

SANTÉ
ENVIRONNEMENT
TRAVAIL

JANVIER 2024

MÉTHODE

PRIORISATION DES COUPLES
MALADIE-FACTEUR DE RISQUE
POUR L'ESTIMATION DU FARDEAU
ENVIRONNEMENTAL ET
PROFESSIONNEL DE LA MALADIE
EN FRANCE

Résumé

Priorisation des couples maladie-facteur de risque pour l'estimation du fardeau environnemental et professionnel de la maladie en France

Contexte et objectifs

L'estimation du fardeau environnemental et professionnel de la maladie vise à comparer et hiérarchiser les facteurs de risque environnementaux et professionnels selon leur impact sur la santé en vue d'orienter les politiques publiques et les stratégies de prévention en santé-environnement et santé-travail. Cette approche nécessite d'identifier et de prioriser les couples maladie-facteur de risque d'intérêt sur lesquels conduire l'estimation de ce fardeau. Ce rapport présente la méthode de priorisation appliquée par Santé publique France et la liste des couples priorités en vue de réaliser une première estimation du fardeau environnemental et professionnel de la maladie en France.

Méthode

La première étape de ce travail a consisté à prioriser les maladies et traumatismes sur la base de leur contribution au fardeau total de la maladie. La seconde étape a consisté à prioriser les facteurs de risque environnementaux et professionnels selon leur impact sur le fardeau des maladies et traumatismes préalablement priorités. Ces deux étapes ont reposé sur l'analyse comparative des estimations nationales du fardeau les plus récentes et les plus complètes disponibles à ce jour pour la France. Ces estimations ont été produites respectivement dans le cadre des projets internationaux *Global Burden of Disease* (GBD) de l'*Institute for Health Metrics and Evaluation* (IHME) et *Global Health Estimates* (GHE) de l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Les comparaisons se sont appuyées sur les différents indicateurs sanitaires du fardeau : les DALY (*Disability-Adjusted Live Years*), les YLL (*Years of Life Lost*) et les YLD (*Years Lived with Disability*) et sur les fractions de risque attribuable (FRA) mesurant l'impact respectif de l'exposition aux différents facteurs de risque environnementaux ou professionnels sur la survenue des maladies ou des traumatismes.

Résultats

À l'issue de ces deux étapes, neuf couples maladie-facteur de risque environnemental ou professionnel ont été priorités. Trois couples portent sur les cancers de la trachée, des bronches et du poumon, en lien avec l'exposition professionnelle à l'amiante, l'exposition à la pollution ambiante aux particules ou au radon résidentiel. Deux couples sont relatifs aux cardiopathies ischémiques, en lien avec l'exposition à la pollution ambiante aux particules ou à de basses températures. Deux couples concernent les accidents vasculaires cérébraux, en lien avec l'exposition à de basses températures ou à la pollution ambiante aux particules. Les deux derniers couples s'intéressent aux lombalgies en lien avec l'exposition à des facteurs de risque ergonomiques et aux chutes accidentelles en lien avec les accidents professionnels.

Discussion

La méthode de priorisation utilisée a permis d'établir une liste réduite de couples maladie-facteur de risque sur lesquels conduire une première estimation du fardeau environnemental et professionnel de la maladie en France. Les couples priorités sont cohérents avec ceux documentés dans la littérature scientifique. Par ailleurs, ce travail a mis en évidence les principales limites associées à chacune de deux sources de données utilisées (GBD vs GHE). En vue d'améliorer la précision des estimations produites pour la France, il s'avère nécessaire d'adapter les méthodes d'estimations de l'IHME et de l'OMS au contexte français et d'utiliser les données sanitaires, environnementales et professionnelles les plus robustes et les plus pertinentes disponibles à l'échelle nationale. À défaut, de nouvelles données devront être produites afin de pouvoir estimer de façon globale les conséquences de l'environnement sur la santé. La production de telles données s'avère néanmoins longue et complexe et nécessite en première intention de réduire le périmètre d'investigation aux seuls couples priorités.

Perspectives

La prochaine étape de ce projet visera à évaluer la faisabilité d'estimer le fardeau associé à chacun de ces couples à partir des données sanitaires, environnementales et professionnelles disponibles à l'échelle nationale et à orienter les futurs travaux de Santé publique France en vue d'acquérir de nouvelles données d'entrée. Plus largement, ces premiers travaux serviront de socle pour orienter les futurs travaux de l'agence sur le fardeau environnemental et professionnel de la maladie en France.

MOTS-CLEFS : FARDEAU DE LA MALADIE, FARDEAU ENVIRONNEMENTAL DE LA MALADIE, FARDEAU PROFESSIONNEL DE LA MALADIE, DALY, ANNÉES DE VIE AJUSTÉES DE L'INCAPACITÉ, YLL, ANNÉES DE VIE PERDUES, YLD, ANNÉES DE VIE VÉCUES AVEC UNE INCAPACITÉ, FRA, FRACTION DE RISQUE ATTRIBUABLE, BURDEN OF DISEASE, GBD, GHE, IHME, OMS

Citation suggérée : Delaunay-Havard S. Priorisation des couples maladie-facteur de risque pour l'estimation du fardeau environnemental et professionnel de la maladie en France. Saint-Maurice : Santé publique France, 2024. 58 p. Disponible à partir de l'URL : <https://www.santepubliquefrance.fr>

ISSN : 2647-4816 - ISBN-NET : 979-10-289-0895-9 - RÉALISÉ PAR LA DIRECTION DE LA COMMUNICATION, SANTÉ PUBLIQUE FRANCE - DÉPÔT LÉGAL : JANVIER 2024

Abstract

Prioritization of disease-risk factor pairs for environmental and occupational burden of disease assessment in France

Background and objectives

The assessment of environmental and occupational burden of disease aims to compare and to prioritize environmental and occupational risk factors according to their impact on health in order to guide public policies and prevention strategies in environmental and occupational health. This approach is based on the identification and prioritization of relevant disease-risk factor pairs on which to assess this burden. This report presents the prioritization method carried out by Santé publique France and the list of prioritized pairs in order to conduct an initial assessment of the environmental and occupational burden of disease in France.

Method

The first stage of this work was to prioritize diseases and injuries based on their contribution to the total burden of disease. The second stage consisted in prioritizing environmental and occupational risk factors according to their impact on the burden of previously identified diseases and injuries. These two stages were based on the comparative analysis of the most recent and most complete national disease burden estimates available to date for France produced respectively within the framework of two international projects: *Global Burden of Disease* (GBD) of the Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) and *Global Health Estimates* of the World Health Organization (WHO). These comparisons were based on the different indicators of burden of disease: DALY (Disability-Adjusted Live Years), YLL (Years of Life Lost), YLD (Years Lived with Disability) and on Population Attributable Fractions (PAF) measuring the respective impact of exposure to different environmental and occupational risk factors on the occurrence of diseases or injuries.

Results

Nine disease-risk factor pairs were prioritized. Three pairs concern trachea, bronchus and lung cancers, related to occupational exposure to asbestos, exposure to ambient particulate pollution or residential radon. Two pairs concern ischemic heart disease, related to exposure to ambient particulate pollution or low temperatures. Two pairs concern strokes, related to exposure to low temperatures or ambient particulate pollution. The last two pairs are low back pain related to exposure to ergonomic risk factors and falls related to occupational injuries.

Discussion

This prioritization method made it possible to define a reduced list of disease-risk factor pairs on which to carry out an initial assessment of environmental burden of disease in France. The prioritized pairs are consistent with those documented in scientific literature. In addition, this work has highlighted the major limitations associated with each of the data sources used (GBD vs. GHE). In order to improve the accuracy of the estimates produced for France, the IHME and WHO estimation methods should be adapted to the French context and the most reliable health, environmental and occupational data available should be used. Otherwise, new data must be produced in order to allow the overall assessment of the impact of the environment on health. However, producing such data is relatively time-consuming and complex and requires first limiting the assessment to prioritized pairs.

Conclusion and perspectives

The next stage of this project will aim to assess the feasibility of estimating the burden associated with each of the prioritized disease-risk factor pairs, based on health, environmental and occupational data available at the national level, and to guide the next work of Santé publique France towards new input data to be produced. More broadly, this initial work will

serve as basis to guide the agency's future work on the environmental and occupational burden of disease in France.

KEYWORDS: BURDEN OF DISEASE, ENVIRONMENTAL BURDEN OF DISEASE, OCCUPATIONAL BURDEN OF DISEASE, DALY, DISABILITY-ADJUSTED LIFE YEARS, YLL, YEARS OF LIFE LOST, YLD, YEARS LIVED WITH INCAPACITY, POPULATION ATTRIBUTABLE FRACTION, PAF, GBD, GHE, IHME, WHO

Abréviations

AEE	Agence européenne de l'environnement
AVAI	Années de vie ajustées sur l'incapacité
AVC	Accidents vasculaires cérébraux
AVI	Années de vie vécues avec une incapacité
AVP	Années de vie perdues en raison d'un décès prématuré
BPCO	Broncho-pneumopathie chronique obstructive
CépiDc	Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès
CIM	Classification internationale des maladies
DALY	<i>Disability-adjusted live years</i> (AVAI en français)
Drees	Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques
FRA	Fraction de risque attribuable
GBD	<i>Global burden of disease</i> (Fardeau global ou mondial de la maladie)
GHE	<i>Global health estimates</i> (Estimations sanitaires mondiales)
IHME	<i>Institute for health metrics and evaluation</i> (Institut de mesure et d'évaluation de la santé)
Inserm	Institut national de la santé de la recherche médicale
OMS	Organisation mondiale de la santé
PAF	<i>Population attributable fraction</i> (fractions attribuables en population (FRA) en français)
PNSE	Plan national santé environnement
RIVM	<i>Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu</i> (Institut national néerlandais pour la santé publique et l'environnement)
RR	Risque relatif
TMS	Troubles musculo-squelettiques
YLD	<i>Years lived with incapacity</i> (AVI en français)
YLL	<i>Years of life lost</i> (AVP en français)

Auteurs

Sabrina Delaunay-Havard

Direction santé environnement travail (Dset), Santé publique France

Relecteurs Santé publique France

Natacha Fouquet
Laurence Guldner
Céline Ménard

Direction santé environnement travail (Dset), Santé publique France

Relecteurs externes

Émilie Counil

Institut national d'études démographiques (Ined)

Sommaire

Résumé	2
Abstract	4
Abréviations	6
Auteurs	7
Relecteurs Santé publique France	7
Relecteurs externes	7
Sommaire	8
Liste des figures et des tableaux	9
1. INTRODUCTION	10
2. MÉTHODE	13
2.1 Priorisation des maladies et traumatismes	14
2.2 Priorisation des facteurs de risque environnementaux et professionnels	16
3. RÉSULTATS	18
3.1 Maladies et traumatismes priorités	18
3.2 Facteurs de risque environnementaux et professionnels priorités	23
3.3 Couples maladie-facteur de risque priorités	25
4. DISCUSSION	26
4.1 Priorisation des maladies et des traumatismes	26
4.2 Priorisation des facteurs de risque environnementaux et professionnels	29
4.3 Forces et faiblesses de la méthode de priorisation utilisée	31
5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES	33
6. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	34
7. ANNEXES	41
Annexe 1. Description générale des indicateurs sanitaires du fardeau de la maladie (DALY, YLL, YLD) et de la fraction de risque attribuable (FRA)	41
Annexe 2. Nomenclatures des maladies et des traumatismes des études GBD-IHME 2019 et GHE-OMS 2019	43
Annexe 3. Nomenclature des facteurs de risque de l'étude GBD-IHME 2019	54
Annexe 4. Schéma général de la méthode de priorisation des couples maladie-facteur de risque pour l'estimation du fardeau environnemental et professionnel de la maladie en France	57
Annexe 5. Classement des facteurs de risque environnementaux et professionnels selon leur contribution au fardeau total des maladies ou traumatismes priorités sur la base des estimations nationales produites pour la France pour l'année 2015 dans le cadre de l'étude GBD-IHME 2019	58

Liste des figures et des tableaux

Figure 1. Contribution (en %) des différentes familles de maladies et traumatismes au fardeau total de la maladie (niveau 2 des nomenclatures) selon les différents indicateurs du fardeau (DALY, YLL, YLD) sur la base des estimations nationales produites pour la France pour l'année 2015 dans le cadre des études GBD-IHME 2019 et GHE-OMS 201919

Figure 2. Contribution (en %) au fardeau total des maladies et des traumatismes priorités selon les YLL et les YLD sur la base des estimations nationales produites pour la France pour l'année 2015 dans le cadre des études GBD-IHME 2019 et GHE-OMS 201922

Figure 3. Identification des facteurs de risque environnementaux et professionnels prioritaires selon leur contribution (en %) au fardeau des maladies et traumatismes priorités sur la base des estimations nationales produites pour la France pour l'année 2015 dans le cadre de l'étude GBD-IHME 201924

Tableau 1. Caractéristiques générales des études GBD-IHME 2019 et GHE-OMS 201914

Tableau 2. Classement des dix premiers maladies et traumatismes par ordre de contribution décroissante au fardeau total de la maladie (pourcentage entre parenthèses) selon les différents indicateurs sanitaires du fardeau (DALY, YLL, YLD) sur la base des estimations nationales produites pour la France pour l'année 2015 dans le cadre des études GBD-IHME 2019 et GHE-OMS 2019.....21

Tableau 3. Liste des neuf couples maladie-facteur de risque environnemental priorités25

Tableau 4. Classement des cinq premiers maladies et traumatismes selon les DALY, YLL et YLD dans les études européennes ayant déjà réalisé une estimation nationale du fardeau de la maladie.....27

1. INTRODUCTION

Les politiques de santé publique visent à promouvoir, améliorer et protéger la santé de l'ensemble de la population. Afin d'allouer efficacement les ressources et moyens nécessaires à l'atteinte de cet objectif, les décideurs doivent disposer d'informations complètes et comparables sur l'état de santé de la population afin d'identifier les maladies et les facteurs de risque qui pèsent le plus sur la santé.

