeux de la protection de la biodiversité. Il existe des indicateurs de moyens (couverture du sol, pourcentage de structures agro-écologiques etc.) ou des indicateurs d'état sur le cortège d'espèces attachées aux milieux agricoles et semi-ouverts ou bien à la biodiversité des sols. Aux échelles nationale et régionale, les indicateurs témoignent d'un déclin de l'avifaune et des insectes en milieu agricole (voir **Encadré 14**). Cependant, dans l'ensemble, ils sont difficiles à mettre en place et à généraliser. Ainsi, il apparaît paradoxalement, que des aliments riches en graisses et/ou en sucres ont un faible coût

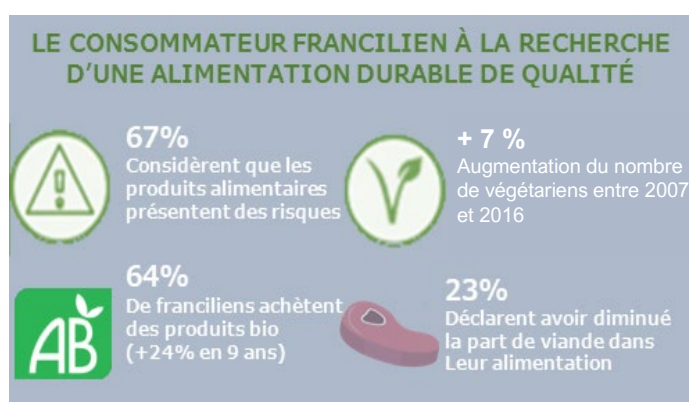
1 Fondation Biodiversité. Biodiversité, transition alimentaire et santé [internet]. Disponible <https://www.fondationbiodiversite.fr/evenement/journee-frb-2018-biodiversite-transition-alimentaire-et-sante/>

2 L'impact carbone se réfère aux valeurs d'émissions de gaz à effet de serre exprimé en grammes d'équivalents CO2.

environnemental, ce qui suggère l'existence de contradictions entre les objectifs environnementaux, du point de vue de l'impact carbone, et les objectifs nutritionnels [142]. La prise en compte d'indicateurs intégrant d'autres dimensions permettrait de nuancer ce rapport.

Le fait est qu'à toutes les échelles, il n'y a pas un profil, mais une mosaïque de profils de consommateurs avec une grande diversité de comportements et d'attentes alimentaires. Ces différences sont liées à plusieurs facteurs tels que le mode d'habitat, le niveau de vie, l'effet de génération. À ce titre, le territoire francilien n'échappe pas aux contradictions, avec une tranche de la population qui veut reprendre le contrôle de son alimentation se traduisant par l'émergence et la progression du végétarisme et flexitarisme, des produits issus de l'agriculture biologiques, du locavorisme et de l'alimentation connectée [143]. Parallèlement, les populations les plus précaires sont les plus souvent en insécurité alimentaire, ne pouvant accéder en quantité suffisante à une nourriture saine et équilibrée.

Figure 9 : Le consommateur francilien à la recherche d'une alimentation durable de qualité



Source : Assises de l'alimentation francilienne, 2019

Encadré 13 : L'étude BioNutrinet : impact des régimes alimentaires bio sur la santé et l'environnement

L'étude porte sur le suivi de cohorte réalisé auprès de 22 000 individus. Elle inclut l'estimation de la qualité nutritionnelle du régime, ses impacts environnementaux, l'exposition à des contaminants, le prix et les dépenses alimentaires. La population est répartie en cinq quintiles, du premier (pas de bio) au dernier quintile (tout bio). Les données environnementales comprennent trois indicateurs : émission de GES, demande en énergie et occupation des terres. Les principaux résultats de l'étude montrent que :

- Plus on consomme bio, moins on consomme de produits d'origine animale. Il faut donc prendre en compte deux effets : l'effet régime (augmentation de la quantité de fruits, légumes) et l'effet bio.
 - Le bio est sans effet sur l'émission de GES, en revanche, le régime qui comprend plus de fruits et de légumes et moins de viande permet de diminuer de 37 % les émissions de GES.
 - La conjugaison de l'effet régime et de l'effet bio (qui sont liés) fait baisser en net de 23 % l'occupation des sols avec respectivement un effet bio qui l'augmente d'environ 8 % et un effet régime qui diminue cet impact d'environ 30 % qui vient largement compenser cette augmentation.
 - Alors qu'une consommation accrue de fruits et légumes augmente l'ingestion de pesticides, l'augmentation de la consommation bio compense largement l'exposition croissante à des résidus (- 40 %), avec une incidence sur le surpoids, l'obésité et le risque de cancer.
 - Le bio génère une augmentation des prix et de la part des terres nécessaires pour subvenir aux besoins alimentaires. L'adoption d'une alimentation bio sans changement de régime aurait des effets négatifs sur le coût monétaire et l'occupation des terres.
- Parmi les limites de l'étude, on peut relever le manque de données environnementales relatives à la biodiversité (écotoxicité par exemple) [144-146]. Le bio n'est pas doté de toutes les vertus, les modes de production bio n'étant pas tous favorables à la préservation de l'environnement et de la biodiversité. Une de ses limites relève du fait que certains intrants ou pesticides naturels peuvent avoir des effets négatifs sur l'environnement – la « bouillie bordelaise », mélange de sulfate de cuivre et de chaux, étant l'exemple le plus connu. Il nécessite également un travail du sol (néfaste à la vie du sol) plus important lié à la lutte contre les mauvaises herbes [147].

Les chercheurs ont pu identifier des personnes dont l'alimentation a un impact environnemental plus faible et une qualité nutritionnelle plus élevée que le reste de la population. Ces « déviants positifs » ont une alimentation omnivore diversifiée, plus riche en produits d'origine végétale, une consommation de viande et de boissons alcoolisées mesurée et surtout une consommation totale modérée avec un apport calorique plus faible. Ils suggèrent cependant qu'il n'est pas nécessaire d'éliminer des catégories entières d'aliments [148].

5.1.2 L'approche par le microbiote, amélioration et diversification de l'alimentation

L'alimentation de qualité renvoie aussi à la diversité des semences et leur qualité intrinsèque ou génétique. Selon Burlingame, l'utilité des données sur la composition des aliments au niveau de la ressource génétique est de plus en plus reconnue et des recherches récentes ont fourni des données confirmant la supériorité en micronutriments de certains cultivars¹ et variétés sauvages moins connus par rapport à d'autres cultivars plus largement utilisés [149]. Cette diversité des espèces et variétés (plantes au sein d'une même espèce) cultivées dans l'agriculture est essentielle pour une meilleure nutrition. Mais elle est aujourd'hui menacée : sur quelques 6 000 espèces de plantes cultivées à des fins alimentaires, neuf d'entre elles seulement représentent 66% de la production agricole totale (Source : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, FAO).

Une bonne nutrition, basée sur une consommation raisonnée d'aliments peu transformés et riches en fibres, en acides gras et aminés essentiels et en vitamines, permet d'éviter les troubles métaboliques associés aux carences et aux excès de nutriments. À cet égard, l'approche par le microbiote est intéressante comme cela a été souligné plus haut (voir § 3.2.2), et fait l'objet de plus en plus de recherches. Si le contact avec la biodiversité est susceptible d'influencer les microbiotes (pulmonaires, intestinaux et cutanés), l'alimentation joue également un rôle clé dans leurs compositions. Davantage de recherches doivent être menées pour comprendre les variations de la composition de ces microbiotes leurs perturbations pouvant favoriser l'apparition de troubles métaboliques en fonction des régimes alimentaires [150]. Les aliments favorisent la croissance de tel ou tel type de bactéries qui sont susceptibles de modifier la capacité de ce microbiote à produire des vitamines et de l'énergie, réduire la sensibilité aux toxines, utiliser les éléments indigestibles, éduquer et réguler le système immunitaire.

Dans quelles mesures les consommateurs sont-ils prêts à opérer de tels changements, sous quelles conditions et à quel horizon ? Au sein des ménages, des arbitrages de consommation et de temps consacré à la préparation des repas doivent s'effectuer et être quantifiés. Toutefois, les choix alimentaires individuels s'inscrivent aussi au sein d'un système alimentaire global.

5.2 L'agriculture au carrefour des enjeux écologiques et de santé humaine

Les impacts néfastes des pratiques agricoles modernes sur la biodiversité et la santé humaine sont de plus en plus mis en évidence et poussent au développement de nouvelles pratiques basées sur une prise en compte des liens entre systèmes agricoles – santé des écosystèmes et santé humaine.

Les systèmes agricoles dominants, ayant pour objectif initial d'assurer une production alimentaire suffisante ainsi qu'une réduction du coût de l'alimentation dans les budgets familiaux, sont ancrés dans des pratiques intensives, aussi appelées conventionnelles, basées sur l'utilisation d'intrants chimiques (pesticides de synthèse et engrais), la

¹ Un cultivar est une variété d'une espèce végétale qui a été obtenue de façon artificielle mais que l'on cultive : il est issu d'une sélection de façon à obtenir les caractéristiques spécifiques souhaitées.

mécanisation des exploitations (labour profond des sols), la simplification des paysages (grandes parcelles, suppression des arbres et des haies, des éléments du paysages (réseaux hydrographiques, mares), réduction du nombre d'espèces cultivées et de variétés génétiques. Cette situation est particulièrement vraie en Île-de-France, où près de la moitié des territoires sont formés de paysages agricoles. L'agriculture francilienne initialement orientée vers la ville de Paris a fortement évolué. La région a connu un éloignement progressif entre son bassin démographique et son bassin de production où les grandes cultures céréalières dominent. Le Francilien est aujourd'hui de plus en plus déconnecté des productions régionales, mais aussi de la façon dont son alimentation est produite. Aujourd'hui, l'agriculture francilienne représente 47 % du territoire régional et 5 000 exploitations (Source : DRIA AF). Ses grandes cultures (>112 hectares par exploitation) orientées essentiellement vers la production d'orge, blé ou colza dominent le paysage, avec des pratiques agricoles intensives et mécanisées, mobilisant une forte utilisation d'engrais, herbicides, fongicides et insecticides ainsi qu'une faible densité de haies ou « bocage » et une prédominance des monocultures.

Appréhender les externalités négatives des systèmes agricoles requiert de s'intéresser à différentes échelles : celle de l'exploitation de la parcelle, du réseau d'exploitation et bassin de production ainsi qu'une dimension temporelle variable pour recenser les effets de long-terme, notamment liés à la réduction de la diversité des variétés cultivées, au changement d'usage des terres, à la pollution des milieux issue des résidus de pesticides ou des concentrations croissantes de nitrates et phosphates dans les eaux. Ces externalités négatives concernent tout aussi bien la santé des écosystèmes et habitats, celle des agriculteurs, des riverains ou des consommateurs. Cependant, ces différentes externalités sont souvent traitées en silo par les politiques publiques : soit par enjeu (ressource en eau, pesticides, pollution en nitrates), par technologie ou par service (les circuits courts, le bio).

Par exemple, lancé en 2008, le plan Ecophyto, porté par le ministère en charge de l'agriculture, n'a pas eu le succès escompté. Il affichait l'ambition de réduire de 50 % l'usage des produits phytosanitaires en dix ans. Cependant, d'après la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Agriculture et de la Forêt (DRIA FF), le bilan est insatisfaisant, puisque l'usage de ces derniers a augmenté de 28 % entre 2009 et 2015¹. Les chercheurs de l'Inra avaient pourtant étudié la relation entre le niveau d'usage de pesticides et les performances des systèmes de culture en termes de productivité et de rentabilité, sur les fermes DEPHY² du plan Ecophyto. Ils ont montré que la réduction des pesticides est possible à un niveau significatif (baisse d'indice de fréquence de traitement de 42 %) sans perte nette des performances en termes de rendement et de résultat d'exploitation [151].

À travers les systèmes agricoles, se cristallise surtout l'enjeu d'un équilibre à trouver entre deux défis : maintenir la sécurité et la disponibilité alimentaire et assurer une durabilité environnementale socialement acceptable des pratiques. Un optimum entre l'effort de production, à la fois en termes de rendement et de surface agricole disponible, et la préservation des espaces naturels alentours constitue un idéal à atteindre. Plusieurs études scientifiques sur la durabilité des systèmes et pratiques agricoles soulignent que des modes de productions alternatifs, avec une approche intégrée s'appuyant sur la biodiversité et adaptée au contexte local permettraient d'atteindre cet optimum.

¹ En nombre de doses unitaires. Source: Driaaf 2017, Bilan du plan Écophyto

² Réseau de fermes engagées dans la réduction des phytos <https://ecophytopic.fr/dephy/le-dispositif-dephy-ferme>

Encadré 14 : Agriculture et biodiversité en Île-de-France

En Île-de-France, les états de santé de la biodiversité publiés en 2016 par l'ARB Île-de-France [152] rappellent que la région est caractérisée par une agriculture céréalière largement prédominante, de grands parcellaires, peu d'élevage et de haies, et un usage important de pesticides. L'usage de ces derniers a augmenté plus encore en Île-de-France que dans le reste de la France sur la période 2008-2015 (+28%, contre +22% au niveau national). L'agriculture y est plus intensive que sur la moyenne du territoire : un déclin plus marqué des oiseaux spécialistes des milieux agricoles y était attendu. Parmi les espèces particulièrement inféodées aux milieux agricoles, seulement deux présentent une tendance fragile à l'augmentation (statistiquement non robuste) : la Buse variable et la Fauvette grisette. Toutes les autres sont en déclin : Alouette des champs (-26%), Bergeronnette printanière (-33%), Linotte mélodieuse (-47%), Bruant jaune (-53%), Perdrix grise (-63%), Tarier pâle (-64%), Bruant proyer (-64%). Le Faucon crécerelle présente également une forte tendance au déclin, qui s'accroît au cours des 10 dernières années. Des espèces qualifiées de « généralistes », mais qui dépendent fortement des milieux agricoles, déclinent également beaucoup dans la région : c'est le cas de l'Hypolaïs polyglotte, dont les effectifs connaissent une chute marquée (-63%), de l'Etourneau sansonnet (-39%) et du Coucou gris (-22%).

Pour enrayer le déclin de la biodiversité en zones agricoles, de nombreuses solutions issues de l'agro-écologie sont étudiées, expérimentées, mises en place par les agriculteurs depuis de nombreuses années, démontrant l'intérêt que revêt la biodiversité pour soutenir les processus de productions agricoles. Les différents "courants" de l'agro-écologie peuvent se compléter et s'hybrider : agriculture de conservation des sols, agriculture biologique, agroforesterie, polyculture-élevage, etc. Certaines pratiques permettent de se passer ou de remplacer l'usage d'intrants de synthèse (pesticides et engrais) et d'énergie fossile, en allongeant par exemple les rotations culturales, en recréant des combinaisons traditionnelles de cultures et d'élevage ou en utilisant des méthodes alternatives pour l'élimination des adventices¹ : binage, herse étrille, faux semis, etc. Alors que l'utilisation d'intrants/médicaments de synthèse est susceptible de perturber la structure et la vie des sols, la qualité des eaux et le bon état des écosystèmes, les techniques issues de l'agro-écologie apportent des réponses concrètes pour reconquérir la biodiversité tout en améliorant la santé des agriculteurs et des consommateurs. Au-delà des changements à l'échelle locale, la transformation de la Politique Agricole Commune, à travers notamment l'éco-conditionnalité des aides, reste un des leviers principaux pour déployer plus largement une agriculture compatible avec le vivant. À partir de 2023, le Parlement européen a validé la réforme de la Politique agricole commune (PAC) qui fixe les grandes orientations agricoles pour quatre années. Dotée d'un budget de 387 milliards d'euros, ce pilier de l'Union européenne a été conçu pour "verdir" l'agriculture. La réforme de la PAC introduit des éco-régimes, des primes accordées aux agriculteurs participant à des programmes environnementaux, qui pourront représenter 25% par an des paiements directs aux agriculteurs. Pour plusieurs observateurs, ce système de versement signifie aussi que 75% des aides directes aux agriculteurs ne seront soumis à aucune conditions environnementales. La nouvelle PAC ne remet pas non plus en cause la structure de distribution de ces aides directes qui seront toujours versées en fonction du nombre d'hectares exploités - alors que les fermes en agriculture biologique sont, en moyenne, de plus petites tailles.

En Île-de-France, le projet MOBIDIF (Mobiliser et protéger la biodiversité dans les exploitations agricoles franciliennes) rassemble des partenaires variés, intervenant dans le domaine de l'agriculture (Agrof'île, le Groupement Agriculteurs Biologiques Région d'Île de France (GAB), l'association Terre de liens), mais également dans plusieurs disciplines du domaine scientifique (sciences écologiques, sciences humaines et sociales, sciences éco-agronomiques : le Centre d'Écologie et des Sciences de la Conservation - CESCO, le Laboratoire Dynamiques sociales et recomposition des espaces - LADYSS et l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement - INRAE) avec pour objectif d'identifier des pratiques agricoles favorables à la biodiversité et d'en mesurer les impacts de manière scientifique.

¹ Les adventices désignent, pour les agriculteurs et les jardiniers, les plantes qui poussent dans un milieu aménagé sans y avoir été intentionnellement introduite.

5.3 Transitions agro-écologiques des territoires : une nécessité

Derrière la définition générique qu'en donne le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation - « l'agro-écologie comme façon de concevoir des systèmes de production qui s'appuient sur les fonctionnalités offertes par les écosystèmes. » - [153], celle-ci englobe un large corpus de savoirs scientifiques et de pratiques complémentaires ayant en commun une vision holistique ou systémique d'un agrosystème. L'approche agro-écologique vise la reconquête de la biodiversité à tous les niveaux de l'agriculture : à l'échelle de la parcelle (diversité des variétés et des espèces cultivées), à celle de l'exploitation (polyculture élevage), et à celle du bassin agricole (diversification des productions, diversité des paysages). De quelles agricultures parle-t-on ? Plusieurs définitions de l'agro-écologie coexistent, faisant référence à la fois au système agricole (choix d'organisation de la production agricole d'une exploitation) et aux pratiques (orientations techniques adoptées en matière de travail du sol, de niveaux d'intrants, etc.). Au sens fort, il s'agit d'un renouvellement profond des systèmes de production pour diminuer au maximum leur vulnérabilité et leur sensibilité aux bioagresseurs en cherchant à réduire l'utilisation d'intrants extérieurs à l'exploitation (énergie, produits chimiques, eau), et en mettant à profit des processus naturels de régulation, c'est-à-dire en valorisant au mieux les interactions complexes de l'écosystème local, entre le sol et les organismes vivants, végétaux, animaux, microorganismes, en compétition ou en symbiose. Les pratiques et systèmes qualifiés du terme générique d'agro-écologie ont comme point commun de s'appuyer sur les conditions du milieu local, de réintroduire de la diversité dans les systèmes de production agricole et de restaurer une mosaïque paysagère diversifiée (ex : diversification des cultures et allongement des rotations, implantation d'infrastructures agro-écologiques, etc.). Aussi, il n'existe pas de modèle d'agro-écologie idéal, mais des modèles à adapter au contexte local. Bien que les agriculteurs mettent en avant certaines approches par rapport à d'autres, l'agro-écologie regroupe un ensemble de pratiques complémentaires et pouvant s'hybrider, comme l'agriculture biologique, l'agroforesterie promouvant le retour de l'arbre et haies dans les parcelles, l'agriculture de conservation des sols et les techniques culturales simplifiées ou enfin les systèmes de polyculture élevage et de cultures multi espèces. Produire en s'appuyant sur la biodiversité cultivée, hébergée ou associée permet d'augmenter directement et indirectement la production et les rendements.

Au-delà de la préservation de la biodiversité, ces pratiques ont aussi des répercussions positives sur la santé humaine à différentes échelles, qui visent tant la santé des agriculteurs que celles des consommateurs et populations environnantes. Grâce à la séquestration du carbone dans les sols et à l'abandon progressif des produits phytosanitaires, elle participe à la réduction des émissions de gaz à effet de serre et à la limitation de la pollution de l'air. La qualité de l'eau se voit aussi améliorée par les pratiques agro-écologiques vertueuses et la présence d'aménagements écologiques favorables à la purification de l'eau (haies, bandes enherbées, prairies humides) [154].

Ainsi, l'objectif d'une transition agro-écologique des territoires est cohérent et s'intègre aussi bien dans les politiques de santé publique que de préservation de la biodiversité. Cependant, si la science conforte la faisabilité technique des alternatives, les freins et verrous à lever pour réussir sont nombreux. L'analyse de plusieurs projets de territoire engagés dans ces transitions permet de mettre en évidence les conditions de succès. Qu'il s'agisse du projet Terres de Sources, initié par Eau du Bassin Rennais, ou du programme de la Biovallée de la Drôme (voir fiche 3 p. 69), ou bien l'outil de paiements pour services environnementaux d'Eau de Paris, l'échelon local apparaît pertinent. Il permet de dépasser les verrous d'une cogestion à l'échelle nationale et facilite la concertation qui mobilise agriculteurs, consommateurs, collectivités locales et entreprises

6 | LE SYSTEME DE SOINS AU REGARD DE SON IMPACT ECOLOGIQUE

De sources multiples, les pollutions anthropiques ont souvent des conséquences sur la santé humaine, les milieux et les espèces qu'ils hébergent. Cette partie propose un éclairage sur une préoccupation grandissante des scientifiques mais aussi des pouvoirs publics : la présence de résidus de médicaments, notamment les perturbateurs endocriniens, les produits détergents et les biocides dans différents compartiments environnementaux (sols et eau). Cette problématique s'inscrit dans un contexte plus global de l'évolution du cycle des usages de l'eau face à une raréfaction de la ressource entraînant le développement de la réutilisation des eaux usées depuis une quinzaine d'années (moins de 1 % des eaux usées épurées sont réutilisées en France – source : Centre d'information sur l'eau). Parmi les substances biocides (i.e. toute substance active qui est destinée à détruire, repousser ou rendre inoffensifs les organismes nuisibles, à en prévenir l'action ou à les combattre), les produits largement utilisés tant en médecine humaine que vétérinaire comprennent désinfectants, antiseptiques, antibiotiques, antiparasitaires. Qu'il s'agisse de désinfectants, détergents ou résidus de médicaments, ces substances font partie de la grande famille des micropolluants, dont les définitions sans portée réglementaire indiquent qu'il s'agit de « substances indésirables détectables dans l'environnement à très faible concentration ($\mu\text{g/L}$ voire ng/L) [155], résultant d'une introduction essentiellement d'origine anthropique et qui peuvent à ces très faibles concentrations engendrer des effets négatifs sur les organismes vivants en raison de leur toxicité, de leur persistance (capacité à résister à la dégradation dans l'environnement) et/ou de leur bioaccumulation (phénomène de concentration des substances dans l'organisme des êtres vivants qui se rencontre à tous les niveaux de la chaîne trophique). Leur présence dans les milieux ne peut être considérée comme problématique que si des risques et impacts sur la santé des êtres vivants (humains compris) sont identifiés (= danger (toxicité de la substance) x exposition (concentration de la substance)). Toutefois, quantifier avec précision les risques environnementaux et sanitaires est un défi majeur, mais un préalable fondamental pour guider les décisions de gestion.

Caractériser les risques liés aux rejets des biocides dans l'environnement, un défi majeur pour guider l'action publique

Les enjeux sont multiples, il s'agit de mieux connaître :

- les contributions de chaque source de rejets,
- les propriétés des différentes classes de résidus, de leurs métabolites et produits de dégradation,
- les capacités maximales de résilience des écosystèmes contaminés de façon continue,
- les effets sur les organismes vivants de la présence conjointe de plusieurs substances, pouvant voir leur toxicité amplifier en les combinant (« effet cocktail »).
- les solutions efficaces pour limiter leur dissémination (qu'il s'agisse de leviers techniques ou de changement de pratiques).

Encadré 15 : Le cadre réglementaire et la planification

Environ 900 micropolluants sont suivis dans les milieux aquatiques par les différentes institutions européennes et françaises, mais sur l'ensemble, environ 200 sont réglementés. Parmi les micropolluants non réglementés, on retrouve de nombreux produits pharmaceutiques, détergents et biocides (dont désinfectants), considérés comme « émergents », c'est-à-dire découverts au fur et à mesure de l'amélioration des techniques de surveillance et pour lesquels peu, voire aucune réglementation spécifique n'est mise en place [155]. Certains des résidus figurent néanmoins dans la liste de vigilance de la Directive Cadre sur l'Eau. Dans ce contexte, leur surveillance dépend de programmes prospectifs et s'articule autour de différents plans nationaux (plan Micropolluants 2016-2021, PNSE 3 2015- 2019, plan Ecoantibio 2 2017-2020). En parallèle du travail réalisé par les services de l'État, les collectivités sont invitées à multiplier leurs actions en matière d'assainissement et de gestion de l'eau. L'appel à projet « Innovations et changements de pratiques : lutte contre les micropolluants des eaux urbaines »¹ lancé par l'OFB vise ainsi à inciter les collectivités à s'engager à mieux connaître et réduire leurs impacts. Mais comme le souligne l'évaluation du PNSE 3 par le Conseil général de l'environnement et du développement (CGEDD) une réelle attention doit être portée sur leur efficacité et leur mise en œuvre. À cet égard, le rapport souligne le manque de moyens financiers et humains et une déclinaison territoriale tardive. Le HCSP, souligne dans son rapport d'évaluation des trois PNSE que du fait de l'extrême diversité des produits chimiques et des expositions, ces derniers ont eu du mal à proposer une vision et des actions génériques de réduction des risques. Si les plans « micropolluants dans l'eau » ou « résidus de médicaments » ont joué un rôle dans la prise en compte d'expositions à un niveau plus systématique, l'intégration des aspects « santé » et « environnement » reste limitée [156]. Ainsi le HCSP recommande-t-il d'améliorer l'intégration des actions visant les milieux aquatiques et la santé, notamment en exploitant les synergies entre le Plan Micropolluants et les PNSE, et en reliant plus directement la gestion des risques des produits chimiques à celle de la qualité de l'eau potable. Aucune nouvelle action dans ce domaine ne figure dans le PNSE4. À l'échelle de l'Île-de-France, on peut noter l'absence d'actions sur cette thématique dans le PRSE 3 et lors du PRSE 2, une absence de pilotage institutionnel ayant conduit à la non mise en œuvre de l'action 15 (« réduire à la source les émissions de substances pharmaceutiques dans l'environnement »).

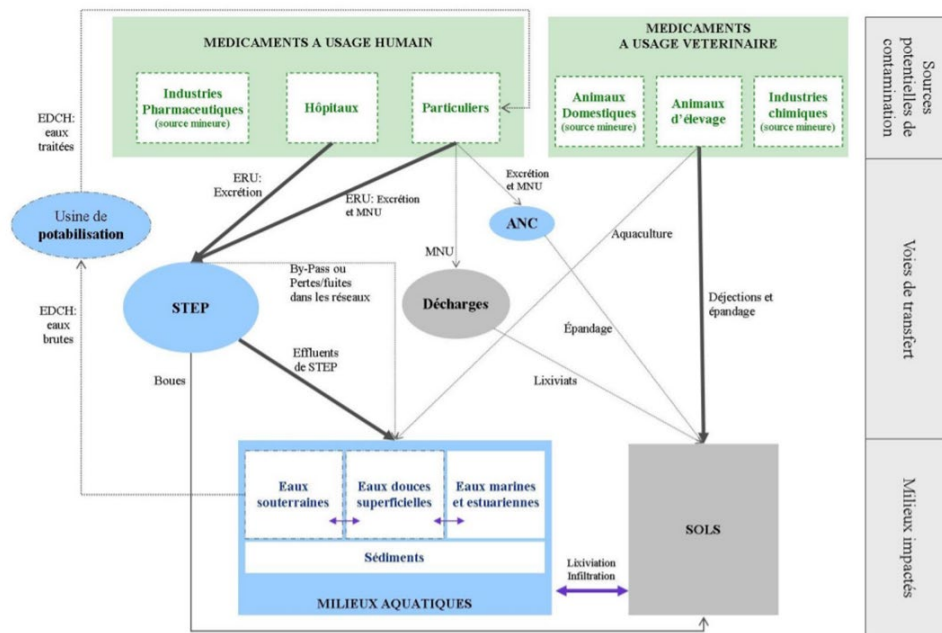
6.1 Les sources de contamination

Les sources et circuits de dissémination dans l'environnement sont bien connus : rejets d'eaux usées – effluents hospitaliers et domestiques – et mauvaise élimination des médicaments non utilisés (MNU) dans l'évier, les toilettes ou les décharges. Les rejets diffus sur les lieux de production de médicaments contribuent également à cette pollution. Des rejets issus d'activités d'élevage : soit directement au milieu (activités piscicoles) soit par ruissellement, après épandage (cf. Figure 10). Néanmoins, face à l'ubiquité de la contamination, la spécificité et la contribution relatives de ces différentes sources en termes de flux et de concentration sont complexes à analyser mais indispensables à quantifier afin de cibler les actions à mener.

Pour ce qui est des rejets issus des établissements de santé, ceux-ci présentent certaines spécificités comparées à l'effluent urbain. Ces établissements doivent être appréhendés de façon globale, en considérant l'ensemble de leurs activités et rejets potentiels (services médicaux, restauration, tour aéroréfrigérante, blanchisserie, laboratoire, etc.).

