

Note Interdisciplinaire

Les risques en santé-environnement et la transition du système de santé

Analyse de la mise en œuvre du basculement vers un système de santé préventif comme levier de décarbonation et de résilience du système de santé face aux enjeux environnementaux actuels et émergents

- Dans le cadre Réseau doctoral en Santé Publique -

Raphaël KERMAÏDIC

Laboratoire de rattachement

Le doctorant est rattaché à l'Institut du Management (IDM) de l'EHESP.
Il effectue ses travaux au sein du laboratoire CNRS, Inserm, Arènes - UMR 6051, RSMS (Recherche sur les Services et Management en Santé) - U 1309 – F-35000 Rennes, France
Le doctorant est recruté dans le cadre de la Chaire RESPECT dont l'EHESP est titulaire.

Directeur de thèse : Cyrille HARPET, professeur HDR
Co-encadrante de thèse : Laurie MARRAULD, maîtresse de conférences



Résumé

Ces travaux posent l'hypothèse que la soutenabilité et la transition du système de santé devra s'appuyer sur une amélioration de la prise en compte préventive des facteurs de risques environnementaux et pose la problématique suivante :

Comment appuyer la soutenabilité du système de santé par une amélioration de la prise en compte des déterminants de santé-environnement ?

Pour répondre à cette question, un classement des enjeux de santé-environnement selon leur coût socioéconomique est d'abord réalisé en mobilisant la méthode de la revue de portée (*scoping review*) dans une optique d'aide à la décision.

Au regard de l'état des connaissances scientifiques actuelles, sur 9 déterminants de santé-environnements (incluant 33 sous-déterminants) trois déterminants de santé-environnement sont identifiés comme prioritaires selon leur coût socioéconomique :

- L'exposition au bruit environnemental : 147 milliards d'euros par an (Md€/an),
- La pollution de l'air extérieur : 130 Md€/an,
- La nutrition (surpoids/obésité : 20-27 Md€/an) et l'activité physique (inactivité physique/sédentarité : 140 Md€/an).

A cela s'ajoutent les services écosystémiques liés à la biodiversité (pollinisation, captation de carbone, ressources, etc.) qui s'élèvent à 80 Md€/an, sans pouvoir estimer les pertes liées à son déclin.

Les coûts attribuables au changement climatique sont estimés entre 560 et 647 Md€ cumulés d'impacts sanitaires et matériels à 2050 (canicules, tempêtes, etc.), et jusqu'à 1 100€ d'actifs échoués, investissements perdant leur valeur du fait des « risques de transition ».

Pour améliorer la prise en compte préventive de ces facteurs environnementaux, un état des lieux des évaluations des politiques publiques environnementales (EPP) a été mené, couplé aux suivis d'indicateurs environnementaux pertinents (concentration, émission, exposition, etc.), bien que leurs évolutions soient aussi conditionnées par un contexte sociétal et ne peut jamais être attribué uniquement à la mise en place de politiques environnementales. Les réglementations et politiques sur la qualité de l'air extérieur ont permises une diminution significative des émissions sur les 20 dernières années. Sur le bruit, la nutrition et l'activité physique, le changement climatique et la biodiversité les objectifs ne sont pas atteints ni en voie d'être atteint.

Afin d'améliorer ces politiques et dans le but de ne pas redoubler les recommandations déjà présente dans les EPP, ces travaux ont identifiés 3 interventions publiques scientifiquement probantes transversales au bruit, à l'air et/ou à l'activité physique (par le prisme des mobilités) :

- La réduction des vitesses de 20km/h sur voies rapides ou proches de zones densément peuplées,
- La mise en place de zones à faibles émissions (ZFE),
- Le développement de voies cyclables séparées/ du report modal vers le vélo.

Pour évaluer la faisabilité de tels dispositifs au-delà de leur efficience théorique une enquête de terrain centrée sur l'analyse de mise en œuvre de la ZFE-mobilités de Rennes Métropole a été

menée. Sont étudiés : efficacité, efficience, cohérence, pertinence, acceptabilité, effets non-recherchés et équité, composantes de la pérennité du dispositif.

Ainsi, la cohérence, la pertinence et l'efficacité dans l'atteinte des objectifs affichés (renouvellement du parc et report modal) sont altérés par la réduction de la majorité des aides existantes aux particuliers (baisse du bonus écologique, suppression de la prime à la conversion) et aux collectivités (baisse du Fonds vert, suspension du plan vélo) pour atteindre ces objectifs, ainsi que par l'absence de dispositif de contrôle automatisé fournis par l'Etat et l'impossibilité de contrôle de la vignette Crit'Air seule par les forces de l'ordre. La pertinence et la cohérence de mise en œuvre sont assurées à hauteur de leurs moyens par les collectivités interrogées (Rennes, Grenoble et Montpellier) grâce à la mise en place de dérogations découlant des consultations citoyennes et concertations avec les acteurs économiques, ainsi que par la préexistence de politiques mobilités fortes et de dispositifs d'aides financières sur critères sociaux.

La pérennité du dispositif est remise en question par le vote à l'Assemblée nationale le 28 mai 2025 en faveur de la suppression des ZFE. Résultant de la mise en opposition dans la mise en œuvre et le débat public des enjeux de qualité de l'air, de mobilités et d'inégalités sociales et environnementales de santé, au lieu de les aborder de façon complémentaire.

De cette étude, deux perspectives : une meilleure prise en compte des enjeux environnementaux et des inégalités pourrait être promue par une autre entrée que l'entrée environnementale (développement des transports en communs pour bien-être de la population). Et, dans la continuité du portage par l'OMS de « la santé dans toutes les politiques », de compléter que **toutes les politiques sont déjà santé et environnement**. Ce qui implique la nécessité de se munir d'outils permettant **d'estimer les effets environnementaux et sanitaires de toutes les politiques** (transports, bâtiments, éducation, agriculture, énergie, etc.). Ainsi que de suivre leurs impacts sur les **inégalités sociales et environnementales de santé**. Et, dans la mesure du possible, d'étudier **les impacts sociétaux** de mise en œuvre des politiques publiques environnementales (acceptabilité, « compétitivité », élections, crises géopolitiques, etc.).

Mots-clés : santé-environnement, coût socioéconomique, évaluation des politiques publiques, interventions probantes, étude de mise en œuvre

Table des matières

Résumé	2
Table des matières	4
Contexte	5
Objectifs généraux	7
Enjeux liés au sujet interdisciplinaire	8
Partie I - Caractérisation des risques sanitaires liés à l'environnement sous le prisme de déterminants de santé-environnement et approche de hiérarchisation	9
Objectif de la Partie I	9
Matériels et Méthode	9
1. Sélection des déterminants de santé-environnement (premier objectif secondaire)	9
2. Résultats	11
Partie II - Evaluation des politiques publiques environnementales	15
1. Objectifs	15
2. Méthode	15
3. Résultats	16
Partie III - Identification d'interventions probantes synergiques et étude de mise en œuvre	20
1. Objectif	20
Premier objectif secondaire - Identifier les interventions synergiques probantes air-bruit-mobilités	20
2. Méthode	20
3. Résultat – Identification d'interventions probantes synergiques	21
Deuxième objectif secondaire - Etude des conditions de mise en œuvre de la ZFE-m de Rennes métropole	22
1. Objectifs	22
2. Méthode mixte : revue des documents d'évaluations et enquête de terrain	22
3. Résultats - Etude de mise en œuvre de la ZFE-m de Rennes	25
Limites Générales	26
Discussion Générale	27
Bibliographie	28

Contexte

La connaissance des liens entre la santé humaine et l'environnement est connue depuis l'avènement même de la médecine, et Hippocrate (460-337 av. J.-C.) dans son *Traité des Airs, des Eaux et des Lieux*, décrivait déjà ces interactions [1]. De nos jours, nos instruments de mesures et indicateurs de suivi modernes nous permettent de mieux comprendre et analyser les pressions anthropiques sur la qualité des milieux de vie et des environnements et donc sur la santé des populations.

Ainsi, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime, dans son rapport « *Preventing disease through healthy environment* » [2], qu'à l'échelle mondiale 12,6 millions de décès par an (soit près d'un quart des décès totaux), dont 1,7 millions d'enfants de moins de 5 ans, sont imputables à des causes environnementales (principalement la pollution de l'eau et de l'air extérieur) [3]. En Europe, l'OMS estime dans ce même rapport que les facteurs de stress environnementaux sont responsables de 12 à 18% des décès dans les 53 pays de la région Europe de l'OMS.

En France, la pollution de l'air aux particules fines de diamètre inférieur ou égal à 2,5 µm (PM2.5) engendre environ 40 000 décès prématurés par an selon Santé Publique France (SPF) [4]. Lors d'une exposition périnatale, elle est associée à des risques pour l'enfant de développer des pathologies chroniques comme l'asthme [5,6], l'obésité ou le diabète [7,8]. La population est aussi exposée sur la durée de vie à un nombre conséquent de polluants chimiques aux effets potentiellement néfastes pour la santé (polluants organiques persistants (POP), éléments traces métalliques (ETM), dont certains ayant des propriétés de perturbateurs endocriniens) [9,10]. Enfin, rappelons que d'autres facteurs comportementaux, psycho-sociaux et économiques - aussi intrinsèquement liées aux facteurs environnementaux - sont également déterminants pour la santé, comme le stress, les liens sociaux, ou les conditions de vie socioéconomiques et de travail [11].

Enfin, et nous l'observons déjà, le changement climatique (CC) – interdépendant avec le déclin de la biodiversité [12] - impacte déjà l'Europe [13–15] et le territoire Français métropolitain et d'Outre-mer [16], et est en passe d'altérer les environnements de façon profonde, et donc la santé des populations.

La compréhension globale de l'ensemble de ces phénomènes sur la santé relève du concept d'exposome, introduit dans le code de la santé publique par la loi du 26 janvier 2016 (article L. 1411-1), et « entendu comme l'intégration sur la vie entière de l'ensemble des expositions qui peuvent influencer la santé humaine ». L'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm) estime ainsi que plus de 70% des pathologies non-transmissibles seraient dues à des facteurs environnementaux [17]. Ce concept s'intègre dans le champ disciplinaire de la santé-environnement (ou santé-environnementale)¹.

¹ « Les aspects de la santé humaine, y compris la qualité de la vie, qui sont déterminés par les facteurs physiques, chimiques, biologiques, sociaux, psychosociaux et esthétiques de notre environnement », et s'étend à l'intégration « des politiques et des pratiques de gestion, de résorption, de contrôle et de prévention des facteurs environnementaux susceptibles d'affecter la santé des générations actuelles et futures » [18].

En considérant l'ensemble de ces enjeux : l'environnement et la santé ne peuvent logiquement plus se penser de façon sectorisée, mais de façon intégrée et transversale, non seulement dans les réglementations et politiques publiques environnementales, tout en repensant le prisme par lequel le système de santé actuel aborde les enjeux de santé et d'environnement. Car si le système de santé prend en charge des pathologies en tout ou parties liées à des facteurs environnementaux, il est aussi contributeur de ces mêmes altérations environnementales. Que ce soit au niveau local (déchets, pollution/contamination des eaux et de l'air extérieur) et global par l'émissions de gaz à effet de serre (GES). A l'échelle mondiale, les systèmes de santé combinés représentent 4,4 % des émissions totales de GES [19], et de 6 à 8% de l'empreinte carbone nationale selon les estimations du *think tank The Shift Project* [20].