Le concept du fardeau de la maladie¹ ou de charge de morbidité (*Burden of Disease* en anglais) a été introduit au début des années 90 par la Banque mondiale, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et la *Harvard School of Public Health* dans le cadre du projet international *Global Burden of Disease* (GBD) [1, 2]. Cette approche vise à quantifier de façon standardisée l'ampleur globale de la dégradation ou de la perte de santé due aux maladies et aux traumatismes en vue de comparer leur effet sur la santé. L'estimation du fardeau de la maladie fournit ainsi une évaluation globale et objective de l'état de santé de la population et constitue un outil précieux d'aide à la définition des priorités d'action pour la prise de décision dans le domaine de la santé.

L'estimation du fardeau de la maladie s'appuie très largement sur l'utilisation d'un indicateur synthétique de santé : le DALY (*Disability-Adjusted Live Years* en anglais ou années de vie ajustées sur l'incapacité² (AVAI) en français) [3-5]. Mesurant le nombre d'années de vie en bonne santé perdues en raison de la maladie, le DALY s'exprime mathématiquement comme la somme du nombre d'années de vie perdues en raison d'un décès prématuré (AVP) (*Years of Life Lost* (YLL) en anglais) et du nombre d'années de vie vécues en mauvaise ou moins bonne santé en raison d'une maladie, d'un handicap ou d'une incapacité (AVI) (*Years Lived with Disability* (YLD) en anglais) (cf. Annexe 1 pour la description complète de l'ensemble des indicateurs) [6]. Le DALY, en combinant les données de mortalité aux données de morbidité fournit ainsi une estimation de la charge de morbidité globale à laquelle une population est soumise. En complément de l'évaluation de l'efficacité des interventions de prévention, cet indicateur permet, à partir d'une métrique unique, d'évaluer, comparer et hiérarchiser les maladies, les traumatismes et leurs déterminants selon leur impact sur la santé et constitue ainsi un véritable outil de priorisation, de surveillance et de plaidoyer.

De nombreux pays européens, comme les Pays-Bas [7], l'Écosse [8], l'Allemagne [9, 10] ou la Belgique [11, 12], ont déjà décliné l'approche du fardeau de la maladie sur leur territoire, à l'échelle nationale ou infranationale [13-16]. Ces études ont globalement porté sur un nombre restreint de maladies, sélectionnées pour leur contribution à la mortalité (prématurée ou non) et/ou morbidité totale et pour les dépenses de santé qu'elles représentent (principalement des maladies non transmissibles).

En France, les premières estimations nationales et infranationales du fardeau de la maladie ont été produites à partir de données anciennes ou empruntées aux études GBD [17, 18]. Des travaux complémentaires se sont, par ailleurs, spécifiquement intéressés au fardeau de certaines maladies (diabète [19], cancer du sein [20], accidents de la route [21]). Néanmoins, ces études, conduites dans des contextes particuliers, n'ont pas suivi de méthodes standardisées permettant d'en comparer les résultats. À l'heure actuelle, les seules estimations françaises³ récentes du fardeau de la maladie disponibles pour un grand nombre de maladies ou de traumatismes sont celles produites dans le cadre des projets internationaux

¹ L'expression générique « fardeau de la maladie » fait référence à la définition de « maladie » en général sans précision sur la ou les maladies considérées.

² Ou « années de vie corrigées de l'incapacité ». Dans la suite de ce rapport, les acronymes anglais DALY, YLL et YLD seront préférés aux acronymes français AVAI, AVP et AVI.

³ Les estimations produites pour la France dans le cadre des études GBD-IHME 2019 et GHE-OMS 2019 couvrent l'ensemble de la France hexagonale (y compris la Corse) et n'incluent pas les territoires ultra-marins.

du GBD [22] et des *Global Health Estimates* (GHE) [23] menés respectivement par l'*Institute for Health Metrics and Evaluation* (IHME) et l'OMS.

Une approche complémentaire, visant à l'estimation de la part du fardeau attribuable aux différents facteurs de risque (métaboliques, comportementaux, environnementaux, professionnels, etc.), a parallèlement été développée dans le projet GBD (*Attributable Burden* en anglais) [24-26]. S'appuyant sur une démarche d'évaluation comparative des risques (*Comparative Risk Assessment* en anglais) et sur l'estimation des fractions de risque attribuable (FRA) (cf. Annexe 1 pour la description complète de ce concept épidémiologique), cette approche vise à évaluer et comparer la contribution des différents facteurs de risque au fardeau de la maladie [27, 28]. Dans ce contexte, le fardeau environnemental et professionnel de la maladie⁴ s'intéresse spécifiquement à l'estimation de la part attribuable à l'environnement (général et professionnel) [29-32]. L'objectif est de comparer et de hiérarchiser les facteurs de risque environnementaux⁵ et professionnels⁶ selon leur impact sur la santé en vue de définir et d'orienter les programmes de prévention et les priorités d'actions en matière de recherche et de politiques publiques en santé environnement et santé travail.

L'estimation du fardeau environnemental et professionnel de la maladie par DALY a déjà fait l'objet de plusieurs travaux à l'échelle européenne et internationale [33-38]. Le projet *Environmental Burden of Disease in European Countries* a notamment exploré le fardeau de la maladie attribuable à l'exposition à différents facteurs de risque environnementaux et professionnels (radon, plomb, benzène, bruit lié au trafic, ozone, particules fines...) dans plusieurs pays européens dont la France [39, 40]. L'OMS [32, 41, 42] et l'Agence européenne de l'environnement (AEE) [43, 44] ont, quant à elles, également publié plusieurs rapports spécifiques sur cette thématique. À l'échelle internationale, le projet GBD constitue, à ce jour, la plus vaste initiative d'estimation du fardeau environnemental de la maladie à travers le monde [45]. Il produit, de façon périodique et selon une méthode standardisée, des estimations nationales et régionales du fardeau de la maladie attribuable à l'exposition à plus d'une vingtaine de facteurs de risque environnementaux ou professionnels (radon, plomb, expositions professionnelles à des agents cancérogènes, pollution atmosphérique, températures non-optimales, etc.) pour un grand nombre de pays et régions à travers le monde.

Cependant, malgré la richesse que constituent incontestablement aujourd'hui les projets GBD et GHE, il est néanmoins important de souligner que les estimations produites ne sont pas exemptes de certaines limites ou incertitudes [27, 28, 46-48]. En effet, ces études, conduites dans l'objectif de comparer les fardeaux des différents pays à travers le monde, n'utilisent pas nécessairement les données sanitaires les plus récentes et les plus spécifiques pour estimer le fardeau de chaque territoire. Les estimations produites sont ainsi généralement basées sur la combinaison de plusieurs sources de données pour chaque maladie ou traumatisme (bases de recensement et/ou d'état civil de la population, registres des maladies, bases médico-administratives, etc.) identifiées à partir de différentes méthodes (revue de la littérature, recherches sur les sites internet des organisations nationales et internationales, avis d'experts, etc.) et dont la qualité et l'exhaustivité dépendent du territoire ciblé. De plus, les modèles mathématiques utilisés ainsi que les choix méthodologiques opérés pour l'estimation des DALY, des YLL et des YLD (ex : sélection des tables d'espérance de vie, méthodes de redistribution des causes de décès mal définies ou invalides, définition des niveaux de sévérité des maladies, etc.) ou pour celle des FRA (ex : méthodes de sélection ou d'estimation des fonctions concentration-risque, estimation des prévalences d'exposition, définition des

⁴ Afin de fluidifier la lecture, le terme générique « fardeau environnemental de la maladie » pourra être utilisé dans la suite du rapport pour faire référence à la fois au fardeau environnemental et au fardeau professionnel de la maladie.

⁵ Dans le cadre de ce rapport, les facteurs de risque environnementaux considérés sont uniquement ceux d'origine physique ou chimique.

⁶ Afin de fluidifier la lecture, le terme générique « facteurs de risque environnementaux » pourra être utilisé dans la suite de ce rapport pour faire référence à la fois aux facteurs de risque environnementaux et aux facteurs de risque professionnels.

différents scénarios d'exposition, etc.) ne sont pas toujours décrits de façon claire et transparente et ne correspondent pas toujours aux options les plus pertinentes pour assurer une interprétation totalement robuste des estimations produites à l'échelle de chaque territoire.

Dans ce contexte, Santé publique France souhaite développer un programme d'amélioration de l'estimation du fardeau de la maladie et de ses déterminants en France. Cette thématique majeure a donc été inscrite comme un des six grands enjeux de santé publique auxquels Santé publique France souhaite répondre. L'objectif principal de ce projet est d'améliorer l'estimation et la mise à disposition des indicateurs sanitaires du fardeau (DALY, YLL, YLD) pour l'ensemble des maladies et des traumatismes à l'échelle nationale et infranationale selon une méthode standardisée et adaptée au contexte français en vue d'orienter les priorités d'action en termes d'intervention et de prévention dans le domaine de la santé.

Parallèlement, en lien avec l'Action 19 (partie 2) du 4^e Plan national santé-environnement (PNSE4) [49], Santé publique France souhaite également engager des travaux d'estimation du fardeau environnemental et professionnel de la maladie en France. L'objectif de ce projet est d'estimer de façon globale l'impact de l'environnement sur la santé afin d'orienter les politiques publiques et les stratégies de prévention en santé-environnement et santé-travail.

Compte tenu de la très grande quantité d'informations nécessaire (en termes de données sanitaires et environnementales) et de la complexité des méthodes à mettre en œuvre pour estimer de façon complète le fardeau environnemental et professionnel de la maladie, une étape préliminaire consiste à identifier les couples maladie-facteur de risque d'intérêt sur lesquels conduire une première estimation de ce fardeau. Afin de répondre à cet objectif, Santé publique France a donc défini une méthode de priorisation pragmatique et rationnelle basée sur l'analyse des estimations françaises du fardeau de la maladie et du fardeau environnemental et professionnel de la maladie les plus récentes et les plus complètes disponibles à ce jour à l'échelle nationale. Cette méthode vise à établir une liste réduite de couples maladie-facteur de risque prioritaires qui réponde au meilleur compromis entre pertinence scientifique et réalisme opérationnel.

Sur la base de ces travaux préliminaires, Santé publique France évaluera ensuite la faisabilité d'estimer le fardeau associé à chacun de ces couples à partir des données sanitaires et environnementales déjà disponibles à l'échelle nationale et proposera des orientations sur ses futurs travaux en vue d'acquérir de nouvelles données d'entrée. De façon plus large, ces premiers travaux serviront de socle pour les futurs travaux sur le fardeau environnemental et professionnel de la maladie en France.

Ce rapport présente la méthode appliquée par Santé publique France pour prioriser les couples maladie-facteur de risque dans le contexte du fardeau environnemental et professionnel de la maladie ainsi que la liste des couples issus de cette priorisation.

2. MÉTHODE

La méthode de priorisation des couples maladie-facteur de risque pour l'estimation du fardeau environnemental et professionnel de la maladie repose sur démarche structurée en deux étapes complémentaires :

- **Étape 1** : Priorisation des maladies et traumatismes les plus contributifs au fardeau total de la maladie ;
- **Étape 2** : Priorisation des facteurs de risque environnementaux ou professionnels ayant le plus fort impact sur le fardeau des maladies et traumatismes priorisés dans l'étape 1.

Pour chacune de ces étapes, la méthode appliquée s'appuie sur les estimations nationales du fardeau de la maladie (étape 1) et du fardeau environnemental et professionnel de la maladie disponibles pour la France (étape 2) et issues :

- Des dernières études GBD-IHME 2019 [22] et GHE-OMS 2019 [23] pour l'étape 1 ;
- De la dernière étude GBD-IHME 2019 sur les facteurs de risque [45] pour l'étape 2.

Malgré les limites mentionnées en introduction quant à l'utilisation de ces données, celles-ci demeurent à ce jour les estimations du fardeau de la maladie et du fardeau environnemental les plus récentes et les plus complètes (en termes de maladies, traumatismes et/ou facteurs de risque environnementaux et professionnels considérés) disponibles pour la France à l'échelle nationale.

Par ailleurs, la méthode définie s'appuie exclusivement sur les estimations produites en population générale, sans distinction d'âge ou de sexe. Ce choix se justifie par la volonté d'identifier les maladies ou traumatismes qui pèsent le plus sur la santé de la population dans son ensemble et de ne pas orienter la priorisation des couples en fonction de spécificités d'ordre sanitaire ou environnemental qui ne seraient associées qu'à certaines populations particulières (enfants, personnes âgées, femmes enceintes, etc.). Il est néanmoins vraisemblable que ce parti pris méthodologique puisse conduire à une priorisation différente de celle qui aurait été obtenue en considérant des populations plus spécifiques.

Enfin, il semble également important de rappeler que la méthode définie dans le cadre de ce travail ne vise pas à établir une liste exhaustive de tous les couples d'intérêt pour l'estimation du fardeau environnemental de la maladie mais uniquement à identifier, sur la base des données disponibles et des choix méthodologiques réalisés, les couples d'intérêt à considérer en priorité en vue de conduire une première estimation du fardeau environnemental et professionnel de la maladie en France.