¹ <https://professionnels.ofb.fr/fr/node/15>

Figure 10 - Sources de contamination et principales voies de transfert vers les milieux aquatiques et les sols



ANC : assainissement non collectif, EDCH : eaux destinées à la consommation humaine, ERU : eaux résiduaires urbaines, MNU : médicaments non utilisés, STEP : station d'épuration

Dans le cadre du projet Sipibel (Site Pilote de Bellecombe¹), financé par l'OFB, les résultats acquis confirment que les effluents hospitaliers présentent des concentrations en résidus de médicaments (RdMs) plus élevées, une écotoxicité plus marquée et une abondance bien plus significative de gènes d'antibiorésistance qui caractérise la présence de bactéries antibiorésistantes. Cependant, bien que l'effluent urbain soit moins toxique, sa contribution relative au flux total de RdMs, détergents et désinfectants apportés dans la masse d'eaux usées qui arrive en station de traitement des eaux usées (STEU) est bien supérieure aux effluents hospitaliers. La majorité des flux provient des apports urbains (entre 80 et 85%). De plus, les soins ambulatoires et l'hospitalisation à domicile tendent à se développer, y compris pour des traitements médicamenteux lourds, augmentant ainsi la charge provenant des rejets diffus. Dans le cadre du projet Sipibel mais aussi de deux autres projets financés par l'OFB – les projets REMPLAR (Réseau de suivi et d'expertises sur les Micropolluants, Macro-polluants et Micro-organismes dans les eaux du Bassin d'Arcachon²) et REGARD (Réduction et Gestion des Micropolluants sur la Métropole Bordelaise) – il a été montré que les résidus de détergents et de désinfectants sont essentiellement apportés par le tissu urbain. Néanmoins, une large partie des effluents hospitaliers contient aussi des détergents et désinfectants en contact avec des gènes résistants aux antibiotiques, pouvant favoriser le développement de résistances croisées³.

La contamination des milieux aquatiques est donc en partie issue des rejets des eaux usées traitées en STEU. Relativement à la dépollution des eaux usées, l'efficacité des traitements mis en œuvre peut varier de manière significative selon la performance des équipements, des procédés de traitements, et le type d'eaux usées. L'abattement, défini comme le pourcentage de réduction des concentrations mesurées à l'entrée et à la sortie de la STEU, n'est jamais total, exception faite de quelques substances comme le

1 <http://www.graie.org/Sipibel/index.html>

2 <https://www.siba-bassin-arcachon.fr/qualite-de-leau/des-actions-dediees-la-qualite-de-leau-rempar/quest-ce-que-le-reseau-rempar>

3 Les bactéries « à résistance croisée » sont celles qui ont développé des méthodes de survie qui sont efficaces contre différents types de molécules antimicrobiennes présentant des mécanismes d'action similaires.

paracétamol. Dans certains cas, les concentrations demeurent importantes, notamment pour les gènes et bactéries antibiorésistantes. La contamination peut aussi résulter du ruissellement et de l'infiltration à partir des zones agricoles amendées par des produits résiduels organiques. Il s'agit de la valorisation agricole des boues d'épuration à laquelle s'ajoute l'épandage de fumier et de lisier. Environ 75 % des boues produites sont réutilisées pour une valorisation agricole par épandage. Ces produits résiduels organiques, d'origine humaine ou animale, constituent une matrice très hétérogène, du fait de leur provenance, leurs modalités de collecte et de stockage et des éventuels traitements appliqués. S'ils peuvent être conformes à la réglementation¹ en vigueur sur l'ensemble des paramètres physico-chimiques et microbiologiques, il existe un manque de connaissance concernant certains composés non réglementés tels que les RdMs, détergents, gènes de résistance etc., pour lesquels le transfert vers les sols, les eaux superficielles ou souterraines est susceptible d'engendrer des problèmes de santé publique.

6.2 Caractérisation des impacts écologiques et sanitaires

Alors que les analyses chimiques permettent de mesurer la concentration des substances dans l'environnement, et donc d'évaluer l'exposition des organismes vivants, en complément, l'écotoxicologie est utilisée pour connaître le niveau de danger associé à ces composés, via des mesures biologiques de toxicité. Les recherches sur la présence de médicaments, détergents et désinfectants dans les milieux aquatiques sont nombreuses mais la caractérisation de leurs impacts écotoxiques et génotoxiques à des doses cohérentes avec les données de contamination chronique sont plus rares. Néanmoins, que ce soit dans l'environnement naturel ou en conditions contrôlées, des effets écotoxiques avérés chez les vertébrés inférieurs et les invertébrés associés à ces expositions ont été démontrés au niveau individuel mais également populationnel [157]. Les cas les plus documentés concernent les hormones et stéroïdes de synthèse, agissant sur les organismes non-cibles à très faibles concentrations et qui induisent des perturbations du système reproductif et endocrinien. Aux concentrations mesurées dans l'environnement, les effets mesurés au niveau individuel témoignent chez les poissons, d'une perturbation de la reproduction, d'une diminution de la fertilité ou encore d'une féminisation en présence d'œstrogène synthétique [158]. De tels effets peuvent avoir pour conséquence un sex-ratio déséquilibré pouvant aboutir a fortiori à un effondrement des populations affectées et à un déséquilibre de l'assemblage des communautés de poissons. Depuis la quasi-disparition des populations de vautours en Inde directement corrélée à l'accumulation chez les individus de résidus de Diclofenac, anti-inflammatoire non stéroïdien très souvent prescrit, la toxicité de cette molécule a été aussi largement documentée. Faiblement soluble dans l'eau, elle s'accumule dans et affecte le foie, les reins et les branchies des poissons. En se dégradant, elle produit aussi des composés plus toxiques que la molécule mère [159]. Les données disponibles dans la littérature concernent essentiellement les organismes aquatiques, entre autres les daphnies², poissons, (micro)algues, beaucoup moins d'études ont été menées sur l'état de contamination des sols et l'impact sur les plantes, les invertébrés terrestres, tels que les vers de terre, ou les bactéries qui y vivent. Ces données témoignent d'effets toxiques variables selon les molécules et les organismes vivants : altération du comportement, inhibition de la reproduction ou de la croissance etc. Compte tenu des nombreuses molécules pharmaceutiques, il n'existe pas un nombre égal d'études d'écotoxicité pour toutes les classes de médicaments, qu'ils soient utilisés en médecine humaine ou

De nombreuses recherches sur la présence des substances dans les milieux aquatiques mais peu sur les impacts écotoxiques et génotoxiques aux niveaux de concentration couramment rencontrés

¹ La réutilisation des boues d'épuration est encadrée par un grand nombre de textes réglementaires répertoriés ici : <https://www.actu-environnement.com/ae/dossiers/traitement-des-boues/reglementation-traitement-des-boues.php>

² Les daphnies sont de petits crustacés mesurant d'un à quatre millimètres, du genre *Daphnia* vivant en eaux douces et stagnantes.

vétérinaire. À travers les campagnes de surveillance prospectives, il est nécessaire de pouvoir hiérarchiser les substances à enjeux à l'aune des risques et de leurs impacts.

Concernant les agents détergents et désinfectants, ceux-ci peuvent être dangereux pour les utilisateurs et les personnes exposées, particulièrement lorsqu'ils sont utilisés sans respect des consignes d'application, en grande quantité et/ou sans précaution particulière.

L'exposition directe à des produits désinfectants est susceptible de provoquer des intoxications par inhalation ou absorption et des brûlures cutanées ou oculaires, ou des sensibilisations allergiques (eczéma, asthme...). L'étude des effets sur des organismes aquatiques de trois substances biocides présentes dans des désinfectants utilisés en médecine humaine a révélé leur écotoxicité, à des niveaux variables selon l'espèce étudiée, mais l'eau de javel et les produits issus de sa dégradation ressortant comme les plus toxiques [160]. En revanche, à ce stade, pour des raisons méthodologiques, l'action combinée des molécules dans le milieu n'est pas prise en compte dans l'analyse de risques.

Encadré 16 : Toxicité aiguë, chronique et exposome

La toxicité d'une substance fait référence à son aptitude à menacer l'équilibre, voire la survie d'une espèce. Il faut cependant distinguer les mesures de toxicité aiguë et chronique. La toxicité aiguë correspond aux effets néfastes qui se manifestent après une exposition unique à une forte concentration à court terme. Quant à la toxicité chronique, elle désigne les effets néfastes qui se manifestent après une exposition répétée, sur une longue durée, à une faible concentration de substance. À l'heure actuelle les données de toxicité chronique sont peu nombreuses car l'analyse de très faibles concentrations, la mise en évidence d'effets sub-létaux et la mise en place de travaux sur des temps d'exposition longs ne sont pas simples. Enfin, dans les conditions environnementales réelles, un organisme est soumis à de multiples expositions sur une période et à des doses variables d'où la difficulté à évaluer et identifier les mécanismes causaux ainsi que les effets à l'échelle individuelle et de la population ou les risques sanitaires associés à la présence d'une ou plusieurs substances. Il s'agit de la complexité à caractériser l'exposome (notion sur laquelle la communauté scientifique travaille de plus en plus) qui recouvre la totalité des expositions d'un individu à des facteurs environnementaux de sa conception à sa fin de vie.

Encadré 17 : Covid-19 : Efficacité contestée et danger supposé de la désinfection des plages et voieries

Dans le cadre de la lutte contre l'épidémie de Covid-19, des pays ou des villes ont procédé à un nettoyage avec utilisation de produit désinfectant dans l'espace public, essentiellement à base d'eau de Javel diluée. Ces choix politiques pour rassurer la population ont suscité une polémique et l'intervention du Haut conseil de la santé publique (HCSP). Pour répondre à la question sur l'opportunité de telles mesures, le HCSP a étudié les expériences internationales et la littérature scientifique et réalisé une analyse relative au risque de contamination de la population par les espaces publics ainsi qu'au risque lié à l'utilisation de produits détergents et désinfectants sur l'écosystème et l'environnement urbain. Notant l'absence d'argument scientifique de l'efficacité d'une telle mesure sur la prévention de la transmission du SARS-CoV-2 ainsi que les risques de toxicité pour les travailleurs et pour l'environnement, le HCSP a rendu un avis défavorable concernant ces pratiques [161].

Compte tenu de sa densité de population (et de sa densité en établissements de santé), l'Île-de-France est particulièrement concernée par ce problème

6.3 Le cas de l'antibiorésistance

Selon une étude du Centre européen de prévention et contrôle des maladies, parue en 2019, en France, l'antibiorésistance est la cause de 5 543 décès par an chez des patients atteints d'infections à bactéries résistantes et 124 806 patients développent une infection liée à une bactérie résistante.

Outre le coût en pertes humaines, le coût financier des soins pour la société s'élèverait à plus de 1,5 milliard d'euros en Europe [162]. La France est un des premiers pays consommateur en Europe avec une utilisation significative, notamment en milieu de soins et dans l'élevage pour respecter les conditions d'hygiène (95 % des porcs, 94 % des veaux de boucherie, 98 % des lapins, 75 % des poulets de chair). Néanmoins, les données de l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM) soulignent que la consommation présente des disparités régionales qui s'expliquent par des recours différenciés au système de soins, une consommation d'antibiotiques vétérinaires singulière des systèmes agricoles régionaux et de leur évolution. Alors qu'il y a une corrélation entre la consommation d'antibiotiques et l'émergence de l'antibiorésistance, la dissémination dans l'environnement peut différer d'une région à l'autre. Par ailleurs, des disparités existent également entre les collectivités dans leur capacité de collecte et de traitement des eaux usées. La dissémination de gènes et bactéries résistantes voire multi-résistantes dans l'environnement est d'autant plus problématique que parallèlement, les traitements alternatifs diminuent avec comme conséquences des impasses thérapeutiques.

La résistance est d'abord un processus naturel issu de la compétition ou sélection génétique des bactéries qui préexiste à la résistance secondaire, acquise par mutation après exposition à un antibiotique (ATB). La présence d'antibiotiques dans tous les milieux (eaux, sédiments, sols) exerce une pression de sélection à l'origine de mutations ou réassortiments génétiques qui incluent la dégradation ou modification de l'antibiotique, modification de l'enzyme cible des antibiotiques chez une bactérie auparavant sensible ou encore la dissémination génétique de la résistance entre bactéries via le transfert horizontal de gènes. La transmission inter et intra spécifique d'une résistance acquise est complexe et peut se faire à l'homme via contact direct avec un milieu contaminé ou l'alimentation. De plus, la coprésence dans les eaux usées ou produits résiduels organiques de biocides et d'antibiotiques peut favoriser l'induction de co-résistances désinfectants-antibiotiques. Les bactéries peuvent développer des mécanismes de résistance similaires dans les deux cas et les biocides peuvent co-sélectionner une résistance aux antibiotiques par résistance croisée ou co-résistance. Bien que le rôle des biocides sur l'antibiorésistance (ABR) dans l'environnement soit difficile à démontrer directement étant donné sa complexité (milieu ouvert et multi-contaminé), l'analyse de la littérature révèle différents éléments supportant un lien potentiel entre les biocides et la résistance aux ATB dans l'environnement. Mais les données actuelles ne permettent pas d'évaluer l'impact potentiel de leur présence sur l'apparition, la dissémination et le maintien de l'ABR. Sans traitement spécifique, les niveaux d'abattement de ces éléments dans les STEU restent faibles, et il y a une absence de surveillance réglementaire, sauf pour quelques antibiotiques. Il en est de même pour les produits résiduels organiques ; selon les espèces et les gènes, ces résistances peuvent se retrouver même après traitement, et par conséquent être disséminés dans le milieu terrestre et ses différents compartiments s'ils sont épanchés aux champs. Si à court terme, les capacités de résilience des écosystèmes récepteurs (axe de recherche à développer) peuvent jouer, le maintien d'une pression anthropique forte peut atteindre des points de rupture à partir desquels peuvent intervenir des modifications de l'abondance et de l'activité microbienne, de la structure des communautés (certaines espèces étant plus tolérantes que d'autres) et de la diversité génétique des communautés microbiennes [163].

6.4 Les solutions pour contrôler la dissémination

À l'image d'une revue systématique conduite dans le cadre du groupe de travail Santé-Biodiversité au sein du Plan National Santé Environnement 3 sur les solutions efficaces pour contrôler la dissémination de l'antibiorésistance dans l'environnement, trois angles d'approche peuvent être considérés :

- La réduction à la source des usages et traitements avec la mobilisation des acteurs de santé à la fois en médecine vétérinaire et humaine
- Les leviers techniques au niveau des traitements des eaux usées et déchets organiques (compostage/séchage des boues)
- La gestion des milieux pour réduire les concentrations dans les milieux naturels in situ ou identifier les milieux à risque.

Les stratégies de maîtrise des rejets devraient passer par une combinaison de ces leviers, en fonction des objectifs que se fixe un territoire au regard entre autres des risques et coûts. Par ailleurs, réduire la consommation d'eau dans les entreprises, les collectivités et les ménages est également un levier pour limiter la pression sur la ressource.

6.4.1 Leviers réglementaires

La contamination de l'environnement est dépendante à la fois des réglementations en vigueur et des pratiques. Le levier réglementaire constitue un appui fort pour donner un cadre clair et plus contraignant tant aux fabricants (interdiction de l'usage de certaines molécules), qu'aux acteurs de l'eau (types de contrôle à effectuer, de traitements ou d'exigences de qualité sanitaire en termes d'abattements) ou de la santé (ex : conditionnement des médicaments) ou au niveau des épandages. Ainsi, au-delà des mesures incitatives sur l'antibiothérapie raisonnée et la prévention des infections animales, le succès du premier plan ministériel en médecine vétérinaire (Ecoantibio 1, 2012-2016) a été marqué par la mise en place de mesures réglementaires. L'objectif de réduction de 25 % de l'exposition des animaux aux antibiotiques en 5 ans a été dépassé (diminution globale de près de 40 %) (Source : Plan Écoantibio [164]).

En l'absence d'une réglementation plus contraignante, des mesures incitatives, préventives, une surveillance prospective, des projets pilotes avec un investissement des collectivités locales peuvent tout de même être efficaces s'ils s'inscrivent dans un cadre institutionnel tel que le PRSE.

6.4.2 Leviers techniques

Le renforcement et l'amélioration des traitements apparaissent comme une partie de la solution. La majorité des études porte sur les traitements des eaux usées, et déchets organiques issus des effluents d'élevage et des boues de stations d'épuration. La présence d'un comparateur avant/après traitement est obligatoire pour évaluer l'efficacité des procédés et de leur gestion. L'analyse de l'efficacité de ces procédés nécessite de s'intéresser à la fois aux flux de polluants, à leurs importances relatives dans les déchets mais aussi à leurs spécificités. En raison des différences dans les propriétés physico-chimiques des résidus pharmaceutiques et biocides, les filières traditionnelles de traitement des eaux usées, même avec un fonctionnement optimal, ne peuvent pas tout traiter. Des études pilotes comme celle du projet Sipibel ont montré l'efficacité de la technique de l'ozonation avec un taux d'abattement élevé pour les substances médicamenteuses et biocides. Des résultats confirmés par le programme communautaire Poséidon qui a mis en évidence l'efficacité de l'ozone [165]. Cependant, si ce traitement tend à se généraliser dans certains pays, les contraintes techniques, l'augmentation des coûts d'investissement et de fonctionnement font qu'il n'est pas encore mis en œuvre en France. Sur le site de Bellecombe, à cause de ces contraintes, l'évaluation du ratio coût/bénéfice a été présentée comme défavorable. Le traitement au charbon actif constitue une deuxième technique montrant des résultats encourageants, déjà largement utilisé dans les filières de production d'eau potable.

Relativement aux stratégies de traitement des déchets organiques, la Fondation pour la recherche sur la biodiversité (FRB) a conduit une revue systématique de la littérature scientifique sur l'évaluation des connaissances actuelles et solutions pour contrôler spécifiquement la dissémination de l'antibiorésistance [16]. Il est important de noter que les modalités de gestion de ces déchets diffèrent en fonction de leur taux de matière sèche. À l'issue d'une synthèse quantitative comparant les traitements des résidus solides (boues, lisiers, fumier), il a été démontré l'efficacité des actions de compostage et de séchage pour réduire l'abondance relative des gènes de résistance. Si en comparaison, la digestion anaérobie appliquée aux boues de STEU aboutit à une réduction moins significative, elle génère de la chaleur (traitement thermophile supérieur à 50°C) qui favorise la réduction de l'abondance relative des gènes. En France, les principaux procédés de traitement des boues sont le chaulage, la digestion anaérobie et dans une moindre mesure le compostage (pour environ 30% des boues produites). L'épandage des boues stabilisées sur les sols étant le procédé de valorisation le plus employé, le choix du procédé de traitement des boues en amont permettant de réduire au maximum la dissémination constitue une question scientifique et technique fondamentale.

Les procédés de traitements thermophiles comme le compostage ou la digestion anaérobie sont plus efficaces sur la réduction des concentrations que la méthanisation ou le simple stockage à température ambiante.

6.4.3 La gestion par milieux naturels

Le compostage serait un traitement à privilégier pour les produits organiques afin de limiter la dissémination de l'antibiorésistance

Des lacunes de connaissance sur les mesures de réduction des concentrations dans les milieux naturels *in situ*, des capacités de résilience des écosystèmes ou d'identification des milieux à risque sont à souligner. Peuvent toutefois être évoquées les zones humides artificielles qui constituent une solution inspirée de la nature pour éliminer les polluants émergents des eaux usées domestiques et compléter ainsi efficacement les systèmes classiques de traitement des eaux usées.

Encadré 18 : Zones humides artificielles et phytoépuration

L'efficacité des zones humides aménagées pour éliminer divers produits pharmaceutiques a été démontrée sur des effluents hospitaliers en Ukraine [166], ainsi que par d'autres études à différentes échelles. Pour certains des polluants émergents, les solutions inspirées de la nature représentent une alternative techniquement et économiquement efficace. L'utilisation d'espèces autochtones peut de surcroît présenter un bénéfice pour la préservation de la biodiversité locale voire jouer un rôle de corridor écologique. Des zones humides artificielles implantées sur les couloirs de migration de la faune aviaire peuvent ainsi devenir des zones d'accueil et de nidification d'espèces à fort intérêt conservatoire. C'est le cas sur la commune de Melendugno (Italie), où la zone humide artificielle installée en 2008 comptait 7 ans plus tard 73 espèces d'oiseaux installées, dont 18% d'espèces incluses à l'annexe I de la directive 2009/147 / CE sur la conservation des oiseaux sauvages, soulignant la valeur écologique du site [167]. Ces espaces naturels réimplantés à proximité des centres urbanisés (là où le besoin de gestion des eaux usées est important) offrent également nombre de services écosystémiques culturels (récréationnels et éducatifs) [168].

7 | SANTÉ ET BIODIVERSITÉ : QUELLES PERSPECTIVES POUR LES POLITIQUES PUBLIQUES EN ÎLE-DE-FRANCE ?

Cette dernière partie se présente sous la forme de fiches et propose des perspectives pour les politiques publiques franciliennes en partant d'exemples de bonnes pratiques mises en œuvre dans les territoires en Île-de-France et dans d'autres régions.

Les fiches sont réparties en quatre axes :

1. Le déploiement de démarches multi-acteurs
2. La planification au regard des objectifs de santé et de préservation de la biodiversité
3. L'amélioration des connaissances sur les territoires
4. L'appropriation et l'acculturation des acteurs aux enjeux relatifs à la santé et la biodiversité

Chaque fiche comprend : la présentation du contexte et de la mise en œuvre de l'initiative et une mise en perspective et des préconisations pour l'Île-de-France.

Une grande partie des retours d'expérience évoqués dans cette partie ont été présentés lors des *Journées du réseau Île-de-France Santé Environnement (ÎSÉE) de l'Observatoire régional de santé « Biodiversité & santé : quelles perspectives en Île-de-France »* (2020) organisées en partenariat avec l'Agence régionale de la biodiversité et « *Une seule santé à l'échelle des territoires : des leviers d'action* » (2021) auxquelles les rédacteurs de ce rapport ont amplement contribué. Aussi, pour en savoir davantage sur les exemples présentés ci-dessous, consulter le site du réseau ÎSÉE¹ sur lequel sont accessibles présentations et replays des événements.

7.1 Des démarches multi-acteurs pour décroiser les disciplines

Le cloisonnement entre les différentes politiques publiques et le manque de transversalité au sein des collectivités est régulièrement décrit comme un frein pour traiter efficacement les enjeux sociaux et environnementaux. Le développement des politiques de santé s'est accompagné d'un découplage assez net entre les enjeux relatifs à l'écologie et à la santé, privilégiant une approche médicale de la prévention, se réduisant parfois à une question d'hygiène au niveau des collectivités territoriales. Ainsi, les rares initiatives permettant d'articuler promotion de la santé, du bien-être et amélioration du cadre de vie des populations ainsi que la préservation des écosystèmes reposent sur des démarches volontaires. Pourtant, le développement des synergies entre politiques publiques de santé et politiques publiques en faveur de la biodiversité permet la démultiplication des bénéfices sanitaires pour l'ensemble de l'écosystème, êtres humains compris. Concrètement, pour atteindre cet objectif, les décideurs doivent repenser l'action publique : capitaliser sur les initiatives locales et son corollaire, impliquer de nouveaux acteurs dans les décisions pour favoriser les remontées du terrain ; développer une approche transversale des stratégies et actions relevant de la santé d'une part et de la protection de la biodiversité d'autre part ; s'engager localement via des dispositifs existants ; et enfin engager des démarches progressives inscrites dans le temps long.

¹ <https://www.ors-idf.org/isee/>

FICHE 1 / LE RESEAU ÎSÉE : CONSTRUIRE À PARTIR D'UNE EXPERIENCE MULTI-ACTEURS



Crédit : Christine Canet – ORS Île-de-France

Le réseau Île-de-France Santé environnement (ÎSÉE) est piloté par l'ORS depuis 2019. Il rassemble des acteurs franciliens dont la santé - environnement est le cœur de métier et d'autres qui, au travers de leurs pratiques, s'investissent pour créer les conditions d'un environnement sain : collectivités territoriales, services publics, associations, chercheurs, professionnels de santé, instituts de formation, mutuelles ou encore acteurs privés. Son ambition est de développer une culture commune en santé - environnement en valorisant les activités de chacun, facilitant la montée en compétences et le partage d'expériences et en construisant des projets, fruits de collaborations inédites.

En 2020, un an après sa création, les membres du réseau ont souhaité mettre à l'honneur de leur colloque annuel la question des liens entre santé et biodiversité. Dans une démarche transversale, la journée-événement fut construite en étroite collaboration avec l'ARB par un groupe de travail constitué de membres du réseau : l'Agence de l'eau Seine-Normandie, l'ARS, l'association France nature environnement, Ekopolis, le Service d'Accompagnement Médico-Sociale pour Adultes Handicapés (SAMSAH) Prepsy, le Service des études médicales d'EDF et le Service parisien de santé environnementale. Peu d'entre eux ont pour habitude de travailler ensemble et encore moins de concevoir le programme d'une journée fédératrice. Exclusivement en visioconférence, celle-ci a été suivie par plus de 300 personnes et visionnée en replay par le double de personnes deux ans après. Quelques mois plus tard et à l'approche de la révision du PRSE francilien, les réflexions portées au sein du réseau appellent au déploiement de politiques plus transversales incluant de nouveaux acteurs afin de se départir d'une vision anthropocentrée de la santé publique. Les adhérents décident alors d'imaginer quelles actions concrètes peuvent répondre aux enjeux relatifs à Une seule santé. Le colloque « Une seule santé à l'échelle des territoires : des leviers d'action » invita chercheurs et acteurs du terrain intéressés par le sujet et présenta des actions inspirantes lesquelles répondent en partie à cet objectif. À l'issue de la journée, deux groupes de travail constitués de professionnels issus du monde de la santé humaine et vétérinaire, de spécialistes du fonctionnement des écosystèmes et d'autres acteurs intervenants à l'échelle des territoires se sont constitués. Le premier imagina une feuille de route très

opérationnelle dont l'objectif est d'élaborer une « communauté professionnelle territoriale de santé (CPTS) Une seule santé » et un « contrat local de santé (CLS) Une seule santé ». Quant au second groupe de travail, il eut pour vocation de concevoir un appel à manifestation d'intérêt « *Cohabiter avec la nature pour une meilleure santé* ». Ces deux contributions ont été rendues aux pilotes du futur PRSE afin de voir inscrites ces actions dans le prochain plan¹.

Au-delà même de l'intégration ou non des deux actions dans le prochain PRSE, le succès de ce travail réside dans la formalisation d'actions imaginées grâce à l'association d'acteurs issus de milieux professionnels traditionnellement cloisonnés : vétérinaires, agents de collectivités territoriales, sages-femmes, pharmaciens, médecins, chercheurs, associations, aménageurs, services de l'Etat, bureaux d'étude... Ont été pensés des outils très opérationnels et adaptables selon le type d'acteurs (professionnels de santé vétérinaire et humaine ou décideurs locaux) leur permettant de développer des actions conjointement à l'échelle d'un territoire, visant la préservation des écosystèmes, une meilleure prise en charge de leur patientèle et une diminution de l'exposition des administrés.

Mise en perspective et recommandations

Allier promotion de la santé et préservation de la biodiversité au niveau du territoire nécessite la rencontre de visions du monde, disciplines, pratiques et donc d'acteurs de nature différente souvent peu habitués à se côtoyer. Aussi, le développement d'une telle démarche doit s'inscrire sur le long terme et relever d'une première phase d'acculturation aux enjeux communs et d'appropriation du langage des uns et des autres.

Certaines dynamiques collectives, comme celles portées par le réseau ÎSÉE ou bien d'autres comme celles portées par les CLS et CPTS constituent un terreau favorable au développement de nouvelles formes de pratiques. Inscrites sur des territoires, elles permettent d'identifier plus facilement des enjeux partagés qui répondent à des besoins observés dans la pratique.

Portés conjointement par les ARS, les préfetures et une collectivité territoriale, les CLS ont vocation à réduire les inégalités territoriales et sociales de santé. Ils expriment les dynamiques locales partagées entre acteurs et partenaires sur le terrain pour mettre en œuvre des actions auprès des populations. Le ministère de la Santé et de la Prévention a donné aux ARS un objectif quantifié de signatures de CLS, qui sert de levier de construction du maillage de santé dans les territoires. Les CLS évoluent peu à peu avec l'intégration progressive d'enjeux autres que le soin et la prévention secondaire et tertiaire. Sont introduits des éléments de prévention primaire et de promotion de la santé (actions pour améliorer l'activité physique, la nutrition, les compétences psychosociales...) et de timides actions santé-environnement (urbanisme favorable à la santé, qualité de l'air, etc.). L'affirmation d'un volet santé-environnement-une seule santé dans les CLS permettrait d'engager une véritable politique partenariale dans ce domaine portée par les territoires. L'allocation de ressources telles qu'une personne dédiée à l'animation dans le cadre de ces CLS ou le soutien de programmes et actions via des financements adaptés est nécessaire. Un groupe de travail du réseau ÎSÉE propose, par exemple, différents outils pour intégrer dans un CLS l'enjeu de l'utilisation raisonnée des produits biocides, problématique rémanente bien qu'encadrée par la loi Labbé.

Quant aux CPTS, elles regroupent les professionnels de santé humaine (exerçant en cabinet ou dans un établissement de santé) d'un même territoire qui souhaitent s'organiser – à leur initiative – autour d'un projet de santé pour répondre à des problématiques communes. L'une des missions principales de la CPTS est le déploiement d'actions territoriales de prévention. Sur le terrain, très peu de CPTS se sont engagées dans des actions en lien avec la santé - environnement. Pourtant, elles auraient toute la légitimité

¹ Livrables à retrouver sur le site du réseau ÎSÉE

pour le faire, en s'ouvrant aux vétérinaires, agronomes, écologues, pour plus de transversalité. Le réseau ÎSÉE propose qu'une CPTS expérimente la mise en place d'un projet de territoire autour de la consommation et du mésusage des antibiotiques en lien avec l'antibiorésistance, une préoccupation commune aux professionnels de santé humaine et vétérinaire. Ce serait par ailleurs l'occasion d'associer des vétérinaires aux CPTS.

En savoir plus

<https://www.ors-idf.org/isee/>

FICHE 2 / ÉVALUATION D'IMPACT SUR LA SANTÉ DE LA COMMUNAUTE DE COMMUNES NORD EST BEARN : DÉCLOISONNER LES POLITIQUES PUBLIQUES



D' ACTIONS EN FAVEUR DU PATRIMOINE NATUREL :

- INTÉGRATION D'UN COEFFICIENT DE BIODIVERSITÉ PAR SURFACE DANS UN DOCUMENT D'URBANISME
- PLANTATION DE HAIES DANS LES ESPACES PUBLICS ET PRIVÉS
- PROTÉGER, RESTAURER ET CRÉER DES ZONES HUMIDES ...