Dans ce contexte notre système de santé va devoir s'adapter pour faire face à plusieurs défis :

- D'abord celui dit de la « double contrainte carbone », où le secteur de la santé se trouve tiraillé entre d'un côté l'impératif de réduction des usages de ressources et des énergies fossiles et de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES), et de l'autre celui d'assurer la qualité, la sécurité et la continuité des soins.
- Or la réduction de l'usage des énergies fossiles et des ressources vient s'opposer à la hausse de la demande de soins émergents ou résultants :
 - De l'altération des environnements due aux activités humaines (pollutions des milieux (eaux, air, sols), érosion de la biodiversité, avec pour incidence directe ou indirecte la possible réémergence de crises épidémiologiques majeures, etc.) [13],
 - Du changement climatique, où la hausse de la fréquence et de l'intensité des événements climatiques extrêmes (ECE) liés en tout ou partie au changement climatique [21],
 - Du vieillissement de la population et de la hausse de la prévalence des pathologies chroniques, pour lesquels les déterminants environnementaux jouent un rôle prépondérant.

Ainsi, le système de santé est contributeur dans les mécanismes d'altération de l'environnement au niveau local (pression écologique), du réchauffement climatique (émissions de gaz à effet de serre), tout en constituant un maillon essentiel dans la capacité de répondre de façon efficiente et continue aux crises sanitaires qui vont découler de l'ensemble de ces phénomènes. En émerge la nécessité, si ce n'est l'impératif, d'amorcer une transition écologique et environnementale de notre système de santé, afin de le préparer au mieux à ces défis futurs. C'est l'ambition de la chaire RESPECT, et par extension l'objectif du travail de la thèse qui s'y intègre.

La problématique de ce travail de recherche est la suivante :

Comment appuyer la soutenabilité du système de santé par une amélioration de la prise en compte des déterminants de santé-environnement ?

Objectifs généraux

La Chaire RESPECT porte trois objectifs généraux :

1. Comprendre les contours d'un système de santé résilient et produire un document de référence caractérisant les risques sur la santé en lien avec la dégradation de l'environnement.
2. Réaliser une recherche-action auprès des acteurs de santé et des usagers du système de santé dans un but de diffusion et d'appropriation des connaissances en santé-environnement.
3. Décrire des scénarios prospectifs en prévention, intégrant les facteurs de risques environnementaux sur la santé et des critères d'aide à la décision

Les **objectifs généraux de ce travail de recherche** s'inscrivent dans les objectifs 1 et 3 de la Chaire et visent à répondre à la problématique générale et aux hypothèses énoncées en amont :

Le premier objectif général de la thèse vise à **caractériser les enjeux environnementaux de la santé** sous le prisme de déterminants de santé-environnement (DTSE), et de **les hiérarchiser dans un but d'aide à la décision**.

Le second objectif général cherche à **concevoir et vérifier la faisabilité** (économique, politique, systémique, et réglementaire) du basculement d'un système de santé curatif **vers un système plus préventif** comme levier de résilience du secteur sanitaire, de décarbonation, et d'amélioration de la santé des générations actuelles et futures.

Enfin, le troisième objectif général consistera à élaborer sur la base des analyses antérieures les lignes d'un plan d'action réaliste afin de rendre le système de santé soutenable sous ses dimensions socio-économique et environnementale, sur une échelle préétablie, adapté aux réalités des différents acteurs intervenant dans ce processus de transformation.

Enjeux liés au sujet interdisciplinaire

Nous l'aurons compris, ces travaux se trouvent à l'intersection de plusieurs disciplines. Ils s'inscrivent dans le champs de la **santé-environnement** (ou santé-environnementale). Les « portes d'entrées » de ces travaux sont les **sciences environnementales** puis les **sciences économiques**, en tentant de valoriser le coût social de l'altération des environnements liés à nos processus et modes de vies.

Ensuite, les travaux s'étendent aux **sciences politiques**, en analysant les évaluations des politiques publiques de 5 déterminants de santé-environnementaux majeurs (bruit, air, nutrition et activité physique, changement climatique et biodiversité).

En troisième partie, en identifiant les interventions publiques synergiques probantes (air-bruit-mobilité) et les enjeux de mise en œuvre, à travers l'exemple de l'étude de mise en œuvre de la zone à faibles émissions mobilité (ZFE-m) de Rennes métropole, la recherche s'ouvre vers la **sociologique de l'action publique**. Cette partie développe, en plus des méthodes d'étude de littérature mobilisés jusqu'ici (*scoping review* ou « étude de portée »), une méthode mixte intégrant une enquête de terrain qualitative. Les documents d'efficacité et de faisabilité des ZFE aux échelles internationales, nationales puis de Rennes métropole ont été analysés et leurs résultats confrontés aux propos recueillis dans 17 entretiens (21 personnes) auprès des acteurs principaux de la ZFE (élus, Rennes villes et métropole, opérateur de consultation, d'accompagnement au changement des mobilités, etc.).

Ces travaux ont donc dû se confronter à l'ensemble de ces disciplines, et donc de croiser les regards et s'ouvrir à différents spécialistes et spécialités. Des enjeux sociaux des haies aux problématiques d'évolution du PIB et d'internalisation des externalités négatives, en passant par les enjeux méthodologiques et conceptuels profonds de la toxicologie, de l'épidémiologie, ou encore des évaluations de l'état de la biodiversité. Encore, évaluer les inégalités sociales et environnementales de santé se situe à l'intersection des sciences épidémiologiques, sociologiques, politiques et économiques, *a minima*.

Une telle approche offre ainsi l'avantage de faire communiquer les disciplines entres-elles, mais portent aussi l'inconvénient d'être tributaire du cumul des enjeux et limites méthodologiques propres à chaque champs. L'autre limite découlant étant que ces travaux sont dans l'incapacité pratique d'atteindre le même niveau de pertinence et d'expertise sur chacun des domaines et champs mobilisés.

Partie I - Caractérisation des risques sanitaires liés à l'environnement sous le prisme de déterminants de santé-environnement et approche de hiérarchisation

Objectif de la Partie I

L'objectif de cette première partie est de **caractériser les enjeux environnementaux** de la santé sous le prisme de **déterminants de santé-environnement** (DTSE) et, pour les **hiérarchiser**, de les analyser au travers d'indicateurs communs pertinents.

Pour ce faire le premier objectif général est décliné en deux objectifs secondaires :

1. Définir le périmètre des déterminants de santé-environnement à inclure dans ce travail,
2. Pondérer ces déterminants de santé-environnement (DTSE) selon un ou des indicateurs à définir afin d'évaluer leurs « poids » sur le système de santé et la société.

Matériels et Méthode

Le domaine de la santé-environnement est par essence transverse à un grand nombre de disciplines dont les modes de production de connaissances tout comme la nature et la présentation de leurs résultats sont grandement variables. Face à cette difficulté, et afin de répondre à ces premiers objectifs, l'étude de portée (*scoping review*) semblait être la méthode la plus appropriée en ce qu'elle sert à la fois de « point d'entrée à la recherche » et permet de réaliser un « portrait global d'une situation en fonction des écrits existants », ces deux fonctions majeures (Arksey & O'Malley, 2005) [22].

1. Sélection des déterminants de santé-environnement (premier objectif secondaire)

Pour sélectionner les déterminants et sous-déterminants de santé-environnement (DTSE et sous-DTSE) les classification des « déterminant de la santé » du site internet de Santé Publique France (SPF) [23] avec les « déterminants environnementaux de la santé » du rapport « L'environnement en France – édition 2019 – Focus Environnement et Santé » [24]. Ils sont enrichis et recoupés avec les déterminants environnementaux considérés dans les travaux issus, produits ou relayés par les sites d'organismes ou agences internationales et nationales de références : OMS [2], European Environment Agency (EEA, Agence Européenne de l'Environnement) [25], National Center for Biotechnology Information (NCBI) chapitre d'ouvrage international « *Environmental Determinants of health* » de J.M Gibson [26] et Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) [27].

Au total les déterminants de santé-environnement et sous-déterminants retenus sont présentés dans le **Tableau 1** ci-dessous :

Tableau 1. Déterminants et sous-déterminants de santé-environnement inclus dans cette étude

Déterminants de santé-environnement (DTSE)	Sous-déterminants de santé-environnement (Sous-DTSE)
Qualité de l'air extérieur	PM2.5, PM10, NO ₂ , O ₃ , SO ₂
Qualité de l'air intérieur	Tabac environnemental, Radon, CO, Plomb, PM, benzène, trichloréthylène et autres/ multi polluants selon données disponibles
Événements climatiques extrêmes (ECE)	Vagues de chaleur/canicules, grand froid, tempêtes, inondation continentale, retrait du trait de côte, submersion marine, feux de forêts, mouvements de terrain, émergence/ réémergence de maladies vectorielles, sécheresse- (et retrait et gonflement des argiles)
Ressources en eau	Raréfaction de la ressource en eau, qualité des eaux destinées à la consommation humaine (EDCH)
Exposition à des agents physiques	Amiante, nanomatériaux, éléments traces métalliques (ETM), pollen, UV/ondes électromagnétiques, bruit
Exposition à des agents chimiques	QAI + pesticides, perturbateurs endocriniens, et autres/multi polluants selon données disponibles
Sols	Compartiment 'sols' non analysé quantitativement en l'absence de donnée. Recoupe les expositions chimiques, physiques, la qualité des eaux et de l'alimentation, biais par lesquels la qualité des sols est indirectement étudié.
Nutrition et activité physique	Surpoids/obésité, sédentarité/inactivité physique
Biodiversité	Biodiversité générale, espaces verts
Emissions de GES et Changement climatique	Impacts matériels du changement climatique (CC), impacts sanitaires du CC.

1.1 Périmètre géographique

Le périmètre est établi à l'échelle nationale.

1.2 Analyser les données à l'aide d'une grille et Rassembler, résumer et présenter les résultats.

Dans le cadre de l'objectif énoncé de caractérisation des enjeux de santé-environnement : pour chaque déterminant et sous-déterminant sélectionnés ont été extraits des bases de données identifiées et intégrés dans un tableau d'analyse :

- Les sources principales d'émissions,
- Les effets sur l'environnement et les enjeux transverses,
- Les voies d'expositions et les valeurs limites d'exposition (sanitaires et réglementaires),
- Les effets sanitaires à court et long terme,
- Les publics à risques et/ou vulnérables,
- Les gains en santé, en décès évitables, morbidité associée et/ou en espérance de vie gagnée,
- Les coûts socioéconomiques associés.