À l'issue de ce travail, les couples maladie-facteur de risque environnemental priorisés seront définis par la combinaison des maladies et traumatismes contribuant le plus au fardeau total de la maladie avec les facteurs de risque environnementaux ou professionnels ayant le plus fort impact sur le fardeau desdites maladies et traumatismes.

2.1 Priorisation des maladies et traumatismes

La première étape a consisté à identifier les maladies et traumatismes contribuant le plus au fardeau total de la maladie en termes de charge de morbidité globale (mesurée par les DALY), de mortalité prématurée (mesurée par les YLL) et/ou de morbidité ou d'incapacité (mesurée par les YLD).

Pour répondre à cet objectif, les estimations nationales du fardeau de la maladie produites pour la France pour l'année 2015 dans le cadre des dernières études GBD 2019 [22] et GHE 2019 [23] ont été utilisées (cf. Tableau 1 pour les caractéristiques générales de chacune de ces études). L'année 2015 a été retenue comme période de référence car elle correspond à l'année la plus récente disponible pour laquelle les estimations du fardeau de la maladie intègrent comme données d'entrée les données françaises de mortalité du Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès (CépiDc) de l'Institut national de la santé de la recherche médicale (Inserm). Les estimations postérieures à 2015 ont, quant à elles, été produites à partir de modélisations mathématiques faisant appel à des procédures d'extrapolation du nombre de décès par cause en cas de données manquantes.

Tableau 1. Caractéristiques générales des études GBD-IHME 2019 et GHE-OMS 2019

Caractéristiques générales	Étude GBD-IHME 2019 [22, 45]	Étude GHE-OMS 2019 [23]
Nb de maladies et traumatismes considérés	369	215
Nb de territoires (pays ou région) couverts	204	183
Nb de facteurs de risque pris en compte	87	-*
Nb de couples maladie-facteur de risque étudié	560	-*
Période d'estimation	1990-2019	2000-2019
Indicateurs sanitaires	prévalence, incidence, décès, YLL, YLD, DALY	décès, YLL, YLD, DALY
Variables de stratification	sexe, tranche d'âge	sexe, tranche d'âge
Codage des maladies et traumatismes	CIM-10	CIM-10
Classification des maladies et traumatismes	nomenclature hiérarchique à quatre niveaux	nomenclature hiérarchique à quatre niveaux
Classification des facteurs de risque	nomenclature hiérarchique à quatre niveaux	-*
Années d'estimation disponibles	1990-2019	2000, 2010, 2015, 2019
Accès aux estimations	Site de l'IHME ⁷	Site de l'OMS ⁸

L'estimation du fardeau attribuable aux différents facteurs de risque n'est pas intégrée dans l'étude GHE-OMS 2019.

⁷ <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/>

⁸ <https://www.who.int/data/gho/data/themes/mortality-and-global-health-estimates/global-health-estimates-leading-causes-of-dalys>

La méthode définie pour prioriser les maladies et les traumatismes a ensuite consisté en plusieurs étapes :

1) Classement de l'ensemble des maladies et des traumatismes par ordre décroissant du nombre de DALY, YLL et YLD et estimation de la contribution (en %) de chaque maladie ou traumatisme au fardeau total de la maladie pour chaque indicateur

Ce travail a été réalisé pour chacun des niveaux de classification des nomenclatures GBD et GHE (voir le détail des nomenclatures dans l'Annexe 2).

Ces nomenclatures ont pour objectif d'organiser les maladies et traumatismes, codées selon les règles de la dixième révision de la classification statistique internationale des maladies et des problèmes de santé connexes (CIM-10) de l'OMS, selon une structure hiérarchique à quatre niveaux, depuis le niveau le plus général (niveau 1) jusqu'au niveau le plus spécifique (niveau 3 ou 4 selon la maladie ou le traumatisme). Ces nomenclatures sont construites de façon à répondre spécifiquement aux besoins de chacune des deux études (GBD vs GHE) :

- Le niveau 1 est commun aux deux nomenclatures et classe les maladies et traumatismes en trois grandes catégories : 1) les maladies transmissibles, maternelles, néonatales et nutritionnelles, 2) les maladies non transmissibles et 3) les traumatismes ;
- Le niveau 2 subdivise ces trois grandes catégories en 22 et 23 familles de maladies et traumatismes dans la nomenclature GBD et la nomenclature GHE respectivement ;
- Les niveaux 3 et 4 correspondent aux niveaux de classification les plus fins avec respectivement 174 et 165 maladies et traumatismes selon la nomenclature GBD et 127 et 61 maladies et traumatismes selon la nomenclature GHE.

La structure hiérarchique de ces nomenclatures assure que chaque niveau de classification est totalement inclus dans le niveau de classification immédiatement supérieur. Ainsi par exemple, dans la nomenclature GBD, la maladie « *Liver cancer due to alcohol use* » (niveau 4) est regroupée avec les autres causes de « *Liver cancer* » au niveau 3, elles-mêmes regroupées dans la famille des « *Neoplasms* » avec les autres cancers au niveau 2 puis dans la grande catégorie des « *Non-communicable diseases* » au niveau 1 (cf. Annexe 2).

Malgré les similitudes que partagent ces deux nomenclatures, il est important de souligner que celles-ci ne sont pas strictement identiques : une même maladie (même intitulé, même code CIM) peut en effet être classée de façon différente dans chacune des deux nomenclatures. Ainsi, par exemple, la maladie « *Tuberculosis* » (niveau 3 des nomenclatures GBD et GHE) est classée au niveau 2 dans la famille « *Respiratory infections and tuberculosis* » de la nomenclature GBD et dans la famille « *Infectious and parasitic diseases* » de la nomenclature GHE. Ces différences peuvent entraîner des difficultés dans la comparaison des estimations produites aux différents niveaux de catégorisation.

Par ailleurs, afin d'évaluer d'éventuelles tendances temporelles, le classement des maladies réalisé à partir des estimations de l'année 2015 a été comparé à celui réalisé sur la base des estimations de l'année 2000 pour chacune des deux sources.

2) Définition d'un critère de priorisation des maladies et des traumatismes

Un critère de priorisation des maladies et des traumatismes a ensuite été défini à partir du pourcentage de contribution de chaque maladie ou traumatisme au fardeau total de la maladie. Ce critère a été défini spécifiquement pour les contributions estimées au troisième niveau de classification des nomenclatures GBD et GHE, considéré comme le plus pertinent pour discriminer les maladies et les traumatismes de façon suffisamment spécifique.

Ainsi, les maladies et traumatismes contribuant au moins à 5 % du fardeau total de la maladie ont été considérés comme prioritaires quels que soient l'indicateur du fardeau (DALY, YLL, YLD) et la source de données (GBD ou GHE) considérés. Ce seuil minimal de 5 % a été fixé de façon pragmatique afin d'identifier les maladies et traumatismes les plus contributifs au fardeau de la maladie tout en veillant à limiter raisonnablement le nombre de maladies ou traumatismes sélectionnés.

2.2 Priorisation des facteurs de risque environnementaux et professionnels

La seconde étape a consisté à identifier les facteurs de risque environnementaux et professionnels ayant le plus fort impact sur le fardeau des maladies et traumatismes prioritaires dans l'étape précédente en termes de nombre de DALY, YLL ou YLD attribuable à leur exposition.

Pour répondre à cet objectif, les estimations nationales du fardeau environnemental de la maladie produites pour la France dans le cadre de la dernière étude du GBD 2019 sur les facteurs de risque ont été utilisées [45]. De façon cohérente avec l'étape 1, seules les estimations produites pour l'année 2015 ont été considérées. Le Tableau 1 détaille les spécificités de l'étude GBD 2019 relative aux facteurs de risque.

Cette étude s'appuie sur les estimations du fardeau de la maladie produites dans le cadre de la dernière étude du GBD 2019 sur le fardeau de la maladie [22]. Elle porte ainsi sur les mêmes territoires géographiques, la même période d'estimation et la même nomenclature hiérarchique des maladies et traumatismes.

Les facteurs de risque pris en compte s'organisent selon une nomenclature hiérarchique à quatre niveaux, du niveau le plus général (niveau 1) au niveau le plus fin (niveau 4) (voir le détail dans l'Annexe 3) :

- Le niveau 1 classe tous les facteurs de risque en trois grandes catégories : 1) les facteurs de risque métaboliques, 2) les facteurs de risque comportementaux et 3) les facteurs de risque environnementaux et professionnels ;
- Le niveau 2 subdivise ces trois grandes catégories en 20 familles de facteurs de risque ;
- Le niveau 3 inclut 41 facteurs de risque ou groupes de facteurs ;
- Le niveau 4 inclut 22 facteurs de risque spécifiques.

La structure hiérarchique de la nomenclature assure que chaque niveau de classification est totalement inclus dans le niveau de classification immédiatement supérieur. Ainsi par exemple, le facteur de risque « *Occupational exposure to asbestos* » (niveau 4) est regroupé avec les autres « *Occupational carcinogens* » au niveau 3, eux-mêmes regroupés dans la famille des facteurs de risque professionnels « *Occupational risks* » au niveau 2 et dans la grande catégorie des « *Environmental and occupational risks* » au niveau 1 (cf. Annexe 3).

Les couples maladie-facteur de risque considérés dans l'étude GBD 2019 ont été sélectionnés pour le lien de causalité avéré ou probable établi dans la littérature scientifique entre l'exposition au facteur de risque et la survenue de la maladie [45].

La méthode définie pour prioriser les facteurs de risque environnementaux et professionnels a ensuite consisté en plusieurs étapes :

- 1) Pour chaque maladie ou traumatisme priorisé, identification de l'ensemble des facteurs de risque environnementaux et professionnels associés et pris en compte dans l'étude GBD ;

2) Puis, pour chaque maladie et traumatisme priorisé, classement des facteurs de risque environnementaux et professionnels associés par ordre décroissant du nombre de DALY, YLL ou YLD attribuable à leur exposition et estimation de la contribution (en %) de chaque facteur de risque au fardeau total de la maladie ou du traumatisme pour chaque indicateur ;

À noter que ces contributions estimées en divisant, pour chaque maladie ou traumatisme priorisé, le nombre de DALY, YLL ou YLD attribuable à l'exposition à chaque facteur de risque par le nombre de DALY, YLL ou YLD totaux peuvent s'interpréter comme les FRA estimées pour chaque couple maladie-facteur de risque pris en compte dans l'étude GBD [45].

3) Définition d'un critère de priorisation des facteurs de risque environnementaux

Un critère de priorisation des facteurs de risque environnementaux et professionnels a ensuite été défini à partir du pourcentage de contribution de chaque facteur de risque au fardeau total de la maladie ou du traumatisme priorisé. Ce critère a été défini uniquement pour le niveau le plus fin (niveau 4) de la nomenclature des facteurs de risque pris en compte dans le GBD.

Ainsi, les facteurs de risque contribuant au moins à 5 % du fardeau de la maladie ou du traumatisme ont été considérés comme prioritaires quel que soit l'indicateur (DALY, YLL, YLD) considéré. De façon analogue à l'étape 1, le seuil de contribution minimale a été fixé de façon pragmatique afin d'identifier les facteurs de risque environnementaux ou professionnels ayant le plus fort impact sur le fardeau des maladies et traumatisme priorisés tout en veillant à limiter raisonnablement le nombre de facteurs de risque sélectionnés.

Le schéma figuré en Annexe 4 synthétise la méthode appliquée pour prioriser les couples maladie-facteur de risque sur lesquels conduire une première estimation du fardeau environnemental et professionnel de la maladie en France.