Seuls les documents d'urbanisme réglementaires doivent être compatibles, conformes ou prendre en compte les documents de normes supérieures avec des opposabilités juridiques plus ou moins importantes. Quant aux plans d'actions stratégiques, on parle de déclinaisons territoriales entre les différentes échelles (ex : entre le PNSE et le PRSE) et leur cohérence n'est pas juridiquement contrainte. L'articulation des plans sectoriels et tout particulièrement entre les stratégies relatives à la préservation de la biodiversité et celles concernant les enjeux de santé des populations est loin d'être effective. Historiquement construites indépendamment les unes des autres, les stratégies territoriales peinent à développer la culture de la transversalité.

Une évaluation d'impact sur la santé (EIS) des actions en faveur du patrimoine naturel de la communauté de communes Nord Est Béarn a été engagée en 2019 dans l'objectif de proposer aux élus du territoire des actions opérationnelles de la préservation de la biodiversité qui soient aussi un levier pour agir sur la santé de ses habitants. Trois actions ont été étudiées à l'aune des déterminants de santé de manière à maximiser leurs effets bénéfiques sur le bien-être des populations et minimiser leurs impacts négatifs : la plantation de haies dans les espaces privés et publics ; l'intégration d'un coefficient de biodiversité par surface (CBS) dans un document d'urbanisme et la protection et la restauration de zones humides. Cette démarche innovante a permis de décroiser les politiques et stratégies parfois contradictoires ainsi que de mettre en lien les enjeux et les différents acteurs locaux. Des recommandations concrètes ont été construites à partir de la réalisation d'un diagnostic environnemental et sanitaire du territoire, de l'étude des

actions envisagées et de la consultation des acteurs locaux. Elles ont pour ambition d'engager le CLS Est-Béarn, le Plan climat air énergie territorial (PCAET) Nord-Est Béarn, la Stratégie et plan d'action « Patrimoine naturel » et les documents d'urbanisme intercommunaux sur une même voie : la préservation de l'état de santé des milieux naturels et des habitants qui les constituent. Aussi, des fiches-actions inédites ont trouvé leur place dans le CLS telles que celle sur « l'intégration d'un CBS ». Très opérationnelle, la fiche liste les enjeux et impacts sur la santé des humains et de la biodiversité d'un CBS, les objectifs stratégiques, un descriptif de l'action, les sources de financement, un calendrier prévisionnel, les partenaires de l'action, son suivi et évaluation.

Mise en perspective et recommandations

Adopter une approche écosystémique de la santé au sein des territoires passe par un renouvellement des habitudes de travail au sein des collectivités. L'élaboration des politiques publiques, qui plus est lorsqu'elles sont structurantes, doit inclure l'ensemble des services sur lesquels elles auront un impact y compris indirect. Aujourd'hui, en raison d'un manque de ressources humaines, financières et en l'absence de formation à d'autres modes de collaboration, les administrations et collectivités peinent parfois à mettre en place une gouvernance transversale et transdisciplinaire qui aboutirait plus facilement à des politiques publiques cohérentes les unes avec les autres.

Pour mener à bien une EIS, l'implication d'élus et de l'ensemble des services dans la gouvernance du projet est indispensable, aussi elle permet d'expérimenter la transversalité, de s'acculturer à de nouveaux enjeux (ici, les liens entre santé et biodiversité). Comme le souligne l'EIS présentée ci-dessus, l'analyse de l'aménagement du territoire puis la conception du CBS et la phase de test ont déjà des impacts sur les déterminants de santé, par exemple :

- une meilleure connaissance du territoire pour les personnes travaillant sur l'étude ;
- une meilleure compréhension de l'aménagement urbain du territoire qui favorisera à terme son attractivité ;
- la participation à un processus démocratique impliquant une pluralité d'acteurs ;
- la construction d'un nouveau bâtiment tenant compte du CBS et donc la réhabilitation du bâti ;
- la montée en compétence des urbanistes, bailleurs sociaux, aménageurs et architectes et l'appropriation d'un nouvel outil.

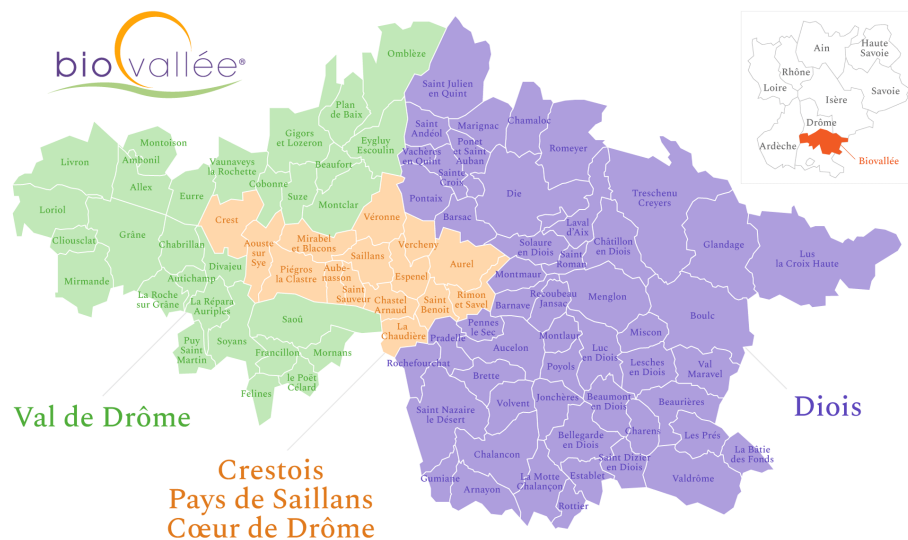
Des objets d'EIS comme l'étude de la prochaine stratégie régionale biodiversité ou par exemple des trames écologiques favoriseraient la rencontre des acteurs de la santé et de la biodiversité. Par ailleurs, de manière générale, il serait pertinent d'établir un suivi post-EIS. L'enjeu serait d'accompagner les décideurs et techniciens dans la mise en œuvre des recommandations et idéalement quantifier et qualifier les bénéfices de l'EIS sur les politiques ou projets concernés.

S'agissant des CLS, jusqu'à maintenant les enjeux liant santé et biodiversité sont absents, le CLS de la communauté de communes nord-est Béarn fait figure d'exception. La généralisation de ce type de CLS participerait au décloisonnement des politiques publiques.

En savoir plus

<https://santeetterritoire.files.wordpress.com/2021/05/eis-ccneb-rapport-08.02.21.pdf>

FICHE 3 / LE PROJET BIOVALLÉE DE LA DRÔME : UNE DÉMARCHE PROGRESSIVE



La Biovallée de la Drôme, soit la réunion de quatre communautés de communes, incarne un territoire leader qui a fait de l'agriculture biologique et de l'agro-écologie « une voie d'avenir ». Pour illustration, en 2020, 35 % de sa surface agricole utilisée (SAU) était occupée par des cultures bio ou en reconversion contre une moyenne de 8,5 % en France. Cet exemple de transition vers l'agro-écologie n'est pas uniquement un projet agricole sinon un projet territorial d'envergure au carrefour des enjeux sanitaires, environnementaux et de justice sociale.

Le renouveau de ce territoire est le fruit d'un long processus encore en cours ayant débuté dans les années 1990. Dans un premier temps, il a été question de la structuration des filières bio de manière à valoriser l'agriculture biologique et plus largement maintenir l'agriculture sur le territoire. Dans les années 2000, l'enjeu était de relocaliser les outils de transformation pour offrir des débouchés à la filière. De plus, une plateforme de démultiplication de semences a été créée pour permettre aux agriculteurs de profiter de semences adaptées au territoire. Une filière de plantes aromatiques et médicinales de renommée internationale a été déployée si bien que deux entreprises se sont installées en créant des centaines d'emplois. À partir de 2009, la Vallée de la Drôme remporte l'appel à projet Biovallée financé par la Région dont l'ambition était de faire de ce territoire un projet de référence de l'agriculture durable en se donnant des objectifs ambitieux : 50 % d'agriculture biologique, diminution de moitié des produits phytosanitaires utilisés sur le territoire, et 80 % de produits bio et locaux dans la restauration collective d'ici 2015 ainsi que la création d'un cluster bio. Il s'agissait de développer une filière de transformation et ainsi donner jour à une plateforme de distribution en s'appuyant sur les industriels et l'expertise de la Chambre d'agriculture. Ce dernier projet avorte en raison de la défection des acteurs pour des logiques de rentabilité économique. Toutefois, en parallèle, fleurissent des initiatives modestes qui se sont professionnalisées progressivement : une épicerie coopérative dont la clientèle représentait 10 % de la population de la vallée en 2020, une plateforme de distribution coopérative à destination des cantines qui ont permis d'introduire des produits bio et/ou locaux dans 60 % des repas, un développement de la phytothérapie par les producteurs locaux, ou encore une pépinière et une foncière agricole pour accompagner les agriculteurs.

D'un projet agricole naît un projet alimentaire dont la réussite repose entre autres sur une démarche dite de « stop and go » ou essai/erreur en français sur le long terme, revendiquée par ceux qui pilotaient le projet et qui a donné toute latitude pour financer des projets risqués politiquement. L'expérience déçue du déploiement d'une filière de transformation il y a quelques années a permis de revoir la feuille de route en portant ses efforts sur la société civile et ainsi intégrer d'autres acteurs dans la gouvernance. Sibylle Bui, chercheuse autrice d'une thèse sur la Biovallée, souligne l'importance d'adopter des objectifs larges et ambitieux mais non détaillés afin d'impliquer des acteurs au fur et à mesure en fonction de l'évolution du projet [169]. C'est grâce à une politique des petits pas et un portage politique fort qui dépasse le mandat des équipes municipales qu'une telle transition a pu voir le jour. L'approche systémique a rendu possible l'intégration d'enjeux autres que l'agriculture car tous les maillons du territoire ont travaillé ensemble. En 2020, les collectivités se sont engagées sur une nouvelle vision stratégique de long terme via leur « prospective agricole 2050 » qui a pour but d'accompagner l'adaptation des filières à l'agriculture de demain en intégrant les enjeux d'adaptation aux changements climatiques, de comportements alimentaires ou encore de biodiversité au cœur de leur programme d'actions.

Mise en perspective et recommandations

La démarche de la Biovallée illustre le succès d'une politique qui se déploie et s'étend progressivement à un projet de territoire. Cet exemple souligne l'intérêt à fonctionner par étape en acceptant les initiatives infructueuses pour en tirer des leçons et réorienter le projet sans l'abandonner. Associer une chercheuse à ce projet a probablement facilité la prise de recul vis-à-vis de l'action ou en tous cas démontre les efforts pour tirer des enseignements sur le long terme de l'expérience.

En Île-de-France, un appel à manifestation d'intérêt soutenant une logique semblable pourrait être lancé à destination des territoires agricoles de Seine-et-Marne. Le projet MOBIDIF (voir page XX), qui vise à proposer aux agriculteurs franciliens des outils pour mobiliser la biodiversité dans les pratiques agricoles, s'inscrit aussi dans une démarche progressive d'amélioration des performances socioéconomiques, sociales et environnementales de l'agriculture. Concernant un projet existant, l'intégration de nouveaux partenaires travaillant sur les enjeux de santé pourrait participer à l'expérimentation d'une nouvelle étape de développement concourant aux objectifs de préservation et promotion de la biodiversité d'une part et d'amélioration du cadre de vie et du bien-être des populations d'autre part. Il pourrait s'agir de la continuation d'un projet alimentaire territorial (PAT). Les PAT ont pour objectif de relocaliser l'agriculture et l'alimentation dans les territoires en soutenant l'installation d'agriculteurs, les circuits courts et les produits locaux dans les cantines notamment. Ils sont élaborés de manière collective à l'initiative des acteurs d'un territoire (collectivités, entreprises agricoles et agroalimentaires, artisans, citoyens, etc.). Prendre en compte la santé, par l'aspect « Une seule santé », dans les PAT est l'une des dimensions clef de ces projets aux côtés de leurs dimensions sociales, environnementales et économiques.

En savoir plus

<https://biovallee.net/projet-biovallee/>

<https://www.ors-idf.org/isee/nos-activites/evenements/journees/biodiversite-et-sante-queelles-perspectives-en-ile-de-france/>

7.2 Planification au regard des objectifs de santé et de préservation de la biodiversité

Vers quelle gouvernance et échelles d'action faudrait-il tendre pour mettre en œuvre des politiques publiques adaptées, cohérentes, associant une multiplicité d'acteurs ?

Comme le souligne le rapport du Conseil économique social et environnemental sur l'évaluation des politiques publiques de santé - environnement, seules des actions collectives qui demandent d'être au contact constant du terrain et des populations peuvent permettre de répondre à ces enjeux centraux ; « elles ne peuvent s'épanouir pleinement qu'à l'échelle territoriale en associant les collectivités » [170].

Les évolutions réglementaires successives (dont les plus récentes lois MAPTAM (Modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles et NOTRe (Nouvelle Organisation Territoriale de la République – voir précisions dans l'Encadré 19) a confié de nombreuses compétences aux EPCI. Ainsi, les collectivités territoriales, à cette échelle mais aussi au niveau des communes et des régions, notamment via les planifications [171,172], disposent de nombreuses compétences qui sont autant d'opportunités de créer des synergies entre politiques ayant un impact direct ou indirect sur le bon fonctionnement des écosystèmes et sur la santé des populations (voir Annexe 1).

Encadré 19 : De nouvelles compétences pour les collectivités

La loi MAPTAM, du 27 janvier 2014 avait pour ambition de restaurer les libertés locales en mobilisant l'intelligence territoriale, avec pour implication, d'une part, un nouveau statut pour les métropoles et d'autre part une nouvelle répartition des compétences. Ainsi, cette loi avait en premier lieu réintroduit la clause générale de compétence pour les départements et les régions (mais elle sera supprimée un an plus tard par la loi NOTRe, voir ci-après). Cette loi instaure des rôles de chef de file :

- pour le bloc communal dans les domaines des mobilités durables et de la qualité de l'air
- pour les régions dans les domaines du développement économique, les aides aux entreprises, le transport, la biodiversité, la transition énergétique et l'agenda 21.

Enfin, elle donne lieu à la création d'un pacte de gouvernance territoriale via la création d'une conférence territoriale de l'action publique, un instrument permettant aux collectivités d'organiser leur coopération, notamment l'exercice des compétences partagées.

La loi NOTRe Nouvelle Organisation Territoriale de la République voit le jour en 2015. Il s'agit d'une loi de simplification et clarification des compétences des collectivités.

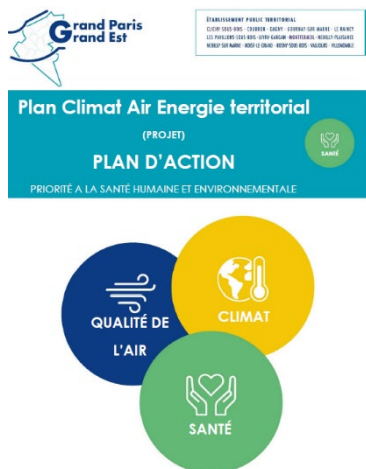
Les responsabilités de la Région sont renforcées en matière de développement économique (création du SRDEII), d'aménagement du territoire (est créé le schéma régional d'aménagement et de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) - la Corse, les Régions outre-mer et l'Île-de-France étant déjà dotés de schémas régionaux spécifiques.

L'enjeu de l'accessibilité des services à la population est renforcé via la création de dispositifs comme par exemple les maisons de services au public au sein des intercommunalités.

Ainsi, le rôle des Régions s'agissant des politiques de préservation de la biodiversité et d'aménagement est renforcée.

L'intercommunalité devient un acteur central de l'action publique sur le territoire permettant d'élaborer des politiques en matière de santé et biodiversité plus cohérentes et donnant la possibilité notamment à de petites communes de réaliser des investissements dont elle aurait été incapable seule.

FICHE 4 / LE PCAET DE GRAND PARIS GRAND EST : UN EXEMPLE DE NOUVELLES CONTRACTUALISATIONS



Partant du constat que « Notre santé est intrinsèquement liée à la qualité de l'environnement », Grand Paris Grand Est (GPGE) a souhaité placer l'humain et les interactions entre santé et environnement au cœur de son Plan Climat Air Énergie et Santé territorial (PCAET).

Les PCAET matérialisent les politiques énergétiques et climatiques des collectivités territoriales. Initialement impulsée selon une approche volontaire (Déclinaison du Plan climat national – 2004), cette démarche est aujourd'hui régulée par un cadre législatif et réglementaire¹. Ils visent un traitement intégré et systémique des enjeux air - énergie - climat en s'appuyant sur l'échelle des compétences des intercommunalités (> 20 000 habitants) pour organiser l'action (échelle où convergent des politiques structurantes pour le territoire notamment dans le domaine de l'urbanisme).

Il s'agit d'un programme de 28 actions que les acteurs ont décidé d'engager pour accompagner le territoire et ses habitants dans sa transition vers le bien-être humain, la santé, le ralentissement du réchauffement climatique et la préservation de l'environnement. Ce PCAET adopté le 5 avril 2022 est en cours de mise en œuvre pour les six années à venir.

Il s'agit d'une démarche exemplaire qui par ailleurs, a été soutenue dans le cadre de l'appel à manifestation d'intérêt « Santé environnement aménagement durable » émanant du PRSE 3. Au niveau régional, les principaux thèmes dont relèvent les actions inscrites dans ces plans² sont la mobilité, la consommation/alimentation/déchets, le bâtiment, les énergies renouvelables, l'aménagement et l'urbanisme et l'énergie. La place de la santé reste très mineure, de même que celle de la biodiversité, alors qu'il existe notamment des solutions d'adaptation au changement climatique fondées sur la Nature (ou SaFN) à même de répondre au défi sociétal de l'adaptation³. GPGE, en plaçant la santé au cœur de son dispositif, englobe dans son plan de nombreuses politiques sectorielles et confère à sa démarche une grande transversalité. À titre d'exemple, dans son Axe 1 « Construire un territoire sain, naturel et anticipant le changement climatique », une série d'actions prône un Plan local d'urbanisme intercommunal (PLUi) d'anticipation environnementale qui :

- améliore la qualité de l'air et favorise l'activité sportive et la santé ;
- promeut un territoire résilient aux effets du changement climatique ;
- préserve les espaces naturels, enrichit la biodiversité et augmente la présence de la nature en ville.

Avec pour conditions de réussite l'association étroite du service PCAET à l'élaboration du Projet d'Aménagement et de Développement Durable (PADD) et du règlement et l'implication large des parties prenantes dans l'élaboration du PLUi : acteurs locaux, associations environnementales, experts et chercheurs (de l'urbanisme écologique, de la santé...).

Une autre action (action 4) vise à mener un projet pilote d'une opération d'aménagement intégrant l'anticipation climatique par la prise en compte des données environnementales

¹ Loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, art. 75 (J.O. du 13 juillet 2010) et Loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance vert, art. 188 (J.O. du 18 août 2015)

² Voir état d'avancement des PCAET franciliens au 16 juin 2021 <https://www.arec-idf.fr/evenements/conference-pcaet/>

³ Voir article #28 - Intégrer les solutions fondées sur la nature dans les PCAET <https://www.construction21.org/france/articles/h/dossier-adaptation-integrer-les-solutions-fondees-sur-la-nature-dans-les-pcaet.html>

de 2050 dans toutes les dimensions pour en faire un exemple en matière d'écologie et de santé. Cela implique un partenariat fort entre l'établissement public territorial Grand Paris Grand Est et la ville ou les villes concernées, et un accompagnement d'experts (urbanistes et architectes spécialistes du bio-climatisme, écologues, naturalistes, professionnels de santé...).

Mise en perspective et recommandations

La prise en compte de la santé dans toutes les politiques se heurte à des difficultés liées à la non-prise de conscience des acteurs des services de leur rôle dans la prévention ; à la répartition sectorielle de la gestion des risques (gestion des déchets, des nuisances sonores, risques technologiques...) et à un secteur médico-social centré sur le soin. Les approches sectorielles montrent leurs limites et témoignent de la nécessité de se tourner vers une approche plus intégrée des systèmes de production, comme en témoigne l'échec du plan Ecophyto (voir partie 5.2 p. 51). Les rares exemples existants, comme celui présenté dans la fiche, reposent sur une démarche volontaire qu'il faudrait généraliser par l'incitation ou par le biais d'une réglementation encadrant cette territorialisation de la santé - environnement à l'échelle des établissements publics de coopération intercommunale (EPCI). En effet, la création d'une compétence partagée obligatoire de santé environnement / « une seule santé » pour les EPCI, en lien avec les villes et communes concernées permettraient de faire gagner en cohérence et en synergie les actions incorporant les dimensions, santé, environnement et biodiversité. En l'absence de réglementation, on observe une dynamique positive mais hétérogène selon les territoires. Une coordination à l'échelle de l'EPCI pourrait être envisagée, avec des moyens pour la faire vivre. La désignation d'un coordonnateur qui mettrait en place des actions (il en porte certaines et aide les autres acteurs à en développer), ferait vivre le réseau d'acteurs locaux, ferait le lien avec les élus, avec les services de l'EPCI et de communes dotées de SCHS apparaîtrait fort utile.

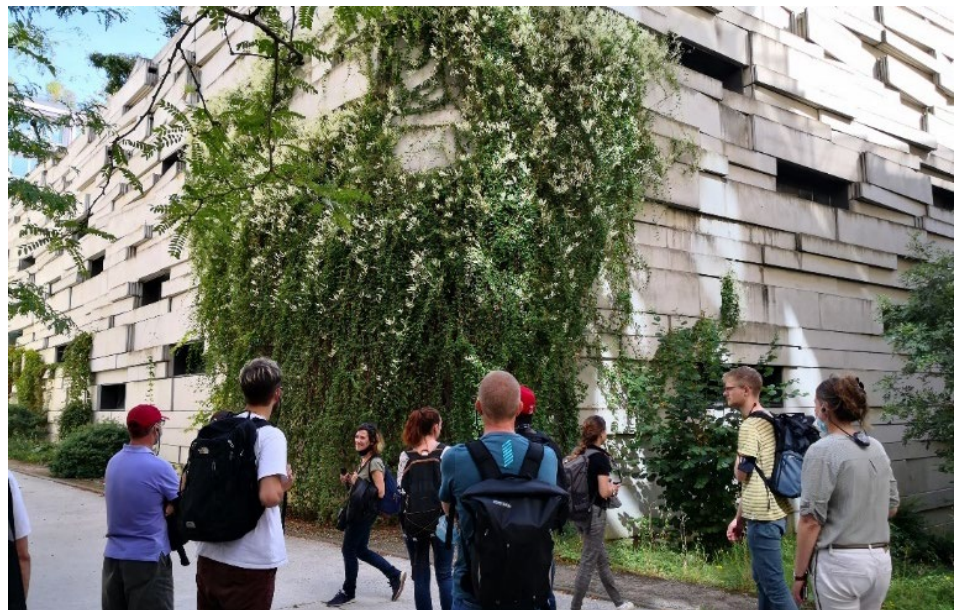
Plus généralement, la nécessité d'une plus grande cohérence des politiques territoriales incorporant les dimensions, santé, environnement et biodiversité et d'une dynamique portée par l'État et les territoires est mise en avant dans différentes réflexions en lien avec l'implication des territoires dans le champ santé environnement [17,173]. Parmi les recommandations qui sont faites, est pointée celle d'amener les conseils régionaux à se mobiliser pour apporter des réponses au mot d'ordre « une seule santé ». À ce titre, les processus de contractualisation entre l'État et les collectivités territoriales, tels que les Contrats de plan État-Région (CPER) et Contrats de relance et de transition écologique (CRTE), apparaissent comme des outils particulièrement efficaces. Afin de renforcer les collaborations en matière de santé, environnement et biodiversité, il pourrait être envisagé l'intégration des PRSE aux CPER et aux CRTE. La Région, dotée d'une compétence exclusive pour élaborer les Schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET), opposables à un ensemble de schémas infrarégionaux, en termes d'urbanisme et de pollution de l'air¹, est susceptible de jouer un rôle essentiel dans la définition des règles d'aménagement du territoire. Alors qu'elles ont une incidence sur les déterminants majeurs de santé, la procédure d'adoption des SRADDET ne prévoit pas de consultation des Agences régionales de Santé (ARS) qui portent les questions de santé au niveau régional. Ainsi, une obligation de mise en cohérence des PRS/PRSE et SRADDET dans la définition d'objectifs communs de prévention conforme au PNSE serait particulièrement pertinente.

En savoir plus : <https://www.grandparisgrandest.fr/fr/plan-climat-air-energie-et-sante-territorial-pcaet-sante>

¹ Le SCoT doit prendre en compte les objectifs du SRADDET et en revanche doit être compatible avec les règles générales du fascicule du SRADDET.

FICHE 5 / PRISE EN COMPTE EXPLICITE DANS LES DOCUMENTS D'URBANISME

La crise de la Covid offre un nouvel éclairage sur les relations entre l'urbanisme, la santé et la biodiversité. Alors que les grandes métropoles ont été les plus touchées par la crise, plusieurs débats ont émergé avec d'un côté l'idée d'un grand retour de l'hygiénisme dans l'urbanisme et de l'autre, un meilleur partage de l'espace avec le vivant. L'urbanisme hygiéniste colporte avec lui la peur du « sauvage » (rongeurs, insectes, prédateurs opportunistes...). Si cette approche-là a permis d'éviter la propagation de maladies (peste, choléra), elle a isolé les urbains de la nature et rendu les villes plus minérales. La prise de conscience de l'importance de la nature de proximité, de l'intérêt des espaces de nature pour la régulation (fraicheur urbaine, gestion de l'eau, amélioration de la qualité de l'air) montre aussi une autre voie dans laquelle l'urbanisme est pensé avec la nature afin de favoriser entre autres la santé des habitants. Cela a permis de casser certains dogmes (comme la densité à tout prix) et elle appelle à un changement de paradigme mettant la biodiversité au cœur de l'aménagement urbain. Comme le rappelle le Plan Urbanisme Construction Architecture (PUCA), la crise de la Covid a souligné l'urgence à mobiliser des ressources et définir des mesures pour qu'urbanité, sobriété, biodiversité et santé soient conciliables [174]. En quelques mois, on est passé du sujet "nature en ville" (avant la crise) à la nécessité d'une pensée systémique pour inventer un "éco urbanisme" ou un nouvel hygiénisme fondé sur la santé - environnement.



Crédit photo : Marc Barra – ARB Île-de-France

Pour autant, les travaux et démarches en faveur de la santé et de la biodiversité dans l'urbanisme sont encore largement dissociées. D'un côté, plusieurs structures s'intéressent au concept d'urbanisme favorable à la santé, notamment à travers les travaux de l'EHESP qui développe depuis 2011 un axe transversal de recherche, d'expertise et de formation sur la thématique urbanisme et santé, qui a mené à la parution du guide *Agir pour un urbanisme favorable à la santé : concepts & outils*, en se nourrissant notamment des travaux de l'OMS [61]. Elle a abouti à un cadre de référence définissant sept axes d'action pour agir pour un urbanisme favorable à la santé :

- Réduire les polluants, les nuisances et autres agents délétères ;
- Promouvoir les comportements de vie sains des individus ;
- Contribuer à changer le cadre de vie ;
- Identifier et réduire les inégalités de santé ;

- Soulever et gérer, autant que possible, les antagonismes et les possibles synergies entre les différentes politiques publiques (environnementales, d'aménagement, de santé etc.) ;
- Mettre en place des stratégies favorisant l'intersectorialité et l'implication de l'ensemble des acteurs, y compris les citoyens ;
- Penser un projet adaptable, prendre en compte l'évolution des comportements et modes de vie.

Dans le même temps, plusieurs travaux se sont intéressés à imaginer un urbanisme plus perméable et favorable au vivant, notamment par le biais des travaux de Philippe Clergeau, appelant à un changement de paradigme de l'urbanisme afin de faire advenir une « nouvelle forme d'urbanisme écologique faisant place à tout le vivant ». Dans *Urbanisme et biodiversité*, ouvrage collectif rédigé par des spécialistes issus de disciplines variées (écologues, géographes, urbanistes, paysagistes, architectes, ingénieurs, géomaticiens, philosophes, sociologues, etc.), il propose de nombreux éclairages thématiques, par exemple le rôle climatique de la végétation ou plus généralement celui des solutions fondées sur la nature pour améliorer la résilience des villes. De nombreux exemples issus du Concours Capitale Française de la Biodiversité, animé par l'ARB Île-de-France témoignent de l'évolution des mentalités quant à la place de la nature en ville.

Mise en perspective et recommandations

De nombreuses synergies existent pour améliorer la santé et le bien-être en ville tout en favorisant la biodiversité. En voici quelques exemples :

- conserver davantage d'espaces végétalisés en pleine terre, pour rafraîchir ou gérer les eaux pluviales,
- résorber les inégalités environnementales en augmentant la part d'espaces verts accessibles pour les habitants,
- s'appuyer sur la végétalisation pour capter les polluants et améliorer la qualité de l'air,
- créer des trames vertes utiles à la fois pour les humains et les non humains, en cohésion avec les trames brunes et noires.

Davantage de dialogue est nécessaire entre ces disciplines, en particulier pour dépasser certains blocages, à l'instar des espèces non désirées (moustiques, pigeons, plantes allergènes), pour trouver le meilleur compromis dans la conception et la gestion des espaces végétalisés, pour identifier les secteurs prioritaires (zones à renaturer en lien avec des objectifs d'amélioration de la santé).

De nombreux outils peuvent être mobilisés, échelle par échelle. Par exemple, la révision du Schéma directeur de la région Île-de-France (Sdrif), aujourd'hui appelé Sdrif-E, pour Sdrif-Environnemental, initiée en 2022, porté par le Conseil régional, constitue une opportunité rare pour intégrer la santé dans l'ensemble des documents d'urbanisme de la région puisque de ce document découlent les SCoT et PLU. Le Sdrif-E est un document de planification stratégique élaboré par l'Etat et le Conseil régional, pensé à l'échelle du territoire régional. Contraignant sur le plan juridique, il a pour objectif, entre autres, de maîtriser la croissance démographique et urbaine, diminuer les inégalités spatiales, sociales et économiques entre les territoires, par exemple, en organisant l'offre en matière de mobilité ou en préservant les zones rurales et naturelles. Quant aux PLU / PLUi, ils sont des leviers puissants pour renforcer la place de la nature. Il est possible d'identifier davantage de secteurs à protéger ou à renaturer dans le zonage réglementaire, ou décider de mettre en œuvre des stratégies volontaires de renaturation pour offrir davantage d'espaces libres pour les habitants. Les Orientations d'Aménagement et de Programmation, comme les articles du règlement des PLU(i) sont aussi des leviers efficaces pour encourager la pleine terre, la création de haies ou de bandes enherbées au bord des habitations. Ils peuvent également inciter à la qualité écologique, par exemple en annexant des listes d'espèces locales ou en gérant les espèces allergènes.