2. Résultats

2.1. Les coûts socioéconomiques des sous-déterminants de santé-environnement en Md€/an

A l'issue du travail d'analyse les coûts de l'ensemble des sous-DTSE ont été représentés en diagramme en barre en Figure 1 ci-dessous :

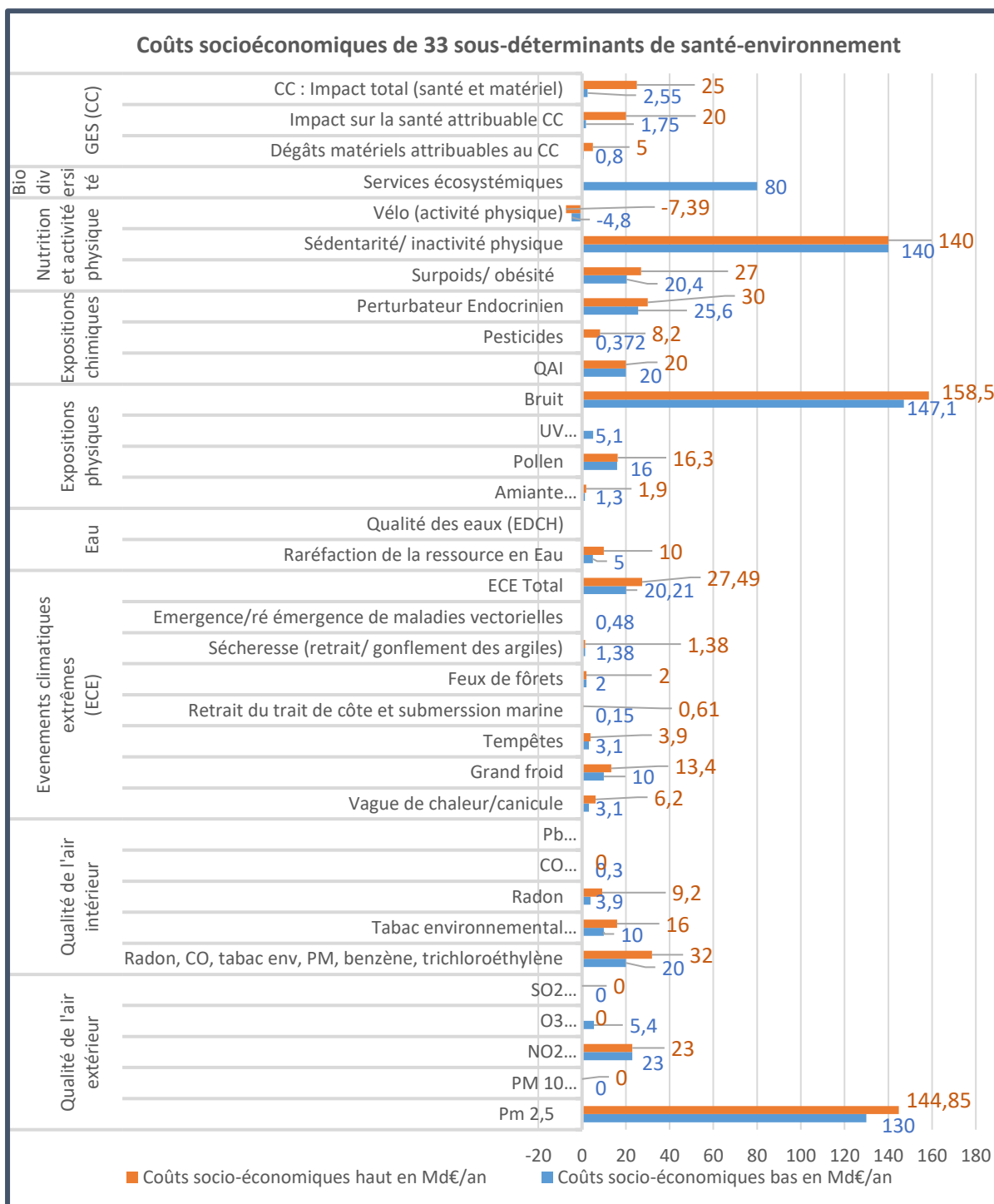


Figure 1. Coûts socioéconomiques avec fourchette haute (orange) et basse (bleue) de 33 sous-déterminants de santé-environnement à l'échelle nationale en Md€/an

2.2. Une première approche priorisée des déterminants de santé-environnement à travers de leur coût socioéconomique en Md€ par an

En agrégeant le coût de chaque sous-DTSE en une seule fourchette de coût haute et basse pour les 9 DTSE dans lesquels ils sont intégrés, nous obtenons une hiérarchisation tel que présentés en Figure 2 ci-après :

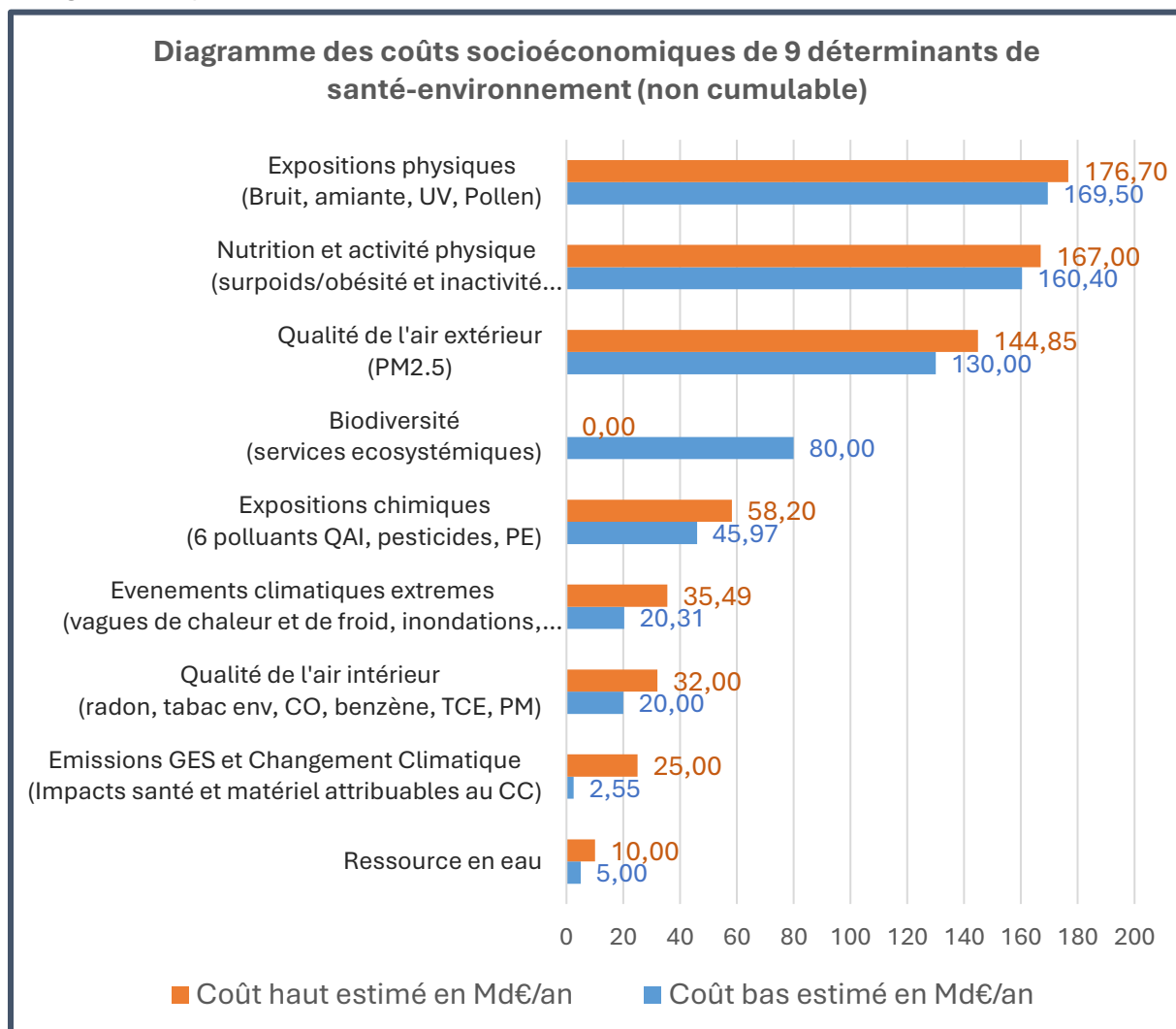


Figure 2. Diagramme des coûts socioéconomiques de 9 déterminants de santé-environnement à l'échelle nationale en milliard d'euros par an en France.

Précautions de lecture et d'interprétation :

- Pour rappel, ces coûts globaux par déterminants ne sont pas cumulables entre eux dans le but d'obtenir un total du poids des déterminants de santé-environnement sur la santé et la société.
- La perte de biodiversité dispose ici uniquement d'une estimation basse qui correspond à la perte des services écosystémiques rendus par cette dernière. Le calcul d'une estimation haute devrait intégrer les effets en cascades sur les écosystèmes et sur la santé liés à son déclin.
- Le coût de l'inactivité physique est étudié indépendamment des autres facteurs de risques, y compris nutritionnel, et est donc considéré comme cumulable à celui du surpoids/obésité.
- Les coûts relatifs à l'eau ne concernent que les aspects de la raréfaction de la ressource, et non de sa qualité, faute de données.

Il ressort de cette première analyse que les facteurs pesant annuellement le plus sur la société sont :

- **l'exposition physique au bruit (147 Md€/an) [28],**
- **la pollution de l'air extérieur (130 Md€/an) [4],**
- et la nutrition et l'activité physique (surpoids/obésité : 20,4 Md€/an [29], et **inactivité physique/sédentarité : 140 Md€/an [30]**).

2.3. Mortalité annuelle attribuable aux déterminants et sous-déterminants de santé-environnement

Les arguments sanitaires et économiques pouvant être mobilisés de façon conjointes et complémentaires : les données de mortalité annuelle attribuable connues par DTSE et sous-DTSE sont présentées ci-dessous :

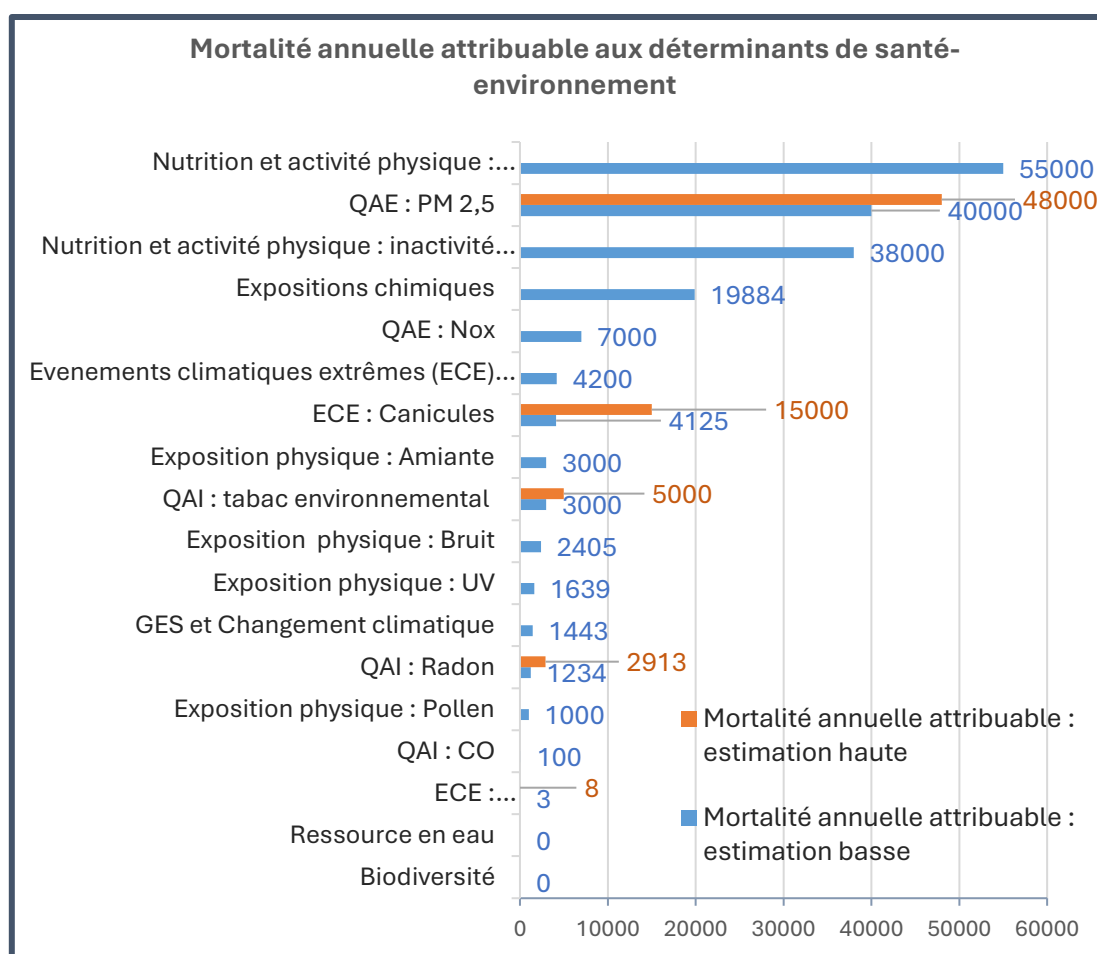


Figure 3. Mortalité haute et basse annuelle estimée par déterminant ou sous-déterminant de santé-environnement