3. RÉSULTATS

3.1 Maladies et traumatismes priorisés

À l'échelle des grandes catégories de maladies et traumatismes (niveau 1 des nomenclatures GBD et GHE) :

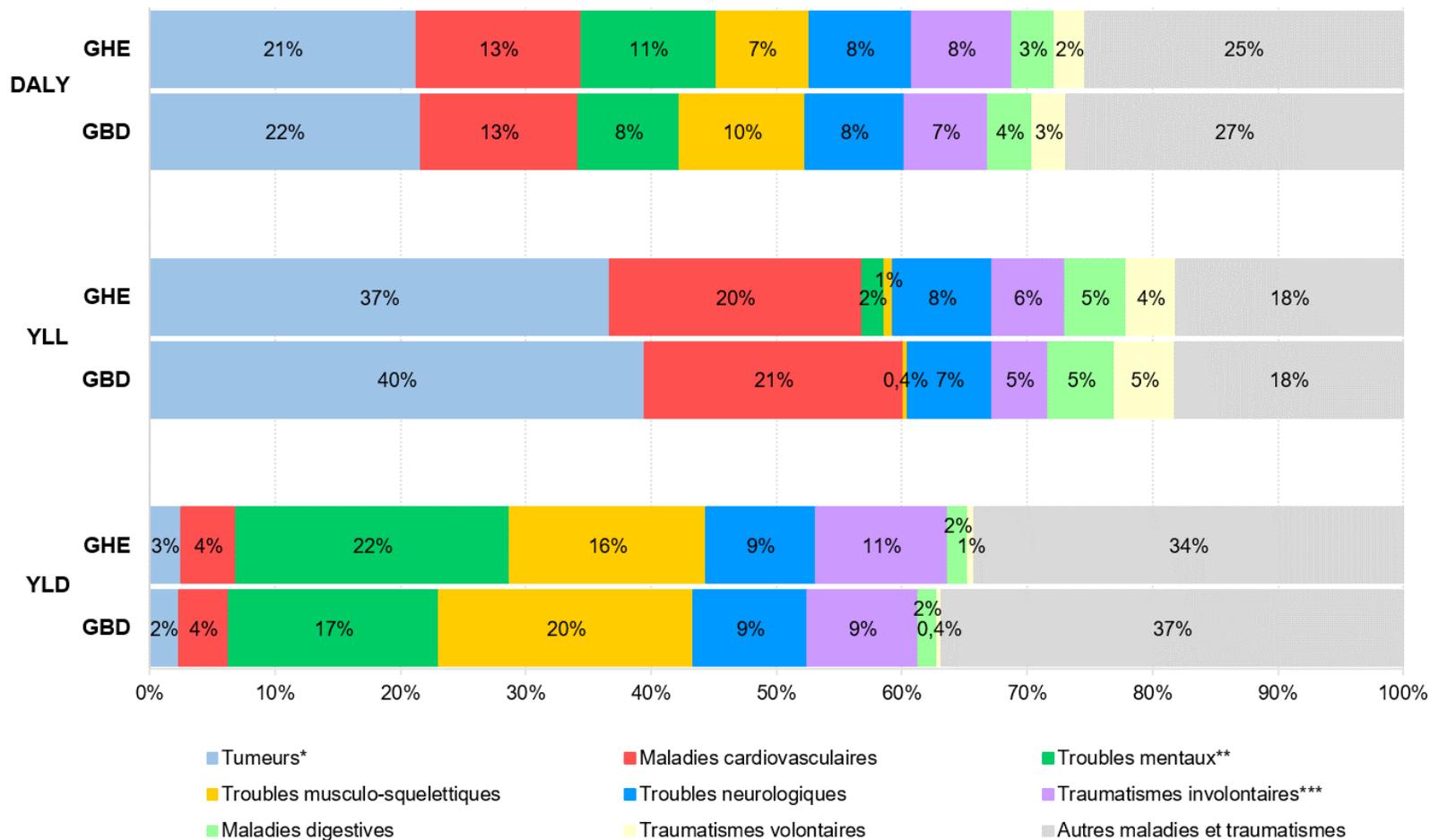
- Près de 85 % du fardeau de la maladie en France est supporté par les maladies non transmissibles ;
- Plus de 10 % concerne les traumatismes ;
- Les 5 % restant correspondent aux maladies transmissibles (infections sexuellement transmissibles, infections respiratoires, infections entériques, maladies tropicales et autres maladies infectieuses), maternelles et néonatales (pathologies maternelles durant la grossesse, et de l'enfant liées à la naissance) et nutritionnelles (carences et malnutrition).

Ces estimations sont relativement stables quels que soient l'indicateur du fardeau considéré (DALY, YLL, YLD) et la source de données utilisée (GBD ou GHE).

À l'échelle des familles de maladies ou traumatismes (niveau 2 des nomenclatures GBD et GHE) (cf. Figure 1) :

- Parmi les maladies non transmissibles, les tumeurs et les maladies cardiovasculaires ressortent comme les plus contributives à la charge de morbidité globale (mesurée par les DALY) et la morbidité prématurée (mesurée par les YLL) avec des contributions respectives d'environ 20 et 40 % pour les tumeurs et 10 et 20 % pour les maladies cardiovasculaires. À elles seules, ces deux familles représentent ainsi environ 30 % de la charge de morbidité globale (DALY) et 60 % de la mortalité prématurée totale (YLL) (moins de 10 % cumulé en termes de YLD).
- Les troubles musculo-squelettiques (TMS) et les troubles mentaux apparaissent également comme d'importants contributeurs au fardeau de la maladie avec une contribution importante aux YLD respectivement de l'ordre de 20 % pour chacune des familles et ce quelle que soit la source considérée (GBD ou GHE). Dans une moindre mesure, les maladies neurologiques contribuent également au fardeau de la maladie de façon relativement équivalente selon ses différentes composantes (Entre 7 et 9 % de chaque indicateur du fardeau).
- Enfin, parmi les traumatismes, la famille des traumatismes involontaires, regroupant les traumatismes involontaires (chutes, noyades, empoisonnements, brûlure) et/ou les accidents liés aux transports (uniquement dans la nomenclature GHE) (cf. détail des nomenclatures dans l'Annexe 2), présente la plus forte contribution au fardeau de la maladie de l'ordre de 8 % de la charge de morbidité globale (DALY) et de 10 % de la morbidité ou de l'incapacité (YLD).

Figure 1. Contribution (en %) des différentes familles de maladies et traumatismes au fardeau total de la maladie (niveau 2 des nomenclatures) selon les différents indicateurs du fardeau (DALY, YLL, YLD) sur la base des estimations nationales produites pour la France pour l'année 2015 dans le cadre des études GBD-IHME 2019 et GHE-OMS 2019



** La famille des troubles mentaux regroupe les troubles mentaux et les troubles associés à la consommation de substances (alcool, drogues) dans la nomenclature GHE et uniquement les troubles mentaux dans la nomenclature GBD, les troubles associés à la consommation de substances faisant partie d'une autre famille.

*** La famille des traumatismes involontaires regroupe les traumatismes involontaires (chutes, noyades, empoisonnements...) et les accidents liés aux transports dans la nomenclature GHE et uniquement les traumatismes involontaires dans la nomenclature GBD ; les accidents liés aux transports faisant partie d'une autre famille.

Au niveau le plus fin (niveau 3 des nomenclatures GBD et GHE) (cf. Tableau 2) :

- Huit maladies et traumatismes répondent au critère de priorisation défini avec une contribution d'au moins 5 % au fardeau total de la maladie, quels que soient l'indicateur (DALY, YLL, YLD) et la source de données (GBD ou GHE) considérés. Selon ces maladies et traumatismes, le seuil de contribution minimale est atteint pour un ou plusieurs indicateurs du fardeau :
 - Les cancers de la trachée, des bronches et du poumon, priorisés sur la base de leur contribution aux YLL (entre 9 et 10 %) et aux DALY (environ 5 % uniquement dans l'étude GBD) ;
 - Les cardiopathies ischémiques, priorisées sur la base de leur contribution aux YLL (environ 9 %) et aux DALY (environ 5 %) ;
 - Les accidents vasculaires cérébraux (AVC), priorisés sur la base de leur contribution aux YLL (environ 5 % uniquement dans l'étude GBD) ;
 - Les lombalgies ou les douleurs au dos et au cou, priorisés sur la base de leur contribution aux YLD (entre 8 et 10 %) et aux DALY (environ 5 % uniquement dans l'étude GBD) ;
 - Les chutes accidentelles, priorisées sur la base de leur contribution aux YLD (entre 6 et 7 %) ;
 - Les troubles dépressifs, priorisés sur la base de leur contribution aux YLD (environ 6 %) ;
 - Les troubles anxieux, priorisés sur la base de leur contribution aux YLD (environ 5 % dans l'étude GHE uniquement) ;
 - Les migraines et céphalées, priorisées sur la base de leur contribution aux YLD (environ 6 % dans l'étude GBD uniquement).
- Une relative stabilité dans le classement des maladies et traumatismes est observée entre les années 2000 et 2015, à l'exception de la catégorie « maladie d'Alzheimer et autres démences » qui montre une nette progression entre ces deux périodes, notamment sur les indicateurs de mortalité prématurée (progression de 7 places dans le classement selon les YLL) et de charge de morbidité globale (progression de 9 places dans le classement selon les DALY).
- Parmi les huit maladies et traumatismes priorisés, certaines, comme les cancers de la trachée, des bronches et du poumon et les cardiopathies ischémiques présentent une contribution au fardeau total attribuable en totalité ou presque à la mortalité prématurée (plus de 90 % du fardeau total attribuable aux YLL) (cf. Figure 2). À l'inverse, d'autres maladies comme les lombalgies ou douleurs au dos ou au cou, les troubles dépressifs, les troubles anxieux et les migraines et céphalées présentent une contribution au fardeau total totalement attribuable à la morbidité ou à l'incapacité (100 % du fardeau total attribuable aux YLD). Les AVC et les chutes accidentelles présentent une situation intermédiaire avec une contribution au fardeau total répartie entre les YLL et les YLD en faveur toutefois de la mortalité prématurée pour les AVC (80 % du fardeau total attribuable aux YLL) et de la morbidité pour les chutes accidentelles (entre 70 et 80 % du fardeau total attribuable aux YLD).

Tableau 2. Classement des dix premiers maladies et traumatismes par ordre de contribution décroissante au fardeau total de la maladie (pourcentage entre parenthèses) selon les différents indicateurs sanitaires du fardeau (DALY, YLL, YLD) sur la base des estimations nationales produites pour la France pour l'année 2015 dans le cadre des études GBD-IHME 2019 et GHE-OMS 2019

Rang 2015*	DALY 2015 (GBD)	Écart Rang 2000**	DALY 2015 (GHE)	Écart Rang 2000	YLL 2015 (GBD)	Écart Rang 2000	YLL 2015 (GHE)	Écart Rang 2000	YLD 2015 (GBD)	Écart Rang 2000	YLD 2015 (GHE)	Écart Rang 2000
1	Cancer du poumon*** (5,2 %)	(+2)	Cardiopathies ischémiques (5,2 %)	(=)	Cancer du poumon (10 %)	(+1)	Cardiopathies ischémiques (8,9 %)	(=)	Lombalgie (10,5 %)	(=)	Douleurs au dos et au cou (7,8 %)	(=)
2	Lombalgie (5,0 %)	(=)	Cancer du poumon (4,7 %)	(+1)	Cardiopathies ischémiques (9,0 %)	(-1)	Cancer du poumon (8,5 %)	(=)	Chutes accidentelles (6,2 %)	(+2)	Chutes accidentelles (6,7 %)	(+1)
3	Cardiopathies ischémiques (5,0 %)	(-2)	Maladie d'Alzheimer et autres démences (3,7 %)	(+9)	AVC (5,5 %)	(=)	AVC (4,8 %)	(=)	Troubles dépressifs (5,9 %)	(-1)	Troubles dépressifs (6,4 %)	(-1)
4	Chutes accidentelles (4,2 %)	(+1)	Chutes accidentelles (3,6 %)	(+2)	Suicide (4,4 %)	(=)	Maladie d'Alzheimer et autres démences (4,6 %)	(+7)	Migraines et céphalées (5,8 %)	(-1)	Troubles anxieux (5,2 %)	(=)
5	AVC (3,5 %)	(-1)	Douleurs au dos et au cou (3,6 %)	(=)	Cancers du côlon et du rectum (4,2 %)	(+1)	Autres maladies circulatoires (4,5 %)	(-1)	Troubles anxieux (4,8 %)	(=)	Maladies gynécologiques (4,6 %)	(=)
6	Maladie d'Alzheimer et autres démences (3,0 %)	(+9)	AVC (3,3 %)	(-4)	Maladie d'Alzheimer et autres démences (4,1 %)	(+3)	Cancers du côlon et du rectum (3,7 %)	(+1)	Maladies gynécologiques (4,3 %)	(=)	Perte auditive (4,0 %)	(+1)
7	Troubles dépressifs (2,8 %)	(+1)	Autres maladies circulatoires (3,3 %)	(-3)	Cancer du sein (3,3 %)	(+1)	Suicide (3,6 %)	(-2)	Perte auditive (3,6 %)	(=)	Arthrose (3,8 %)	(+1)
8	Migraines et céphalées (2,8 %)	(+1)	Troubles dépressifs (2,9 %)	(-1)	Cirrhose et autres maladies chroniques du foie (2,9 %)	(-1)	Cancer du sein (3,2 %)	(=)	Arthrose (3,5 %)	(+1)	Migraines (3,6 %)	(-2)
9	Suicide (2,4 %)	(-3)	Troubles anxieux (2,3 %)	(+1)	Cancer du pancréas (2,7 %)	(+7)	Autres cancers (2,6 %)	(+9)	Troubles bucco-dentaires (3,3 %)	(-1)	Autres TMS (3,4 %)	(=)
10	Cancers du côlon et du rectum (2,3 %)	(=)	Cancers du côlon et du rectum (2,2 %)	(+1)	Chutes accidentelles (2,4 %)	(+1)	Autres traumatismes involontaires (2,4 %)	(=)	Autres TMS (3,1 %)	(=)	Autres troubles endocriniens, sanguins et immunitaires (3,2 %)	(=)

* Rang des maladies ou traumatismes établi en fonction de leur contribution au fardeau total (en %) à partir des estimations de l'année 2015.