L'expérimentation d'Évaluations d'Impact sur la Santé (EIS) de projets d'aménagement constitue un autre outil au service des collectivités territoriales pour estimer précisément en amont du projet les effets sanitaires directs et indirects induits afin de maximiser les bénéfices et réduire les externalités négatives. Au-delà du diagnostic, il s'agit d'établir des préconisations concrètes et réalistes pour contribuer à l'amélioration du bien-être et du cadre de vie des riverains ou usagers de l'espace. Cette évaluation pourrait intégrer une dimension relative au vivant (voir fiche n°2 p. 67) afin d'envisager des solutions fondées sur la nature en ville pour améliorer la santé des habitants.

Que ce soit au sein des directions des collectivités, dans la constitution des équipes, dans les formations destinées aux ingénieurs, dans les écoles de paysage ou d'architecture, les compétences en biodiversité et en santé doivent gagner en importance et en légitimité pour accompagner ce changement.

En savoir plus

« Urbanisme et biodiversité » <https://www.editions-apogee.com/architecture-urbanisme/619-urbanisme-et-biodiversite.html>

<https://www.ehesp.fr/2014/09/16/nouveau-guide-agir-pour-un-urbanisme-favorable-a-la-sante-concepts-outils/>

<https://www.capitale-biodiversite.fr/>

Intégrer la santé dans les documents d'urbanisme. Les carnets Pratiques de L'Institut Paris Region n°13. 2021. 132 p. En ligne :

https://www.institutparisregion.fr/fileadmin/NewEtudes/000pack2/Etude_2612/cp13_bat_web.pdf

FICHE 6 / VERS UNE MEILLEURE PRISE EN COMPTE DES USAGERS DANS L'ÉCLAIRAGE PUBLIC, L'EXEMPLE DE PLAINE COMMUNE



L'EPCI Plaine Commune a initié une remise à plat de sa politique lumière à l'occasion de la création d'un Schéma directeur d'aménagement lumière (SDAL). L'étude de deux ans, programmée entre l'été 2021 et le printemps 2023, comprend une étape initiale de consultation des habitants au travers d'une cartographie participative¹. Les habitants du territoire ont été invités à partager leur expérience et leur ressenti de l'espace public nocturne et à émettre des propositions d'amélioration de l'éclairage public. Une carte interactive recense et localise les propositions classées selon cinq thèmes : l'environnement, la sécurité, les déplacements, « la ville pour tous » et enfin le patrimoine. En complément de cet outil, une cinquantaine d'habitants des neuf villes ainsi que des élus et des agents du territoire ont participé à des randonnées nocturnes. Il est également proposé aux habitants de mener leur propre balade de nuit et d'évaluer leur parcours en renseignant un questionnaire. Ces remontées permettront de connaître la perception de de la population en fonction de ses caractéristiques (âge, genre, situation...).

Le réseau actuel de Plaine Commune compte 42 000 points lumineux, soit un pour dix habitants. D'ores et déjà, a été identifiée la nécessité de réduire l'intensité des éclairages dans les différents espaces, bien supérieure à celle préconisée, ce qui contribue dans certaines zones à perturber non seulement la population, mais aussi la faune et la flore². Plaine commune mène en parallèle une réflexion pour développer une trame noire intégrée au SDAL. À côté de ces questions environnementales, patrimoniales et sécuritaires, la collectivité adosse également à sa démarche un objectif de réduction de sa facture énergétique.

Mise en perspective et recommandations

La question de la réduction des nuisances liées à la lumière artificielle apparaît pour la première fois dans le PNSE 4 [175]. La lumière artificielle nocturne (de l'espace public tout comme la lumière intérieure) est à la croisée de multiples enjeux (i) de santé humaine (perturbation du métabolisme global avec des atteintes sur le sommeil, l'immunité, le rythme cardiaque, la glycémie ou encore l'acuité visuelle), (ii) de biodiversité :

1 <https://villeouverte.lizmap.com/map/index.php/view/map/?repository=sdalpc&project=sdalpc>

2 <https://www.leparisien.fr/seine-saint-denis-93/eclairage-public-de-plaine-commune-quelle-nuit-voulez-vous-pour-votre-ville-07-02-2022-NFQEGNYBPRG57J52EMPBAGTSDU.php>

perturbations du cycle de vie nombreuses espèces animales et végétales (relation proie-prédateur, reproduction, migration, espace de mobilité...), (iii) de lutte contre le changement climatique (enjeu de sobriété énergétique), (iv) de cadre de vie (dégradation de la qualité du ciel nocturne, sentiment d'insécurité, sécurité routière¹). Ainsi, un standard de base de données d'éclairage public est notamment en cours d'élaboration. Ce standard permettra d'initier une cohérence dans la gestion des parcs d'éclairage et de faciliter la récolte des informations nécessaires aux études d'impact sur l'environnement et la santé. Cette orientation répond à l'objectif d'objectivation des enjeux de santé publique. Il est également prévu de renforcer la réglementation au sujet des enseignes ou publicités lumineuses.

La lumière artificielle nocturne, depuis son avènement, occupe une place grandissante dans l'espace public jusqu'à générer une véritable pollution lumineuse. Ce phénomène s'est de plus accentué ces dernières années avec la généralisation des diodes électroluminescentes (LED) dont les spectres sont plus riches en lumière bleue² que les ampoules qu'elles remplacent. Cette montée en puissance des LED s'explique par leur bien meilleur rendement énergétique associé à une grande souplesse d'utilisation qui occasionne un effet rebond au sujet de la pollution lumineuse.

Deux grandes logiques majoritaires régissent l'implantation des dispositifs d'éclairage : les SDAL et les trames noires. Les SDAL, notamment ceux de première génération, visent en premier lieu à valoriser le territoire et conduit bien souvent à une augmentation des supports lumineux (façades, éléments naturels, sols...), à une augmentation de la durée d'éclairage de l'espace public et à l'apparition de phénomènes de clignotement aux impacts sanitaires et écologiques encore non documentés. La trame noire dont l'objectif est de préserver la biodiversité, encourage quant à elle une grande sobriété lumineuse, souvent centrée sur les secteurs de trames vertes et bleues. Les enjeux de santé humaine, ne guident aucune de ces deux grandes politiques. Or, considérer la dimension biologique de l'être humain permettrait de faire sauter des verrous liés à l'acceptabilité sociale des mesures de réduction de l'éclairage tout en garantissant l'innocuité des mises en lumière pour faire émerger le concept de « trame lumineuse » tel que développé par L'Institut Paris Region [176]. Cela s'inscrirait en synergie avec les autres cibles de développement durable liées à l'éclairage (sobriété énergétique, économie financière, préservation du ciel étoilé et sécurité).

La démarche volontaire de Plaine Commune tend vers une approche plus globale et une prise en compte de la multiplicité des enjeux au sujet de l'environnement nocturne. En plaçant la perception et les besoins des habitants au cœur de la réflexion, Plaine Commune comble l'un des principaux angles morts des politiques d'éclairage³.

La question de la pollution lumineuse constitue une belle opportunité pour faire converger les enjeux de santé et d'écologie au sens large. En écho au PNSE 4, sa déclinaison francilienne (le PRSE) pourrait intégrer une action dédiée permettant d'inviter les acteurs du territoire à se questionner sur les enjeux sanitaires et de biodiversité dans la conduite de leur politique d'éclairage public. Cela serait d'autant plus judicieux que l'Île-de-France représente l'une des régions les plus touchées de France par la pollution lumineuse, avec des impacts qui se propagent jusque dans les régions limitrophes.

En savoir plus

<https://plainecommune.fr/vie-du-territoire/actualites/detail/actualites/eclairage-public-la-nuit-un-premier-compte-rendu-suite-a-la-concertation/>
<https://villeouverte.lizmap.com/map/index.php/view/map/?repository=sdalpc&project=sdalpc>

¹ Le lien entre la lumière et le sentiment d'insécurité, la sécurité urbaine et la sécurité routière sont souvent contre-intuitifs : un excès de lumière pouvant créer des situations inconfortables voire dangereuses.

² La lumière bleue LED active 70 fois plus les récepteurs photosensibles non visuels de la rétine que la lumière blanche d'une lampe fluorescente de même intensité (source : <https://www.inserm.fr/dossier/chronobiologie/>)

³ Note rapide 921 : Reconnecter l'éclairage public aux besoins des usagers

7.3 Amélioration des connaissances : expérimentation, recherche et évaluation à toutes les échelles

Le socle de toute action et de toute stratégie est la connaissance, favorisant la compréhension éclairée des risques potentiels et permettant ainsi d'appuyer et orienter la décision publique. Or, malgré un faisceau de preuves existantes, les lacunes de connaissances sont nombreuses et peuvent se traduire par une difficulté de justifier des politiques publiques plus engagées. Elles reflètent un besoin de recherche pluridisciplinaire au cœur des territoires hétérogènes et complexes. L'intérêt de telle ou telle politique publique peut être parfois d'autant plus difficile à démontrer qu'aujourd'hui il est complexe de quantifier ses bénéfices socio-économiques. Aussi, il apparaît fondamental d'une part de financer la recherche interdisciplinaire et de faire de la Région un acteur incontournable de la recherche et d'autre part de tirer profit des expériences de terrain et données disponibles à l'échelle du territoire pour fournir des outils d'aide à la décision.

FICHE 7 / DÉPLOIEMENT D'UN RÉSEAU DE CHERCHEURS : LES DOMAINES D'INTERET MAJEURS (DIM) DE LA RÉGION

Afin de soutenir plus efficacement les chercheurs sur son territoire, la Région Île-de-France propose des aides financières dans ce qu'elle appelle « des Domaines d'intérêt majeur (DIM) ». Pour la période 2017-2020, la Région a labellisé 13 DIM à la suite d'un appel à projets lancé pour identifier les sujets en émergence et susceptibles de générer des innovations. Le projet « Un monde, une seule santé » (1HEALTH) est l'un des neuf projets retenus. Il se fonde sur la triade santé - environnement, santé humaine et santé animale, domaines indissociables compte tenu de leurs étroites interactions. Le concept « une seule santé » a en effet émergé dans un contexte de changement climatique, de croissance démographique à l'échelle mondiale, de raréfaction des ressources naturelles, de pression sanitaire mouvante, dans la population humaine comme dans les populations animales.



Crédit photo : Marc Barra – ARB îdF

Dirigé par un comité de pilotage associant EnvA-Inserm-UPEC-ANSES-CEA-INRA, les partenaires initiateurs du projet, « [1HEALTH](#) » visent à renforcer la thématique infectiologie humaine et animale en Île-de-France. Il a pour objectif le développement de nouveaux concepts, notamment en vaccinologie, et l'intégration d'une dimension sociale et économique à la santé. Il vise à croiser les recherches entre acteurs d'institutions différentes, et à conduire à des améliorations diagnostiques, préventives ou thérapeutiques applicables rapidement (face notamment à des émergences et ré-émergences). Un large consortium, regroupant l'ensemble des institutions travaillant en infectiologie en Île-de-France et plus de 100 scientifiques et techniciens sont mobilisés. La Région labellise de nouveau le DIM 1HEALTH pour la période 2022-2026 renommé « DRIM1HEALTH 2.0 Un monde, une médecine, une santé »¹.

¹ Avec les Domaines de recherche et d'innovation majeurs (DRIM), la Région poursuit son action en faveur de projets de recherche structurants portés par des équipes pluridisciplinaires autour de thématiques scientifiques d'intérêt majeur.



Axes du DIM

AXE 1 :

Anticiper les émergences en infectiologie humaine et animale

- Apport des méthodologies à haut débit
- Etude des impacts environnementaux
- Surveillance épidémiologique



AXE 2 :

Prévenir et traiter les maladies infectieuses

- Approches innovantes de vaccination
- Nouvelles stratégies thérapeutiques (homme ou animal)
- Impact de la variabilité génétique des hôtes pour leurs défenses immunitaires face aux pathogènes et les réponses à la vaccination

AXE 3 :

Perceptions sociales de la prévention et de l'innovation en matière de maladies infectieuses

- Impacts des innovations thérapeutiques et diagnostiques
- Les transformations des relations entre humains et animaux

Mise en perspective et recommandations

S'agissant du nouveau DRIM, les projets soutenus, à l'heure actuelle essentiellement centrés sur l'infectiologie, pourraient incorporer davantage de disciplines dans l'objectif d'apporter une aide à la décision au niveau du territoire dense et connecté qu'est l'Île-de-France. Les travaux de recherche sur les zoonoses doivent notamment permettre d'apporter des réponses aux questions qui ont pu émerger dans le contexte de la crise sanitaire, notamment les enjeux d'émergence et de transmission intra-urbaines face au développement des continuités écologiques

Des projets interdisciplinaires comme le DIM pourraient s'avérer utiles pour améliorer la connaissance des risques posés par certaines espèces en Île-de-France, et étudier les solutions alternatives à l'emploi de la chimie ou de solutions perturbant le fonctionnement des écosystèmes, en lien avec des équipes de recherche en écologie. Par exemple en ce qui concerne la lutte contre les moustiques (voir § 3.1.3 p. 24) : une large palette de solutions existe mais peu sont réellement efficaces si la préservation de l'écosystème est prise en compte [177]. Au-delà des traitements chimiques de synthèses, l'utilisation de la lutte biologique est soit réalisée via l'intégration dans le milieu d'un pathogène ou d'un prédateur (guppy) soit par le développement des prédateurs naturels des moustiques. L'option la plus utilisée à l'heure actuelle est l'utilisation du BTI (*Bacillus thuringiensis subsp. israelensis*) qui consiste en la pulvérisation de cristaux ou de spores d'une bactérie produisant des toxines létales pour les larves de moustiques. Le problème est que l'innocuité directe ou indirecte de ce traitement sur les écosystèmes est largement débattue. Il existe par ailleurs un manque de recherche sur l'efficacité des mesures de contrôle par des prédateurs naturels (oiseaux, chauves-souris) auquel des expérimentations à l'échelle locale pourraient apporter des réponses utiles.

Sur le plan des relations effectives qui se nouent entre praticiens (infectiologues, écologues, généticiens des populations etc.), l'essentiel des collaborations porte sur la prévention de la maladie. À travers l'exemple de la forêt de Sénart (§ 3.1.3 p. 24), la détermination des espaces et environnements à risque en lien avec la distribution géographique du vecteur et son taux d'infection permet une « sympathie manifeste », malgré des « relations d'ignorance, de méconnaissance mutuelle » entre praticiens [178]. Quant au diagnostic et à la prise en charge médicale, ils s'appuient peu sur les savoirs écologiques et ceux acquis par le patient. Jusqu'à présent, les zoonoses ne rentraient pas dans le périmètre d'action des PNSE alors que ceux-ci sont à même de favoriser une gouvernance et des objectifs partagés sur l'ensemble des sujets (surveillance, recherche, formation, sensibilisation ...). Cela reste à mettre en pratique dans le cadre du PNSE4.

Par ailleurs, en matière de recherche interdisciplinaire, les bienfaits des espaces de nature sur le renouvellement de l'attention et la diminution de la fatigue mentale pourraient être des pistes de recherche à explorer davantage en matière de santé au travail.

En savoir plus

<http://www.dim1health.com/>

FICHE 8 / GUIDE SUR LE RÔLE ET LES BIENFAITS DU VÉGÉTAL SUR LA SANTÉ DES HABITANTS À L'ÉCHELLE D'UN QUARTIER : S'APPUYER SUR LES DIAGNOSTICS TERRITORIAUX

Une méthodologie d'évaluation et caractérisation des liens entre espaces végétalisés urbains et santé des habitants à l'échelle d'un quartier a été construite par l'Institut Agrocampus Ouest et financée par l'Agence régionale de santé des Pays-de-la-Loire et la Direction régionale et interdépartementale de l'environnement, de l'aménagement et des logements des Pays-de-la-Loire. Cette méthodologie a fait l'objet d'un guide publié en 2021 et a été expérimentée sur deux quartiers angevins : les quartiers « Saint-Laud » et « la Roseraie ».

Le guide produit est un outil d'aide à la décision qui peut être mobilisé pour tout projet d'aménagement ou de rénovation urbaine ou accompagner l'élaboration de plan de prévention en santé publique. À partir d'une étude poussée de l'offre en espaces végétalisés et de l'état de santé de la population locale, il s'agit d'établir un diagnostic afin de fournir des préconisations en termes d'aménagement favorable à la santé et d'inciter les habitants à fréquenter ces espaces. Cette méthode mêle les approches quantitative et qualitative puisque la caractérisation du territoire repose en bonne partie sur des retours d'expérience de la population. Il s'agit d'une démarche scientifique pluridisciplinaire regroupant des expertises relatives au végétal, à la santé, au paysage, à l'urbanisme et aux sciences sociales. Le guide s'adresse à tous les acteurs impliqués dans la conception de l'espace urbain et dans l'élaboration de politiques de santé publique à commencer par l'ARS et les services déconcentrés de l'État.

Pour la première fois, Agrocampus Ouest propose une méthodologie à la manière des études d'impacts sur la santé pour caractériser les espaces végétalisés, leurs usages et leurs effets sur notre santé et formuler des recommandations spécifiques en termes d'aménagement d'espaces végétalisés et de communication auprès des habitants en lien avec les déterminants de santé. Il peut s'agir de solutions d'aménagement visant à corriger les déséquilibres de l'offre en matière de qualité, de quantité ou de fréquentation des espaces et au regard des besoins des populations locales comme la constitution d'une « trame végétalisée », la valorisation des espaces par les usagers (ex : co-gestion) ou encore des actions ciblées à destination de publics qui les fréquentent peu [179].

Mise en perspective et recommandations

La méthodologie ci-dessus, détaillée dans le guide rédigé par Agrocampus ouest, pourrait être appliquée à un projet d'aménagement ou de réhabilitation d'espaces végétalisés francilien. Cette méthodologie s'applique à un type de projet bien spécifique – à savoir l'aménagement d'espaces végétalisés – mais d'autres ressources facilitant le diagnostic, suivi et accompagnement de politiques locales existent.

En Île-de-France, deux outils accessibles en ligne sont développés par l'ORS afin de faire ressortir les territoires aux enjeux sanitaires forts en raison des expositions environnementales et de la vulnérabilité des populations.

- L'application interactive « Santé environnement en Île-de-France : indicateurs et données » : <https://www.ors-idf.org/sante-environnement-en-ile-de-france-indicateurs-et-donnees/>
- La cartographie des secteurs de cumul d'expositions environnementales : https://cartoviz2.institutparisregion.fr/?id_appli=prse3

Les données relatives à la biodiversité sont sous-exploitées. Cependant une première collaboration entre l'ARB, l'ORS et le département Environnement de L'Institut Paris Region a permis l'intégration d'indicateurs territorialisés tels que l'accès des populations aux aménités vertes. Des mises à jour prochaines pourraient intégrer davantage d'indicateurs relatifs au fonctionnement des écosystèmes et à la biodiversité.

En savoir plus :

https://www.plante-et-cite.fr/ressource/fiche/637/espaces_vegetalises_urbains_et_sante_mesures_et_leviers_d_action_a_l_echelle_du_quartier

FICHE 9 / DES OUTILS POUR MIEUX ÉVALUER LA CONTRIBUTION DE LA NATURE EN VILLE À LA SANTÉ

Plusieurs études ont démontré les bénéfices de la nature en ville sur la santé. La présence d'espaces de nature en ville permet de diminuer l'anxiété [180], les dépressions [181], d'améliorer l'humeur [182] et de gagner en attention et en concentration [116]. D'autres travaux ont également réussi à mettre en évidence des seuils à partir desquels des effets positifs sur la santé sont constatés. En 2017, une étude américaine montre que les cas de stress et d'anxiété pourraient être réduits de 17 % à 25 % si le couvert végétal dépassait respectivement 20 % et 30 % [183] dans un rayon de 250 m autour du lieu d'habitation. Une autre étude menée en Pologne recommande un minimum de 45 % d'espace occupé par de la végétation ou des milieux aquatiques [93] au sein des quartiers, pour assurer un bon niveau de rafraîchissement de l'air, d'infiltration des eaux pluviales et d'évapotranspiration durant les vagues de chaleur.

Si les preuves des bénéfices de la nature sur la santé ne sont plus à fournir [134,184], des recherches complémentaires sont nécessaires pour mieux comprendre les liens directs et indirects entre nature et santé. En ce sens, deux exemples d'expérimentations sont détaillés ci-après.



Crédit photo : Marc Barra – ARB îdF

Une expérimentation concrète à Lyon sur le potentiel de rafraîchissement des arbres urbains

Dans le cadre de son plan climat, la Métropole de Lyon déploie des solutions de végétalisation de l'espace urbain pour atténuer l'effet d'îlot de chaleur urbain. C'est dans cet objectif que la rue Garibaldi, grand axe routier, a été réhabilitée en linéaire de promenade paysagère et ombragée sur plus de 3 km. La première tranche des travaux réalisée entre 2014 et 2016 a permis la conservation de plus de 80 arbres existants, ainsi que l'implantation de 150 nouveaux arbres, d'arbustes et d'herbacées de différentes espèces répondant à des critères écologiques et esthétiques.

Une des particularités du projet réside dans la réutilisation d'anciens passages souterrains pour les voitures transformés en réservoirs de stockage des eaux pluviales. En effet, en

période de canicule le mécanisme d'évapotranspiration de la végétation, permettant le refroidissement de l'air, est inhibé, les plantes conservent leur eau. L'utilisation de l'eau stockée pendant les périodes de pluies pour arroser la végétation permet de relancer ce mécanisme et de rafraîchir la ville.

D'après plusieurs campagnes de mesure conduites sur la rue Garibaldi, les arbres ont fait descendre en moyenne les températures de 1,78 °C à 2,33 °C en août 2016 et 2017. Pour les températures ressenties, l'écart entre les zones plantées et non plantées pouvait atteindre 10 °C de différence. Le projet se poursuit avec une nouvelle expérimentation d'irrigation en période de canicule pour dynamiser/renforcer l'évapotranspiration de la végétation.

L'outil SESAME : un exemple d'expérimentation scientifique à l'interface biodiversité et santé

L'étude SESAME (Services EcoSystémiques rendus par les Arbres, Modulés selon l'Essence) est un projet innovant, piloté par la ville de Metz, Metz Métropole et le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema). Cette étude est née de recherches menées depuis fin 2015 par la ville de Metz pour répondre à un ensemble de problématiques liées au réchauffement climatique, au maintien de la biodiversité et à la qualité de l'air, par des solutions fondées sur la nature et en particulier les arbres et arbustes. L'étude SESAME identifie pour 85 essences d'arbres et arbustes, les services écosystémiques rendus, notamment en termes de qualité de l'air, de support de biodiversité, de régulation du climat local, de séquestration du carbone, de cadre de vie et d'adaptation au changement climatique. L'étude prend également en compte les risques allergiques, la production de composés organiques volatils et les contraintes physiques (taille, système racinaire...).

L'étude a abouti à la création d'un outil opérationnel destiné à la Ville et aux aménageurs, apportant une aide à la conception dans le choix des essences à planter pour tout projet d'espace vert, en fonction d'une typologie des paysages identifiés sur le territoire, permettant d'adapter les contraintes et les possibilités. Cet outil sera transposable à d'autres collectivités, y compris avec des conditions climatiques et contraintes différentes (projet d'étude sur 200 à 300 espèces).

Un espace-test SESAME a été réalisé dans la ville de Metz, à l'intersection du boulevard de Guyenne et du boulevard Solidarité, un axe routier très fréquenté qui absorbe un trafic routier très important de l'ordre de 4 000 à 9 000 véhicules par jour. ATMO Grand Est, association agréée de surveillance de la qualité de l'air, est sollicitée pour évaluer la qualité de l'air sur ce site d'étude et déterminer l'impact potentiel de la végétation sur la qualité de l'air environnante et donc sur la santé des populations vivant à proximité. Les polluants mesurés pendant cette étude sont le dioxyde d'azote (NO₂) et les particules dont le diamètre est inférieur à 10 µm (PM₁₀), issus principalement du trafic routier.

Parmi les 18 espèces sélectionnées, certaines absorbent les polluants (par exemple le micocoulier de Provence) et d'autres sont favorables à la biodiversité (comme le sureau noir). Des capteurs seront mis en place sur cette zone et sur la zone d'en face pour comparer l'impact des végétaux sur la qualité de l'air et la biodiversité. Des campagnes de mesures seront réalisées tous les deux ans afin de vérifier l'impact potentiel des espèces plantées sur la qualité de l'air. Les concentrations mesurées à proximité du trafic routier seront comparées à celle présentes à quelques dizaines de mètres du trafic, avec ou sans barrière végétale environnante.

Mise en perspective et recommandations

Dans un objectif d'améliorer la santé sous toutes ses composantes (physique, mentale, sociale) via des politiques de nature en ville, plusieurs recommandations peuvent être formulées, notamment :

- Créer des îlots de fraîcheur végétalisés dans les zones urbaines fortement affectées par la chaleur urbaine ;
- Mettre en place des sites expérimentaux, à l'instar de l'expérimentation de Lyon Métropole, pour mesurer les bénéfices apportés par la végétation urbaine, avec ou sans arrosage ;
- Améliorer l'offre et l'accessibilité en espaces de nature dans les secteurs carencés identifiés par le Plan Vert de la région Île-de-France et tendre vers une conception et une gestion écologique de ces espaces verts ;
- Contribuer à la désimperméabilisation et la renaturation des surfaces minérales obsolètes (anciens parkings, friches, cours d'école et d'immeuble), qui emmagasinent la chaleur, au profit d'espaces végétalisés ;
- Entamer une réflexion sur le choix des essences à favoriser en Île-de-France dans les plantations urbaines, en s'appuyant sur une analyse multicritère, à l'instar de l'outil SESAME du Cerema ;
- Mettre en place des outils participatifs pour suivre les bénéfices apportés par la nature en ville aux citoyens.

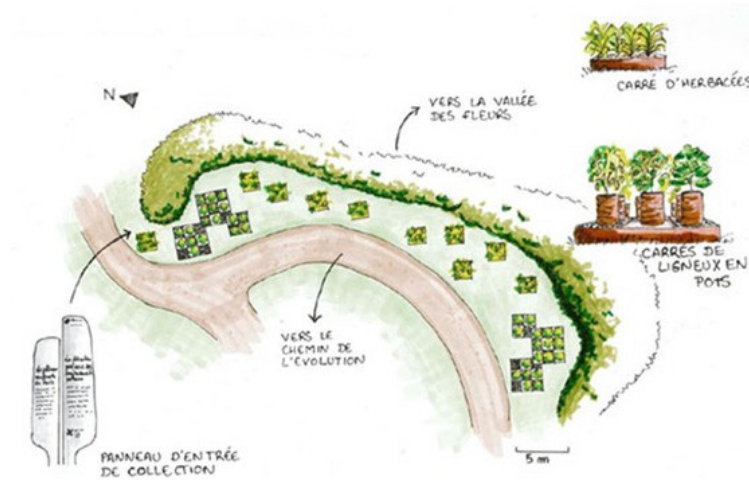
En Île-de-France, la santé est l'une des 4 orientations majeures de la Stratégie régionale pour la biodiversité 2020-2030 [186] avec l'objectif d'améliorer la santé et le bien-être de tous les Franciliens et de réduire les pollutions grâce à la nature. Plus récemment, le Plan Régional D'adaptation au Changement Climatique (PRACC) [187] voté en septembre 2022, prévoit la désimperméabilisation de 5 000 hectares d'ici à 2030 (cours, parkings, places et cimetières) en parallèle d'une incitation à développer des toitures et façades végétalisées, via le dispositif « 100 îlots de fraîcheur ». Ces avancées confirment la convergence des sujets santé et biodiversité, notamment en rapport avec les politiques de développement de la nature en ville.

En savoir plus

<https://www.cerema.fr/fr/actualites/sesame-integrer-arbre-projets-renaturation-urbaine>

<https://www.capitale-biodiversite.fr/experiences/requalification-de-la-rue-garibaldi-lyon-8eme>

FICHE 10 / UN POLLINIARIUM SENTINELLE® À PARIS : RENFORCER LES DISPOSITIFS DE SURVEILLANCE



Cet exemple illustre la convergence de la prise en compte des enjeux liés aux pollens allergisants dans deux politiques publiques, l'une en faveur de la biodiversité et l'autre en faveur de la santé - environnement, menées par la ville de Paris.

Historiquement, le projet Pollinarium sentinelle® a débuté en 2003 à la demande de médecins allergologues qui souhaitaient obtenir une information en temps réel des émissions de pollens. Ce concept basé sur l'observation quotidienne des plantes allergisantes réunies en un lieu unique a été expérimenté au jardin des plantes de Nantes entre 2003 et 2011. Se fondant sur le succès de ces recherches, l'Association des Pollinariums sentinelles de France (APSF) a été créée en 2011. Le Pollinarium sentinelle de Nantes, premier de ce type en France est devenu pleinement opérationnel en 2012 et d'autres Pollinariums ont été développés et implantés les années suivantes.

En ce qui concerne la ville de Paris, son projet d'implantation a émergé récemment suite à la mise en œuvre de deux politiques. D'un côté, le Plan biodiversité (2018-2024) [188], initié en 2019, vient renforcer les actions de la ville de Paris en faveur de la protection de la faune et de la flore et du développement de la place de la nature en ville. Son enjeu principal est d'accroître la végétalisation de Paris. Afin d'appréhender les enjeux sanitaires liés aux pollens allergisants et de les intégrer au mieux dans la gestion des espaces verts actuels et des projets urbains à venir, deux objectifs ont été déclinés dans ce plan au travers de l'action 29 « Faire de la biodiversité un atout pour la santé des Parisiennes et des Parisiens » :

- Réduire les sources de pollens allergisants en passant par l'élaboration d'une stratégie opérationnelle de conception et de gestion du végétal intégrant ce risque sanitaire ;
- Développer un Pollinarium et un sentier pollinier éducatif, afin d'optimiser l'observation de l'apparition des pollens allergisants à Paris et de sensibiliser le public à cette thématique.