Avec 55 000 décès attribuables au surpoids et à l'obésité [31] et 38 000 à l'inactivité physique et la sédentarité [30], les enjeux de nutrition et activité physique restent prépondérants. La pollution de l'air extérieur est responsable de 40 000 à 48 000 décès prématurés par an et reste second en termes de mortalité attribuable. Le bruit apparaît comme comparable à la QAE ou à l'obésité en termes de coût : ce n'est plus le cas en termes de mortalité associée. L'ADEME estime ainsi que 2 798 décès prématurés sont dus aux maladies cardiovasculaires liées à l'exposition au bruit des transports.

2.4. Projections à 2050 des déterminants impactés par le changement climatique

Les coûts annuels ne rendent pas compte du poids à long termes des effets du CC. Raison pour laquelle la plupart des rapport réalisent des projections de coûts cumulés. Les projections de coûts cumulés à 2050 des événements climatiques extrêmes et les 3 estimations relatives au CC sont représentées en Figure 4 ci-dessous :

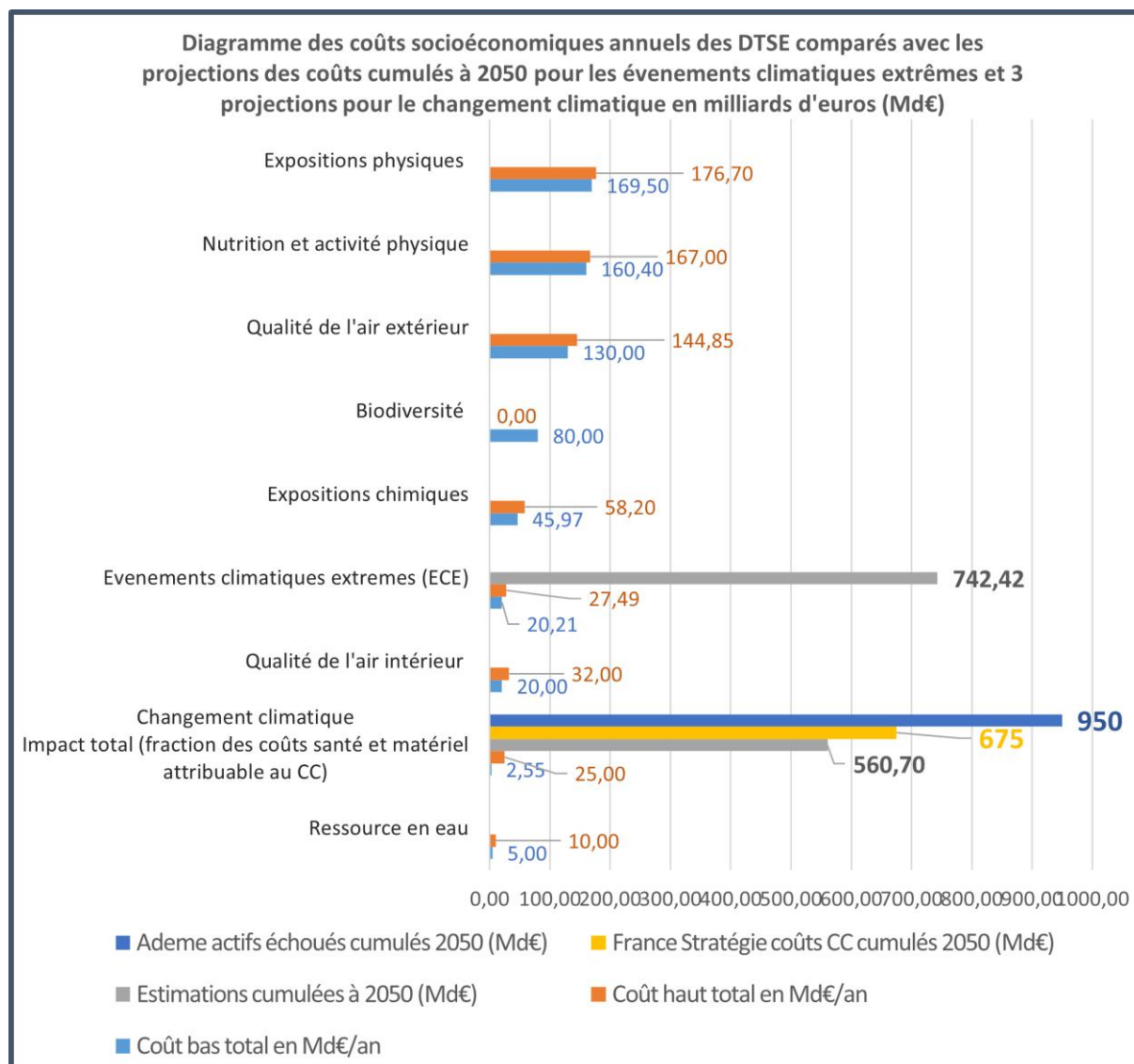


Figure 4. Diagramme des coûts socioéconomiques des 9 déterminants de santé-environnement incluant 3 projections à 2050 pour les déterminants impactés par le changement climatique.

Précautions de lecture et d'interprétation :

- Les coûts des impacts liés aux émissions de GES sont ici cumulés car il s'agit des fractions attribuables au changement climatique d'effets sanitaires ou matériels distincts.
- Le CC interagit avec d'autres déterminants, dans des proportions encore inconnues, et n'ont donc pas été projetés (biodiversité, QAE, pollens, etc.)
- Ces coûts cumulés se basent sur l'estimation de surcoûts sur une période donnée puis projetés en cumulés à 2050, soit par rapport à un scénario de référence sans réchauffement, soit par rapport à une période de temps passée, sans donner à voir de courbe de l'augmentation potentielle des coûts dans le temps, fautes de données.

Partie II - Evaluation des politiques publiques environnementales

Au regard du poids socioéconomique encore conséquent, même sous-évalué [30,32], de l'ensemble des facteurs environnementaux sur la société, de se poser la question de la portée et de l'impact réel sur les environnements et la santé du déploiement et du développement des politiques environnementales actuelles.

1. Objectifs

C'est dans la lignée de ce questionnaire général que s'inscrit le second objectif général des travaux de thèse :

Concevoir et analyser les conditions de faisabilité du basculement d'un système de santé curatif vers un système plus préventif par l'intégration des facteurs environnementaux comme levier d'amélioration de la santé des générations actuelles et futures, et donc de résilience du secteur sanitaire.

Dans le cadre du second objectif général et à l'issue de ce déroulé conceptuel nous posons la question directrice suivante :

- L'impact et l'efficacité des politiques publiques environnementales actuelles sont-ils suffisants pour une prise en compte préventive efficiente des enjeux de santé-environnements ?

Pour répondre à cette question, nous déclinerons deux objectifs secondaires :

- Faire l'inventaire de la réglementation et des politiques publiques de santé-environnement (PPSE) existantes aux échelles européenne, nationale et régionale traitant du **bruit, de la pollution de l'air, de la nutrition et de l'activité physique, du CC et de la biodiversité**,
- Analyser les évaluations de ces politiques publiques, et notamment l'efficacité et la pertinence de ces outils dans une logique d'intégration préventive suffisamment forte pour réduire le poids des facteurs environnementaux sur la santé des populations et sur le système de santé.

2. Méthode

Un tableau de recensement et d'analyse des politiques publiques en santé-environnement a été construit qui intègre aux échelles européenne, nationale, régionale puis locale :

- Les réglementations relatives aux DTSE étudiés,
- Les politiques publiques relatives au DTSE ou sous-DTSE,
- Les éléments d'évaluations disponibles : objectifs annoncés des réglementation/stratégie/PPSE/plan d'action mis en regard des effets observés et des objectifs intermédiaires atteints.

Par souci de lisibilité le recensement de la réglementation sera d'abord présenté, les données évaluatives seront abordées dans un second temps.

2.5. Méthode : critères d'évaluation des Politiques Publiques (EPP)

Afin de répondre à la sous-question de l'objectif secondaire (« quelle méthode et indicateurs pour évaluer une politique publique ? ») plusieurs documents méthodologiques ont été croisés issus : de l'Agence européenne de l'environnement s'appuyant sur les travaux méthodologiques de l'OMS [33], du site gouvernemental Vie Publique [34], du Comité d'aide au développement de l'OCDE (ou OECD en anglais) [35], et des travaux conjoints du Centre de collaboration nationale sur les politiques publiques et la santé (CCNPPS) et de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) [36].

Au total nous nous intéresserons aux 5 critères d'évaluations du site Vie Publique : **atteinte des objectifs, pertinence, cohérence, efficacité, efficience**, ainsi qu'aux critères croisés des autres sources : **acceptabilité, équité, effets-non-recherchés, faisabilité**, tous composantes de la **pérennité** de la politique publique, présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2. Critères d'évaluation des politiques publiques retenus dans ces travaux

Atteinte des objectifs	Les effets constatés sont-ils conformes aux objectifs ?
Pertinence	Les objectifs sont-ils adaptés à la réalité sociale ?
Cohérence	La mise en œuvre de la politique et les moyens sont-ils en adéquation avec les objectifs ?
Efficacité	Les effets sont-ils à la hauteur des objectifs ?
Efficience	Les effets sont-ils à la hauteur des coûts ?
Effets non recherchés	Quels sont les effets non-recherchés de cette politique ?
Equité	Quels sont les effets de cette politique pour différents groupes ?
Acceptabilité	Les parties prenantes acceptent-elles cette politique ?
Faisabilité	Cette politique est-elle techniquement faisable ?
Pérennité/ soutenabilité	

3. Résultats

Vous trouverez en **Tableau 3** ci-dessous une synthèse de l'évolution des indicateurs pertinents mis en regard des politiques publiques correspondantes à l'échelle nationale pour la QAE, le Bruit, la Nutrition et l'Activité Physique, le CC, la Biodiversité, accompagnée d'éléments d'évaluation qualitatifs clés. En l'absence d'évaluation nationale, une synthèse de l'évaluation de la politique européenne est présentée. En vert figurent les évolutions favorables et en rouges celles défavorables.

Tableau 3. Tableau synthèse d'évaluation des politiques publiques nationales relatives à la qualité de l'air extérieur, le bruit, la nutrition et l'activité physique, le changement climatique et la biodiversité.