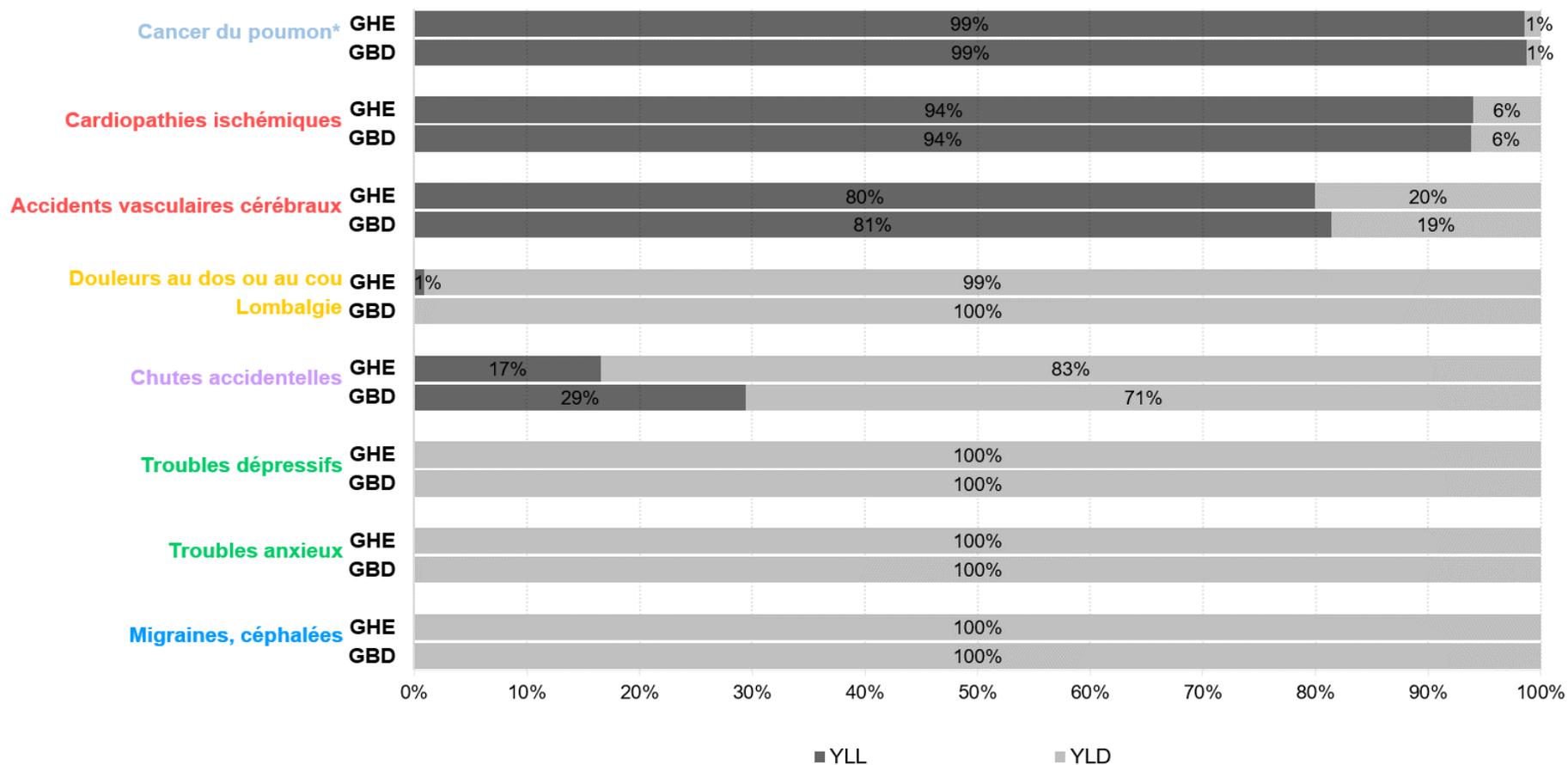
** Écart du rang des maladies ou traumatismes établi à partir des estimations de l'année 2015 par rapport à l'année 2000. Le signe indiqué entre parenthèses traduit l'évolution entre 2000 et 2015. Ainsi, un "+" indique une augmentation de rang de x places, un "-" une diminution de rang de x places et un "=" une absence d'évolution dans le rang de la maladie ou du traumatisme entre 2000 et 2015.

** Pour plus de lisibilité, le terme « cancer du poumon » est utilisé dans cette figure pour faire référence aux cancers de la trachée, des bronches et du poumon.

Le code couleur associé à chaque maladie ou traumatisme correspond à celui de la famille à laquelle la maladie ou le traumatisme appartient. Il reprend celui utilisé dans la Figure 1.

Les encadrés permettent d'identifier les maladies ou traumatismes qui répondent au critère d'une contribution minimale de 5 % au fardeau total quels que soient l'indicateur du fardeau et la source de données considérés.

Figure 2. Contribution (en %) au fardeau total des maladies et des traumatismes priorités selon les YLL et les YLD sur la base des estimations nationales produites pour la France pour l'année 2015 dans le cadre des études GBD-IHME 2019 et GHE-OMS 2019



Le code couleur associé à chaque maladie ou traumatisme correspond à celui de la famille à laquelle la maladie ou le traumatisme appartient. Il reprend celui utilisé dans la Figure 1.

* Pour plus de lisibilité, le terme « cancer du poumon » est utilisé dans cette figure pour faire référence aux cancers de la trachée, des bronches et du poumon.

3.2 Facteurs de risque environnementaux et professionnels priorités

La Figure 3 présente pour chacun des huit maladies ou traumatismes priorités, la contribution des cinq premiers facteurs de risque environnementaux et professionnels associés à leur fardeau (à l'exception des troubles dépressifs, troubles anxieux et migraines et céphalées qui ne sont associés à aucun facteur de risque environnemental ou professionnel dans le GBD et qui ne sont donc pas représentés sur cette figure). Pour chaque maladie ou traumatisme, les résultats sont présentés uniquement pour l'indicateur (YLL ou YLD) contribuant le plus à leur fardeau total (d'après les résultats de la Figure 2). Des résultats complémentaires sur l'ensemble des indicateurs du fardeau sont également présentés à titre de comparaison dans l'Annexe 5 de ce rapport.

Ainsi, selon le critère de priorisation défini, trois facteurs de risque contribuent au moins à 5 % du fardeau des cancers de la trachée, des bronches et du poumon mesuré par les YLL :

- L'exposition professionnelle à l'amiante (contribution d'environ 27 %) ;
- L'exposition à la pollution ambiante aux particules (contribution d'environ 9 %) ;
- L'exposition résidentielle au radon (contribution d'environ 5 %).

Pour les cardiopathies ischémiques, seuls deux facteurs contribuent au moins à 5 % du fardeau de la maladie, défini selon l'analyse des contributions aux YLL :

- L'exposition à la pollution ambiante aux particules (contribution d'environ 8 %) ;
- L'exposition à de faibles températures (contribution d'environ 8 %).

Les deux mêmes facteurs de risque environnementaux sont identifiés pour les AVC selon l'analyse des contributions aux YLL :

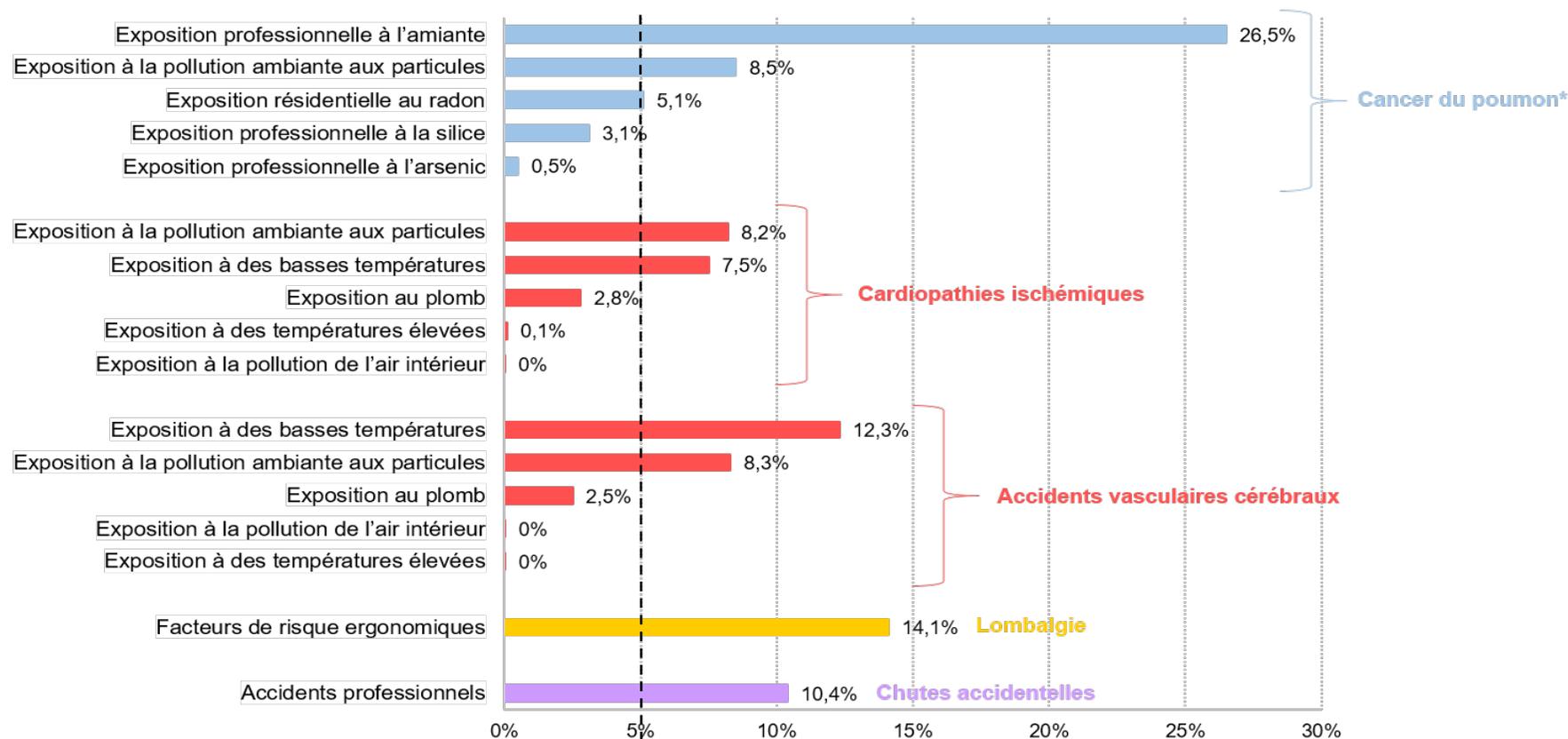
- L'exposition à de faibles températures (contribution d'environ 12 %) ;
- L'exposition à la pollution ambiante aux particules (contribution d'environ 8 %).

Concernant la lombalgie, un seul facteur de risque professionnel (facteurs de risque ergonomiques⁹) est priorisé (contribution d'environ 14 % aux YLD totaux). Il s'agit par ailleurs du seul facteur de risque environnemental ou professionnel pris en compte dans le GBD pour cette maladie.

Le même constat est réalisé pour les chutes accidentelles avec un seul facteur de risque d'origine professionnelle priorisé et pris en compte dans le GBD (accidents professionnels) (contribution d'environ 10 % aux YLD totaux).

⁹ Ce facteur de risque regroupe l'ensemble des situations de travail qui peuvent provoquer une usure du corps et entraîner des TMS. Celles-ci incluent la répétition, la posture inconfortable, les mouvements énergiques, la position stationnaire, la pression directe et les vibrations.

Figure 3. Identification des facteurs de risque environnementaux et professionnels prioritaires selon leur contribution (en %) au fardeau des maladies et traumatismes priorités sur la base des estimations nationales produites pour la France pour l'année 2015 dans le cadre de l'étude GBD-IHME 2019



La contribution des facteurs de risque environnementaux et professionnels aux YLL est représentée sur cette figure pour le cancer du poumon, les cardiopathies ischémiques, les accidents vasculaires cérébraux.

La contribution des facteurs de risque environnementaux et professionnels aux YLD est représentée sur cette figure pour les chutes accidentelles et la lombalgie.

Les troubles dépressifs, les troubles anxieux et les migraines et les céphalées ne sont pas représentés sur cette figure car ils ne sont associés à aucun facteur de risque environnemental ou professionnel dans le GBD.

Le code couleur associé à chaque maladie ou traumatisme correspond à celui de la famille à laquelle la maladie ou le traumatisme appartient. Il reprend celui utilisé dans la Figure 1.

La ligne en pointillé noire permet d'identifier visuellement les facteurs de risque répondant au critère de priorisation défini.

* Pour plus de lisibilité, le terme « cancer du poumon » est utilisé dans cette figure pour faire référence aux cancers de la trachée, des bronches et du poumon.

3.3 Couples maladie-facteur de risque priorités

À l'issue des deux étapes de priorisation, neuf couples maladie-facteur de risque environnemental ou professionnel prioritaires ont ainsi été identifiés (cf. Tableau 3).

Trois d'entre eux portent sur les cancers de la trachée, des bronches et du poumon, deux sur les cardiopathies ischémiques, deux sur les AVC, un sur la lombalgie et un sur les chutes accidentelles.

En termes de facteurs de risque priorités, six couples s'intéressent à des facteurs de risque environnementaux et trois à des facteurs de risque professionnels.

Pour chaque couple identifié, l'indicateur du fardeau (YLL ou YLD) à estimer en priorité (d'après les résultats de la Figure 2) est rappelé dans le Tableau 3.

Tableau 3. Liste des neuf couples maladie-facteur de risque environnemental priorités

N	Maladie ou traumatisme*	Facteur environnemental ou professionnel**	Indicateur du fardeau à estimer en priorité
1	Cancers de la trachée, des bronches et du poumon	Exposition professionnelle à l'amiante	YLL
2	Cancers de la trachée, des bronches et du poumon	Exposition à la pollution ambiante aux particules	YLL
3	Cancers de la trachée, des bronches et du poumon	Exposition résidentielle au radon	YLL
4	Cardiopathies ischémiques	Exposition à la pollution ambiante aux particules	YLL
5	Cardiopathies ischémiques	Exposition à des basses températures	YLL
6	Accidents vasculaires cérébraux	Exposition à des basses températures	YLL
7	Accidents vasculaires cérébraux	Exposition à la pollution ambiante aux particules	YLL
8	Lombalgie	Facteurs de risque ergonomiques	YLD
9	<i>Chutes accidentelles</i>	Accidents professionnels	YLD

Le code couleur associé à chaque maladie ou traumatisme correspond à celui de la famille à laquelle la maladie ou le traumatisme appartient. Il reprend celui utilisé dans la Figure 1.