D'un autre côté, le plan « Paris Santé Environnement » [189], adopté fin 2015 vise à mieux comprendre les enjeux sanitaires liés à l'environnement de vie, et à intégrer des objectifs d'amélioration de la santé des Parisiens dans le fonctionnement de la Ville et dans ses projets urbains. En particulier, l'action 16 de ce plan vise à prendre en compte un certain nombre de risques sanitaires lorsque l'on permet le développement de la biodiversité en ville. Il s'agit de promouvoir la santé tout en développant la biodiversité. Cette action fait écho à l'action 29 du Plan biodiversité, les deux fiches ayant été rédigées de concert, pour

permettre un double portage de l'action. En particulier, elle prévoit de travailler à la réduction des sources de pollens allergisants, en élaborant des recommandations sur le choix des espèces par exemple et en sensibilisant aménageurs et gestionnaires d'espaces verts. Un deuxième axe de travail consiste à renforcer le dispositif de surveillance pollinique et l'information des Parisiens et Parisiennes. Cette action de surveillance a conduit les deux services porteurs (Service Parisien de Santé Environnementale et Direction des Espaces Verts et de l'Environnement) à collaborer de façon étroite sur ces sujets. Ainsi, pour renforcer le dispositif actuel de prévention du risque allergique, la Ville de Paris a décidé de créer un Pollinarium sentinelle®.

Il s'agit d'un espace qui regroupe des espèces végétales locales dont le pollen est allergisant, dans des conditions représentatives de la région. Par l'observation quotidienne de ces végétaux, des jardiniers vont détecter en temps réel les périodes d'émission de pollens et vont pouvoir déclencher rapidement la diffusion d'alertes polliniques. Le Pollinarium permet ainsi de prévoir les pics d'émission de pollens et d'informer les professionnels de santé et les patients allergiques inscrits à un système d'alerte. Ceux-ci vont pouvoir ainsi adapter leur traitement en le commençant de manière préventive, avant même l'apparition des premiers symptômes et en le stoppant dès la fin des émissions de pollens. Ce Pollinarium poursuit également un objectif pédagogique. Les panneaux explicatifs mis en place dans ce jardin vont permettre de sensibiliser le grand public aux questions de l'allergie et du végétal en ville et à la reconnaissance des principales plantes allergisantes d'Île-de-France.

Outre les partenariats externes - Association des Pollinariums sentinelles de France (APSF), ARS Île-de-France, Airparif, Réseau national de surveillance aérobiologique (RNSA) -, ce projet mobilise fortement les équipes de la direction des espaces verts, que ce soit le service des sciences et techniques du végétal et de l'agriculture urbaine pour le pilotage du projet, la recherche du site et les plans de collecte, le Jardin botanique pour la signalétique mise en place, ainsi que les équipes du Parc Floral pour l'aménagement du jardin. S'agissant du volet sanitaire, le service parisien de santé environnementale fait le lien avec le médecin allergologue référent et a établi la liste des dix-neuf espèces allergisantes de la région qui seront implantées dans le Pollinarium parisien (neuf espèces d'arbres et dix plantes herbacées (graminées, etc.)).

Mise en perspective et recommandations

Le Pollinarium sentinelle mené par la ville de Paris comprend l'ensemble des espèces existantes dans un rayon de 50 km. Aussi, il est de nature à fournir des informations toutes aussi utiles aux habitants de la petite couronne.

En outre, des dispositifs participatifs existent en Île-de-France visant à surveiller l'émergence et maîtriser les risques sanitaires liés à la présence d'allergènes tels que :

- Pollin'air : une plateforme reposant sur un réseau de sentinelles permettant à quiconque de signaler l'état de floraison des plantes en Île-de-France et d'avoir accès en temps réel à une information sur les émissions de pollens allergisants à proximité.
- Plateforme signalement ambrosie : il s'agit d'une interface permettant à tous d'alerter sur la présence de l'ambrosie, une plante envahissante dont le pollen est fortement allergisant peu présente aujourd'hui en Île-de-France mais dont on craint l'implantation tant son expansion peut être rapide.

Ces dispositifs de surveillance s'appuient sur des réseaux de sentinelles qu'il est difficile de mobiliser : grand public, personnes allergiques, médecins, agents des espaces verts des collectivités, etc. Il est aujourd'hui décisif d'améliorer le recrutement et la formation des sentinelles pour favoriser les remontées de terrain ainsi que trouver de nouveaux partenaires pour augmenter le nombre de signalements. S'agissant du grand public, fortement incités à observer la biodiversité notamment dans les cours d'écoles végétalisées, certaines classes ne pourraient-elles pas rejoindre le réseau de sentinelles ? S'agissant des professionnels, notamment des allergologues et médecins généralistes,

peu sont impliqués et ont connaissance de l'existence de ces applications, comment parvenir à les mobiliser et les inciter à alimenter / consulter les données ?

Le renforcement des dispositifs de surveillance est d'autant plus nécessaire que les risques sanitaires évoluent en raison des changements climatiques rendant l'environnement plus propice à la prolifération des agents pathogènes (voir partie 3.1). La fermeture des laboratoires vétérinaires départementaux impose un état des lieux du système en place : les besoins, les acteurs, les compétences, les espèces à suivre en priorité. Aussi, en 2022, la région Île-de-France s'est engagée dans le plan régional d'adaptation aux changements climatiques (PRACC) à lancer une étude sur la structuration et le portage de l'épidémiosurveillance de la faune sauvage sur le territoire (Action 2.2). L'ambition est de s'équiper d'un système de veille et de prévention des maladies zoonotiques et émergentes efficient.

Ces dispositifs de surveillance dans le domaine de la santé rappellent les programmes de sciences participative centrés sur la biodiversité ou les outils de connaissance de la biodiversité dans les territoires comme les Atlas de la Biodiversité Communale (ABC). Faire converger ces programmes pourrait permettre aux chercheurs d'accumuler des données et d'effectuer des analyses croisées entre les deux domaines.

En savoir plus

<https://www.alertepollens.org/pages/pollinarium-sentinelle/>

7.4 L'appropriation et l'acculturation des acteurs

L'opération de rapprochement des enjeux de santé et de biodiversité ne se situe pas seulement au niveau institutionnel et académique mais elle doit s'opérer dans la pratique. S'il est essentiel de renforcer la production de données et développer des nouvelles méthodologies, le défi consiste aussi à combler le déficit de travaux concrets en favorisant le renforcement de compétences et de formation.

Jeunes étudiants, agents des collectivités territoriales, élus, professionnels de santé, aménageurs mais aussi acteurs du secteur agricole devraient pouvoir être informés des enjeux à l'interface santé-biodiversité et formés pour permettre la mise en œuvre de solutions. Non seulement il s'agit de fournir de l'information et sensibiliser les professionnels quant à l'intrication des problématiques de santé humaine et celles que pose la dégradation de la biodiversité mais également d'apprendre à parler un langage commun. L'effort de dialogue et l'appropriation mutuelle des enjeux contribuent à une prise de conscience des interdépendances et rend possible l'élaboration dans un même temps de politiques publiques de prévention et promotion de la santé et de préservation de la biodiversité.

Concrètement, des dispositifs d'accompagnement des professionnels incitent aux changements de pratiques sur les territoires et des documents cadres offrent des leviers pour entériner de nouvelles approches et méthodes dont l'efficacité dépend par ailleurs de l'association des citoyens ou usagers.

La prise en compte de nouveaux enjeux dans le cadre professionnel, à l'image des questions de biodiversité et de santé, nécessite une formation des personnes concernées et un accompagnement par des structures adaptées. Dans le domaine de la biodiversité, de nombreuses structures peuvent assurer cet accompagnement, comme les Agences régionales de la biodiversité dont l'une des missions consiste à apporter une ingénierie territoriale pour aider les collectivités à élaborer leur stratégie, à trouver des financements, à se rapprocher de partenaires sachants. Ces structures proposent aussi des formations ponctuelles ou permanentes sur les enjeux naturalistes (écoles régionales d'ornithologie, de botanique, etc.) ainsi que des formations professionnelles (gestion écologique des espaces verts, aménagement et biodiversité). Les structures associatives peuvent également assurer ce type d'apprentissage, à travers des référentiels de bonnes pratiques, des labels ou des ateliers pédagogiques. D'autres dispositifs ou outils sont également proposés par les acteurs de la recherche, en particulier les sciences participatives, permettant d'augmenter le niveau de connaissance tout en contribuant à la collecte de données.

FICHE 11 / LE DIPLOME D'ETABLISSEMENT ONE HEALTH EN PRATIQUES : LA FORMATION INITIALE ET CONTINUE



L'apprentissage d'un métier est aujourd'hui pensé de manière cloisonnée. Aussi, la transformation de l'action publique passe par un remaniement des formations initiales et continues en abordant les enjeux de manière transversale et en s'ouvrant à des profils variés. Dans le cadre du financement de la formation continue, l'accès à des diplômes universitaires interdisciplinaires est intéressante, ce d'autant plus que l'Île-de-France accueille des équipes de chercheurs hautement qualifiés et qui ont des compétences pour aborder les liens entre santé et biodiversité.

Le mise à l'agenda du mot d'ordre « Une seule santé » suppose la mobilisation d'une pluralité d'acteurs de la santé humaine, vétérinaire ou encore issus du monde de l'écologie. Les formations initiales et continues de l'ENSV, l'école d'application du corps des Inspecteurs de Santé Publique Vétérinaire, s'inscrivent dans une approche One Health dans le but d'approfondir les connaissances en santé publique et de mieux comprendre les déterminants de l'action publique.

Cette approche est par ailleurs le cœur du diplôme d'établissement « One Health en pratiques ». Celui-ci offre un espace de partage de connaissances et de compétences en s'adressant à la fois aux professionnels de l'environnement (gestionnaires de la biodiversité dans les Parcs naturels, nationaux ou régionaux ainsi que les espaces protégés), de la santé humaine (médecins, infirmiers, pharmaciens, professionnels de la santé publique et mentale), de la santé animale (vétérinaires, pharmaciens), des élus et agents des collectivités territoriales, des agences techniques (ARS, ORS, ARB etc.) de l'agriculture (ingénieurs agronomes, agriculteurs, chambres d'agriculture, groupements de défense sanitaire, organisations professionnelles). La formation se décline en trois objectifs : « l'identification des acteurs, du panorama et des enjeux autour de « Une seule santé », « la gestion des questions et risques émergents en lien avec la santé dans les territoires » et « la mise en réseau et échange de pratiques ».

Mise en perspective et recommandations

La formation initiale et continue est au cœur des changements de pratique pour agir, produire ou encore soigner en tenant compte de l'interdépendance entre le fonctionnement des écosystèmes, la santé animale et la santé de l'être humain.

Certes la sensibilisation aux enjeux est importante mais il est fondamental que les formations soient conçues pour permettre d'identifier des leviers d'action dans l'exercice de son métier et au mieux, qu'elles aboutissent à un projet collectif suivi dans le temps. En mobilisant l'intelligence collective par une compréhension partagée des mécanismes

à l'œuvre, des ateliers appelés « fresques » permettent à un groupe d'individus après avoir saisi les liens entre différents enjeux, d'identifier des pistes d'action. Aujourd'hui, plusieurs types de fresques existent (fresques du climat, de la biodiversité, de la ville, du numérique, Plan Health Faire etc.). VetAgrosup a récemment élaboré une fresque One Health.

Concernant les formations continues en santé-environnement et autour des enjeux de biodiversité, l'offre est croissante. Il est possible pour les acteurs du territoire de se tourner notamment vers le Centre national de fonction publique territoriale (CNFPT), L'Institut Paris Region ou encore l'EHESP. Quelques exemples de thèmes de formation pour les acteurs du territoire mêlant enjeux sanitaires et préservation de la biodiversité (adaptées en fonction du type de public : élus, agents d'espaces verts, professionnels de la protection maternelle et infantile (PMI), aménageurs, bailleurs sociaux, urbanistes etc.) :

- Espèces exotiques envahissantes
- Aménager, bâtir et rénover en favorisant la biodiversité
- Gestion écologique des espaces de nature en ville
- Ilot de chaleur urbain
- Végétalisation des cours d'école
- Aménagement et urbanisme favorable à la santé
- Paysages
- Adaptation au dérèglement climatique
- Trames écologiques
- Pollution de l'eau
- Pollution des sols
- Nuisances sonores
- Pollution lumineuse
- Transition agro-écologique des territoires
- Agriculture urbaine
- ...

En savoir plus

<https://ensv-fvi.fr/de-one-health-en-pratiques/>

FICHE 12 / DÉMARCHES VISANT À RÉDUIRE L'IMPACT ÉCOLOGIQUE DU SYSTÈME DE SANTÉ : ACCOMPAGNEMENT DES ACTEURS DE LA SANTÉ



Crédit: Marc Barra / Institut Paris Region

Plusieurs retours d'expérience de projets d'animation et de sensibilisation territoriales à la question de la contamination des milieux par les résidus médicamenteux, désinfectants et détergents permettent d'identifier des pistes d'action fondées sur une dynamique volontariste et incitative. Qu'il s'agisse de collectivités locales ou d'établissements de santé ou médico-sociaux, ces initiatives laissent entrevoir le rôle clef de la sensibilisation et de l'engagement des décideurs.

À titre d'exemple, dans le cadre du PRSE2, l'ARS Provence Alpes Côte d'Azur accompagne depuis 2009 une action régionale conduite par l'équipe d'hygiène du CHU de Hyères visant à promouvoir l'usage raisonné des détergents et des désinfectants dans l'entretien des locaux des établissements sanitaires et médico-sociaux¹. Outre l'appui institutionnel et financier de l'ARS, les retours d'expériences d'abord au niveau de l'action pilote locale du CHU de Hyères puis dans les 260 établissements volontaires de la région ont montré qu'il était indispensable de sensibiliser les directions fonctions achats entretien pour engager un changement de pratique dans sa politique d'achat. Ensuite, l'encadrement des pratiques d'entretien par la formation des professionnels et dans la mesure du possible la désignation d'un référent développement durable au sein de l'établissement ont constitué les facteurs de succès pour la conduite du changement des méthodes d'entretien et l'achat de produit. Le taux d'adhésion important (80% des établissements) ainsi que la motivation principale environnementale (95%) avant celle économique témoignent de la réussite de l'expérimentation. Malgré tout, la conduite du changement se heurte parfois à des difficultés liées à l'habitude (comme les idées reçues sur le rôle de la chimie et de l'eau de javel) ou à des contraintes techniques (passer par des centrales d'achat).

¹ <https://www.ors-idf.org/isee/nos-activites/evenements/journees/biodiversite-et-sante-queelles-perspectives-en-ile-de-france/>

Ce type de démarches préventives, qui passent notamment par l'information et la sensibilisation, nécessite des études et connaissances sociologiques pour formaliser la perception des risques, les attentes, les innovations en termes de pratiques ou les freins pour contribuer à de meilleurs usages et à limiter les apports à la source. Dans le cadre du projet pilote Sipibel-MédiATeS sur le site de Bellecombe¹, l'enquête de perception a permis de mieux comprendre comment sont perçus les différents enjeux liés à la présence de résidus de médicaments dans le cycle de l'eau, par les habitants du territoire, les professionnels de l'eau et les professionnels de la santé. Celle-ci avait mis en évidence l'intérêt de sensibiliser les acteurs de l'eau et de la santé à la problématique, mais pas de manière frontale ou isolée : soit en lien avec d'autres sujets de santé-environnement, soit dans le cadre d'une démarche particulière de type expérimental. L'implication des acteurs de santé - médecins, pharmaciens, infirmiers ou association - est indispensable à la fois dans les actions de formation dont ils peuvent bénéficier et en ce que leur position rend efficaces les actions de communication et de sensibilisation dont ils se font les relais. Avec un fort investissement des élus locaux, en association avec les chercheurs, le projet a donc réuni les acteurs de l'eau et de la santé de ce territoire pour co-construire un outil de sensibilisation, qui s'appuie sur un site web, des vidéos et de nombreuses ressources complémentaires. Toutefois, le processus de changement demeure complexe à mettre en œuvre du fait, d'une part du manque de temps que les professionnels de santé peuvent consacrer et du manque de données documentées sur les alternatives possibles.

Une autre initiative dite « Eco prescription » conduite par des médecins généralistes dans les Hautes-Vosges de janvier 2016 à décembre 2018 visait à informer les prescripteurs et le public sur les effets des résidus médicamenteux, dresser un état des lieux et évaluer l'impact des actions de sensibilisation sur les changements de comportement des acteurs². Un premier volet concernait le retour des médicaments non utilisés (MNU) en pharmacie et la collecte des Déchets d'activité de soins à risques infectieux (DASRI) auprès des éleveurs. Depuis 1993, le dispositif Cyclamed existe au niveau national pour la collecte et le recyclage des MNUs mais les résultats ne sont pas ceux escomptés. La sensibilisation des professionnels de santé territoriaux (médecins généralistes, pharmaciens, vétérinaires) et de la population par différents médias sur la zone d'expérimentation a démontré un impact positif sur le retour des MNUs et DASRI. Le deuxième volet d'action visait la prise de conscience et la mobilisation en amont des prescripteurs ; d'une part en agissant sur la délivrance de doses adaptées et d'autre part sur le choix des molécules en intégrant le score de toxicité environnementale « indice PBT » (Persistance, Bioaccumulation, Toxicité). Sur une échelle de 0 à 9, l'indice exprime les caractéristiques intrinsèques écotoxiques de la substance, dommageables pour l'environnement. Il prend en compte sa persistance dans les milieux, sa capacité de bioaccumulation et son niveau de toxicité. Cet indice s'intègre déjà dans un plan global de prévention et de sensibilisation dans des pays comme la Suède.

Mise en perspective et recommandations

L'essaimage de cette expérimentation favorisant chez les prescripteurs la prise en compte de l'aspect environnemental de leur décision pourrait être envisagé d'autant que la Convention nationale des pharmaciens titulaires d'officine (2022) consacre dans son article VII le rôle du « pharmacien, acteur de l'écologie » [190]. Considérant la dispensation à l'unité du médicament comme l'une des missions du pharmacien et encore trop peu mise en place, la convention prévoit une rémunération pour inciter le pharmacien à la pratiquer. La sensibilisation des professionnels et du grand public a fait ses preuves. Comme évoqué dans la fiche 1, l'utilisation raisonnée des médicaments constitue un sujet d'intérêt pour l'ensemble des professionnels de santé - humaine et animale - autour duquel il y a matière à expérimenter en associant les populations. Plus généralement, pour lever la contrainte liée au manque de temps à consacrer à la prévention et promotion de la

¹ <http://www.graie.org/Sipibel/index.html>

² <https://www.ors-idf.org/isee/nos-activites/evenements/journees/biodiversite-et-sante-quelles-perspectives-en-ile-de-france/>

santé, il est nécessaire de repenser la rémunération des professionnels de santé et leur permettre de percevoir des compléments de revenus ou encore recruter des personnes dédiées à la santé - environnement dans les établissements sanitaires.

L'Assistance publique – Hôpitaux de Paris (AP-HP), plus grand CHU d'Europe et premier employeur d'Île-de-France, constitue un levier considérable pour accélérer les changements de pratique d'entretien. Qui plus est, en raison de son poids économique, elle dispose de leviers pour transformer les marchés publics en mettant en place un usage raisonné des produits détergents et désinfectants ainsi que des alternatives écologiques tout aussi efficaces. Il reste à convaincre les décideurs notamment les directions achats qui doivent être motrices de la dynamique.

En ce qui concerne les acteurs de l'offre de soin, l'approche visant la réduction du risque est fondamentale mais ne saurait suffire d'autant que, comme cela a été démontré dans la partie 4.2.3 p. 43 les espaces de nature peuvent avoir des bienfaits thérapeutiques. D'après l'Américain Horticultural Therapy Association, le jardin à visée thérapeutique, défini comme un environnement dominé par les plantes, conçu pour faciliter l'interaction avec les éléments thérapeutiques de la nature de façon passive ou active selon sa conception et les besoins des usagers, intervient comme support des activités d'hortithérapie. L'hortithérapie vise à l'utilisation des plantes et du végétal comme médiation thérapeutique sous la direction d'un professionnel formé à cette pratique pour atteindre des objectifs précis adaptés aux besoins du participant [43]. Ces jardins nécessitent une construction participative avec les patients et les professionnels de santé afin qu'il soit adapté à l'esprit du lieu, aux spécificités des usagers et de leurs pathologies. En France, l'étude du rôle du jardin dans le rétablissement de patients hospitalisés en psychiatrie au Centre hospitalier universitaire (CHU) de Saint-Étienne démontre une atténuation des symptômes : amélioration de l'estime de soi, diminution des symptômes de l'anxiété et de la dépression, régulation des émotions, gestion de l'impulsivité, autonomie etc. [121]. Au CHU de Nancy, la neurologue Thérèse Rivasseau-Jonveaux utilise le jardin thérapeutique pour la prise en charge non médicamenteuse de patients atteints de la maladie d'Alzheimer mettant en avant de nombreux bienfaits : stimulation de la mémoire visuelle et auditive, attention, travail du langage, orientation dans le temps et l'espace, etc. [127]. Mais si la reconnaissance des bienfaits thérapeutiques et la pratique associée dans des unités pédiatriques, de psychiatrie ou de soins palliatifs sont bien développés dans les pays scandinaves ou aux Etats-Unis, elles restent encore assez méconnues et manquent de légitimité en France. De même, pour obtenir un diplôme en hortithérapie, il faut se rendre à l'étranger.

Un enjeu important pour le développement des jardins thérapeutiques est donc de sensibiliser les décideurs aux bienfaits et co-bénéfices de ces jardins. Malgré une absence de recensement national, des expérimentations de jardins thérapeutiques sont connues en France et en Île-de-France que la Fédération Jardins Nature Santé essaie d'accompagner et rassembler au niveau national. En Île-de-France, deux entreprises à vocation sociale sont répertoriées (Terr'Happy et MétaNATURE®). La Fondation Médéric Alzheimer en partenariat avec l'association Jardins et Santé a notamment publié un guide pratique « Conception et élaboration de jardins à l'usage des établissements sociaux, médico-sociaux et sanitaires » [191]. Depuis 2004, l'association Jardins & Santé regroupe des bénévoles, amateurs et professionnels de jardins mais aussi professionnels de santé convaincus de la nécessité de rétablir un lien entre l'homme et la nature. L'action de l'association est tournée vers le soutien à la création de jardins dans les établissements hospitaliers et médicosociaux qui accueillent des personnes atteintes notamment de maladies cérébrales – autisme et TED, maladie d'Alzheimer, épilepsies, dépression profonde, etc. Si un jardin est source d'équilibre pour une personne sans pathologie spécifique, il l'est a fortiori pour des sujets ayant des handicaps mentaux ou physiques, séjournant de manière prolongée ou définitive dans des lieux de vie et de soins¹.

¹ <https://www.jardins-sante.org/index.php>

Par ailleurs, bien qu'il existe plusieurs associations et une fédération dédiées à ce thème, peu de responsables d'établissements savent comment procéder pour réaliser un jardin adapté, pérenne et durable, bénéfique à la fois au fonctionnement de l'établissement et aux personnes accueillies. Ainsi, il semble qu'il soit aujourd'hui nécessaire de trouver un moyen de répondre aux questionnements des professionnels de santé et du paysage par des conseils et des recommandations pratiques et étayées.

En outre, des études ont montré l'effet positif de la présence d'un jardin dans un secteur hospitalier sur le burnout et l'efficacité des soignants [120,122,123]. Aussi, des initiatives se développent comme celle portée par l'association Biodiversanté qui accompagne et récompense des établissements ayant mis en place des actions au sein de leurs aménagements paysagers. Il s'agit de faire de l'établissement de soin un lieu conjuguant approches sanitaire, paysagère et écologique. Relevant de dispositifs innovants, une idée pourrait être de s'appuyer sur la recherche interventionnelle en santé publique afin d'accompagner le développement d'expérimentations. Celle-ci permet à travers un partenariat entre chercheurs et soignants de rendre ces derniers acteurs de la transformer, d'évaluer l'efficacité des interventions, de produire de la connaissance, d'identifier les freins et les leviers dans un objectif de reproductibilité [192].

En savoir plus

<https://www.ors-idf.org/isee/nos-activites/evenements/journees/biodiversite-et-sante-queelles-perspectives-en-ile-de-france/>

<https://www.ors-idf.org/isee/nos-activites/evenements/la-sante-environnementale-une-opportunite-pour-les-professionnels-de-sante/>

FICHE 13 / ECOJARDIN : LA RÉFÉRENCE DE GESTION ÉCOLOGIQUE DES ESPACES VERTS POUR ACCOMPAGNER LES PROFESSIONNELLS AU DÉVELOPPEMENT DE BONNES PRATIQUES



Le Parc Floral de Paris, labellisé en 2012 I©Gondwana

Pour répondre aux attentes des gestionnaires d'espaces verts, Plante & Cité et 14 partenaires (maîtres d'ouvrage publics et privés, associations de professionnels et experts) ont développé un référentiel de gestion écologique pour accompagner les gestionnaires dans l'évolution de leurs pratiques : EcoJardin. Ce référentiel et ses indicateurs d'évaluation visent à transformer les approches de conception et de gestion des espaces végétalisés, et s'assurer que le gestionnaire du site est bien engagé dans une démarche globale de gestion écologique. Des grilles ont été construites pour l'évaluation des principes décrits dans le référentiel de gestion écologique. À l'instar de celui-ci, les grilles d'évaluation présentent un socle commun et se déclinent ensuite selon les différents types d'espaces verts concernés (cimetières, espaces naturels, etc.). Elles intègrent des indicateurs qualitatifs et quantitatifs et s'adaptent à chaque site audité (en fonction du patrimoine végétal et des pratiques de gestion).

En complément de cet outil, un label partagé avec l'ensemble des parties prenantes de la filière existe depuis 2012. C'est un outil de communication et de reconnaissance à destination du public, des équipes d'entretien et des élus. Les audits sont réalisés par des organismes externes compétents et indépendants et basés sur des grilles d'évaluation communes. Les grilles se composent de critères essentiels (sans le respect de ces critères, l'obtention du label n'est pas possible), de critères recommandés (le degré de respect de ces critères est sanctionné par une note positive ou négative) et de critères facultatifs (le respect de ces critères est valorisé en tant que 'bonus'). Les domaines de gestion les plus importants étant « faune & flore », « eau » et « sol », piliers de la gestion écologique.

S'il n'y a pas de critère qui vise directement la santé, le référentiel est fondé sur l'arrêt de l'usage des produits phytosanitaires issue de la chimie de synthèse et/ou classés dangereux pour la santé humaine et l'environnement en fait référence. C'est d'ailleurs un critère essentiel et réhibitoire pour l'attribution du label. La question de la santé est

également abordée concernant la lutte obligatoire contre certains organismes réglementés présentant un risque avéré pour la population humaine.

Mise en perspective et recommandations

L'accompagnement des professionnels dans la mise en place de nouvelles pratiques est le fruit de processus itératif. Aussi, il pourrait être intéressant de poursuivre la montée en compétence des acteurs à partir de dispositifs et/ou formations existants.

À titre d'exemple, dans le cadre du PRSE 3 Île-de-France, le réseau d'éducation à l'environnement Graine a mis en place avec l'appui du réseau ÎSÉE une formation pilote sur les bienfaits de l'environnement sur la santé. Elle s'adresse à des animateurs réalisant des activités avec des enfants et/ou des familles (animateurs périscolaires, centres de loisirs, associations d'éducation populaire, animateurs socioculturels, sportifs...). Les activités en pleine nature, de la balade au jardinage, en passant par le sport, la méditation ou le land art, sont autant d'occasions de sensibiliser sur ces bienfaits. Pour autant, ce contact n'est pas sans risque (allergènes, piqûres d'insectes, etc.). Cette formation a donc pour but de fournir aux animateurs de l'éducation populaire des connaissances et des outils pratiques leur permettant à leur tour de sensibiliser leur public (familles et enfants) sur ce sujet. Expérimentée sur deux années, évaluée et réajustée, cette formation pourrait être pérennisée dans le cadre du PRSE4 et ainsi profiter au plus grand nombre de professionnels. D'autres initiatives notamment autour de la réduction de l'impact écologique des pratiques de soin sont en cours et pourraient être développées à plus grande échelle (cf. § 0 p.55).

En savoir plus

<https://www.label-ecojardin.fr/>

<https://www.ors-idf.org/isee/>

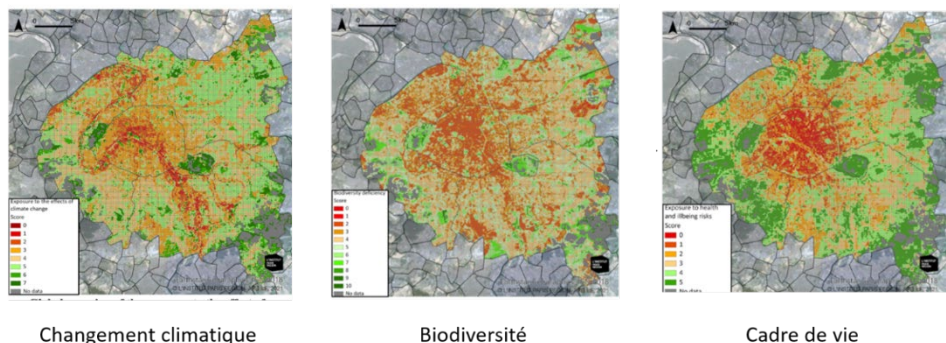
FICHE 14/ L'OUTIL REGREEN : DÉSIMPÉRMÉABILISER ET RENATURER LES VILLES POUR AMÉLIORER LE CADRE DE VIE ET LA SANTÉ

La renaturation des milieux urbains représente un défi majeur, que ce soit pour mettre en œuvre une stratégie zéro artificialisation nette sur son territoire ou rendre nos villes plus accueillantes au vivant, plus végétalisées et plus agréables à vivre. La méthode Regreen, élaborée par l'ARB Île-de-France et présentée dans le guide « Renaturer les villes : méthodes, exemples et préconisations » [77], vise à analyser les enjeux présents sur les territoires pour ensuite définir des zones de renaturation prioritaires. Elle se base pour cela sur l'étude de 3 enjeux :

- **Un enjeu de reconquête de la biodiversité**, qui cible les zones susceptibles d'être carencées en biodiversité, et dont la renaturation permettrait à ce titre un gain écologique fort
- **Un enjeu d'adaptation au changement climatique**, qui cible les zones les plus exposées aux effets du changement climatique, et dont la renaturation est à envisager en priorité afin de faire face à ces effets
- **Un enjeu d'amélioration de la santé et du cadre de vie**, qui cible les zones vulnérables par leur carence en espaces verts ; la pollution de l'air ; et les problèmes sanitaires liés aux îlots de chaleur urbains (ICU).