DTSE	PPSE	Indicateurs directs /Indicateurs indirects/évaluations qualitatives
QAE	<u>National :</u> PREPA <u>Régional :</u> SRADDET <u>Local :</u> PCAET PPA	<ul style="list-style-type: none"> Emissions nationales <p>Sur les 20 dernières années baisse des émissions :</p> <ul style="list-style-type: none"> -62% oxydes d'azotes depuis 2000 -55% PM10 -65% PM2.5 -85% SO2 [37] <ul style="list-style-type: none"> Impact sanitaire national <p>Toujours 40 000 DC attribuable au PM 2.5 et 7000 au NOx[4]</p> <ul style="list-style-type: none"> Coût socioéconomique : 130 à 144 Md€/an [38] PREPA 2 : Atteinte des seuils de la Directive NEC avec déploiement maximal, or abandon de plusieurs mesures dont celle du rééquilibrage de fiscalité gazole-essence.
Bruit	<u>EU :</u> END <u>National :</u> Loi Bruit 1992 PPBE	<p>END Europe, exposition :</p> <p>Depuis 20 ans : pas de réduction du nombre de personnes exposées à de hauts niveaux de bruit, et aucune réduction significative de la proportion de personnes exposées au bruit des transports n'a été enregistrée entre 2012 et 2017 [39,40]</p> <ul style="list-style-type: none"> Impacts sanitaires <p>Impossibilité d'évaluer avec les données disponibles les bénéfices sanitaires qui en découlent, ni de prévoir les réductions potentielles d'expositions liées à l'implémentation de ces mesures.</p> <ul style="list-style-type: none"> Objectifs intermédiaires : <ul style="list-style-type: none"> - Les 27 pays de l'UE ont « correctement transposés les récents amendements relatifs à la méthode d'évaluation des effets de santé liés au bruit porté par la Directive dans leur législation nationale », - « Les indicateurs Lden and Lnight ont été utilisés de façon consistante » [41]. <p>France :</p> <ul style="list-style-type: none"> Coût socioéconomique : 140 Md€/an Exposition : 51,7 M d'habitants exposés à des niveaux de bruits supérieurs à 45 dB(A), 40,6 M > 55 dB(A) [28] Nombre de PNB résorbés par an : de 1 268 (2011) à 184 (2014) [42].
Nutrition et Activité Physique	PNNS4 PNAN3 Loi EGALIm Plan national vélo et mobilité actives 2022- 2027	<p>France</p> <ul style="list-style-type: none"> Prévalence du surpoids et de l'obésité <p>1997-2020 : stagnation de la prévalence du surpoids (env 30%), augmentation de la prévalence de l'obésité adulte : de 8,5% (1997) à 17% (2020), surtout chez les jeunes : x4 chez les 18-24 ans, et x3 chez les 25-34 ans.</p> <p>2023 : prévalence du surpoids et de l'obésité : 47,3% des adultes français (dont 17% en situation d'obésité) [43].</p> <ul style="list-style-type: none"> Proportion d'activité physique (AP) et sédentarité <p>Stagnation des niveaux d'AP : en 2021 73% des hommes et 59% des femmes atteignaient les recommandations en matière d'AP [44].</p> <p>Depuis 2006 : baisse du niveau d'AP pour l'ensemble des femmes, hausse chez les hommes de 40-54 ans. Chez les enfants : la moitié des</p>

		garçons et un tiers des filles atteignent les recommandations, sans évolution depuis 2006 [45].
CC	Loi Climat et résilience LTECV SNBC PPE PNACC	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Emissions de GES nationales</u> Services des données et études statistiques (SDES) : émissions GES 1995-2022 : 2022 : 623 MtCO₂e (équivalent à 2019 : +8% par rapport 2021, -7% par rapport à 1995). Emissions liées aux importations : 56% : <ul style="list-style-type: none"> • Emissions intérieures : - 33% ; • Emissions associées aux importations : + 32% [46]. • <u>Loi climat et Résilience</u> CESE : Les mesures proposées sont « souvent limitées, différées ou soumises à des conditions telles que leur mise en œuvre à terme rapproché est incertaine » [47]. • <u>SNBC 2015-2018</u> Premier budget carbone dépassé de +3,4%, soit un excès d'émissions de 61 MtCO₂e sur 2015-2018 [48].
Biodiversité	Loi sur la protection de la nature (1976) Loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages (2016) SNB 2030	<p>ONB (2023) <u>Les points positifs :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Moyens financiers en hausse de 1,9 à 2,6 Md€/an entre 2009 et 2020 (soit 0.1% du PIB), • 20% des eaux française classer en AMP, • +19% d'espèces communes et indigènes d'arbres en forêt entre 2007 et 2017, • +7% des bois favorable à la biodiversité entre 2008/12 et 2023/17. <p><u>Les points négatifs :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • + 14% de ventes de produits phytosanitaires pour usage agricole (entre 2009/11 et 2018/20), • 17% des espèces de faune et de flore sont aujourd'hui menacées ou éteintes en France, et le risque d'extinction a augmenté de 14% en 10 ans, • Les populations de chauves-souris ont également fortement décliné : -43% entre 2006 et 2021 », • -36% d'oiseaux communes spécialistes des milieux agricoles depuis 1989, • 46% des espèces de poissons amphihalins sont éteintes ou menacées [49].

En synthèse et pour corroborer ces données, le rapport « Bilan environnemental de la France – Edition 2024 » produit par la SDES ne réalise pas une analyse des politiques environnementale mais suit l'état des environnements au travers d'indicateurs (concentrations et émissions de polluants de l'air par secteur, température moyenne, niveau de l'eau, etc.) mis en regard des dépenses de protection de l'environnement, et dresse un constat similaire :

« Si des progrès sont notables dans certains domaines (amélioration de la qualité de l'eau et de l'air par exemple), la situation demeure préoccupante pour d'autres : les émissions de gaz à effet de serre restent élevées même si des améliorations sont constatées, l'artificialisation progresse, la dégradation des milieux naturels se poursuit et la biodiversité continue de disparaître malgré des financements dédiés à ce domaine. » [50].

2.6. Eléments de réponse aux objectifs secondaires et à la question directrice

L'atteinte des deux objectifs secondaires - à savoir pour rappel l'inventaire et l'analyse des évaluations des politiques publiques existantes pour les 5 DTSE retenus - nous permet de répondre à la question directrice posée :

- L'impact et l'efficacité des politiques publiques environnementales actuelles sont-ils suffisants pour une prise en compte préventive efficiente des enjeux environnementaux ?

Il émerge du croisement de suivi d'indicateurs quantitatifs et d'évaluation de politiques publiques qualitatives, qu'au regard de l'évolution négative de la majorité des indicateurs retenus (hausse de l'obésité, mortalité élevée liée à la QAE, déclin continu de la biodiversité, stagnation des niveaux de bruit), et des évaluations qualitatives dans l'ensemble très critiques des PPSE étudiées, notamment sur leur manque d'ambitions et de moyens, **qu'en l'état actuel et sur aucun des 5 DTSE traités, les outils réglementaires et les plans d'action découlant ne permettent pas une prise en compte des enjeux de santé-environnement préventive suffisamment conséquente et efficace ; non seulement pour atteindre leurs propres objectifs, et d'autant moins en ce qu'ils permettraient un basculement vers une société et un système de santé plus préventif sur les facteurs environnementaux.**

Partie III - Identification d'interventions probantes synergiques et étude de mise en œuvre

1. Objectif

Au regard du 3^{ème} objectif général de la thèse initialement posé : il ne s'agit plus de tenter d'établir un autre plan d'action pour la transition du système de santé et un basculement vers un modèle plus préventif tel qu'énoncé initialement. Plus modestement, sur la base des éléments de coûts et des évaluations des politiques publiques étudiés jusqu'à présent, la seconde et désormais la troisième partie de ces travaux visent finalement à chercher comment améliorer l'existant.

L'hypothèse sous-jacente étant que si les plans actuels étaient effectivement et entièrement mis en œuvre et qu'ils articulaient des interventions efficaces, efficaces et efficaces, et pensées en transversalité, cela réduirait substantiellement le poids des facteurs environnementaux sur la santé, réduisant par là même la charge des pathologies associées sur le système de santé et de soins, soutenant sa transition écologique et sa décarbonation.

L'objectif général de la partie III est ainsi reformulé :

- **Identifier des interventions probantes et leur faisabilité de mise en œuvre pour améliorer les politiques publiques environnementales existantes.**

La question directrice associée étant la suivante :

- Quelles interventions probantes synergiques en santé-environnement et quelles modalités de mise en œuvre pour améliorer les politiques environnementales existantes ?

Elle se déclinera en deux objectifs secondaires :

- Identifier des interventions probantes synergiques sur le Bruit, la QAE, la nutrition et l'activité physique (ici sous l'angle des mobilités actives), avec de potentiels co-bénéfices sur le CC et la biodiversité,
- Etudier la faisabilité de mise en œuvre réelle de telles interventions, d'un point de vue politique, économique, technique, et social.

Premier objectif secondaire - Identifier les interventions synergiques probantes air-bruit-mobilités

2. Méthode

Cette étape n'a pas vocation à identifier de façon systématique ni exhaustive des interventions publiques multisectorielles probantes (air-bruit-mobilités), mais plutôt d'en dresser un panorama, ce qui est en adéquation avec la méthode de *scoping review* qui « utilise la pertinence des résultats, plutôt que la qualité de la recherche comme critère d'inclusion » [51], et vise à « une cartographie d'un sujet ou d'un domaine particulier » [52]. Vous trouverez en **Tableau 4** ci-dessous les documents de littérature grise et académiques consultés pour identifier des interventions probantes, ainsi que les sources complémentaires mobilisées pour étayer l'efficacité de certaines interventions, mais non incluses dans le tableau d'analyse.

Tableau 4. Documents comparés identifiants des interventions probantes sur le bruit, la pollution de l'air extérieur et les mobilités

Littérature grise
<ul style="list-style-type: none"> • ADEME. Estimation du cout social du Bruit (2021) [28]/ Convergence des actions Bruit, Climat, Air, Energie (2019) [53] • Bruitparif. Les moyens de lutte contre le bruit routier [54] • EEA. Environmental noise in Europe (2020) [39]/ Turn down the noise - softening the impact of excess transport noise (updated 2021) [55]
Sources académiques
<ul style="list-style-type: none"> • <i>International Journal of Environmental Research and Public Health (IJERPH)</i>. Ranking preventive interventions from different policy domains : What Are the Most Cost-Effective Ways to Improve Public Health (2020) [56] • <i>IJERPH</i>. WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review of Transport Noise Interventions and Their Impacts on Health (2017) [57] • <i>Environment International</i>. Improving health through policies that promote active travel : A review of evidence to support integrated health impact assessment (2011) [58] • <i>Environment International</i>. Designing local air pollution policies focusing on mobility and heating to avoid a targeted number of pollution-related deaths: Forward and backward approaches combining air pollution modeling, health impact assessment and cost-benefit analysis (2022) [59]
Sources complémentaires non incluses dans le tableau d'analyse
<ul style="list-style-type: none"> • Santé Publique France. Interventions efficaces ou prometteuses en prévention et promotion de la santé. Catalogue des interventions [60] • <i>The Lancet Regional Health Europe</i>. The untapped health and climate potential of cycling in France: a national assessment from individual travel data. (2024) [61] • <i>Environmental Health Perspectives</i>. From Good Intentions to Proven Interventions: Effectiveness of Actions to reduce the Health Impacts of Air pollution. (2010) [62] • The Conversation. Réduire la vitesse, changer de revêtement... Quelles solutions contre la pollution sonore routière ? (2025) [63]

3. Résultat – Identification d'interventions probantes synergiques

En couplant le nombre d'occurrence issus du croisement de données du **Tableau 4** et les données des gains sanitaires et économiques et de ratios coûts/bénéfices quantitatifs présentes dans les études consultées : 3 interventions apparaissent probantes et transverses à la fois à la pollution de l'air, au bruit et/ ou aux mobilités et mobilités actives :

- **La réduction des vitesses sur voies rapides** (QAE, bruit),
- **Les zones à faibles émissions** (QAE, bruit, mobilités actives),
- **Développement de voies cyclables séparées/ du report modal vers le vélo** (QAE, Bruit, mobilités actives).