* Les libellés figurés en italique correspondent à des traumatismes, au contraire des autres qui correspondent à des maladies.

**Les libellés figurés en gras correspondent à des facteurs de risque professionnels, au contraire des autres qui correspondent à des facteurs de risque environnementaux.

4. DISCUSSION

La méthode de priorisation définie par Santé publique France a conduit à hiérarchiser neuf couples maladie-facteur de risque sur lesquels conduire une première estimation du fardeau environnemental et professionnel de la maladie en France. Huit de ces couples portent sur des maladies non transmissibles (**cancers de la trachée, des bronches et du poumon, cardiopathies ischémiques, accidents vasculaires cérébraux et lombalgie**) et un sur des traumatismes (**chutes accidentelles**). Les facteurs de risque environnementaux ayant le plus fort impact sur le fardeau de ces différentes maladies ou traumatismes sont aussi bien des facteurs de risque d'origine environnementale (**exposition à la pollution ambiante aux particules, aux basses températures, au radon résidentiel**) que professionnelle (**exposition à l'amiante, facteurs de risque ergonomiques, accidents professionnels**).

4.1 Priorisation des maladies et des traumatismes

La première étape de cette méthode a consisté à prioriser les maladies et traumatismes sur la base de leur contribution au fardeau total de la maladie en s'appuyant sur les estimations produites pour la France pour l'année 2015 dans le cadre des études GBD 2019 de l'IHME [22] et GHE 2019 de l'OMS [23]. Cette étape a conduit à identifier huit maladies ou traumatismes, à savoir : 1) les cancers de la trachée, des bronches et du poumon, 2) les cardiopathies ischémiques, 3) les accidents vasculaires cérébraux, 4) les chutes accidentelles, 5) les lombalgies ou douleurs au dos ou au cou, 6) les troubles dépressifs, 7) les troubles anxieux et 8) les migraines et céphalées. Certaines de ces maladies contribuent de façon quasi exclusive au fardeau de la mortalité prématurée (part des YLL largement majoritaire pour les cancers de la trachée, des bronches et du poumon et les cardiopathies ischémiques) tandis que d'autres contribuent de façon quasi exclusive au fardeau de la morbidité ou de l'incapacité (part des YLD largement majoritaire pour les lombalgies ou douleurs au dos ou au cou, les troubles dépressifs, les troubles anxieux et les migraines et céphalées). Les autres maladies ou traumatismes priorisés, comme les accidents vasculaires cérébraux et les chutes accidentelles, présentent, une situation plus contrastée avec une contribution au fardeau total répartie entre les YLL et les YLD (cf. Figure 2).

A l'échelle nationale, l'analyse des données de mortalité par cause du CépiDc de l'Inserm pour l'année 2016 confirme la place prépondérante des tumeurs malignes et des maladies cardiovasculaires comme 1^{re} et 2^e cause de décès en France pour les deux sexes [50]. Parmi ces deux catégories ressortent principalement les cancers de la trachée, des bronches et du poumon, les cardiopathies ischémiques et les maladies cérébrovasculaires (incluant les AVC). Bien que les « démences » regroupant la maladie d'Alzheimer et les autres démences n'aient pas été retenues dans la présente priorisation, cette catégorie montre une nette augmentation de la mortalité entre les périodes 2000-2007 et 2008-2016 pour les deux sexes dans les données du CépiDc de l'Inserm [50], de façon cohérente avec la différence de rang observée selon les DALY et les YLL entre 2000 et 2015 pour cette même catégorie (cf. Tableau 2).

En termes de morbidité, le rapport de la Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques (Drees) sur l'état de santé de la population en France en 2017 [51] et celui sur l'évolution des charges et des produits de l'Assurance maladie au titre de l'année 2023 [52] confirment le poids prépondérant des maladies cardiovasculaires et des tumeurs malignes sur le système de santé français en termes de prise en charge et de dépenses de santé. Ces études suggèrent également la dégradation de la santé mentale de la population française (augmentation des troubles dépressifs et des épisodes suicidaires) qui s'accompagne d'une délivrance accrue de traitements psychotropes. Elles réaffirment également la place des troubles musculo-squelettiques comme première cause de maladies professionnelles en

France et soulignent l'enjeu majeur de santé publique que constitue aujourd'hui la prise en charge de la maladie d'Alzheimer et des autres démences qui touchent un nombre croissant d'individus du fait du vieillissement de la population.

À l'échelle européenne, la comparaison du classement des maladies et traumatismes selon les différents indicateurs du fardeau dans les pays ayant déjà réalisé une estimation nationale du fardeau de la maladie conduit à un classement globalement comparable à ce travail (cf. Tableau 4). Les cancers de la trachée, des bronches et du poumon, les cardiopathies ischémiques et les accidents vasculaires cérébraux sont ainsi identifiés parmi les cinq premières maladies contributives au fardeau de la mortalité prématurée (YLL) pour toutes les études considérées. De même, les troubles dépressifs, les lombalgies ou douleurs au dos ou au cou, les troubles anxieux et les migraines et céphalées ressortent parmi les cinq premières maladies contributives au fardeau de la morbidité et de l'incapacité (YLD) dans quasiment toutes les études considérées. *A contrario*, les chutes accidentelles, priorisées dans ce travail, ne ressortent pas parmi les maladies et traumatismes les plus contributives au fardeau total de la maladie dans aucune des études considérées. À l'inverse, la broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO) apparaît dans ces études comme une des maladies les plus contributives à la charge de morbidité globale (DALY) et à la mortalité prématurée (YLL) alors qu'elle n'est classée respectivement qu'à la 16^e (DALY) et 12^e place (YLL) selon les estimations françaises du GBD [53] et à la 17^e (DALY) et 12^e place (YLL) selon les estimations des GHE [54]. Enfin, de façon comparable à ce travail, les trois études européennes considérées rapportent une contribution de la maladie d'Alzheimer et des autres démences au fardeau de la mortalité prématurée qui tend à augmenter au cours du temps [7, 55, 56].

Tableau 4. Classement des cinq premières maladies et traumatismes selon les DALY, YLL et YLD dans les études européennes ayant déjà réalisé une estimation nationale du fardeau de la maladie

Indicateur	Rang	Belgique (<i>Sciensano</i>) 2019 37 maladies et traumatismes [56]	Écosse (<i>Public Health Scotland</i>) 2019 70 maladies et traumatismes [55]	Pays-Bas (<i>RIVM</i>) 2015 74 maladies et traumatismes [7]
DALY	1	Troubles dépressifs	Cardiopathies ischémiques	Cardiopathies ischémiques
	2	Cardiopathies ischémiques	Maladie d'Alzheimer et autres démences	AVC
	3	Cancer de la trachée, des bronches et du poumon	Addiction aux drogues	Diabète
	4	BPCO	Cancer de la trachée, des bronches et du poumon	BPCO
	5	Addiction à l'alcool	AVC	Troubles anxieux
YLL	1	Cancer de la trachée, des bronches et du poumon	Cardiopathies ischémiques	Cancer de la trachée, des bronches et du poumon
	2	Cardiopathies ischémiques	Cancer de la trachée, des bronches et du poumon	Cardiopathies ischémiques
	3	Maladie d'Alzheimer et autres démences	Maladie d'Alzheimer et autres démences	AVC
	4	AVC	Addiction aux drogues	Maladie d'Alzheimer et autres démences
	5	Suicide	BPCO	BPCO
YLD	1	Troubles dépressifs	Douleurs au dos ou au cou	Troubles anxieux
	2	Lombalgie	Troubles dépressifs	Cardiopathies ischémiques
	3	Addiction à l'alcool	Migraines, céphalées	Diabète
	4	Troubles de la vue	Troubles anxieux	Troubles de l'humeur
	5	Douleurs cervicales	Arthrose	Douleurs au dos ou au cou

Le code couleur associé à chaque maladie ou traumatisme reprend celui utilisé dans la Figure 1 et correspond à celui de la famille auquel appartient la maladie ou le traumatisme.

La démarche méthodologique suivie dans le cadre de cette étape a reposé exclusivement sur l'analyse des estimations du fardeau issues des études GBD 2019 et GHE 2019. La priorisation des maladies et traumatismes a donc forcément été conditionnée par les sources de données utilisées.

Tout d'abord, la priorisation des maladies et traumatismes a reposé sur l'analyse comparative du classement des maladies et traumatismes selon leur contribution au fardeau total sur la base des nomenclatures définies dans les études GBD et GHE. Cette priorisation a donc nécessairement été influencée par la façon dont les maladies et les traumatismes ont été catégorisés dans chacune de ces études. En effet, la définition du niveau de catégorisation impacte par construction la contribution des différentes familles ou catégories de maladies au fardeau total. Ainsi par exemple, les troubles associés à la consommation de certaines substances comme l'alcool ou les drogues (« *Substance use disorders* ») sont regroupés avec les troubles mentaux au niveau 2 de la nomenclature GHE (« *Mental and substance use disorders* ») alors qu'ils font l'objet d'une catégorie à part entière dans la nomenclature GBD. Ce regroupement entraîne mécaniquement une contribution au fardeau total de la famille « Troubles mentaux » plus importante dans l'étude GHE que dans l'étude GBD (cf. Figure 1). De la même manière, la priorisation est également dépendante de la granulométrie de catégorisation des nomenclatures et du nombre total de maladies et traumatismes considérés. Ainsi, les maladies et traumatismes non couverts dans ces deux nomenclatures n'ont, de fait, pas pu participer à la priorisation. C'est par exemple le cas des troubles du sommeil, de l'insuffisance cardiaque ou du diabète de type 1 ou 2 (uniquement dans le cas de la nomenclature GHE). Plusieurs raisons permettent d'expliquer l'absence de ces maladies des nomenclatures GBD et GHE : 1) l'absence de données sanitaires robustes permettant l'estimation des indicateurs du fardeau pour ces maladies (cas des troubles du sommeil), 2) la méthode de redistribution des causes de décès considérées comme mal définies ou imprécises sur d'autres causes de décès (cas de l'insuffisance cardiaque), 3) le manque de spécificités des nomenclatures (cas du diabète non distingué selon son type dans la nomenclature GHE).

Par ailleurs, cette priorisation a également été influencée par les méthodes d'estimation utilisées et les choix méthodologiques opérés pour l'estimation des indicateurs du fardeau. À titre d'exemple, les méthodes de redistribution des causes de décès mal définies ou imprécises utilisées dans les études GBD et GHE ne reposent pas sur les mêmes hypothèses et les mêmes modèles mathématiques. De plus, les données d'espérance de vie utilisées pour l'estimation des YLL sont différentes et spécifiques à chacune de ces deux études. Ces différences peuvent ainsi en partie contribuer à expliquer les écarts observés dans les estimations des YLL entre les études GBD et GHE. L'adaptation des méthodes d'estimation existantes et la sélection de paramètres d'entrée les plus pertinents et les plus spécifiques semblent donc une étape cruciale en vue d'améliorer la précision et la qualité des estimations du fardeau de la maladie à l'échelle de chaque territoire.

Enfin, au-delà des nomenclatures utilisées et des méthodes d'estimation appliquées, la priorisation des maladies et traumatismes a directement été déterminée par les données sanitaires utilisées pour produire les estimations du fardeau de la maladie. La précision des estimations des DALY, YLL et YLD reposent, en effet, sur l'utilisation de données de mortalité et de morbidité de bonne qualité, représentatives de la population et du territoire ciblés et disponibles pour l'ensemble des maladies et traumatismes considérés. À l'échelle de la France, ces conditions sont réunies pour les données de mortalité collectées en routine par le CépiDc. En revanche, la disponibilité et la qualité des données de morbidité sont plus aléatoires et dépendent des maladies ciblées. L'estimation des YLD requiert en effet d'estimer la prévalence ou de l'incidence de chaque maladie ainsi que de définir les différents stades de sévérité de chaque maladie et leur distribution au sein de la population. Les données nécessaires à l'estimation de ces indicateurs ne sont pas toujours disponibles en routine et nécessitent souvent de confronter plusieurs sources de données (ex : registres, bases socio-

administratives, cohortes) ou de faire appel à des expertises *ad hoc*. Les estimations du fardeau produites pour la France par le GBD et les GHE s'appuient donc sur les données de mortalité et de morbidité disponibles ou publiées au moment de la modélisation des estimations sans qu'il soit possible de garantir qu'il s'agisse des meilleures données existantes. Les travaux publiés par l'IHME et l'OMS dans le cadre du GBD 2019 [22] et des GHE 2019 [23] fournissent un certain nombre d'informations concernant les sources de données utilisées mais manquent souvent de transparence et de clarté pour identifier avec précision les données sanitaires réellement mobilisées et la façon dont elles sont intégrées dans les modèles mathématiques. Bien que l'outil *Data Input Sources Tool* disponible sur le site de l'IHME [57] recense pour chaque pays ou zone géographique l'ensemble des sources de données sanitaires et métadonnées utilisées pour les estimations du fardeau, il ne permet d'en connaître précisément ni la nature ni le nombre pour une année donnée (pas de possibilité de filtrer les sources par année d'estimation). L'utilisation de données sanitaires nationales voire infranationales plus récentes et plus spécifiques offre vraisemblablement l'opportunité d'améliorer de manière substantielle la qualité des estimations produites. Cependant, la sélection de ces données nécessite un temps d'analyse relativement important afin d'explorer et confronter les différentes sources de données avant d'en extraire les informations pertinentes pour l'estimation des DALY, YLL et YLD. En l'absence de telles données, il est alors nécessaire de conduire des travaux visant à en produire de nouvelles mais qui nécessitent, eux aussi, un temps de production conséquent.