Le principe général consiste à découper le territoire en maille de 125m*125m. L'étude des enjeux se traduit ensuite sous forme de score, chacune des mailles prenant un score qui reflète sa situation vis-à-vis des enjeux étudiés. Les mailles pour lesquelles les enjeux sont les plus forts sont alors identifiées. Ces dernières sont choisies en fonction de leur score (un score bas reflétant un enjeu fort). Ceci permet ainsi d'identifier des zones de renaturation prioritaire, sont variables selon l'objectif choisi (voir Figure 11).

Figure 11 : Cartographies obtenues après l'application de la méthode d'analyses spatiales Regreen



Les zones en rouges présentent des enjeux forts, et doivent donc être renaturées en priorité

L'analyse cartographique révèle que les zones urbaines où les risques sanitaires sont les plus forts se situent au niveau de la ville de Paris et sa banlieue proche. Vraisemblablement, les risques étudiés augmentent avec la densité d'une zone : plus une zone est dense, moins elle présente d'espaces végétalisés, plus l'effet d'ICU y est fort et plus les polluants émis par les activités et en particulier les transports y sont nombreux. En ce qui concerne la pollution par les PM_{2.5}, il est important de noter qu'aucune zone ne respecte à ce jour la préconisation de concentration moyenne annuelle de l'OMS de 5 µg/m³, et seules quelques zones de la grande couronne se situent en dessous du seuil de 10 µg/m³ en moyenne annuelle. Enfin, il faut rappeler que l'analyse n'a pris en compte que des facteurs sur lesquels des opérations de renaturation pourraient avoir un effet

bénéfique (création d'îlots de fraîcheur ; diminution de la carence en espaces verts ; aide à la diminution de la pollution atmosphérique).

Au-delà de la localisation des zones de renaturation prioritaire, des analyses menées depuis le MOS+¹ permettent de localiser des sites imperméabilisés qui pourraient possiblement être renaturés. Ceci permet d'estimer un potentiel de renaturation pour les différents territoires. Les estimations peuvent être faites pour les différents départements de l'Île-de-France, ainsi que pour les différentes communes et Etablissements Publics Territoriaux qui la composent. Bien que précise, cette donnée ne permet pas d'avoir de renseignements quant à l'usage du site, et ne permet pas de tous les localiser (les alignements d'arbres imperméables ne sont par exemple pas considérés dans ce potentiel). Ces chiffres ne constituent à ce stade qu'une base qui devra être affinée par une phase de terrain et arbitrée en fonction de la faisabilité technique, juridique et politique.

Le projet REGREEN est issu de l'un des nombreux programmes européens Horizon 2020 sur les solutions fondées la nature. Sous l'impulsion de l'Union européenne, divers programmes de recherche et d'innovation relevant du programme Horizon 2020 (2014-2020) ont soutenu des projets relatifs à la biodiversité et à la santé. Une liste des 150 projets reliant la biodiversité et à la santé peut être consultée sur l'explorateur de l'UE : https://www.timanalytics.eu/TimTechPublic/dashboard/index.jsp#/space/s_1713?ds=156446

Mise en perspective et recommandations

La méthode REGREEN vise à aider les collectivités à cartographier les zones à enjeu sur des bases scientifiques et identifier les sites minéralisés pouvant accueillir les opérations de renaturation. De nombreuses applications peuvent découler de cette analyse mise à disposition des parties prenantes sous la forme d'une application cartographique interactive. À leur échelle, les collectivités pourront s'en inspirer afin de tendre vers l'objectif ZAN (zéro artificialisation nette) et définir des « zones à renaturer » au sein de leurs documents d'urbanisme (SCoT, PLU/i). Au-delà des démarches opportunistes, plus ponctuelles (ex. cours d'écoles), l'application de la méthodologie peut inciter les collectivités à mettre en œuvre des stratégies de renaturation plus cohérentes sur l'ensemble de leur territoire. La méthode peut également nourrir la séquence Eviter, Réduire, Compenser et aider les porteurs de projets à identifier des sites minéralisés pouvant accueillir des mesures compensatoires, contribuant ainsi à un gain supérieur. Enfin, dans le cadre de la révision du SDRIF, cette méthode peut permettre de définir des zones de renaturation prioritaires dans le projet cartographique et tendre vers une métropole nature.

Quant aux risques zoonotiques, des efforts supplémentaires peuvent être engagés notamment concernant le moustique. En effet, comme expliqué dans la partie 3, la ville voit proliférer de plus en plus les moustiques, alors pour concilier gestion des moustiques et biodiversité, une initiative innovante financée par la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur visant l'intégration de pièges à CO₂ très sélectifs au mobilier urbain a vu le jour [55]. Plus efficaces en termes de coût global, les actions préventives sont primordiales afin de limiter la nuisance liée à la présence de moustiques et de prévenir l'émergence d'un risque sanitaire. En effet, ces actions constituent le meilleur moyen de baisser les densités de moustiques tigres de manière durable, ce d'autant plus que l'usage d'insecticides dans le domaine public et privé pourrait même favoriser leur prévalence en réduisant leurs compétiteurs « naturels » que sont les autres espèces de moustiques [55]. À cet effet, il apparaît pertinent de renforcer, appuyer et encourager les collectivités à agir, notamment les EPCI et les communes, afin qu'elles mobilisent leurs ressources existantes

¹ Le Mode d'Occupation du Sol (MOS) d'Île-de-France est produit par l'Institut Paris Région depuis 1982. Mis à jour tous les 5 ans, il permet à la fois de dresser un état des lieux à l'instant T de l'occupation du sol en Île-de-France et d'observer son évolution. Le MOS + est une version améliorée du MOS dont la précision va jusqu'à la parcelle cadastrée.

et mettent en place des outils de coordination, soit par la création d'un service propre, soit en régie afin d'agir à la source : suivi, destruction et contrôle des gîtes larvaires. De surcroît, le modèle développé par la Communauté d'agglomération Var Estérel Méditerranée devrait être porté à connaissance et son essaimage soutenu par les politiques de santé environnement (notamment les PRSE), en prenant en compte les contraintes budgétaires qui pourraient s'imposer à certaines collectivités. Pour les communes volontaires, un guide publié par le Centre National d'Expertise sur les Vecteurs (CNEV) en 2016 est une ressource utile [54]. Par ailleurs, aménager des espaces favorables à la faune au sein et autour de ces ouvrages de gestion peut faciliter la présence des prédateurs de moustiques, comme les chauves-souris, oiseaux, éphémères, coléoptères, plécoptères et libellules (qui sont de grands prédateurs aux stades larvaires).

Quant aux risques zoonotiques, des efforts supplémentaires peuvent être engagés notamment concernant le moustique. En effet, comme expliqué dans le § 3.1.3 p. 24, la ville voit proliférer de plus en plus les moustiques, alors pour concilier gestion des moustiques et biodiversité, une initiative innovante financée par la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur visant l'intégration de pièges à CO₂ très sélectifs au mobilier urbain a vu le jour [55]. Plus efficaces en termes de coût global, les actions préventives sont primordiales afin de limiter la nuisance liée à la présence de moustiques et de prévenir l'émergence d'un risque sanitaire. En effet, ces actions constituent le meilleur moyen de baisser les densités de moustiques tigres de manière durable, ce d'autant plus que l'usage d'insecticides dans le domaine public et privé pourrait même favoriser leur prévalence en réduisant leurs compétiteurs « naturels » que sont les autres espèces de moustiques [55]. À cet effet, il apparaît pertinent de renforcer, appuyer et encourager les collectivités à agir, notamment les EPCI et les communes, afin qu'elles mobilisent leurs ressources existantes et mettent en place des outils de coordination, soit par la création d'un service propre, soit en régie afin d'agir à la source : suivi, destruction et contrôle des gîtes larvaires. De surcroît, le modèle développé par la Communauté d'agglomération Var Estérel Méditerranée devrait être porté à connaissance et son essaimage soutenu par les politiques de santé environnement (notamment les PRSE), en prenant en compte les contraintes budgétaires qui pourraient s'imposer à certaines collectivités. Pour les communes volontaires, un guide publié par le Centre National d'Expertise sur les Vecteurs (CNEV) en 2016 est une ressource utile [54]. Par ailleurs, aménager des espaces favorables à la faune au sein et autour de ces ouvrages de gestion peut faciliter la présence des prédateurs de moustiques, comme les chauves-souris, oiseaux, éphémères, coléoptères, plécoptères et libellules (qui sont de grands prédateurs aux stades larvaires).

En savoir plus

Lien vers cartoviz « Où renaturer en Île-de-France » :

https://cartoviz2.institutparisregion.fr/?id_appli=regreen&map=@2.3309237,48.8623034,9999992,12z

8 | CONCLUSION

Les liens entre biodiversité et santé humaine sont de nature complexe et encore insuffisamment connus. Alors que les impératifs de santé publique et de prévention des risques sanitaires ont souvent conduit à se focaliser sur une approche réservée à l'égard de la biodiversité, vue comme source de propagation de maladies, de nouveaux travaux mettent en lumière le rôle positif de la préservation de la biodiversité sur la santé humaine.

Si cette question émerge dans le champ scientifique et le débat public, en témoigne la multiplication du nombre de rapports, conférences et initiatives sur le sujet, elle s'inscrit dans un contexte de multiplication des pressions pesant sur les écosystèmes (urbanisation, démographie, surexploitations des terres et agriculture, changements climatiques, érosion de la biodiversité) menaçant le bien-être et la santé des sociétés humaines.

Appréhender ces liens renvoie à la diversité des relations entre les communautés humaines et l'environnement et soulève de nombreux questionnements scientifiques mais aussi éthiques, de gouvernance et juridiques. La protection du droit fondamental de tout être humain à une vie en bonne santé pourrait-elle constituer un argument ou un levier pour la préservation de la biodiversité ? Quoi qu'il en soit, l'approche utilitariste de la biodiversité est un piège car les politiques de santé ont à se préoccuper de leurs impacts sur l'ensemble des organismes vivants dont l'homme fait partie. Comment déclinier une vision intégrée santé/biodiversité dans les processus de gouvernance et outils opérationnels à différentes échelles ? Ces questions soulèvent la nécessité d'un décloisonnement des disciplines scientifiques et des politiques publiques entre le champ de la santé et de l'écologie scientifique.

Au niveau international, la mise à l'agenda des interrelations entre biodiversité et santé humaine a d'abord été exposée au travers de la publication, en 2005, du Millenium Ecosystem Assessment qui fait la promotion des « services écosystémiques » offerts par les écosystèmes aux sociétés humaines. La bonne santé des écosystèmes assurerait la qualité et la durabilité des services environnementaux nécessaires à l'écologie humaine, c'est-à-dire l'ensemble des activités socioculturelles et individuelles. En parallèle, depuis 2005, l'OMS promeut l'approche multisectorielle One Health ou « Un monde, une santé » face aux risques alimentaires, aux maladies infectieuses et aux autres menaces pour la santé publique. Ce paradigme aborde davantage l'intégration santé humaine/animale/environnementale sous l'angle des maladies infectieuses, notamment au travers de l'antibiorésistance et de la (éco)toxicologie. Depuis quelques années, le mot d'ordre « Une seule santé » englobe des enjeux plus larges considérant l'interdépendance entre santé humaine, animale et fonctionnement des écosystèmes tels que la transition agroécologique ou encore l'aménagement favorable à la santé et au bien-être. Au niveau national et subnational, la traduction de ces interactions dans les politiques publiques sectorielles, législations, travaux de recherche et autres projets est encore récente et embryonnaire. La Stratégie Nationale de Biodiversité 2011-2020 établit l'objectif « de faire de la biodiversité un enjeu positif pour les décideurs, au même titre que la santé publique ou le développement économique » sans envisager une prise en charge intégrée de ces enjeux. Dans le champ de la santé - environnement, cette question encore émergente dans le cadre du PNSE3, prend une dimension importante dans l'actuel PNSE4, avec quatre actions ciblées et un groupe de suivi « Une seule santé » qui constitue un lieu d'échange et de partage, de réflexion et de construction de recommandations permettant de nourrir l'élaboration des politiques publiques [193].

En Île-de-France, une première démarche de réflexion commune a été lancée entre deux agences régionales : l'Observatoire régional de Santé et l'Agence régionale de la Biodiversité. Elle aboutit à la publication de ce rapport, qui propose une synthèse de la littérature scientifique et vise à mieux caractériser les liens santé-biodiversité au niveau

territorial, qu'il s'agisse des politiques d'aménagement et d'urbanisme, de transports, d'éducation ou de recherche. Ce recueil propose également de valoriser des pratiques et projets incluant clairement des objectifs joints de préservation de la biodiversité et de santé publique afin de permettre un essaimage et une mise en réseau. Effectuer ce travail de clarification pose l'enjeu essentiel de la pluridisciplinarité et de l'acculturation mutuelle des acteurs dans plusieurs disciplines (épidémiologie, psychologie, écotoxicologie, biologie, écologie, aménagement du territoire etc.). Ces travaux constituent une piste pour favoriser de nouvelles réflexions, notamment au sein du réseau des acteurs franciliens du champ santé environnement ÎSÉE, avec en ligne de mire la préfiguration du futur PRSE 4.

9 | ANNEXES

Annexe 1 : Identification des multiples compétences des collectivités en lien avec les déterminants de santé et synergies avec les politiques de préservation de la biodiversité

COMPETENCES	COMMUNES	INTERCOMMUNALITES	DEPARTEMENTS	REGION
ENFANCE / EDUCATION				
Petite enfance	Gestion des garderies, crèches		PMI	
Etablissements d'enseignement	<p>Ecoles maternelle et élémentaire</p> <p>Construction et rénovation du bâti</p> <p>Formation des agents</p> <p>Restauration collective</p> <p>Prévention</p> <p>Introduction du bio dans les cantines, prise en compte des problématiques de santé et de biodiversité dans la conception et la gestion, verdir les cours de récréation</p> <p>Développer l'éducation à la nature et sciences participatives notamment à travers l'observation de la biodiversité dans les cours d'école</p>		<p>Collèges</p> <p>Construction et rénovation du bâti</p> <p>Formation des agents</p> <p>Restauration collective</p> <p>Prévention</p> <p>Introduction du bio dans les cantines, prise en compte des problématiques de santé et de biodiversité dans la conception et la gestion, verdir les cours de récréation, développer l'éducation à la nature et sciences participatives notamment à travers l'observation de la biodiversité dans les cours d'école</p>	<p>Lycées / Enseignement supérieur</p> <p>Construction et rénovation du bâti : prise en compte des problématiques de santé et de biodiversité dans la conception et gestion des lycées ; verdir les campus et cours</p> <p>Formation des agents</p> <p>Plan Pluriannuel d'Investissement aux lycées : 100% des cantines approvisionnées en circuits court, locaux, 50% bio d'ici 2024</p> <p>Prévention autour des perturbateurs endocriniens</p> <p>Démarche "Lycée éco-responsable"</p> <p>Approfondir la connaissance du patrimoine vert et non-bâti des lycées</p> <p>Création potagers en agriculture biologique ou permaculture dans les lycées</p> <p>Création d'espaces fraîcheurs climatisés et d'îlots de fraîcheurs naturels ouverts au public en été dans les lycées</p> <p>Désimperméabilisation et renaturation des cours d'établissements scolaires</p>
ACTION ET DEVELOPPEMENT SOCIAL				
Action sociale				Pilotage des formations sanitaires et sociales Programme Région solidaire (ex : accompagnement au déploiement de crèches et formation des personnels) inclure dans la formation des étudiants paramédicaux une sensibilisation aux enjeux de santé environnement et au concept "une seule santé"
AMENAGEMENT / URBANISME / CADRE DE VIE ET ENVIRONNEMENT / BIODIVERSITE				
Planification et réglementation	<p>PLU</p> <p>déclinaison de la nature en ville et du concept d'urbanisme favorable à la santé dans les pièces du PLU (OAP, zonage, articles du règlement)</p>	<p>PLUI</p> <p>SCoT</p> <p>Trame verte et bleue : prise en compte de la santé dans la conception des schémas TVB (pratique du sport notamment)</p> <p>Trame noire</p>		<p>SDRIF-E</p> <p>Stratégie régional biodiversité "Axe 1 : Améliorer la santé et le bien-être de tous les Franciliens"</p> <p>Diminuer les impacts de l'éclairage public et déployer la trame noire en IDF (en partenariat avec les PNR)</p>
Actions et opérations d'urbanisme et d'aménagement		<p>Etudes d'urbanisme (projet de territoire)</p> <p>diagnostic de la biodiversité (par ex. Atlas de la Biodiversité Communale) et diagnostic Santé (par ex. EIS)</p> <p>Appel à projet "Nature 2050 - MGP" encourage le déploiement des Solutions fondées sur la nature avec un triple objectif biodiversité, climat et santé</p>	<p>Equipement rural</p> <p>Aménagement foncier</p> <p>Remembrement</p>	<p>Aide aux quartiers innovants et écologiques (QIE)</p> <p>Appel à projet pour un aménagement plus équilibré et moins minéralisé</p> <p>AAP éclairage public</p> <p>AAP Reconquête de la biodiversité</p> <p>Mieux connaître l'effet de la végétalisation des espaces urbains : la santé (régulation de la qualité de l'air, filtration des particules)</p> <p>Accompagnement de projets de désimperméabilisation des sols</p> <p>plantation d'arbres</p> <p>AMI "Cohabiter avec la nature pour une meilleure santé" propos par le réseau ISÉE</p>
Espaces naturels		Actions de valorisation du patrimoine naturel et paysager de la biodiversité		<p>Renaturation de berges</p> <p>Recherche sur les pollinisateurs sauvages</p>
Espaces verts	<p>Gérer les espaces verts de façon écologique et différenciée</p> <p>suppression des biocides, utilisation de végétaux locaux</p>			<p>Plan vert (plus d'offre et une meilleure accessibilité)</p> <p>Aide à la suppression de l'usage des produits phyto</p> <p>Accompagner vers la labélisation Eco Jardin</p> <p>Faire du bois Saint-Martin un projet exemplaire conciliant de manière innovante la préservation et la valorisation de la biodiversité avec l'accueil du public</p> <p>Créer la nouvelle forêt de Pierrelaye-Bessancourt (planter en 20 dans le Val d'oise)</p> <p>Education à la nature et aux sciences participatives dans les espaces verts du plan Vert</p> <p>Poursuivre le projet "Tégéval Voie Verte", coulée verte dans le S</p>
Lutte contre la pollution de l'air	<p>Gestion du patrimoine arboré</p> <p>Plan canopée, charte de l'arbre (visant à réduire l'îlot de chaleur et améliorer la qualité de l'air)</p>			<p>Financement de nouveaux appareils pour mesurer la concentration en particules fines dans l'air</p> <p>Fonds "Air-Bois"</p> <p>Création de 3 pollinariums pour améliorer la connaissance des plantes allergènes et pour mieux informer les Franciliens grâce à un service d'information allergènes</p> <p>Lichen'Go: observatoire de la qualité de l'air par les lichens</p>
Lutte contre les nuisances sonores				
Prévention des risques		<p>Gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations (GEMAPI)</p> <p>Favoriser la gestion des inondations par les SFN : réouverture de cours d'eau, création ou restauration de zones humides et zones d'expansion de crues (exemple du Vignois à Gonesse) + réouverture de la Bièvre à Igny. Problématique du moustique peut être abordée en amont avec les habitants</p>		<p>Lancement d'une étude sur la structuration de l'épidémiologie animale en Ile-de-France</p> <p>Développer la lutte contre les espèces exotiques envahissantes</p> <p>Dispositif "Pour la reconquête de la biodiversité", permet aussi de lutter contre les EEE en finançant des travaux de gestion de ces espèces</p> <p>objectifs de désimperméabilisation et de végétalisation pour éviter le ruissellement des eaux de pluie et donc réduire la dégradation de la qualité physico-chimique des eaux des milieux naturels - A de santé en cas de baignades dans ces eaux dégradées, mais aussi pour les écosystèmes en général.</p>
RECHERCHE				
Financement				<p>DRIM ONEHEALTH 2.0 Groupement régional d'experts sur le climat</p> <p>L'enrichissement de l'outil de suivi de la politique régionale de santé environnement de l'ORS avec des indicateurs relatifs à la biodiversité</p> <p>Accompagnement de thèses appliquées sur les impacts de la pollution sur la biodiversité et la santé humaine</p> <p>Etudier les effets des biocides sur le vivant</p> <p>Programme de recherche interrégional sur la jaunisse et les</p>

COMPETENCES	COMMUNES	INTERCOMMUNALITES	DEPARTEMENTS	REGION
<i>alternatives au traitement des semences par les néonicotinoïdes Poursuivre le partenariat ORS-ARB</i>				
HABITAT / LOGEMENT				
Planification				
Politique du logement		Production de logements qualitatifs (conception bioclimatique, rapport entre bâti et paysage, sobriété énergétique, utilisation de matériaux respectueux de l'environnement : programme habiter mieux, programme local de l'habitat intercommunal introduire des conditionnalités pour le choix des matériaux, en favorisant à la fois des matériaux à moindre impact pour le vivant (locaux, biosourcés, issus de modes de production respectueux) et pour la santé des occupants (cf. liste rouge de matériaux nocifs), l'exemple de l'école des Boutours à Rosny-sous-Bois est intéressant sur ces deux aspects.		
Amélioration de l'habitat		Amélioration du parc immobilier bâti Réhabilitation et résorption de l'habitat insalubre		
CULTURE / SPORT / LOISIRS				
Construction et fonctionnement des équipements locaux	Gestion des bibliothèques, musées, écoles de musique, salle de spectacle, des équipements sportifs et des aménagements touristiques	Gestion des bibliothèques, musées, écoles de musique, salle de spectacle, des équipements sportifs et des aménagements touristiques		
MOBILITE				
Organisation de la mobilité (hors transport)		Aménagement des voies cyclables : schéma directeur cyclable Réseau routier : déploiement d'un réseau de bornes de recharges pour voiture électrique ; aires de covoiturage ; offre de parkings ; mise en place et développement de la desserte bus		Création de 700 km de pistes cyclables <i>Prise en compte du SRCE, des continuités écologiques pour le déplacement des espèces</i>
TRANSPORTS PUBLICS				
Voirie	Entretien des voiries municipales	Entretien écologique de la voirie	Gestion de la voirie rurale et départementale	
AGRICULTURE				
Soutien des filières franciliennes				Pacte agricole (promotion d'une alimentation de qualité ; soutien de la conversion et de l'installation des agriculteurs en bio) Plan Régional Alimentaire (offre alimentaire de qualité) ; Soutien des entreprises Sensibilisation du grand public à une alimentation de qualité <i>Développer l'agroécologie avec un objectif de santé des agriculteurs (zéro pesticide)</i>
CLIMAT / ENERGIE				
Planification		PCAET Favoriser le recours aux SFN dans les PCAET (voir article rédigé par AREC et ARB pour la revue Construction21)		Plan régional d'adaptation aux changements climatiques (PRAC)
Action en faveur du climat et de la maîtrise d'énergie		Soutien à la rénovation énergétique pour les particuliers : programme Habiter mieux ; Service Local d'Intervention pour la Maîtrise de l'Énergie		<i>Critère / conditionnalité de prise en compte de la biodiversité (notamment l'avifaune) dans les dispositifs de rénovation thermique des bâtiments</i>
SERVICES URBAINS				
Collecte et traitement des déchets				
Eau et assainissement				
ACHATS				
Commande publique				Renforcer la part des produits bio et d'origine francilienne dans la restauration collective du siège <i>Mise en place d'un critère biodiversité dans les achats</i>

LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES

ABR	antibiorésistance	EPT	Etablissement public territorial
ANC	Assainissement non collectif	ERU	Eaux résiduaires urbaines
APSF	Association des Pollinarius sentinelles de France	FAO	Organisation pour l'alimentation et l'agriculture
ARB	Agence régionale de la biodiversité	FRB	Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité
ARS	Agence régionale de santé	GAB	Groupement Agriculteurs Biologiques
ATB	antibiotique	GES	Gaz à effet de serre
BTI	Bacillus thuringiensis subsp. israelensis	Giec	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
CBS	coefficient de biodiversité par surface	GPGE	Grand Paris Grand Est
CEDD	Conseil Economique pour le Développement Durable	GRAIE	Groupe de recherche, Animation Technique et information sur l'eau
Cerema	centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement	HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
CESCO	Centre d'Écologie et des Sciences de la Conservation	HCSP	Haut conseil de la santé publique
CGEDD	Conseil général de l'environnement et du développement	ICU	Ilot de Chaleur Urbain
CHU	Centre hospitalier universitaire	IFRISS	Institut Fédératif d'études et de Recherches Interdisciplinaires Santé Société
CLS	Contrat local de santé	INRAE	Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement
CNEV	Centre National d'Expertise sur les Vecteurs	IPBES	Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques
CNFPT	Centre national de fonction publique territoriale	ISadOra	Intégration de la Santé dans les Opérations d'Aménagement urbain
CO	Monoxyde de carbone	Îsée	Île-de-France Santé Environnement
CO ₂	Dioxyde de carbone	LADYSS	Laboratoire Dynamiques sociales et recomposition des espaces
COV	Composé organique volatil	LED	diodes électroluminescentes
COVB	Composé organique volatil biogénique	MNHN	Muséum national d'Histoire naturelle
CPER	Contrats de plan État-Région	MNU	Médicaments non utilisés
CPTS	Communauté professionnelle territoriale de santé	MOBIDIF	Mobiliser et protéger la biodiversité dans les exploitations agricoles franciliennes
CRTE	Contrats de Relance et de Transition Écologique	MOS	Mode d'occupation des sols
DASRI	Déchets d'activité de soins à risque infectieux	Nox	Oxides d'azote
DEPHY	Réduire et améliorer l'utilisation des phytos	O ₃	Ozone
DIM	Domaines d'Intérêt Majeurs	OHELEP	One Health High-Level Expert Panel
Dreal	Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement	OIE	Office international des épizooties
DRIAFF	Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt	OMS	Organisation mondiale de la santé
Drif	Schéma directeur de la région Île-de-France	ONF	Office National des Forêts
DRIM	Domaines de Recherche et d'Innovation Majeurs	ONU	Organisation des Nations Unies
EHESP	Ecole des Hautes Etudes de Santé Publique		
EIS	évaluation d'impact sur la santé		
ENSV	Ecole nationale de santé vétérinaire		
EPCI	Etablissements Publics de Coopérations Intercommunales		
EDCH	Eaux destinées à la consommation humaine		

ORS	Observatoire régional de santé	SAMSAH	Service d'Accompagnement Médico-Sociale pour Adultes Handicapés
OTHU	Observatoire de Terrain en Hydrologie Urbaine	SARS-CoV	Syndrome Respiratoire Aigu Sévère - CoronaVirus
PADD	Projet d'Aménagement et de Développement Durable	SCOT	Schéma de cohérence territoriale
PAT	Projet alimentaire territorial	SDAL	Schéma directeur d'aménagement lumière
PCAET	Plan climat air énergie territorial	SESAME	Services EcoSystémiques rendus par les Arbres, Modulés selon l'Essence
PLH	Programme local de l'habitat	Sipibel	Site pilote de Bellecombe
PLUi	Plan local d'urbanisme intercommunal	SNB	Stratégie Nationale pour la Biodiversité
PM _{2,5}	Particulate Matter	SO ₂	Dioxyde de sulfure
PMI	Protection maternelle et infantile	SRADDET	Schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires
PNSE	Plan national santé environnement	SRCE	schéma régional de cohérence écologique
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement	STEP	Station d'épuration
PRSE	Plan régional santé environnement	STEU	Station de traitement des eaux usées
PUCA	Plan Urbanisme Construction Architecture	TVB	Trame verte et bleue
RdMs	Résidus de médicaments plus élevées	UICN	Union internationale pour la conservation de la nature
RNSA	Réseau national de surveillance aérobiologique	ZAN	zéro artificialisation nette
SaFN	Solutions d'adaptation fondées sur la Nature		

GLOSSAIRE

Agro-écologie

Démarche scientifique qui combine développement agricole et protection/régénération de la biodiversité. Elle est à la base d'un système qui valorise les agroécosystèmes, optimise la production et minimise les intrants. Elle cherche à résoudre des problématiques environnementales telles que le stockage et le traitement des fumiers, la conservation des sols et la gestion des fertilisants, des pesticides et de l'eau et vise à mettre en place des systèmes de production agricoles capables de s'auto-entretenir avec très peu d'apport extérieur. L'agroécologie est donc la manière de reconcevoir des systèmes alimentaires, de la ferme à l'assiette, pour atteindre une durabilité écologique, économique et sociale. L'agroécologie revêt trois sens différents et complémentaires : - un ensemble de pratiques agricoles qui s'appuie sur les fonctionnalités des écosystèmes, réduit les pressions sur l'environnement et préserve les ressources naturelles ; - un mouvement social fondé sur la reconnaissance des savoirs et le savoir-faire paysans ; - une discipline scientifique dont l'objet d'étude est l'agroécosystème. (Source : Dictionnaire de la conservation de la nature)

Allergène

Substance qui entraîne une réaction allergique chez certains sujets. (Source : Larousse)

Allongement des rotations (agriculture)