Deuxième objectif secondaire - Etude des conditions de mise en œuvre de la ZFE-m de Rennes métropole

Le dispositif de la ZFE est identifié comme scientifiquement probant par la littérature en matière de lutte contre la pollution de l'air. Les évaluations des ZFE existantes reposent principalement sur des indicateurs d'émission, de concentration et de renouvellement du parc, traduite en estimation de gain en santé ou en coût. Reste que si cette mesure est transversale à plusieurs DTSE (air-bruit-mobilité-CC), elle impacte aussi la société (monde politique, entreprise, population) bien au-delà de ces indicateurs. Elle soulève des tensions non seulement verticales entre l'injonction européenne, nationale puis l'application locale, mais aussi horizontales entre les acteurs du territoire (société de transports, habitants, industries, artisans). La mise en œuvre de la ZFE s'insère aussi dans des enjeux de politiques électorales, de consultation citoyenne et d'acceptabilité, et surtout d'inégalités géographiques et/ou économiques où les populations les plus précaires, souvent aussi les plus exposées, parfois les plus éloignées et donc dépendantes de la voiture, sont aussi potentiellement les plus impactées par une telle mesure. Inversement, ces populations pourraient aussi être celles qui bénéficient le plus de l'amélioration de la QAE et du développement urbain, des TC et des mobilités actives.

1. Objectifs

Ainsi, au-delà de l'efficacité des ZFE scientifiquement estimée au travers d'indicateurs d'émissions et de concentration émerge la question centrale de son impact social et par extension sociétal. L'étude des conditions de mise en œuvre d'une intervention transversale probante telle que la ZFE s'inscrit dans le 2^{ème} objectif secondaire de la partie III :

Etudier la faisabilité de mise en œuvre réelle de telles interventions, d'un point de vue politique, économique, technique, et social.

La question directrice associée est la suivante :

- Comment les conditions de mise en œuvre d'une politique environnementale peuvent altérer son efficacité, son acceptabilité et sa pérennité ?

2. Méthode mixte : revue des documents d'évaluations et enquête de terrain

2.1. Méthode de l'enquête de terrain

Pour l'ensemble du processus de l'enquête de terrain : construction des grilles d'entretiens, sollicitation des personnes à interroger, planification et réalisation des entretiens, construction de la grille d'analyse, retranscription et analyse des entretiens, il a été possible de s'associer à un groupe de travail inter promotion de Master 1 Santé Publique de l'EHESP. Dans le cadre de l'UE « Analyse d'une question de santé publique » (AQSP), ce groupe de 12 étudiant.es avait spécifiquement comme commande d'étudier les enjeux de lutte contre la pollution de l'air en ville et d'inégalités au travers l'étude de la mise en œuvre de la ZFE-m de Rennes Métropole.

2.2. Fonctions, structures et personnes interrogées

En s'appuyant sur la cartographie des acteurs, les institutions et postes identifiés comme pertinent à questionner au niveau local sont :

- Les services de l'Etat : DREAL, ARS, DDTM (Direction départementale des territoires et de la mer),
- Les collectivités du bassin de vie : Région Bretagne, Département d'Ille-et-Vilaine,
- Rennes Villes et Rennes Métropole : Elus et services techniques, ainsi que d'autres agglomérations métropolitaines à des fins comparatives si possible,
- Les acteurs de la recherche et de l'enseignement,
- Les acteurs d'ingénierie territoriale : AASQA, CEREMA,
- Les acteurs de la consultation citoyenne (Vox Operatio) et autres opérateurs externes (Agences Locales de l'Energie et du Climat (ALEC) du Pays de Rennes, Maison de la Consommation et de l'Environnement (MCE), etc.).

Au total, sur les 17 entretiens ont été menés incluant 21 personnes interrogées, 8 ont été réalisés en présence du doctorant (incluant 10 personnes). En résumé et en autres : deux élus de Rennes métropole ont pu être interrogés, un acteur de la consultation citoyenne, les chargés de missions en charge de la ZFE à Montpellier et Grenoble Métropole, l'ALEC du pays de Rennes, le Cerema, le service du développement durable transformation écologie du département d'Ille-et-Vilaine, l'ARS Bretagne, Air Breizh, ou encore la DREAL et la MCE.

2.3. Grille d'entretien

Les entretiens sont réalisés en binôme ou trinôme et sont semi-directifs : chaque trame d'entretien est adaptée aux spécificités de l'interlocuteur (scientifiques, élus, etc.) dans laquelle préfigure des questions préétablies par grandes thématiques, mais où l'ordre de réponse aux questions est ouvert et adaptable aux réponses et propositions amenées par l'interviewé.

En regroupant la structure du guide d'entretien du groupe de travail inter-filière initialement centré sur les enjeux de la QAE et de justice sociale, et celle du doctorant axé sur les aspects réglementaires, politiques et sociaux de mise en œuvre, le guide d'entretien présente les grandes thématiques suivantes, mobilisées ou non en pertinence avec la structure ou la personne interrogée :

- Les enjeux de la pollution de l'air (caractérisation des effets, des expositions et des impacts à l'échelle de la métropole),
- Santé publique et santé-environnement (la ZFE comme une mesure environnementale ou de santé publique et les moyens pour aborder la QAE),
- Les enjeux de mise en œuvre de la ZFE (acteurs impliqués, tensions, portage politique, enjeux électoraux, processus de négociations et de consultation, informations et communication, etc.)
- Enjeux de santé publique et de justice sociale (quels impacts sur les populations les plus défavorisées et les moyens de les limiter, les facteurs institutionnels et structurels à ces inégalités),
- Evaluation (comment est évaluée la ZFE, avant, pendant et après sa mise en œuvre ? selon quelle temporalité et quels indicateurs).

2.4. Analyse des entretiens

Chaque binôme ou trinôme avait à la charge la retranscription et l'analyse de ses entretiens, qui pour le groupe inter-filière s'est faite par une grille d'analyse conjointe ASQP/doctorant.

Pour analyser les entretiens dans l'optique spécifique des travaux de thèse chaque retranscription d'entretien a été relue et les verbatims et éléments d'analyse pertinents intégrés dans une grille d'analyse propre à nos travaux, et les thématiques retenues (ci-dessus) ont été mises en relation avec les critères d'évaluations retenus. Cette grille complète aborde :

- Les aspects législatifs et réglementaires : tensions entre l'obligation de mise en œuvre et les injonctions associées,
- Le processus décisionnel (acteurs, portage, tensions),
- Le rôle de la science dans ce processus,
- Le procédé avant mise en œuvre (évaluation *ex ante*, consultation, négociation, dérogations, etc.),
- La mise en œuvre elle-même : les freins et les leviers, les acteurs impliqués, les actions sur les transports, la communication, les articulations avec les autres plans et le contrôle,
- Les IESS : comment sont-elles prises en compte ? Quelle évaluation des impacts sur les inégalités avant, pendant et après mise en œuvre et quelle mesure pour y pallier,
- L'évaluation (comment est évaluée la ZFE, avant, pendant et après sa mise en œuvre, selon quelle temporalité et quels indicateurs).

3. Résultats - Etude de mise en œuvre de la ZFE-m de Rennes

Au total, quand bien même une intervention soit identifiée comme probante selon certains critères, ce sont ensuite les modalités de mise en œuvre et la mise en opposition médiatique et politique des différents pans de l'intervention au lieu de les aborder de façon complémentaire qui peuvent grandement nuire à l'efficacité et la pérennité d'une politique publique.

Au niveau national l'annonce continue de la livraison d'un dispositif de contrôle automatisé, toujours repoussé, allié à l'impossibilité de contrôle de la vignette Crit'Air seule par les forces de l'ordre ; la réduction de la majorité des aides existantes aux particuliers (baisse du bonus écologique, suppression de la prime à la conversion) et aux collectivités (baisse du Fonds vert, suspension du plan vélo qui aurait pu venir en appui aux collectivités pour augmenter la part modale du vélo justement vers les zones péri-urbaines), le peu d'accompagnement politique, économique et réglementaire aux collectivités, nuisent à la cohérence, la pertinence, l'efficacité et l'acceptabilité dans l'atteinte des deux objectifs affichés de la ZFE : renouvellement du parc et report modal.

Les collectivités territoriales interrogées et Rennes Métropole semblent avoir tout mis en œuvre pour compenser ces lacunes nationales. Rennes Métropole a tenté au mieux de maintenir l'efficacité de la ZFE-m tout en l'adaptant aux réalités sociales (pertinence), en informant et accompagnant les habitants (cohérence) – avec ici une certaine marge d'amélioration –, et en réduisant les effets-non recherchés en maintenant au mieux l'équité (dérogations, élargissement de l'offre de transports, tarifs solidaires, etc.).

Les aspects socioéconomiques, d'acceptabilité et d'inégalités ont – dans une certaine mesure – été considérés : ils sont étudiés dans l'étude de faisabilité réglementaire. Bien que les indicateurs utilisés n'offrent qu'une vision parcellaire des impacts potentiellement inégalitaires de l'intervention et n'ont pas été pensés dans un dispositif de suivi. Mais ces limites conceptuelles et méthodologiques sont en fait valables pour le suivi de toutes politiques et interventions publiques, et non spécifiques à la ZFE. Les impacts sociaux ont aussi été pris en compte notamment par la prise en compte des résultats des consultations citoyennes volontaires et réglementaires ainsi que des concertations et négociations auprès des acteurs économiques du territoire, ainsi que par l'étude des impacts économiques présente dans l'étude de faisabilité réglementaire.

Les politiques mobilités déjà fortes sur les 3 métropoles augmentent l'acceptabilité de la ZFE pour les habitants résidants dans le périmètre des infrastructures de transports, voire étendue au-delà grâce au développement de parcs-relais projetés par la métropole de Rennes. Cela montre aussi que la dynamique de transition des mobilités a été pensée et enclenchée bien avant l'obligation réglementaire de la ZFE. Il serait particulièrement pertinent d'étudier les bénéfices sur l'amélioration de la qualité de l'air extérieur et la santé des populations induits via ces politiques mobilités.

Limites Générales

L'ensemble de ce travail est modulé à chaque étape par une superposition de limites résultantes à la fois des limites méthodologiques et d'interprétation dans les documents consultés, et des limites inhérentes aux méthodes déployées au sein de ce travail. Voici une synthèse des grandes limites de ce travail de thèse.