4.2 Priorisation des facteurs de risque environnementaux et professionnels

La seconde étape de la méthode de priorisation a consisté à prioriser les facteurs de risque environnementaux ou professionnels en fonction de leur impact sur le fardeau des maladies ou traumatismes préalablement priorisés. Pour ce faire, les estimations nationales du fardeau environnemental produites pour la France pour l'année 2015 dans le cadre de l'étude GBD 2019 de l'IHME ont été considérées [45]. Il s'agit à ce jour de la plus importante source d'estimation du fardeau environnemental et professionnel de la maladie disponible à travers le monde.

Cette étape a conduit à prioriser six facteurs de risque environnementaux et professionnels, à savoir : 1) l'exposition à la pollution ambiante aux particules, 2) l'exposition aux basses températures, 3) l'exposition professionnelle à l'amiante, 4) l'exposition au radon résidentiel, 5) les facteurs de risque ergonomiques et 6) les accidents professionnels. Chacun de ces facteurs de risque est associé à un ou plusieurs maladies ou traumatismes préalablement déterminés selon la nature causale de leur relation établie dans la littérature et pris en compte dans le GBD.

Parmi ces facteurs de risque ressort principalement l'exposition à la pollution ambiante aux particules qui affecte de façon substantielle le fardeau des cancers de la trachée, des bronches et du poumon, celui des cardiopathies ischémiques et celui des accidents vasculaires cérébraux. Ce constat est cohérent avec la littérature scientifique qui documente l'effet majeur de la pollution atmosphérique (notamment celle liée aux particules) sur la santé [58, 59]. En France, chaque année, 40 000 décès par an sont ainsi attribuables à l'exposition aux particules fines [60].

Concernant l'exposition aux températures extrêmes, ce travail rapporte également une contribution importante de l'exposition aux basses températures au fardeau des maladies cardiovasculaires (cardiopathies ischémiques et accidents vasculaires cérébraux). À l'inverse, le rôle des températures anormalement élevées sur le fardeau de ces mêmes maladies apparaît comme plus modéré. Ces résultats sont de nouveau cohérents avec la littérature

existante sur le sujet [61-63]. Néanmoins, l'étude de Zao *et al.* suggère que le fardeau attribuable aux températures extrêmes est largement sous-estimé dans l'étude GBD du fait de limites méthodologiques quant aux données d'entrée utilisées [63]. Il est important de souligner que l'étude du GBD 2019 ne tient pas compte dans ses estimations des effets sanitaires délétères attribuables à l'exposition aux températures extrêmes dans le milieu professionnel alors qu'ils sont largement documentés dans la littérature [64, 65].

Par ailleurs, de façon comparable avec la littérature scientifique, l'exposition à l'amiante apparaît comme le principal facteur de risque pour les cancers de la trachée, des bronches et du poumon, suivie de l'exposition à la pollution ambiante aux particules et de celle au radon résidentiel [66]. Comme pour les températures extrêmes, il est important d'indiquer que l'exposition au radon considérée dans le GBD tient compte uniquement de l'exposition liée au radon résidentiel et pas de l'exposition dans le milieu professionnel pour laquelle des effets néfastes sur la santé sont pourtant documentés [67, 68].

Enfin, comme documenté dans la littérature, les facteurs de risque ergonomiques [69] et les accidents survenant dans le cadre professionnel [70] jouent un rôle respectivement dans le développement ou l'aggravation des troubles musculo-squelettiques et la survenue des chutes accidentelles.

Comme pour l'étape de priorisation des maladies et traumatismes, celle sur la priorisation des facteurs de risque environnementaux et professionnels a uniquement reposé sur l'analyse des estimations produites dans le cadre de l'étude GBD 2019. Ce choix méthodologique constitue une limite importante de ce travail compte tenu du fait qu'un certain nombre de facteurs de risque environnementaux et professionnels ne sont pas pris en compte dans les dernières estimations du GBD [45]. Sans être en mesure d'en dresser une liste exhaustive, il est cependant possible de citer, à titre d'exemple, l'exposition au bruit lié aux transports [71, 72], les rayonnements ultraviolets [73, 74], la durée excessive du temps de travail [32], les risques psychosociaux [75, 76], le stress professionnel [77], le travail de nuit [78] ou l'exposition à certaines substances chimiques [79] pour lesquels des effets délétères sur la santé sont largement documentés dans la littérature et qui ne sont pourtant pas actuellement intégrés dans les estimations du GBD. Par ailleurs, certains couples maladie-facteur de risque ne sont pas considérés alors même que le ou les facteurs de risque sont ciblés dans les estimations du GBD. On peut à ce titre citer les maladies mentales comme la dépression ou les troubles anxieux pour lesquelles le GBD n'explore aucun lien avec des facteurs de risque environnementaux ou professionnels alors que la littérature scientifique suggère l'existence d'associations avec l'exposition à la pollution atmosphérique [80-82] ou à des conditions climatiques extrêmes [83]. Les futures estimations du GBD seront probablement progressivement enrichies par de nouveaux facteurs de risque et de nouveaux couples maladie-facteur de risque à mesure que les données d'exposition seront disponibles et que la nature causale des relations mises en évidence dans la littérature aura pu être établie.

De façon comparable aux données sanitaires nécessaires à l'estimation des indicateurs du fardeau, l'estimation du fardeau environnemental repose sur le calcul des FRA pour l'ensemble des couples maladie-facteur de risque considérés. Le calcul de cet indicateur requiert au préalable l'estimation d'une prévalence d'exposition au facteur de risque qui s'appuie sur des données d'exposition robustes et représentatives de la population et du territoire étudiés. L'acquisition de ces données peut s'avérer relativement complexe et dépendante des méthodes d'estimation existantes. Par ailleurs, l'estimation d'une FRA repose également sur une fonction concentration-risque traduisant la force de l'association entre l'exposition au facteur de risque et la survenue de la maladie. La détermination de cette fonction s'appuie sur la pratique de différentes méthodes tels que la méta-analyse ou la modélisation à partir de données de cohorte. Dans le cadre du projet GBD, il demeure difficile de connaître avec précision les différentes données utilisées pour estimer les niveaux d'exposition à l'ensemble des facteurs de risque ainsi que les prévalences d'exposition de la

population [84, 85]. Comme pour les données sanitaires, l'outil *Data Input Sources Tool* de l'IHME recense pour chaque pays ou zone géographique l'ensemble des sources de données environnementales et professionnelles utilisées [57] sans possibilité de connaître précisément la façon dont ces données sont intégrées dans les modèles mathématiques d'estimation. Les appendices de la dernière étude GBD 2019 sur les facteurs de risque fournissent une quantité importante d'informations sur la méthode d'estimation du fardeau attribuable aux différents facteurs de risque [45]. Cependant, la complexité des modèles mathématiques appliqués, couplée au manque de clarté et de transparence des informations transmises, rend difficile et peu compréhensible la lecture de ces documents.

4.3 Forces et faiblesses de la méthode de priorisation utilisée

La méthode de priorisation choisie et appliquée par Santé publique France correspond à une démarche pragmatique et opérationnelle, reproductible et actualisable avec l'acquisition de nouvelles données. La liste des couples maladie-facteur de risque priorisés ne constitue donc pas une liste exhaustive et absolue des couples pertinents mais se veut spécifique au contexte français et à l'approche méthodologique utilisée. La définition d'autres critères de priorisation moins stricts aurait ainsi par exemple conduit à élargir la liste des couples à d'autres maladies et traumatismes et d'autres facteurs de risque environnementaux et professionnels. Cependant, les seuils de contribution minimale fixés pour les sélectionner ont été définis afin de garantir une priorisation rationnelle des couples les plus pertinents, tout en veillant à en limiter le nombre. Ce compromis a été défini compte tenu des nombreuses données nécessaires à l'estimation globale du fardeau environnemental de la maladie au regard des ressources et moyens limités dont dispose Santé publique France pour conduire ce projet.

Par ailleurs, la méthode de priorisation s'est appuyée uniquement sur l'analyse comparative des deux principales études internationales d'estimation du fardeau de la maladie et du fardeau environnemental de la maladie : le GBD et les GHE. Ce choix constitue une des principales limites de ce travail puisque la priorisation réalisée a nécessairement été influencée voire déterminée par les sources d'estimation utilisées. Ainsi comme mentionné précédemment, seuls les couples et les facteurs de risque considérés dans la dernière étude GBD ont pu participer à ces travaux de priorisation. La démarche suivie a donc inévitablement conduit à occulter une partie des couples d'intérêt qu'il aurait pu être pertinent de prioriser. Cependant, malgré toutes les limites recensées, et en l'absence d'estimations nationales disponibles pour la France, les estimations extraites du GBD et des GHE correspondaient aux meilleures estimations disponibles au moment de la réalisation de ce travail. Le fait d'avoir considéré simultanément ces deux sources permet par ailleurs de conforter et d'asseoir les résultats issus de ce travail.

Une deuxième limite concerne, au-delà des données utilisées, le choix d'avoir étudié uniquement les estimations produites sur la population générale sans stratifier les analyses par sexe et/ou par âge. Ce choix a nécessairement conduit à ne pas prioriser des maladies ou traumatismes pour lesquels la contribution au fardeau total était supérieure à 5 % dans la population ciblée. À titre d'exemple, on peut citer le cancer du sein et la maladie d'Alzheimer qui contribuent respectivement à 7,8 % et 6,8 % des YLL totaux chez les femmes quels que soient l'âge et les pertes auditives liés à l'âge qui contribuent à plus de 6 % au fardeau de l'incapacité chez les individus âgés entre 70 et 74 ans d'après les estimations du GBD 2019 pour la France [53]. Cependant, le choix de ne pas avoir stratifié les analyses selon l'âge et/ou le sexe se justifie par la volonté d'identifier les couples maladie-facteur de risque qui pesaient le plus sur la santé de la population dans son ensemble et de ne pas privilégier des couples spécifiques de certaines populations particulières.

Enfin, une dernière limite de la méthode de priorisation choisie découle directement de la démarche méthodologique suivie. En effet, le fait d'avoir d'abord identifié les maladies et traumatismes prioritaires sur la base de leur contribution au fardeau total (étape 1) et d'avoir ensuite sélectionné les facteurs de risque environnementaux et professionnels ayant le plus fort impact sur chacun d'eux (étape 2) a pu conduire à ne pas prioriser certains couples pour lesquels l'impact de l'environnement était cependant substantiel et/ou dont le poids sur le fardeau total de la maladie (en termes de nombre de DALY totaux) pouvait s'avérer supérieur à celui de certains couples priorisés. Ainsi par exemple, les maladies respiratoires chroniques, comme la BPCO, n'ont pas été priorisées en raison de leur faible contribution au fardeau total de la maladie (1,8 % des DALY totaux) alors même que la contribution totale des facteurs environnementaux et professionnels apparaissait comme conséquente pour cette même maladie (près de 30 % des DALY de BPCO attribuables aux facteurs environnementaux et professionnels dont plus de 7 % attribuables à l'exposition professionnelle aux particules, fumées et gaz) [53]. De façon comparable, les accidents de la route présentaient une contribution des facteurs professionnels à son fardeau non négligeable (environ 19 % des DALY attribuables aux accidents professionnels) alors que sa contribution au fardeau total de la maladie était inférieure au seuil de contribution minimale défini (1,4 % des DALY totaux). Cependant, en termes de fardeau global, le poids de ce couple était supérieur (0,31 % des DALY totaux) à celui observé pour certains couples priorisés comme le couple cancer du poumon-exposition résidentielle au radon (0,26 %) [53]. Ces exemples suggèrent donc qu'une méthode de priorisation différente de celle définie dans le cadre de ce travail aurait pu conduire à un résultat différent. Ainsi, par exemple, si la priorisation avait été réalisée dès le départ sur les facteurs de risque, les mêmes facteurs de risque environnementaux et professionnels auraient vraisemblablement été sélectionnés (à l'exception du radon qui aurait été remplacé par le plomb) mais d'autres couples maladie-facteur de risque auraient pu être priorisés (ex : BPCO-exposition à la pollution ambiante aux particules).

5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

En conclusion, la méthode de priorisation utilisée dans le cadre de cette étude a permis d'identifier une liste réduite de couples maladie-facteur de risque sur lesquels conduire de premiers travaux d'estimation du fardeau environnemental et professionnel de la maladie en France.

Ce travail a également permis de mettre en exergue les principales limites et incertitudes associées à chacune des approches actuellement en vigueur (GBD vs GHE) pour estimer le fardeau de la maladie et le fardeau environnemental et professionnel de la maladie tant sur les aspects méthodologiques que sur les données sanitaires et environnementales utilisées.

L'estimation du fardeau de la maladie et du fardeau environnemental de la maladie repose sur la disponibilité de nombreuses données sanitaires et environnementales complexes à acquérir à l'échelle nationale. Elles requièrent de disposer de sources de données robustes, fiables et représentatives de la population et du territoire ciblés. En l'absence de telles données, la précision des estimations produites s'en trouve largement altérée.

Ce travail préliminaire constitue le premier volet d'un vaste projet sur l'estimation du fardeau environnemental et professionnel de la maladie en France. À partir des couples priorisés, Santé publique France évaluera la faisabilité d'estimer le fardeau associé à chacun de ces couples à partir des données sanitaires, environnementales et professionnelles disponibles à l'échelle nationale. À défaut de données disponibles, ce travail permettra d'orienter les futurs travaux de Santé publique France quant aux nouvelles données d'entrée à acquérir. De façon plus large, ces premiers travaux serviront de socle pour orienter les futurs travaux du fardeau environnemental et professionnel de la maladie en France.