La rotation des cultures consiste en l'organisation de la succession culturale des espèces sur une parcelle agricole. La rotation des cultures s'organise en un cycle régulier plus ou moins long. De façon à diminuer l'emploi d'intrants chimiques, la diversification des assolements et l'allongement des rotations sont encouragés via des cultures intermédiaires, l'implantation de légumineuses, les cultures sous couverts. L'allongement de la rotation est cité comme levier d'action dans plusieurs problématiques : gestion du désherbage, préservation de la structure du sol, décalage des rendements ou encore réduction des nuisances environnementales liées à l'activité agricole. (Source : <https://dicoagroecologie.fr/>)

Anaérobie

Qui peut se développer ou s'effectuer en absence totale d'air ou d'oxygène. (Source : CNRTL)

Antibiorésistance

L'antibiorésistance est le phénomène qui consiste, pour une bactérie, à devenir résistante aux antibiotiques. Les bactéries exposées aux antibiotiques évoluent et développent des mécanismes de défense qui leur permettent d'échapper à leur action. Ce phénomène touche aussi bien les bactéries à l'origine des infections (bactéries pathogènes) que les bactéries généralement inoffensives qui sont naturellement présentes sur notre corps (bactéries dites commensales), chez les animaux (de compagnie ou de production de denrées) et dans l'environnement. (Source : Santé publique France)

Bioaccumulation

Capacité d'un organisme vivant, animal ou végétal, à absorber et à concentrer certaines substances chimiques, parfois toxiques. Ce processus de cumul affecte le réseau trophique dans lequel la bioaccumulation concentre les substances, qui sont ensuite difficilement excrétables, de la proie au prédateur. La mesure de la bioaccumulation d'un organisme peut constituer un bioindicateur de l'état de santé d'un environnement. (Source : Dictionnaire de la conservation de la nature)

Bioagresseurs

Désigne un organisme dont l'action ou le métabolisme cause des dégâts aux cultures ou aux peuplements forestiers. (Source : Dictionnaire de la conservation de la nature)

Biocide

L'appellation « produits biocides » regroupe un ensemble de produits destinés à détruire, repousser ou rendre inoffensifs les organismes nuisibles, à en prévenir l'action ou à les combattre, par une action chimique ou biologique. Bien que ciblant les organismes nuisibles, les biocides sont par définition des produits actifs susceptibles d'avoir des effets sur l'homme, l'animal ou l'environnement. (Source : [écologie.gouv.fr](http://ecologie.gouv.fr))

Commensalisme

Association dans laquelle une espèce tire un avantage tandis que l'espèce hôte n'en a aucun sans que pour autant il y ait nuisance pour elle. Il y a cependant une tolérance réciproque. La phorésie (transport d'un organisme par un autre) est une forme de commensalisme. (Source : Dictionnaire de la conservation de la nature)

Cultivars

Type végétal résultant d'une sélection, d'une mutation ou d'une hybridation (naturelle ou provoquée) et cultivé pour ses qualités agricoles. (Source : Larousse)

Déforestation importée

L'importation de matières premières ou de produits transformés dont la production a contribué, directement ou indirectement, à la déforestation, à la dégradation des forêts ou à la conversion d'écosystèmes naturels en dehors du territoire national. (Source : Stratégie nationale de lutte contre la déforestation importée 2018-2030)

Déterminant de santé

Selon la définition de l'OMS, les déterminants de la santé sont les « facteurs personnels, sociaux, économiques et environnementaux qui déterminent l'état de santé des individus ou des populations ». Cette définition sous-tend une relation de cause à effet entre le déterminant et l'état de santé. Cette relation causale peut être unifactorielle et directe ; cependant, en santé publique, elle est plus souvent multifactorielle et indirecte, par l'intermédiaire d'une chaîne causale plus ou moins complexe. Le déterminant est l'un des concepts clefs sur lequel repose le principe de l'intervention en santé publique. En effet, c'est en agissant sur un ou plusieurs déterminants que l'on va influencer sur l'état de santé de la population. (Source : OMS)

Disservices écosystémiques

Les disservices écosystémiques sont des fonctions ou des propriétés des écosystèmes qui provoquent des effets qui sont perçus comme nuisibles, désagréables ou indésirables par les humains. Il peut s'agir par exemple des dommages causés par les parasites à l'agriculture, le pollen provoquant des réactions allergiques ou la peur liée aux parcs urbains nocturnes. (Source : Jari Lyytimäki)

Dysbiose

Altération qualitative et/ou fonctionnelle du microbiote intestinal. (Source : INSERM)

Écotoxicologie

Étude des modalités de contamination de l'environnement par les agents polluants naturels ou artificiels produits par l'activité humaine ainsi que de leurs mécanismes d'action et effets sur les êtres vivants qui peuplent la biosphère. (Source : François Ramade)

Espaces verts

La notion d'espaces verts appartient au vocabulaire de la planification urbaine et paysagère. Dans les agglomérations urbaines, les espaces verts désignent des terrains non encore bâtis, végétalisés ou arborés, boisés ou agricoles. La circulaire du 22 février 1973 définit les espaces verts de manière très large : parcs, jardins, squares, plantations d'alignement et arbres d'ornement intramuros, de même que les bois, les forêts, espaces naturels et ruraux périurbains. En écologie, le terme d'espaces verts est considéré comme réducteur car il ne reflète pas la diversité des espaces non bâtis ni leur intérêt pour le vivant. Il renvoie à l'imaginaire du gazon, de l'ornement et des jardins horticoles conçus pour leurs aspects esthétiques et dont les modes de conception et de gestion peuvent

nuire à la biodiversité. Certains auteurs lui préfèrent le terme d'espaces végétalisés, qui englobe les mêmes types d'espaces (terrains non encore bâtis, végétalisés ou arborés, boisés ou agricoles) mais insiste davantage sur leurs composantes végétales (là où les espaces verts sont considérés comme faisant office d'aménagement pour la population). D'autres auteurs utilisent enfin le terme d'espaces de nature en ville, qui ne se limite pas au végétal et reflète une diversité dans la composition de ces espaces et leurs qualités variables pour la biodiversité. Aucune de ces définitions n'est parfaite et il semble nécessaire d'insister sur la composition de ces espaces en termes de faune, de flore, de fonge et d'habitats, voire d'utiliser un vocabulaire spécialisé pour les décrire (prairie urbaine, boisement, espace cultivé, jardin en gestion extensive, etc.).

Espèce exotique

Désigne une espèce, une sous-espèce ou des populations génétiquement distinctes, introduites en dehors de sa distribution naturelle passée ou présente ; comprend toute partie, gamètes, graines, œufs ou propagules de telles espèces qui pourraient survivre et se reproduire ultérieurement. Les Américains utilisent souvent *alien species* là où les Anglais parlent d'*exotic species*. On classe, parmi les espèces exotiques, les espèces végétales ornementales, les espèces végétales cultivées, les invasives, toutes les espèces exotiques n'étant pas invasives. (Source : Dictionnaire de la conservation de la nature)

Espèce exotique envahissante

Selon l'INPN (Inventaire National du Patrimoine Naturel), on appelle espèce exotique envahissante un taxon (espèce, sous-espèce, etc.) appartenant au règne du vivant (par exemple une espèce animale ou végétale), introduit par l'homme en dehors de son aire de répartition ou de dispersion naturelle, qui s'établit (reproduction sans intervention humaine) et qui étend son aire de distribution (avec en général une augmentation des effectifs des populations).

Les législations actuelles prennent également en considération les impacts sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes (compétition, parasitisme, hybridation etc.), l'économie (exploitation agricole, installation industrielle, élevage, etc.) ou la santé humaine (zoonose, maladie vectorielle, allergie, etc.). La Convention sur la diversité biologique définit une espèce exotique envahissante (EEE) (invasive) comme étant une espèce dont « l'introduction et/ou la propagation menace la diversité biologique ».

Cependant, toute « espèce » (en général il s'agit d'individus ou de population d'une espèce) introduite ne devient pas « exotique envahissante ». Plusieurs conditions environnementales ou intrinsèques à « l'espèce » doivent être réunies pour favoriser son invasion. Avec le temps, un équilibre peut s'opérer entre ces espèces et leurs nouveaux milieux de vie mais parfois ces nouveaux équilibres se font au détriment du maintien de la biodiversité native (cas des milieux insulaires par exemple).

Espèce indigène

Espèce dont la présence dans un écosystème ou dans une région donnée est le résultat de processus naturel, sans intervention humaine. L'utilisation de végétaux sauvages issus de collecte en milieu naturel est adaptée à des opérations ayant un objectif de res-tauration de la fonctionnalité écologique des milieux. En effet, les végétaux sauvages et locaux (prélevés durablement dans la région biogéographique) ont bénéficié d'une longue coévolution avec la faune et la flore locales : ils contribuent ainsi au bon fonctionnement des écosystèmes auxquels ils sont inféodés. En France, la marque Végétal local® est un outil de traçabilité des végétaux sauvages et locaux. Onze grandes régions écologiques ont été définies dans le cadre de la marque (indépendantes des régions administratives) et permettent de justifier l'emploi de « local ». L'objectif est de garantir la traçabilité de ces végétaux et la conservation de leur diversité génétique afin d'avoir sur le marché des gammes adaptées pour la restauration des écosystèmes et des fonctionnalités écologiques. A l'inverse, les plantes horticoles sont des espèces qui ont fait l'objet de sélections dans le but de créer des variétés ornementales. Elles ont été sélectionnées pour leur aspect esthétique et ont généralement une diversité génétique faible, les rendant plus vulnérables aux facteurs extérieurs (conditions météorologiques,

pathogène, etc.) que les espèces locales. (Source : Dictionnaire de la conservation de la nature)

Génotoxique

Capacité d'une substance ou d'un rayonnement à altérer le génome d'êtres vivants. (Source : Larousse)

Hôte

En biologie, et notamment en parasitologie, un hôte est un organisme qui héberge un parasite, un partenaire mutuel ou un partenaire commensal, nécessaire à son cycle de vie. Dans le cas du parasitisme, l'organisme hébergé peut provoquer des effets néfastes pour l'hôte. L'hôte doit s'adapter pour ne pas rencontrer le parasite (par exemple en modifiant son comportement). Si la rencontre a eu lieu, l'hôte doit s'adapter pour se débarrasser du parasite (immunité). (Source : Wikipédia)

Hygiénisme

L'hygiénisme est un courant de pensée apparu au milieu du XIXe siècle, lié en partie aux travaux de Pasteur et qui prône une nouvelle approche de l'environnement humain. Dans le domaine de la santé, les théories hygiénistes postulent qu'une amélioration du milieu de vie des Hommes entraîne une amélioration de leur santé, toutes catégories sociales confondues. Des travaux, notamment urbanistiques, vont ainsi être entrepris dans les domaines suivants : assainissement, aération, destruction des taudis, etc. (Source : Géoconfluences)

Îlot de chaleur urbain

L'effet d' « îlot de chaleur urbain » (ICU) désigne une « sorte de dôme d'air plus chaud couvrant la ville » qui est la « manifestation climatique la plus concrète de la présence et des activités de la ville » (Cantat, 2004). Le phénomène est surtout redouté parce qu'il aggrave les risques sanitaires (allergies et problèmes respiratoires ou cardio-vasculaires en cas de canicule notamment). En la matière, des variations à quelques degrés près peuvent être primordiales. (Source : Géoconfluences)

Maladie chronique

Une maladie chronique est une maladie de longue durée, évolutive, avec un retentissement sur la vie quotidienne. Elle peut générer des incapacités, voire des complications graves. (Source : solidarites-sante.gouv.fr)

Maladie infectieuse

Les maladies infectieuses sont causées par les agents pathogènes (bactéries, virus, parasites et champignons) et se propagent, directement ou non, d'une personne à une autre. (Source : OMS)

Microbiote

Un microbiote est l'ensemble des micro-organismes – bactéries, virus, parasites et champignons non pathogènes, dits commensaux – qui vivent dans un environnement spécifique. Dans l'organisme, il existe différents microbiotes : au niveau de la peau, de la bouche, du vagin, des poumons... Le microbiote intestinal est le plus « peuplé » d'entre eux, abritant 10¹² à 10¹⁴ micro-organismes. (Source : Inserm)

Monoculture

Technique agricole de culture intensive d'une même espèce végétale durant de longues périodes sur le même sol. (Source : La Langue Française)

Néonicotinoïdes

Classe d'insecticides neurotoxique, tel que l'imidaclopride, présent sur le marché de l'agrochimie depuis 1994. Regroupe des insecticides accusés de provoquer la disparition des abeilles comme le Gaucho. Les néonicotinoïdes fonctionnent comme l'acétylcholine un neurotransmetteur, et se fixent sur son récepteur au sein des synapses des cellules nerveuses modifiant ainsi l'influx nerveux. (Source : Actu Environnement)

Perturbateurs endocriniens

Substance exogène ou mélange qui altère la/les fonction(s) du système endocrinien et, par voie de conséquence, cause un effet délétère sur la santé d'un individu, sa descendance ou des sous-populations. (Source : OMS)

Phytothérapie

Traitement ou prévention des maladies par l'usage des plantes. (Source : Larousse)

Psychologie environnementale

La psychologie environnementale est une discipline de la psychologie qui traite des processus psychologiques engagés dans les interactions entre les individus et l'environnement bâti et naturel (selon Paul C. Stern, 2000). La psychologie environnementale s'intéresse à l'influence bidirectionnelle dans les interactions humain-environnement ; elle examine comment l'environnement sociophysique influence les individus et comment ceux-ci influencent l'environnement. (Source : Psychomédia)

Renaturation

Au sens large, la renaturation renvoie à des actions intentionnelles ou non pour restaurer des écosystèmes qui ont été dégradés, endommagés ou détruits par les activités humaines. Dans le cadre de l'objectif zéro artificialisation nette, la renaturation est définie comme « des actions ou des opérations de restauration ou d'amélioration de la fonctionnalité d'un sol, ayant pour effet de transformer un sol artificialisé en un sol non artificialisé ». La renaturation est parfois confondue avec la désimperméabilisation, qui consiste uniquement à redonner une perméabilité à la couche superficielle du sol, souvent grâce au recours à des revêtements poreux et drainants. Elle est un préalable indispensable mais insuffisant à la restauration des fonctions écologiques du sol. La renaturation implique donc le retour à la pleine terre. Les aménagements hors-sols (toitures végétalisées, potagers urbains en bacs, espaces végétalisés sur dalle, murs végétalisés modulaires, etc.), qui peuvent participer à une meilleure gestion des eaux pluviales, ne rentrent pas dans la catégorie des espaces renaturés. Dans le cadre de l'objectif zéro artificialisation nette, le législateur a défini la renaturation dans la loi Climat et résilience du 22 août 2022 comme les « actions ou des opérations de restauration ou d'amélioration de la fonctionnalité d'un sol, ayant pour effet de transformer un sol artificialisé en un sol non artificialisé ». (Source : ARB îdF)

Services écosystémiques

La notion de services écosystémiques est apparue dans les années 1980 sous l'impulsion de naturalistes engagés dans la conservation de la nature. Elle s'est considérablement développée à la fin des années 1990 à la suite de travaux économiques (Costanza et al, 1997 ; Daly, 1997) mais a véritablement pris de l'ampleur après la publication du rapport sur l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire, en 2005. Elle renvoie aux bénéfices que les sociétés humaines retirent du fonctionnement des écosystèmes. On classe généralement ces services en quatre catégories : les services d'approvisionnement/production (bois, cultures, prélèvements, pollinisation, accès à l'eau etc.) ; les services de régulation (protection ou atténuation face aux inondations, pollinisation, stockage du CO2 et limitation du réchauffement climatique, épuration de l'eau etc.) ; les services culturels (aspects récréatif et spirituel, éducation, ressourcement, activités de pleine nature, etc.) et les services de support nécessaires à la production de tous les autres services (formation des sols, cycles biogéochimiques, production primaire, etc.). Ce concept doit être mobilisé avec précaution et peut susciter des critiques en contribuant à instaurer une logique utilitariste (voire monétariste), occultant des divergences de visions et de valeurs accordées à la nature.

Socio-écosystèmes

Les systèmes socio-écologiques sont vus ici comme des systèmes complexes impliquant des composantes biophysiques (écologie, hydrologie, etc.) et des composantes sociétales (économie, politiques publiques, institutions, etc.) en interaction constante. (Source : CNRS)

Solutions fondées sur la nature

On appelle « solutions fondées sur la nature » les actions de préservation, de gestion et de reconquête des écosystèmes qui visent à favoriser à la fois l'atténuation (captage et stockage du carbone) et l'adaptation (protection contre les tempêtes, les inondations, les glissements de terrain, les incendies) au changement climatique. Ces solutions ont prouvé leur efficacité et peuvent compléter ou se substituer aux infrastructures classiques dites « grises » utilisées dans l'aménagement du territoire. L'atout des solutions fondées sur la nature est leur multifonctionnalité, là où les solutions grises ne résolvent qu'un seul problème à la fois. Outre les bénéfices pour la biodiversité et le climat, elles ont l'avantage de contribuer à améliorer le cadre de vie et la santé de la population, le tout à moindre coût pour les collectivités. Les solutions fondées sur la nature s'appliquent à tous les milieux naturels, agricoles, forestiers, aquatiques et urbains, et à toutes les échelles, pour garantir la résilience des territoires face aux changements globaux. (Source : UICN, ARB îdF)

Trames écologiques

En 2007, le Grenelle de l'environnement a reconnu le phénomène de fragmentation des habitats comme l'une des causes de déclin de la biodiversité. Cette prise de conscience a débouché sur le lancement d'une nouvelle politique portée par le ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE) : la trame verte et bleue (SPN, 2014). Le concept de trames renvoie à l'objectif de maintenir ou reconstituer un réseau permettant aux espèces animales et végétales de se déplacer et d'accomplir les étapes nécessaires à leur cycle de vie. La TVB reprend ainsi des concepts issus de l'écologie des paysages (Keitt et al, 1997 ; Henein et Merriam, 1990 ; Pulliam, 1988 ; Forman et Baudry, 1984). Les réservoirs de biodiversité servent de lieux de vie et de reproduction, tandis que les corridors sont dédiés aux déplacements des espèces entre ces sites. La politique TVB est déclinée à l'échelle régionale dans les schémas régionaux de cohérence écologique (SRCE), puis aux échelles infrarégionales dans les documents d'urbanisme, chartes de parcs naturels régionaux, etc. Aujourd'hui, de nouvelles trames sont conceptualisées par les scientifiques et concernent l'ensemble des compartiments de l'espace – air, surface, sol – habités par la biodiversité, avec par exemple la trame noire (empruntée par les espèces nocturnes), brune (empruntée par les espèces du sol), aérienne (empruntée par les espèces volantes) (Sordello, 2021), ou encore l'absence de bruits anthropiques excessifs (trame blanche).

Zoonose

Maladie virale, bactérienne ou parasitaire, qui se transmet de l'animal à l'Humain et de l'Humaine à l'animal. Les conséquences des zoonoses concernent : - la santé humaine (mortalité et invalidité) ; - la santé animale (mortalité et invalidité) ; - les pertes économiques, dues à la destruction du bétail, à la mortalité et à la diminution des productions ; - le coût des programmes de contrôle ; - les implications en matière d'échanges commerciaux ; - les effets indirects liés aux traumatismes psychologiques (perte d'animaux familiers, destruction de tous les animaux d'une ferme, perte d'animaux de valeur) et à l'impact sur les traditions et les cultures. Les zoonoses représentent un problème de santé majeur, affectant tous les continents. (Source : Dictionnaire de la conservation de la nature).

REFERENCES

- [1] Chevassus-au-Louis B, Pipien G. Notre santé dépend-elle de la biodiversité ? L'essentiel du colloque des 27 et 28 octobre 2014. Paris: Humanité & Biodiversité; 2015.
- [2] CGEDD. Les liens entre santé et biodiversité. Paris: CGEDD; 2013.
- [3] ADEME. Aménager avec la nature en ville, des idées préconçues à la caractérisation des effets environnementaux, sanitaires et économiques. ADEME; 2017.
- [4] Article L.110-1. 2016.
- [5] 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. Bonn, Germany: IPBES secretariat; n.d.
- [6] Millenium ecosystem assesment. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC: Millennium Ecosystem Assessment; 2005.
- [7] Sarrazin F, Lecomte J. Evolution in the Anthropocene. *Science* 2016;351:922–3. <https://doi.org/10.1126/science.aad6756>.
- [8] OMS. Préambule à la Constitution de l'Organisation mondiale de la Santé. 1946.
- [9] OMS. Première Conférence européenne sur l'environnement et la santé. 1989.
- [10] Buse CG, Oestreicher JS, Ellis NR, Patrick R, Brisbois B, Jenkins AP, et al. Public health guide to field developments linking ecosystems, environments and health in the Anthropocene. *Journal of Epidemiology and Community Health* 2018;72:420. <https://doi.org/10.1136/jech-2017-210082>.
- [11] Alliance Santé Planétaire. La Santé Planétaire pour faire face à l'urgence sanitaire, écologique et sociale 2020.
- [12] Ministère de l'Ecologie, Ministère de la Santé et de la Protection Sociale, Ministère de l'Emploi, du Travail et la Cohésion Sociale, Ministère délégué à la Recherche,. Premier Plan National Santé Environnement 2004-2008. 2004.
- [13] Artois, M, Gardon S, Mialet S. Retour sur quelques crises sanitaires impliquant la flore ou la faune sauvage : Comprendre les jeux d'acteurs et analyser leurs positions. Lyon: VetAgro Sup ENSV; 2017.
- [14] Lugassy L, Amdouni-Boursier L, Alout H, Berrebi R, Boëte C, Boué F, et al. What is the evidence that ecosystem components or functions have an impact on infectious diseases? A systematic review protocol. *Environmental Evidence* 2019;8:4. <https://doi.org/10.1186/s13750-019-0147-5>.
- [15] EKLIPSE. Types and components of natural or man-made urban and suburban green and blue spaces affecting human mental health and mental well-being. 2017.
- [16] Goulas A, Makowski D, Descamps A, Livoreil B, Grall N, Laouénan C, et al. Revue systématique : solutions efficaces pour contrôler la dissémination dans l'environnement :21.
- [17] Humanité et Biodiversité. Une seule santé : en pratique ? Humanité et Biodiversité; 2021.
- [18] Leport C, Guégan J-F. Les maladies infectieuses émergentes : état de la situation et perspectives. La Documentation française. Paris: 2011.
- [19] Smith KF, Goldberg M, Rosenthal S, Carlson L, Chen J, Chen C, et al. Global rise in human infectious disease outbreaks. *J R Soc Interface* 2014;11:20140950. <https://doi.org/10.1098/rsif.2014.0950>.
- [20] Jones KE, Patel NG, Levy MA, Storeygard A, Balk D, Gittleman JL, et al. Global trends in emerging infectious diseases. *Nature* 2008;451:990–3. <https://doi.org/10.1038/nature06536>.
- [21] Haddad N, et al., Les zoonoses infectieuses, Polycopié des Unités de maladies réglementées des Ecoles vétérinaires françaises. Mérial (Lyon): 2019.
- [22] Morand S, Moutou F, Richomme C. Faune sauvage, biodiversité et santé, quels défis ? Éditions Quae. Paris: Éditions Quae; 2014.
- [23] Silvain J-F, Goffaux R, Soubelet H. Mobilisation de la FRB par les pouvoirs publics français sur les liens entre Covid-19 et biodiversité. Paris: Fondation pour la Recherche sur la biodiversité; 2020.
- [24] Morand S, Figuié M. Émergence de maladies infectieuses. éditions Quae. Paris: éditions Quae; 2016. <https://doi.org/10.35690/978-2-7592-2491-3>.
- [25] Bar-On YM, Phillips R, Milo R. The biomass distribution on Earth. *Proc Natl Acad Sci USA* 2018;115:6506–11. <https://doi.org/10.1073/pnas.1711842115>.
- [26] Drew TW. Emergence et évolution des maladies virales porcines : jusqu'à quel point les systèmes d'élevage et le commerce international contribuent-ils à la diversité et à la distribution de ces maladies ? *Rev Sci Tech OIE* 2011;30:95–106. <https://doi.org/10.20506/rst.30.1.2020>.

- [27] Wu F, Zhao S, Yu B, Chen Y-M, Wang W, Song Z-G, et al. A new coronavirus associated with human respiratory disease in China. *Nature* 2020;580:E7–E7. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2202-3>.
- [28] Hassanin A, Grandcolas P, Veron G. Covid-19: natural or anthropic origin? *Mammalia* 2020;0. <https://doi.org/10.1515/mammalia-2020-0044>.
- [29] Olival KJ, Hosseini PR, Zambrana-Torrel C, Ross N, Bogich TL, Daszak P. Host and viral traits predict zoonotic spillover from mammals. *Nature* 2017;546:646–50. <https://doi.org/10.1038/nature22975>.
- [30] Woolhouse M, Scott F, Hudson Z, Howey R, Chase-Topping M. Human viruses: discovery and emergence. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 2012;367:2864–71. <https://doi.org/10.1098/rstb.2011.0354>.
- [31] Lively CM. The Effect of Host Genetic Diversity on Disease Spread. *The American Naturalist* 2010;175:E149–52. <https://doi.org/10.1086/652430>.
- [32] Keesing F, Belden LK, Daszak P, Dobson A, Harvell CD, Holt RD, et al. Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases. *Nature* 2010;468:647–52. <https://doi.org/10.1038/nature09575>.
- [33] Swaddle JP, Calos SE. Increased Avian Diversity Is Associated with Lower Incidence of Human West Nile Infection: Observation of the Dilution Effect. *PLOS ONE* 2008;3:e2488. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0002488>.
- [34] Le Sage MJ, Towey BD, Brunner JL. Do scavengers prevent or promote disease transmission? The effect of invertebrate scavenging on Ranavirus transmission. *Functional Ecology* 2019;33:1342–50. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13335>.
- [35] Sénat. Épidémie de COvid-19 : les liens de la crise avec les atteintes à la biodiversité et les impacts sur le secteur de l'eau et de l'assainissement. Pistes d'actions et recommandations. Sénat.; 2020.
- [36] Settele J, Díaz S, Brondizio E, Daszak, P. Covid-19 Stimulus Measures Must Save Lives, Protect Livelihoods, and Safeguard Nature to Reduce the Risk of Future Pandemics 2020.
- [37] Morand S, Jittapalpong S, Suputtamongkol Y, Abdullah MT, Huan TB. Infectious Diseases and Their Outbreaks in Asia-Pacific: Biodiversity and Its Regulation Loss Matter. *PLOS ONE* 2014;9:e90032. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0090032>.
- [38] Lajaunie C, Morand S. Biodiversity and Health: Linking Life, Ecosystems and Societies. 2017.
- [39] Gibb R, Redding DW, Chin KQ, Donnelly CA, Blackburn TM, Newbold T, et al. Zoonotic host diversity increases in human-dominated ecosystems. *Nature* 2020;584:398–402. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2562-8>.
- [40] Synthèse : Hélène Soubelet, directrice de la FRB Relecture : Jean-François Silvain, président de la FRB, Robin Goffaux, chargé de mission FRB « biodiversité et agriculture » ; co-point focal national SBSTTA CDB et Pauline Coulomb, responsable du pôle communication et valorisation scientifique de la FRB. n.d.
- [41] Singh RK, Dhama K, Chakraborty S, Tiwari R, Natesan S, Khandia R, et al. Nipah virus: epidemiology, pathology, immunobiology and advances in diagnosis, vaccine designing and control strategies – a comprehensive review. *Veterinary Quarterly* 2019;39:26–55. <https://doi.org/10.1080/01652176.2019.1580827>.
- [42] Pipien G, Roche B, Roulot J. Préserver la biodiversité, c'est aussi protéger la santé,. *Espaces Naturels* 2014.
- [43] CDC Biodiversité. Santé et Biodiversité : nécessité d'une approche commune, Mission économie de la biodiversité, Biodiv'2050. Paris: CDC Biodiversité; 2019.
- [44] Ostfeld RS, Keesing F. Effects of Host Diversity on Infectious Disease. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 2012;43:157–82. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102710-145022>.
- [45] Schmidt KA, Ostfeld RS. Biodiversity and dilution effect in disease ecology. *Ecology* 2001;82:609–19. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2001\)082\[0609:BATDEI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2001)082[0609:BATDEI]2.0.CO;2).
- [46] Ostfeld RS, Keesing F. Biodiversity and Disease Risk: the Case of Lyme Disease. *Conservation Biology* 2000;14:722–8. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.99014.x>.
- [47] Rapport sentinelle incidence lyme. n.d.
- [48] Chapuis JL, Ferquel E, Vourc'h G, Cornet M, Patey O,. *Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire, Borréliose de Lyme : situation générale et conséquences de l'introduction en Île-de-France d'un nouvel hôte, le tamia de Sibérie. Santé publique France; 2010.*
- [49] Salkeld DJ, Padgett KA, Jones JH. A meta-analysis suggesting that the relationship between biodiversity and risk of zoonotic pathogen transmission is idiosyncratic. *Ecol Lett* 2013;16:679–86. <https://doi.org/10.1111/ele.12101>.
- [50] Marsot M, Chapuis J-L, Gasqui P, Dozières A, Masségli S, Pisanu B, et al. Introduced Siberian Chipmunks (*Tamias sibiricus barberi*) Contribute More to Lyme Borreliosis Risk than Native Reservoir Rodents. *PLoS ONE* 2013;8:e55377. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055377>.
- [51] Levi T, Kilpatrick AM, Mangel M, Wilmers CC. Deer, predators, and the emergence of Lyme disease. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2012;109:10942–7. <https://doi.org/10.1073/pnas.1204536109>.