La première est relative à la hiérarchisation des DTSE selon leur coût socioéconomique. Elle est tributaire des données disponibles et de l'évolution des connaissances, ainsi que des méthodes, du périmètre des déterminants et des composantes des coûts retenues dans chaque étude. Cette priorisation ne rend pas compte des IESS ni des impacts projetés croissants du CC et de l'érosion de la biodiversité. En ce sens, les évaluations de coûts socioéconomiques seront toujours à compléter avec des études mobilisant d'autres indicateurs, évaluant les niveaux de risques, et la répartition inégale des vulnérabilités et effets potentiels des facteurs environnementaux.

La synthèse des évaluations des politiques publiques se heurte elle à la fluctuation des méthodes et critères mobilisés dans les EPP consultés. La synthèse des EPP a pu manquer des éléments d'analyse pertinents, toutes les EPP n'ayant potentiellement pas été analysées avec la même profondeur. L'autre limite est structurelle, puisqu'il est particulièrement complexe de déterminer la part attribuable de l'évolution d'indicateurs environnementaux à la mise en œuvre de politiques. L'intérêt d'une telle synthèse apparaît en ce sens relativement limitée, si ce n'est de réunir des éléments d'évaluations éparpillés, redoublant souvent des constats généraux présents dans les évaluations (manque de moyens, de portage, d'objectifs chiffrés ou quantifiables, d'identification de chaîne d'acteurs, etc.) ; ainsi que de dresser un panorama de l'évolution d'indicateurs de santé-environnement (émissions de polluants, exposition au bruit, indicateur biodiversité, etc.).

Sur l'identification d'interventions probantes multisectorielles, la limite tient à la fois au nombre limité d'études consultées, bien que certaines soient le résultat de métaanalyses ; et elle tient aussi dans l'interprétation, en ce que les interventions sont considérées comme probantes en regard d'indicateurs usuels (concentration, émissions, coûts, etc.) qui n'indiquent aucunement les répercussions sociales, économiques et sociétales (politiques, médiatiques, lobby, IESS, etc.) de telles interventions.

Ce qui nous mène à pointer les limites de l'étude de mise en œuvre de la ZFE-m de Rennes Métropole, ouverture modeste vers la sociologie de l'action publique. Premièrement, le périmètre géographique restreint à trois métropoles (et Rennes principalement) limite vraisemblablement toute extrapolation solide des résultats locaux de mise en œuvre à d'autres ZFE en France ou en Europe, mais l'analyse des incohérences nationales et du récent vote à l'encontre des ZFE restent valables. Deuxièmement, sur l'enquête en elle-même, d'autres métropoles auraient justement pu être interrogées, notamment Paris et Lyon. Ensuite, les trames d'entretiens et grilles d'analyses mixées avec le groupe inter-filière ainsi que la superposition d'entretiens empêchant d'être présent à tous, ont pu limiter la profondeur de la tenue des entretiens et donc des éléments disponibles à l'analyse des enjeux de mise en œuvre spécifiquement.

Discussion Générale

Pour rappel, la problématique générale de ce travail de recherche s'énonçait ainsi : Comment appuyer la soutenabilité du système de santé par une amélioration de la prise en compte des déterminants de santé-environnement ?

Améliorer ou restaurer la qualité des environnements ne pourra pas se faire sans profondément revoir notre rapport à la croissance, d'autant plus à travers l'indicateur restreint qu'est le PIB, et sans intégrer les externalités environnementales et sanitaires négatives dans les marchés.

En somme, la soutenabilité du système de santé ne pourra pas se passer de la prévention, ni de la prévention par l'amélioration de la qualité des environnements. Mais ce processus ne sera qu'une des composantes de sa transition, qui s'articulera et s'articule déjà sur tous les pans du secteur : bâtiment, énergie, transports, protocole de soins, achats, etc. Et, comme toutes les transitions, elle se fera de façon anticipée ou forcée (COVID 19, canicules, inondations, hausse du prix de l'énergie à la suite des événements géopolitiques, etc.).

En outre, réduire la charge des pathologies non-transmissibles sur le système de santé impose, concomitant à l'amélioration des environnements, l'impératif de traiter efficacement les autres facteurs sociaux et comportementaux néfastes pour la santé. Au sein duquel se place toujours le tabac, l'alcool, l'inactivité physique et les aliments non-sains. Où il s'agit non pas seulement de tenter par un amoncellement de politiques et de dispositifs fiscaux ou éducatifs à tenter de traiter le *comportement individuel*, mais de réfléchir aux conditions structurelles et environnementales au sens large (culturelle, historique, éducative, économique) qui mènent les populations – et les économies et des industries qui les sous-tendent - à des pratiques, habitudes de vies et processus qui sont délétères directement pour leur santé (tabac) ou pour la ressource environnementale (avion, voiture, *fast fashion*, etc.), par essence ressource de santé.

Et de se demander (et donc d'implémenter dans la logique de construction et de déploiement des politiques) quelles alternatives ou contextes favorisants sont proposés face à de telles pratiques. Traiter effectivement et efficacement la défaveur et les inégalités sociales pourraient porter des bénéfices sanitaires et environnementaux à même de réduire significativement la charge sur les systèmes de santé ; où la notion de « pouvoir d'agir » évoquer dans l'analyse de l'enquête recoupe avec l'approche de la promotion de la santé par le développement des « capacités » (ou « capacité » : *capabilities* en anglais) d'Amartya Sen, développée par W.Sherlaw et E.Breton par l'exemple de la prévention sur le tabac [64].

Une des approches qui pourrait rendre pérenne et acceptable les transitions – en complément ou en synergie avec les approches macros (PIB, taxes, etc.) - se trouve à l'intersection des sciences environnementales, sanitaires, économiques, politiques, sociologiques et comportementales : **rendre cognitivement, économiquement, socialement et temporellement plus simples et immédiates des politiques, actions ou processus moins délétères voire bénéfiques pour les environnements par rapports aux autres options, tout en assurant un niveau *a minima* équivalent d'efficacité. Ce tout en considérant la santé et les enjeux environnementaux comme des résultantes transversales de toutes les politiques** (en co-bénéfices ou effets adverses).

Bibliographie

1. Jacques Jouanna CM (Éd.). Hippocrate. L'art de la médecine. Paris: Flammarion; 1999.
2. Prüss-Üstün A, Wolf J, Corvalán CF, Bos R, Neira MP. Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2016 [cité 1 mars 2023]. 147 p. Disponible sur: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/204585>
3. World Health Organization. An estimated 12.6 million deaths each year are attributable to unhealthy environments [Internet]. 2016 [cité 26 oct 2023]. Disponible sur: <https://www.who.int/news/item/15-03-2016-an-estimated-12-6-million-deaths-each-year-are-attributable-to-unhealthy-environments>
4. Santé Publique France. Pollution atmosphérique : évaluations quantitatives d'impact sur la santé - EQIS-PA [Internet]. Santé Publique France. 2025 [cité 8 mars 2023]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/pollution-et-sante/air/articles/pollution-atmospherique-evaluations-quantitatives-d-impact-sur-la-sante-eqis>
5. The Lancet Child & Adolescent Health. Pollution: think of the children. Lancet Child Adolesc Health. déc 2017;1(4):249.
6. Les cahiers de la recherche : « L'exposition des enfants » - Novembre 2021 [Internet]. Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. 2021 [cité 26 oct 2023]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/les-cahiers-de-la-recherche-lexposition-des-enfants-novembre-2021>
7. Nikasinovic L. Exposition prénatale à la pollution atmosphérique extérieure et grossesse. Rev Médecine Périnatale. 2017;9(3):134-45.
8. Europe WHORO for. Review of evidence on health aspects of air pollution: REVIHAAP project: technical report. 2021 [cité 9 oct 2024]; Disponible sur: <https://iris.who.int/handle/10665/341712>
9. World Health Organization. Persistent organic pollutants: impact on child health. 2010 [cité 1 mars 2023]; Disponible sur: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44525>
10. Endocrine disrupting chemicals and disease susceptibility - ScienceDirect [Internet]. [cité 9 oct 2024]. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096007601100166X?via%3Dihub>
11. Junien C, Panchenko P, Pirola L, Amarger V, Kaeffer B, Parnet P, et al. Le nouveau paradigme de l'origine développementale de la santé et des maladies (DOHaD) - Épigénétique, environnement : preuves et chaînons manquants. médecine/sciences. 1 janv 2016;32(1):27-34.
12. Pörtner, Hans-Otto, Scholes, Robert J., Agard, John, Archer, Emma, Bai, Xuemei, Barnes, David, et al. IPBES-IPCC co-sponsored workshop report on biodiversity and climate change [Internet]. Zenodo; 2021 juin [cité 24 mars 2023]. Disponible sur: <https://zenodo.org/record/4782538>

13. Pörtner HO, Roberts DC, Tignor MMB, Poloczanska ES, Mintenbeck K, Alegría A, et al., éditeurs. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2022.
14. Romanello M, Napoli CD, Green C, Kennard H, Lampard P, Scamman D, et al. The 2023 report of the Lancet Countdown on health and climate change: the imperative for a health-centred response in a world facing irreversible harms. The Lancet. nov 2023;S0140673623018597.
15. Climate change as a threat to health and well-being in Europe: focus on heat and infectious diseases — European Environment Agency [Internet]. [cité 6 déc 2023]. Disponible sur: <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-on-health>
16. Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique, éditeur. Changement climatique. Coûts des impacts et pistes d'adaptation. Paris: la Documentation française; 2009.
17. Inserm. Ambiance ta life 🌐 🧑 : C'est quoi l'exposome · Inserm, La science pour la santé [Internet]. Inserm. [cité 1 mars 2023]. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/c-est-quoi/ambiance-ta-life-cest-quoi-lexposome/>
18. l'Europe O mondiale de la SB régional de, European Conference on Environment and Health. (2nd : 1994 : Helsinki F. Plan d'action en faveur de l'environnement et de la santé dans la Région européenne : deuxième Conférence européenne sur l'environnement et la santé : Helsinki (Finlande), 20-22 juin 1994. 1994 [cité 9 oct 2024]; Disponible sur: <https://iris.who.int/handle/10665/107933>
19. Karliner J, Slotterback S, boyd R, Steele K, Health Care Without Harm. Health Care's Climate Footprint. How the health sector contributes to the global climate crisis and opportunities for action [Internet]. 2019 [cité 9 oct 2024]. Disponible sur: https://global.noharm.org/sites/default/files/documents-files/5961/HealthCaresClimateFootprint_092319.pdf
20. The Shift Project. Décarboner la santé pour soigner durablement dans le cadre du plan de transformation de l'économie française. Rapport Final V2. Avril 2023 [Internet]. 2023. Disponible sur: https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2023/04/180423-TSP-PTEF-Rapport-final-Sante_v2.pdf
21. Lenzen M, Malik A, Li M, Fry J, Weisz H, Pichler PP, et al. The environmental footprint of health care: a global assessment. Lancet Planet Health. 1 juill 2020;4(7):e271-9.
22. Tétreault S, Blais-Michaud S. Étude de la portée (scoping review). In: Guide pratique de recherche en réadaptation [Internet]. Louvain-la-Neuve: De Boeck Supérieur; 2014 [cité 27 févr 2023]. p. 151-60. (Méthodes techn et outils d'intervention). Disponible sur: <https://www.cairn.info/guide-pratique-de-recherche-en-readaptation--9782353272679-p-151.htm>
23. Santé Publique France - Déterminants de santé [Internet]. [cité 20 oct 2024]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/>