- [52] Hofmeester TR, Jansen PA, Wijnen HJ, Coipan EC, Fonville M, Prins HHT, et al. Cascading effects of predator activity on tick-borne disease risk. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 2017;284:20170453. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.0453>.
- [53] Delaunay P, Hubiche T, Blanc V, Perrin Y, Marty P, Del Giudice P. *Aedes albopictus* en France métropolitaine. *Annales de Dermatologie et de Vénéréologie* 2012;139:396–401. <https://doi.org/10.1016/j.annder.2011.12.005>.
- [54] CNEV Moustique. n.d.
- [55] Tour du Valat. La démoustication Document de positionnement de la Tour du Valat. Arles: Tour du Valat; 2020.
- [56] Bacot L, Valderfener M, Barraud S, Marmonier P. Les moustiques dans les ouvrages de gestion - alternative des eaux pluviales en ville ? | Retour sur l'Étude exploratoire OTHU 2016 | Exemple des bassins d'infiltration et rétention de la Métropole de Lyon. 2017.
- [57] Songnuan W. Wind-pollination and the roles of pollen allergenic proteins. *Asian Pac J Allergy Immunol* 2013;31:261–70.
- [58] Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. État des connaissances sur l'impact sanitaire lié à l'exposition de la population générale aux pollens présents dans l'air ambiant. Maison Alfort, France: Anses; 2014.
- [59] Agence Régionale de la Biodiversité en Île-de-France. Plantons local en Île-de-France (2019) n.d.
- [60] RNSA. Guide d'information végétation en ville. 2016.
- [61] Roué Le Gall A, Le Gall J, Cuzin Y, Potelon J-L. Agir pour un urbanisme favorable à la santé, concepts & outils -Guide EHESP/DGS. Rennes: EHESP/DGS; 2014.
- [62] EHESP. Guide ISadOrA, une démarche d'accompagnement à l'Intégration de la Santé dans les Opérations d'Aménagement 2020.
- [63] Hanski I, von Hertzen L, Fyhrquist N, Koskinen K, Torppa K, Laatikainen T, et al. Environmental biodiversity, human microbiota, and allergy are interrelated. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 2012;109:8334–9. <https://doi.org/10.1073/pnas.1205624109>.
- [64] Inserm. Microbiote intestinal (flore intestinale) Une piste sérieuse pour comprendre l'origine de nombreuses maladies 2016. <https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/microbiote-intestinal-flore-intestinale>.
- [65] Arrieta M-C, Stiemsma LT, Dimitriu PA, Thorson L, Russell S, Yurist-Doutsch S, et al. Early infancy microbial and metabolic alterations affect risk of childhood asthma. *Sci Transl Med* 2015;7:307ra152-307ra152. <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.aab2271>.
- [66] D'Amato G, Holgate ST, Pawankar R, Ledford DK, Cecchi L, Al-Ahmad M, et al. Meteorological conditions, climate change, new emerging factors, and asthma and related allergic disorders. A statement of the World Allergy Organization. *World Allergy Organ J* 2015;8:25. <https://doi.org/10.1186/s40413-015-0073-0>.
- [67] Sabine Host, Célia Colombier. Pollution de l'air et COVID-19. Paris: Observatoire régional de santé d'Île-de-France; 2020.
- [68] Mangeney C, Bouscaren N, Telle-Lamberton M, Saunal A, Féron V. La surmortalité durant l'épidémie de Covid-19 dans les départements franciliens. Paris: ORS Île-de-France; 2020.
- [69] Forssén J, Hornikx M, Van Der Aa B. Toolbox from the EC FP7 HOSANNA project for the reduction of road and rail traffic noise in the outdoor environment 2014.
- [70] 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* 2015;92:86–101. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2015.01.004>.
- [71] Coensel BD, Vanwetswinkel S, Botteldooren D. Effects of natural sounds on the perception of road traffic noise. *The Journal of the Acoustical Society of America* 2011;129:EL148–53. <https://doi.org/10.1121/1.3567073>.
- [72] 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 (France): Santé publique France; 2020.
- [73] Cuny M, Verrougstraete L, Thibaudon M, Besancenot J, Bonhème L. Les effets de la végétation urbaine sur le climat, la pollution atmosphérique et la santé. *Environnement, Risques & Sante* 2015;14:482–9. <https://doi.org/10.1684/ers.2015.0817>.
- [74] Dimoudi A, Nikolopoulou M. Vegetation in the urban environment: microclimatic analysis and benefits. *Energy and Buildings* 2003;35:69–76. [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(02\)00081-6](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(02)00081-6).
- [75] Barthod C, Zmirou-Navier D. Un tournant dans la prise en compte des arbres et des forêts en santé publique 2019;31:8.
- [76] Nowak DJ. Les effets des arbres et de la forêt sur la qualité de l'air et la santé humaine dans et autour des zones urbaines 2019;31:10.
- [77] Deboeuf, De Los Rios, Barra, Grandin. Renaturer les villes. Méthode, exemples et préconisations. France (Paris): 2022.

- [78] Pascal M, Laaidi K, Beaudeau P. Intérêt des espaces verts et ombragés dans la prévention des impacts sanitaires de la chaleur et de la pollution de l'air en zones urbaines. *Santé Publique* 2019;S1:197. <https://doi.org/10.3917/spub.190.0197>.
- [79] Laaidi K, Zeghnoun A, Dousset B, Bretin P, Vandentorren S, Giraudet E, et al. The Impact of Heat Islands on Mortality in Paris during the August 2003 Heat Wave. *Environmental Health Perspectives* 2012;120:254–9. <https://doi.org/10.1289/ehp.1103532>.
- [80] Bertrand C, Pascal M, Médina S. Do we know enough to quantify the impact of urban green spaces on mortality? An analysis of the current knowledge. *Public Health* 2021;200:91–8. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2021.09.015>.
- [81] Chen D, Wang X, Thatcher M, Barnett G, Kachenko A, Prince R. Urban vegetation for reducing heat related mortality. *Environmental Pollution* 2014;192:275–84. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.05.002>.
- [82] Nowak D, Selmi W, Weber C, Rivière E, Blond N, Mehdi L. Air pollution removal by trees in public green spaces in Strasbourg city, France. *Urban Forestry & Urban Greening* 2016;17:192–201. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.04.010>.
- [83] Nowak DJ, Hirabayashi S, Bodine A, Greenfield E. Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. *Environmental Pollution* 2014;193:119–29. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.05.028>.
- [84] Institut de Veille Sanitaire. Etude des facteurs de risque de décès des personnes âgées résidant à domicile durant la vague de chaleur d'août 2003. Paris: Institut de Veille Sanitaire; 2014.
- [85] Chretien L. SESAME : Services écosystémiques rendus par les arbres, modulés selon l'essence. Cerema; 2019.
- [86] Clergeau P, editor. Urbanisme et biodiversité: vers un paysage vivant structurant le projet urbain. Rennes: Éditions Apogée; 2020.
- [87] Janhall S. Review on urban vegetation and particle air pollution – Deposition and dispersion. *Atmospheric Environment* 2015:130–7.
- [88] Clergeau P. Trames vertes urbaines: De la recherche scientifique au projet urbain. Le Moniteur. Paris: Le Moniteur; 2013.
- [89] Inserm. Activité physique : contextes et effets sur la santé. Paris: Inserm; 2008.
- [90] 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* 2003;56:1693–703. [https://doi.org/10.1016/S0277-9536\(02\)00163-6](https://doi.org/10.1016/S0277-9536(02)00163-6).
- [91] Conseil régional Île-de-France. Plan vert de l'Île-de-France : la nature pour tous et partout 2017.
- [92] WHO, Regional Office for Europe. Urban green spaces: a brief for action. Copenhagen: WHO; 2017.
- [93] Szulczewska B, Giedych R, Borowski J, Kuchcik M, Sikorski P, Mazurkiewicz A, et al. How much green is needed for a vital neighbourhood? In search for empirical evidence. *Land Use Policy* 2014;38:330–45. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.11.006>.
- [94] Astell-Burt T, Feng X, Kolt GS. Green space is associated with walking and moderate-to-vigorous physical activity (MVPA) in middle-to-older-aged adults: findings from 203 883 Australians in the 45 and Up Study. *Br J Sports Med* 2014;48:404–6. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-092006>.
- [95] Owen N, Humpel N, Leslie E, Bauman A, Sallis JF. Understanding environmental influences on walking. *American Journal of Preventive Medicine* 2004;27:67–76. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2004.03.006>.
- [96] Bird, W. Can green space and biodiversity increase levels of physical activity. A report for the Royal Society for the protection of birds. London: Faculty of Public Health of the Royal Colleges of Physicians of the United Kingdom.; 2004.
- [97] L'Institut ParisRegion. Vivre la ville en bonne santé, marcher, bouger ! Chronique de la marche et de l'espace public n° 4. L'Institut Paris Region 2022. https://www.institutparisregion.fr/mobilite-et-transports/modes-actifs/chroniques-de-la-marche-et-de-lespace-public/vivre-la-ville-en-bonne-sante-marcher-bouger/?utm_source=email&utm_campaign=6clics_lactu_de_LInstitut_Paris_Region_-_186_-_7_avril_2022&utm_medium=email (accessed July 22, 2022).
- [98] Meline J, Chaix B, Pannier B, Ogedegbe G, Trasande L, Athens J, et al. Neighborhood walk score and selected Cardiometabolic factors in the French RECORD cohort study. *BMC Public Health* 2017;17:960. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4962-8>.
- [99] Qureshi AI, Adil MM, Miller Z, Suri M, Rahim B, Gilani SI, et al. Walk score and risk of stroke and stroke subtypes among town residents. *J Vasc Interv Neurol* 2014;7:26–9.
- [100] den Braver NR, Lakerveld J, Rutters F, Schoonmade LJ, Brug J, Beulens JWW. Built environmental characteristics and diabetes: a systematic review and meta-analysis. *BMC Med* 2018;16:12. <https://doi.org/10.1186/s12916-017-0997-z>.
- [101] Jones AC, Chaudhary NS, Patki A, Howard VJ, Howard G, Colabianchi N, et al. Neighborhood Walkability as a Predictor of Incident Hypertension in a National Cohort Study. *Front Public Health* 2021;9:611895. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.611895>.

- [102] Moin JS, Glazier RH, Kuluski K, Kiss A, Upshur R. Impact of neighbourhood walkability on the onset of multimorbidity: a cohort study. *BMJ Open* 2021;11:e045890. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-045890>.
- [103] de Courrèges A, Occelli F, Muntaner M, Amouyel P, Meirhaeghe A, Dauchet L. The relationship between neighbourhood walkability and cardiovascular risk factors in northern France. *Sci Total Environ* 2021;772:144877. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144877>.
- [104] L'Institut Paris Region. Ville vivable, ville marchable. Chronique de la marche et de l'espace public n° 2. L'Institut Paris Region 2022. <https://www.institutparisregion.fr/mobilite-et-transports/modes-actifs/chroniques-de-la-marche-et-de-l'espace-public/ville-vivable-ville-marchable/> (accessed July 22, 2022).
- [105] Laurant S, Muratet A, Riou D. Mobilité et biodiversité, un espace commun : le trottoir. *Transports urbains* 2019;N° 135:10–2.
- [106] Muratet A, Pellegrini P, Dufour A-B, Arrif T, Chiron F. Perception and knowledge of plant diversity among urban park users. *Landscape and Urban Planning* 2015;137:95–106. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.01.003>.
- [107] Bonnefoy N. Nature et restauration psychologique. Le soucis de la nature. CNRS Editions, Paris: FLEURY Cynthia, PREVOT-JULLIARD A.C; 2017, p. 377.
- [108] Hunter MR, Gillespie BW, Chen SY-P. Urban Nature Experiences Reduce Stress in the Context of Daily Life Based on Salivary Biomarkers. *Frontiers in Psychology* 2019;10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00722>.
- [109] Ulrich R. View through a window may influence recovery from surgery. *Science* 1984;224:420–1. <https://doi.org/10.1126/science.6143402>.
- [110] Ulrich RS, Simons RF, Losito BD, Fiorito E, Miles MA, Zelson M. Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of Environmental Psychology* 1991;11:201–30. [https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(05\)80184-7](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(05)80184-7).
- [111] Meyer-Schulz K, Bürger-Arndt R. Les effets de la forêt sur la santé physique et mentale. Une revue de la littérature scientifique. *Santé Publique* 2019;S1:115. <https://doi.org/10.3917/spub.190.0115>.
- [112] Mitchell RJ, Richardson EA, Shortt NK, Pearce JR. Neighborhood Environments and Socioeconomic Inequalities in Mental Well-Being. *Am J Prev Med* 2015;49:80–4. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2015.01.017>.
- [113] Mitchell R, Popham F. Effect of exposure to natural environment on health inequalities: an observational population study. *Lancet* 2008;372:1655–60. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(08\)61689-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(08)61689-X).
- [114] Bratman GN, Hamilton JP, Hahn KS, Daily GC, Gross JJ. Nature experience reduces rumination and subgenual prefrontal cortex activation. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2015;112:8567–72. <https://doi.org/10.1073/pnas.1510459112>.
- [115] Maas J, Verheij RA, de Vries S, Spreeuwenberg P, Schellevis FG, Groenewegen PP. Morbidity is related to a green living environment. *Journal of Epidemiology & Community Health* 2009;63:967–73. <https://doi.org/10.1136/jech.2008.079038>.
- [116] Kaplan R, Kaplan S. *The experience of nature : a psychological perspective*. Cambridge ; New York : Cambridge University Press; 1989.
- [117] Kaplan R, Kaplan S, Ryan RL. *With people in mind: design and management of everyday nature*. Island Press. Washington, D.C. Covelo: Island Press; 1998.
- [118] Kahn PH, Kellert SR, editors. *Children and nature: psychological, sociocultural, and evolutionary investigations*. Cambridge, Mass.: MIT Press; 2002.
- [119] Preu 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. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2019;16. <https://doi.org/10.3390/ijerph16101809>.
- [120] 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* 2018;104:1536–42. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2017-312663>.
- [121] ten Brink P, MK Schweitzer JP, Kettunen M, Twigger-Ross C, Baker J, Kuipers Y., Emonts M, TL Hujala T, and Ojala A. *The Health and Social Benefits of Nature and Biodiversity Protection. A report for the European Commission*. Institute for European Environmental Policy 2016.
- [122] van den Berg AE, van Winsum-Westra M, de Vries S, van Dillen SM. Allotment gardening and health: a comparative survey among allotment gardeners and their neighbors without an allotment. *Environmental Health* 2010;9. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-9-74>.
- [123] Torres A-C. *Nature et citoyenneté. Radiographie d'un jardin partagé. Le soucis de la nature*. CNRS Editions, Paris: FLEURY Cynthia, PREVOT-JULLIARD A.C; 2017, p. 377.
- [124] Berge D, Jacob C, Mouchotte S, Pop A, Rivasseau-Jonveaux T. Un jardin comme outil de soins en unité cognitivo-comportementale. *Soins Gériatrie* 2014;19:38–40. <https://doi.org/10.1016/j.sger.2014.04.014>.

- [125] Pommier R, Pringuey D, Pringuey-Criou F, Boulon Y, Boyer S, Massoubre C. Approche qualitative de l'éprouvé au Jardin de Soins. Une étude exploratoire en Psychiatrie de l'Adulte. *Annales Médico-psychologiques, revue psychiatrique* 2018;176:150–6. <https://doi.org/10.1016/j.amp.2017.06.006>.
- [126] Bernez L, Batt M, Yzoard M, Jacob C, Trognon A, Verhaegen F, et al. Jardin thérapeutique, outil de prévention du burnout. *Psychologie Française* 2018;63:73–93. <https://doi.org/10.1016/j.psfr.2017.02.001>.
- [127] Cordoza M, Ulrich RS, Manulik BJ, Gardiner SK, Fitzpatrick PS, Hazen TM, et al. Impact of Nurses Taking Daily Work Breaks in a Hospital Garden on Burnout. *American Journal of Critical Care* 2018;27:508–12. <https://doi.org/10.4037/ajcc2018131>.
- [128] Morita E, Fukuda S, Nagano J, Hamajima N, Yamamoto H, Iwai Y, et al. Psychological effects of forest environments on healthy adults: Shinrin-yoku (forest-air bathing, walking) as a possible method of stress reduction. *Public Health* 2007;121:54–63. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2006.05.024>.
- [129] Meyer-Schulz K, Bürger-Arndt R. Les effets de la forêt sur la santé physique et mentale. Une revue de la littérature scientifique. *Sante Publique* 2019;S1:115–34.
- [130] Tyrväinen L, Ojala A, Neuvonen M, Borodulin K, Lanki T. Effets bénéfiques de la forêt sur la santé et le bien-être. L'expérience de la recherche finlandaise. *Sante Publique* 2019;S1:249–56.
- [131] 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* 2019;S1:219. <https://doi.org/10.3917/spub.190.0219>.
- [132] Dunnett N, Swanwick C, Woolley H. Improving urban parks, play areas and green spaces. Department for transport, local government and the regions. Londres: Department for transport, local government and the regions; 2002.
- [133] Lovell R, Wheeler BW, Higgins SL, Irvine KN, Depledge MH. A systematic review of the health and well-being benefits of biodiverse environments. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part B, Critical Reviews* 2014;17:1–20. <https://doi.org/10.1080/10937404.2013.856361>.
- [134] Meyer-Grandbastien A. Perception écologique et sociale de la biodiversité des espaces verts urbains publics. *Ecologie, Géosciences, Agronomie et Alimentation*. Université Rennes 1, 2020.
- [135] Meyer-Grandbastien A, Burel F, Hellier E, Bergerot B. A step towards understanding the relationship between species diversity and psychological restoration of visitors in urban green spaces using landscape heterogeneity. *Landscape and Urban Planning* 2020;195:103728. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.103728>.
- [136] Grébillon É, Cohen M, Lefour J, Goeldner L, Simon L. Les trames vertes et bleues habitantes : un cheminement entre pratiques et représentations. L'exemple de la ville de Paris (France). *Développement Durable et Territoires* 2012. <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.9470>.
- [137] Vajou B. Santé mentale et expériences de nature : La construction d'une expérience de nature favorable à la santé mentale et au bien-être étude in situ des composantes comportementales, cognitives et affectives. Thèse de doctorat. Angers, 2021.
- [138] Takano T. Urban residential environments and senior citizens' longevity in megacity areas: the importance of walkable green spaces. *Journal of Epidemiology & Community Health* 2002;56:913–8. <https://doi.org/10.1136/jech.56.12.913>.
- [139] Alonso C, Boutefeu E, Wiplier N. Pratiques et usages dans trois espaces verts publics de Lyon: étude comparative n.d.:42.
- [140] Muratet A. Les friches urbaines, des espaces à fortes valeurs patrimoniale et écologique. Caractéristiques des friches urbaines sur le territoire de Plaine Commune. Conseil général de la Seine-Saint-Denis; 2014.
- [141] OCDE, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2022-2031. OECD; 2022. <https://doi.org/10.1787/63c6c63f-fr>.
- [142] Journée FRB 2018 Biodiversité, transition alimentaire et santé. France: Fondation pour la Recherche sur la biodiversité; 2018.
- [143] BEUCHERIE O. Assises de l'alimentation francilienne, synthèse des interventions du 28 février 2019. Paris: Conseil Régional d'Île-de-France; 2019.
- [144] Baudry J, Assmann KE, Touvier M, Allès B, Seconda L, Latino-Martel P, et al. Association of Frequency of Organic Food Consumption With Cancer Risk: Findings From the NutriNet-Santé Prospective Cohort Study. *JAMA Intern Med* 2018;178:1597–606. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2018.4357>.
- [145] Seconda L, Baudry J, Allès B, Boizot-Szantai C, Soler L-G, Galan P, et al. Comparing nutritional, economic, and environmental performances of diets according to their levels of greenhouse gas emissions. *Climatic Change* 2018;148:155–72. <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2195-1>.
- [146] Baudry J, Touvier M, Allès B, Péneau S, Méjean C, Galan P, et al. Typology of eaters based on conventional and organic food consumption: results from the NutriNet-Santé cohort study. *Br J Nutr* 2016;116:700–9. <https://doi.org/10.1017/S0007114516002427>.

- [147] Duru M, al. RO9 Analyse de modèles d'agriculture au prisme de la « santé unique ». Société Française d'Écologie et d'Évolution 2002. <https://www.sfecologie.org/regard/ro9-janv-2020-duru-sarthou-therond/>.
- [148] Darmon, N, Soler, LG. Impact carbone et qualité nutritionnelle des régimes alimentaires en France. duALIne - durabilité de l'alimentation face à de nouveaux enjeux. Questions à la recherche. Esnouf, C., Russel, M. et Bricas, N. (Coords.), France: Inra-Cirad; 2011, p. 45–59.
- [149] Burlingame B, Charrondiere R, Mouille B. Food composition is fundamental to the cross-cutting initiative on biodiversity for food and nutrition. *Journal of Food Composition and Analysis* 2009;22:361–5. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2009.05.003>.
- [150] Albenberg LG, Wu GD. Diet and the Intestinal Microbiome: Associations, Functions, and Implications for Health and Disease. *Gastroenterology* 2014;146:1564–72. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2014.01.058>.
- [151] Lechenet M. Peut-on concilier un faible usage de pesticides, une bonne performance économique et environnementale ? Analyse d'un réseau national de fermes de démonstration Ecophyto. Sciences du Vivant. Université de Bourgogne Franche-Comté (COMUE), 2017.
- [152] Muratet A. État de santé de la biodiversité en Île-de-France (2016) - ARB. France (Paris): ARB Île-de-France; 2016.
- [153] Ministère de l'agriculture, de l'agro-alimentaire et de la forêt. 12 clés pour comprendre l'agroécologie. France (Paris): Ministère de l'agriculture, de l'agro-alimentaire et de la forêt; 2017.
- [154] Gascuel C, Dorioz J-M, Mérot P, Massa F, Grimaldi C, Poulencard J. Rôle des prairies dans les pollutions diffuses. Effet de la localisation et des bordures (haie, dispositifs enherbés, berges). *Fourrages* 2008;192:409–22.
- [155] Briand C, Bressy A, Ghassan C, Deroubaix J-F, Deshayes S, Deutsch J-C, et al. Que sait-on des micropolluants dans les eaux urbaines ? ARCEAU IdF ; AFB - Agence française pour la biodiversité; 2018.
- [156] HCSP. Évaluation globale des Plans nationaux santé – environnement (2004-2019). Paris: Haut Conseil de la Santé Publique; 2022.
- [157] aus der Beek T, Weber F-A, Bergmann A, Hickmann S, Ebert I, Hein A, et al. Pharmaceuticals in the environment-Global occurrences and perspectives: Pharmaceuticals in the global environment. *Environ Toxicol Chem* 2016;35:823–35. <https://doi.org/10.1002/etc.3339>.
- [158] Corcoran J, Winter MJ, Tyler CR. Pharmaceuticals in the aquatic environment: A critical review of the evidence for health effects in fish. *Critical Reviews in Toxicology* 2010;40:287–304. <https://doi.org/10.3109/10408440903373590>.
- [159] Fu Q, Fedrizzi D, Kosfeld V, Schlechtriem C, Ganz V, Derrer S, et al. Biotransformation Changes Bioaccumulation and Toxicity of Diclofenac in Aquatic Organisms. *Environ Sci Technol* 2020;54:4400–8. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b07127>.
- [160] Boillot C, Perrodin Y. Evaluation des risques écotoxicologiques liés aux rejets d'effluents hospitaliers dans les milieux aquatiques: contribution à l'amélioration de la phase "caractérisation des effets. Doc'INSA; 2008.
- [161] HCSP. Avis relatif à l'opportunité d'un nettoyage spécifique ou d'une désinfection de l'espace public. Paris: Haut Conseil de la santé publique; 2020.
- [162] Cassini A, Högberg LD, Plachouras D, Quattrocchi A, Hoxha A, Simonsen GS, et al. Attributable deaths and disability-adjusted life-years caused by infections with antibiotic-resistant bacteria in the EU and the European Economic Area in 2015: a population-level modelling analysis. *The Lancet Infectious Diseases* 2019;19:56–66. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(18\)30605-4](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(18)30605-4).
- [163] Cycoń M, Mroziak A, Piotrowska-Seget Z. Antibiotics in the Soil Environment-Degradation and Their Impact on Microbial Activity and Diversity. *Front Microbiol* 2019;10:338. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00338>.
- [164] Ministère de l'agriculture, de l'agro-alimentaire et de la forêt. La plan écoantibio 2012-2016. Synthèse et principales réalisations. France (Paris): 2016.
- [165] Pujol JL, Le Lann G, Banel E. Une ambition maritime pour la France - Rapport du Groupe POSEIDON Politique maritime de la France. France: Centre d'Analyse Stratégique - Secrétariat général de la mer; 2006.
- [166] Vystavna Y, Frkova Z, Marchand L, Yuri V, Stolberg F. Removal efficiency of pharmaceuticals in a full scale constructed wetland in East Ukraine. *Ecological Engineering* 2017;108:50–8. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.08.009>.
- [167] Semeraro T, Giannuzzi C, Beccarisi L, Aretano R, De Marco A, Pasimeni MR, et al. A constructed treatment wetland as an opportunity to enhance biodiversity and ecosystem services. *Ecological Engineering* 2015;82:517–26. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.05.042>.
- [168] Ghermandi A, Fichtman E. Cultural ecosystem services of multifunctional constructed treatment wetlands and waste stabilization ponds: Time to enter the mainstream? *Ecological Engineering* 2015;84:615–23. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.09.067>.

- [169] Bui S. Pour une approche territoriale des transitions écologiques. Analyse de la transition vers l'agroécologie dans la Biovallée (1970-2015). phdthesis. AgroParisTech, 2015.
- [170] Conseil économique social et environnementa. Pour une politique publique de santé-environnement au coeur des territoires. 2022.
- [171] Adam M, Benet J, Cocquière A, Colombier C. Intégrer la santé dans les documents d'urbanisme - Institut Paris Région. Paris (France): L'Institut Paris Region; 2021.
- [172] Adam M, Cocquière A. La planification régionale face aux enjeux de santé environnementale. Paris (France): L'Institut Paris Region; 2020.
- [173] CGEDD. Évaluation du troisième plan national Santé-environnement. 2018.
- [174] PUCA. Note d'analyse #2 - Biodiversité, nature et santé : comment la crise sanitaire rebat-elle les cartes du débat ? 2020.
- [175] Ministère de la Santé et de la Prévention, Ministre de la Transition, Ministère de la transition Ecologique. Plan National Santé-Environnement 4 (PNSE 4) : "un environnement, une santé" (2021-2025). Ministre de la Transition Ministère de la transition Ecologique et Ministère de la Santé et de la Prévention; 2020.
- [176] Cornet N, Touzain L. La trame lumineuse, un nouveau concept au service d'un environnement nocturne apaisé. Paris (France): L'Institut Paris Region; 2021.
- [177] Bawin T, Seye F, Boukraa S, Zimmer J-Y, Delvigne F, Francis F. La lutte contre les moustiques (Diptera: Culicidae): diversité des approches et application du contrôle biologique. *The Canadian Entomologist* 2015;147:476–500.
- [178] Massart C. Les processus d'écologisation entre santé et environnement : le cas de la maladie de Lyme. *Sociologie*. Université de Grenoble ; Université de Liège, 2013.
- [179] Galopin G, Plottu B, Bouvier V, Béziau N, Haxaire P, Raimbault B, et al. Espaces végétalisés urbains et santé : mesures et leviers d'action à l'échelle du quartier. *Agrocampus ouest*; 2021.
- [180] Hystad P, Payette Y, Noisel N, Boileau C. Green space associations with mental health and cognitive function: Results from the Quebec CARTaGENE cohort. *Environ Epidemiol* 2019;3:e040. <https://doi.org/10.1097/EE9.000000000000040>.
- [181] Beute F, Andreucci MB, Lammel A, Davies ZG, Glanville J, Keune H, et al. Types and characteristics of urban and peri-urban green spaces having an impact on human mental health and wellbeing: a systematic review 2020.
- [182] Sonntag-Öström E, Nordin M, Lundell Y, Dolling A, Wiklund U, Karlsson M, et al. Restorative effects of visits to urban and forest environments in patients with exhaustion disorder. *Urban Forestry & Urban Greening* 2014;13:344–54.
- [183] Cox DT, Shanahan DF, Hudson HL, Fuller RA, Anderson K, Hancock S, et al. Doses of Nearby Nature Simultaneously Associated with Multiple Health Benefits. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2017;14. <https://doi.org/10.3390/ijerph14020172>.
- [184] Plante & Cité. Nature en ville et santé : état des connaissances. n.d.
- [185] Clark NE, Lovell R, Wheeler BW, Higgins SL, Depledge MH, Norris K. Biodiversity, cultural pathways, and human health: a framework. *Trends in Ecology & Evolution* 2014;29:198–204. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.01.009>.
- [186] Stratégie 2020-2030 pour la biodiversité en Île-de-France. Région Île-de-France n.d. <https://www.iledefrance.fr/strategie-2020-2030-pour-la-biodiversite-en-ile-de-france> (accessed December 12, 2022).
- [187] Conseil régional d'Île-de-France. Plan de protection, de résistance et d'adaptation de la Région Île-de-France face au changement climatique PRACC. France (Île-de-France): Conseil régional d'Île-de-France; 2022.
- [188] Ville de Paris. Le Plan Biodiversité de Paris 2018-2024. France (Paris): Ville de Paris; 2018.
- [189] Ville de Paris. Paris Santé environnement. Tous ensemble pour une ville-santé. France (Paris): 2017.
- [190] Journal Officiel. Convention nationale des pharmaciens titulaires d'officine 2022. https://www.ameli.fr/sites/default/files/Documents/convention-pharmaciens-titulaires-officine_journal-officiel.pdf.
- [191] Fondation Médéric-Alzheimer, École nationale supérieure du paysage, Jardins & santé, editors. Conception et élaboration de jardins à l'usage des établissements sociaux, médico-sociaux et sanitaires. Paris: Fondation Médéric Alzheimer; 2020.
- [192] Alla F, Kivits J. La recherche interventionnelle en santé publique : partenariat chercheurs-acteurs, interdisciplinarité et rôle social. *Santé Publique* 2015;27:303–4. <https://doi.org/10.3917/spub.153.0303>.
- [193] Gouvernement. 4e Plan national santé environnement. Rapport d'avancement 2021-2022. Paris (France): 2022.



Financé par



Observatoire régional de santé Île-de-France

15 rue Falguière - 75015 PARIS - Tél. (33) 01 77 49 78 60 - www.ors-idf.org

Président : Dr Ludovic Toro - Directrice de la publication : Dr. Isabelle Grémy

L'ORS Île-de-France, département de L'Institut Paris Région, est un observatoire scientifique indépendant financé par l'Agence régionale de santé et le Conseil régional d'Île-de-France.

ISBN 978-2-7371-2169-2