24. Santé Publique France. Focus Environnement et santé [Internet]. 2019 juin. Disponible sur: https://www.notre-environnement.gouv.fr/IMG/pdf/ree19_focus_envsante_v7_16x24_20190605.pdf
25. Joint EEA-JRC report. Environment and human health [Internet]. European Environment Agency; 2013 [cité 20 oct 2024]. Report No.: EEA Report No 5/2013. Disponible sur: <https://www.eea.europa.eu/publications/environment-and-human-health>
26. Gibson JM. Environmental Determinants of Health. *Chronic Illn Care*. 7 nov 2017;451-67.
27. Anses et santé environnement [Internet]. Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. 2013 [cité 20 oct 2024]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/anses-et-sante-environnement>
28. ADEME, I CARE & CONSULT, ÉNERGIES DEMAIN, Douillet M, Sipos G, Delugin L, et al. Le coût social du bruit en France. Estimation du coût social du bruit en France et analyse de mesures d'évitement simultané du coût social du bruit et de la pollution de l'air. [Internet]. 2021 oct p. 82. Report No.: Rapport Final. Disponible sur: <https://librairie.ademe.fr/air-et-bruit/4815-cout-social-du-bruit-en-france.html>
29. Ministère de l'Economie et des Finances, Vincent JP. Trésor-Eco. Obésité : quelles conséquences pour l'économie et comment les limiter? [Internet]. 2016 sept p. 12. Report No.: 179. Disponible sur: <https://www.tresor.economie.gouv.fr/Articles/90846524-d27e-4d18-a4fe-e871c146beba/files/1f8ca101-0cdb-4ccb-95ec-0a01434e1f34>
30. Dervaux B, Rochaix L, France Stratégie. L'évaluation socioéconomique des effets de santé des projets d'investissement public [Internet]. 2022 mars p. 326. Disponible sur: <https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-2022-rapport-sante-mars.pdf>
31. Académie nationale de médecine. L'obésité morbide, problème de santé publique : traitement chirurgical sous laparoscopie – Académie nationale de médecine | Une institution dans son temps [Internet]. 2001 [cité 26 févr 2025]. Disponible sur: <https://www.academie-medecine.fr/lobesite-morbide-probleme-de-sante-publique-traitement-chirurgical-sous-laparoscopie/>
32. Delahais A, Robinet A. Coût de l'inaction face au changement climatique en France : que sait-on ? [Internet]. 2023 mars [cité 23 mai 2023] p. 80. Report No.: 2023-01. Disponible sur: <https://www.strategie.gouv.fr/publications/cout-de-linaction-face-changement-climatique-france-sait>
33. ANOTEC, Directorate-General for Environment (European Commission), Tecnalía, TNO, Universitat Autònoma de Barcelona, VVA, et al. Assessment of potential health benefits of noise abatement measures in the EU: Phenomena project [Internet]. Publications Office of the European Union; 2021 [cité 5 mars 2025]. Disponible sur: <https://data.europa.eu/doi/10.2779/24566>
34. Vie Publique. Évaluation des politiques publiques : instrument de la réforme de l'État | vie-publique.fr [Internet]. 2022 [cité 5 mars 2025]. Disponible sur: <https://www.vie-publique.fr/eclairage/21987-evaluation-des-politiques-publiques-instrument-de-la-reforme-de-letat>

35. OECD. Evaluation Criteria [Internet]. OECD. [cité 5 mars 2025]. Disponible sur: <https://www.oecd.org/en/topics/sub-issues/development-co-operation-evaluation-and-effectiveness/evaluation-criteria.html>
36. Morestin F, Centre de collaboration nationale sur les politiques publiques et la santé, Institut national de santé publique Québec. Un cadre d'analyse de politique publique : guide pratique. sept 2012;14.
37. Ministère de l'aménagement, du territoire et de la décentralisation, Ministère de la transition écologique, de la biodiversité, de la forêt, de la mer et de la pêche. Zones à faibles émissions (ZFE) [Internet]. [cité 4 nov 2024]. Disponible sur: <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/zones-faibles-emissions-zfe>
38. Chanel O, Medina S, Pascal M. Évaluation économique de la mortalité liée à la pollution atmosphérique en France. 11 févr 2021;17.
39. European Environment Agency. Environmental noise in Europe — 2020 [Internet]. 2020 [cité 31 oct 2024] p. 104. Report No.: 22/2019. Disponible sur: <https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe>
40. European Environment Agency. Zéro pollution: les objectifs fixés pour 2030 sont à notre portée, mais des mesures plus fortes sont nécessaires [Internet]. [cité 4 mars 2025]. Disponible sur: <https://www.eea.europa.eu/fr/highlights/zero-pollution-les-objectifs-fixes>
41. European Commission. Report from the Commission to the European Parliament and The Council on the Implementation of the Environmental Noise Directive in accordance with Article 11 of Directive 2002/49/EC [Internet]. Brussels; 2023 mars p. 17. Disponible sur: https://environment.ec.europa.eu/system/files/2023-03/COM_2023_139_1_EN_ACT_part1_v3.pdf
42. notre-environnement. Les bruits et les nuisances sonores [Internet]. notre-environnement. 2025 [cité 1 avr 2025]. Disponible sur: <https://www.notre-environnement.gouv.fr/>
43. Inserm. Obésité et surpoids : près d'un Français sur deux concerné [Internet]. Salle de presse | Inserm. 2023 [cité 23 févr 2023]. Disponible sur: <https://presse.inserm.fr/obesite-et-surpoids-pres-dun-francais-sur-deux-concerne/46494/>
44. Verdot C, Salavane B, Escalon H, Deschamps V. Prévalences nationales et régionales de l'activité physique et de la sédentarité des adultes en France : résultats du baromètre de santé publique France 2021 / national and regional prevalence of physical activity and sedentary behaviour among adults in France: results from the santé publique France health barometer 2021. 21 févr 2024;10.
45. Verdot C, Salavane B, Deschamps V. Activité physique et sédentarité dans la population française. Situation en 2014- 2016 et évolution depuis 2006-2007. Bulletin épidémiologique hebdomadaire. 9 juin 2020 [cité 5 nov 2024]; Disponible sur: http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2020/15/2020_15_1.html
46. SDES (Services des données et études statistiques). L'empreinte carbone de la France de 1995 à 2022 [Internet]. Données et études statistiques pour le changement climatique, l'énergie, l'environnement, le logement, et les transports. 2023 [cité 4 nov 2024]. Disponible sur: <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lempreinte-carbone-de-la-france-de-1995-2022>

47. Vie Publique. Loi Climat et Résilience : des avancées et des limites | vie-publique.fr [Internet]. 2021 [cité 10 avr 2025]. Disponible sur: <https://www.vie-publique.fr/eclairage/281953-loi-climat-et-resilience-des-avancees-et-des-limites>
48. Ministères Aménagement du territoire Transition écologique, Ministère de la Transition Ecologique, de la biodiversité, de la Forêt, de la Mer et de la Pêche. Suivi de la Stratégie nationale bas-carbone [Internet]. 2024 [cité 11 avr 2025]. Disponible sur: <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/suivi-strategie-nationale-bas-carbone>
49. Observatoire national de la biodiversité (ONB). La biodiversité française en déclin - 10 ans de chiffres-clés par l'Observatoire national de la biodiversité [Internet]. 2023 juin [cité 4 nov 2024] p. 7. Disponible sur: <https://www.ofb.gouv.fr/documentation/la-biodiversite-francaise-en-declin-10-ans-de-chiffres-cles-par-lobservatoire>
50. SDES (Services des données et études statistiques). Bilan environnemental de la France - Édition 2024 [Internet]. Données et études statistiques pour le changement climatique, l'énergie, l'environnement, le logement et les transports. [cité 31 mars 2025]. Disponible sur: <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/bilan-environnemental-de-la-france-edition-2024-0>
51. Robinson JM, Breed AC, Camargo A, Redvers N, Breed MF. Biodiversity and human health: A scoping review and examples of underrepresented linkages. *Environ Res.* 1 avr 2024;246:118115.
52. Barisau M, Gasselin P. Pourquoi et comment conduire une Scoping Review de la littérature en Sciences Humaines et Sociales ? 2022;31.
53. ADEME. Convergence des actions bruit climat air énergie pour une planification performante [Internet]. 2019 mars p. 160. Disponible sur: <https://www.bruit.fr/images/cidb/nos-publications/convergence-actions-bruit-climat-air-energie.pdf>
54. Bruitparif. Les moyens de lutte contre le bruit routier [Internet]. [cité 23 janv 2025]. Disponible sur: <https://www.bruitparif.fr/les-moyens-de-lutte-contre-le-bruit-routier/>
55. European Environment Agency. Turn down the noise - softening the impact of excess transport noise. 11 mai 2021 [cité 28 janv 2025]; Disponible sur: <https://www.eea.europa.eu/articles/turn-down-the-noise-2013-67-million-europeans-endure-high-transport-noise-exposure>
56. van der Vliet N, Suijkerbuijk AWM, de Blaey AT, de Wit GA, van Gils PF, Staatsen BAM, et al. Ranking Preventive Interventions from Different Policy Domains: What Are the Most Cost-Effective Ways to Improve Public Health? *Int J Environ Res Public Health.* 24 mars 2020;17(6):2160.
57. Brown AL, Van Kamp I. WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review of Transport Noise Interventions and Their Impacts on Health. *Int J Environ Res Public Health.* août 2017;14(8):873.
58. de Nazelle A, Nieuwenhuijsen MJ, Antó JM, Brauer M, Briggs D, Braun-Fahrlander C, et al. Improving health through policies that promote active travel: A review of evidence to support integrated health impact assessment. *Environ Int.* 1 mai 2011;37(4):766-77.

59. Bouscasse H, Gabet S, Kerneis G, Provent A, Rieux C, Ben Salem N, et al. Designing local air pollution policies focusing on mobility and heating to avoid a targeted number of pollution-related deaths: Forward and backward approaches combining air pollution modeling, health impact assessment and cost-benefit analysis. *Environ Int.* 15 janv 2022;159:107030.
60. Santé Publique France. Répertoire des interventions efficaces ou prometteuses en prévention et promotion de la santé [Internet]. [cité 19 mai 2025]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/a-propos/services/interventions-probantes-ou-prometteuses-en-prevention-et-promotion-de-la-sante/repertoire-des-interventions-efficaces-ou-prometteuses-en-prevention-et-promotion-de-la-sante>
61. Schwarz E, Leroutier M, De Nazelle A, Quirion P, Jean K. The untapped health and climate potential of cycling in France: a national assessment from individual travel data. *Lancet Reg Health - Eur.* 1 avr 2024;39:100874.
62. Giles LV, Barn P, Künzli N, Romieu I, Mittleman MA, van Eeden S, et al. From Good Intentions to Proven Interventions: Effectiveness of Actions to Reduce the Health Impacts of Air Pollution. *Environ Health Perspect.* janv 2011;119(1):29-36.
63. Ecotièrre D, Pallas MA. Réduire la vitesse, changer de revêtement... Quelles solutions contre la pollution sonore routière ? [Internet]. *The Conversation.* 2025 [cité 13 mai 2025]. Disponible sur: <http://theconversation.com/reduire-la-vitesse-changer-de-revetement-queelles-solutions-contre-la-pollution-sonore-routiere-251313>
64. Breton E, Sherlaw W. Examining Tobacco Control Strategies and Aims Through a Social Justice Lens: An Application of Sen's Capability Approach. *Public Health Ethics.* 1 juill 2011;4(2):149-59.