L'estimation du fardeau environnemental et professionnel de la maladie en France est donc un sujet en devenir, destiné à s'enrichir à mesure que les données d'entrée seront disponibles. C'est un projet à investir dans la durée pour parvenir à terme à obtenir une vision globale de l'impact de l'environnement sur la santé.

6. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] World Bank. World development report 1993: investing in health [En ligne]. New York: Oxford University Press; 1993. 348 p. [Consulté le 20/07/2023]. Disponible : <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/468831468340807129/world-development-report-1993-investing-in-health>
- [2] Murray CJL, Lopez AD, (dir.). The global burden of disease: a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020. Boston: Harvard School of Public Health; 1996. 990 p.
- [3] Murray CJL. Quantifying the burden of disease: the technical basis for disability-adjusted life years. Bull World Health Organ [En ligne]. 1994 [Consulté le 19/07/2023];72(3):429-45. Disponible : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2486718/>
- [4] Murray CJL, Acharya AK. Understanding DALYs. J Health Econ. 1997;16:703-30.
- [5] Murray CJL, Lopez AD. Quantifying disability: data, methods and results. Bull World Health Organ [En ligne]. 1994 [Consulté le 19/07/2023];72(3):481-94. Disponible : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2486704/>
- [6] Devleesschauwer B, Havelaar AH, Maertens de Noordhout C, Haagsma JA, Praet N, Dorny P, et al. Calculating disability-adjusted life years to quantify burden of disease. Int J Public Health. 2014;59:565-9.
- [7] Hilderink HBM, Plasmans MHD, Poos MJJC, Eysink PED, Gijzen R. Dutch DALYs, current and future burden of disease in the Netherlands. Arch Public Health [En ligne]. 2020 [Consulté le 19/07/2023];78:85 [10 p.]. Disponible : <https://doi.org/10.1186/s13690-020-00461-8>
- [8] Mesalles-Naranjo O, Grant I, Wyper GMA, Stockton D, Dobbie R, McFadden M, et al. Trends and inequalities in the burden of mortality in Scotland 2000-2015. PLoS One [En ligne]. 2018 [Consulté le 19/07/2023];13(8):e0196906 [17 p.]. Disponible : <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196906>
- [9] Porst M, von der Lippe E, Leddin J, Anton A, Wengler A, Breikreuz J, et al. The burden of disease in Germany at the national and regional level. Dtsch Arztebl Int [En ligne]. 2022 [Consulté le 19/07/2023];119(46):785-92. Disponible : <https://doi.org/10.3238/arztebl.m2022.0314>
- [10] Wengler A, Rommel A, Plass D, Gruhl H, Leddin J, Ziese T, et al. Years of life lost to death - a comprehensive analysis of mortality in Germany conducted as part of the BURDEN 2020 project. Dtsch Arztebl Int [En ligne]. 2021 [Consulté le 19/07/2023];118(9):137-44. Disponible : <https://doi.org/10.3238/arztebl.m2021.0148>
- [11] De Pauw R, Gorasso V, Devleesschauwer B. Belgian national burden of disease study. Guidelines for the calculation of DALYs in Belgium [En ligne]. Brussels: Sciensano; 2023. 275 p. [Consulté le 20/07/2023]. Disponible : <https://www.sciensano.be/fr/biblio/belgian-national-burden-disease-study-guidelines-calculation-dalys-belgium-2>
- [12] Devleesschauwer B, Scohy A, De Pauw R, Gorasso V, Kongs A, Neiryck E, et al. Investigating years of life lost in Belgium, 2004-2019: a comprehensive analysis using a probabilistic redistribution approach. Arch Public Health [En ligne]. 2023 [Consulté le 25/08/2023];81(1):160 [12 p.]. Disponible : <https://doi.org/10.1186/s13690-023-01163-7>

- [13] Charalampous P, Gorasso V, Plass D, Pires SM, von der Lippe E, Mereke A, *et al.* Burden of non-communicable disease studies in Europe: a systematic review of data sources and methodological choices. *Eur J Public Health* [En ligne]. 2022 [Consulté le 19/07/2023];32(2):289-96. Disponible : <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckab218>
- [14] Charalampous P, Haagsma JA, Jakobsen LS, Gorasso V, Noguer I, Padron-Monedero A, *et al.* Burden of infectious disease studies in Europe and the United Kingdom: a review of methodological design choices. *Epidemiol Infect* [En ligne]. 2023 [Consulté le 18/09/2023];151:e19 [10 p.]. Disponible : <https://doi.org/10.1017/s0950268823000031>
- [15] Charalampous P, Pallari E, Gorasso V, von der Lippe E, Devleeschauwer B, Pires SM, *et al.* Methodological considerations in injury burden of disease studies across Europe: a systematic literature review. *BMC Public Health* [En ligne]. 2022 [Consulté le 08/09/2023];22(1):1564 [15 p.]. Disponible : <https://doi.org/10.1186/s12889-022-13925-z>
- [16] O'Donovan MR, Gapp C, Stein C. Burden of disease studies in the WHO European Region - a mapping exercise. *Eur J Public Health* [En ligne]. 2018 [Consulté le 19/07/2023];28(4):773-8. Disponible : <https://doi.org/10.1093/eurpub/cky060>
- [17] Granados D, Lefranc A, Reiter R, Grémy I, Spira A. Disability-adjusted life years: an instrument for defining public health priorities? *Rev Epidemiol Sante Publique*. 2005;53(2):111-25.
- [18] Lapostolle A, Lefranc A, Gremy I, Spira A. Sensitivity analysis in summary measure of population health in France. *Eur J Public Health* [En ligne]. 2008 [Consulté le 19/07/2023];18(2):195-200. Disponible : <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckm109>
- [19] Darbà J, Kaskens L, Detournay B, Kern W, Nicolucci A, Orozco-Beltrán D, *et al.* Disability-adjusted life years lost due to diabetes in France, Italy, Germany, Spain, and the United Kingdom: a burden of illness study. *Clinicoecon Outcomes Res* [En ligne]. 2015 [Consulté le 19/07/2023];7:163-71. Disponible : <https://doi.org/10.2147/CEOR.S78132>
- [20] Kruijshaar ME, Barendregt JJ, European Disability Weights Group. The breast cancer related burden of morbidity and mortality in six European countries: the European Disability Weights project. *Eur J Public Health* [En ligne]. 2004 [Consulté le 19/07/2023];14(2):141-6. Disponible : <https://doi.org/10.1093/eurpub/14.2.141>
- [21] Lapostolle A, Gadegbeku B, Ndiaye A, Amoros E, Chiron M, Spira A, *et al.* The burden of road traffic accidents in a French departement: the description of the injuries and recent changes. *BMC Public Health* [En ligne]. 2009 [Consulté le 19/07/2023];9:386 [10 p.]. Disponible : <https://doi.org/10.1186/1471-2458-9-386>
- [22] GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease study 2019. *Lancet* [En ligne]. 2020 [Consulté le 19/07/2023];396:1204-22. Disponible : [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30925-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30925-9)
- [23] World Health Organization. WHO methods and data sources for global burden of disease estimates 2000-2019 [En ligne]. Geneva: WHO; 2020. 46 p. [Consulté le 20/07/2023]. Disponible : <https://www.who.int/data/global-health-estimates>
- [24] Murray CJL, Ezzati M, Lopez AD, Rodgers A, Vander Hoorn S. Comparative quantification of health risks conceptual framework and methodological issues. *Popul Health Metr* [En ligne]. 2003 [Consulté le 19/07/2023];1:1 [20 p.]. Disponible : <https://doi.org/10.1186/1478-7954-1-1>
- [25] Murray CJL, Lopez AD. Global mortality, disability, and the contribution of risk factors: Global burden of disease study. *Lancet* [En ligne]. 1997 [Consulté le 19/07/2023];349(9063):1436-42. Disponible : [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(96\)07495-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(96)07495-8)

- [26] Murray CJL, Lopez AD. On the comparable quantification of health risks: lessons from the Global Burden of Disease Study. *Epidemiology* [En ligne]. 1999 [Consulté le 19/07/2023];10(5):594-605. Disponible : <https://doi.org/10.1097/00001648-199909000-00029>
- [27] Plass D, Hilderink H, Lehtomäki H, Øverland S, Eikemo TA, Lai T, *et al.* Estimating risk factor attributable burden - challenges and potential solutions when using the comparative risk assessment methodology. *Arch Public Health* [En ligne]. 2022 [Consulté le 19/07/2023];80:148 [12 p.]. Disponible : <https://doi.org/10.1186/s13690-022-00900-8>
- [28] Lionello L, Counil E, Henry E. Ranking the burden of disease attributed to known risk factors: a review of the GBD comparative risk assessment approach through the lens of occupational and environmental health [En ligne]. Paris: Ined, Documents de travail n°266; 2021. 52 p. [Consulté le 15/09/2023]. Disponible : <https://www.ined.fr/en/publications/editions/document-travail/ranking-the-burden-of-disease-attributed-to-known-risk-factors/#tabs-2>
- [29] Prüss-Üstün A, Corvalán CF. Preventing disease through healthy environments: towards an estimate of the environmental burden of disease [En ligne]. Geneva: WHO; 2006. 104 p. [Consulté le 20/07/2023]. Disponible : <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43457>
- [30] World Health Organization. Assessing the environmental burden of disease at national and local levels: introduction and methods [En ligne]. Geneva: WHO; 2003. 63 p. [Consulté le 20/07/2023]. Disponible : <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42750>
- [31] World Health Organization. The World health report 2002: reducing the risks, promoting healthy life [En ligne]. Geneva: WHO; 2002. 248 p. [Consulté le 20/07/2023]. Disponible : <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42510>
- [32] World Health Organization, International Labour Organization. WHO/ILO joint estimates of the work-related burden of disease and injury, 2000–2016: global monitoring report [En ligne]. Geneva: WHO; 2021. 79 p. [Consulté le 20/07/2023]. Disponible : <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345242>
- [33] Prüss-Ustün A, Wolf J, Corvalán C, Neville T, Bos R, Neira M. Diseases due to unhealthy environments: an updated estimate of the global burden of disease attributable to environmental determinants of health. *J Public Health* [En ligne]. 2017 [Consulté le 19/07/2023]; 39(3):464-75. Disponible : <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdw085>
- [34] Rojas-Rueda D, Vrijheid M, Robinson O, Gunn Marit A, Gražulevičienė R, Slama R, *et al.* Environmental burden of childhood disease in Europe. *Int J Environ Res Public Health* [En ligne]. 2019 [Consulté le 19/07/2023];16(6):1084 [13 p.]. Disponible : <https://doi.org/10.3390/ijerph16061084>
- [35] Rushton L. The global burden of occupational disease. *Curr Environ Health Rep* [En ligne]. 2017 [Consulté le 12/09/2023];4:340-8. Disponible : <https://doi.org/10.1007/s40572-017-0151-2>
- [36] Valent F, Little D, Bertollini R, Nemer LE, Barbone F, Tamburlini G. Burden of disease attributable to selected environmental factors and injury among children and adolescents in Europe. *Lancet* [En ligne]. 2004 [Consulté le 19/06/2023];363(9426):2032-9. Disponible : [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(04\)16452-0](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(04)16452-0)
- [37] Driscoll T, Nelson DI, Steenland K, Leigh J, Concha-Barrientos M, Fingerhut M, *et al.* The global burden of disease due to occupational carcinogens. *Am J Ind Med*. 2005;48:419-31.
- [38] Gorasso V, Morgado JN, Charalampous P, Pires SM, Haagsma JA, Santos JV, *et al.* Burden of disease attributable to risk factors in European countries: a scoping literature review. *Arch Public Health* [En ligne]. 2023 [Consulté le 08/09/2023];81(1):116 [11 p.]. Disponible : <https://doi.org/10.1186/s13690-023-01119-x>

- [39] Hänninen O, Knol A, (dir.). European perspectives on environmental burden of disease: estimates for nine stressors in six countries [En ligne]. Helsinki: National Institute for Health and Welfare (THL); 2011. 99 p. [Consulté le 20/07/2023]. Disponible : <https://www.julkari.fi/handle/10024/129631>
- [40] Hänninen O, Knol AB, Jantunen M, Lim TA, Conrad A, Rappolder M, *et al.* Environmental burden of disease in Europe: assessing nine risk factors in six countries. *Environ Health Perspect* [En ligne]. 2014 [Consulté le 19/07/2023];122(5):439-46. Disponible : <https://doi.org/10.1289/ehp.1206154>
- [41] 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 [En ligne]. Geneva: WHO; 2016. 147 p [Consulté le 20/07/2023]. Disponible : <https://apps.who.int/iris/handle/10665/204585>
- [42] World Health Organization. Regional Office for Europe. Burden of disease from environmental noise: quantification of healthy life years lost in Europe [En ligne]. Copenhagen: WHO. Regional Office for Europe; 2011. 106 p. [Consulté le 20/07/2023]. Disponible : <https://iris.who.int/handle/10665/326424>
- [43] Kienzler S, Soares J, González Ortiz A, Plass D. Estimating the morbidity related environmental burden of disease due to exposure to PM2.5, NO2 and O3 in outdoor ambient air. (ETC HE Report 2022/11) [En ligne]. EEA / European Topic Centre on Human Health and the Environment; 2022. 54 p. [Consulté le 20/07/2023]. Disponible : <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-he/products/etc-he-products/etc-he-reports/etc-he-report-2022-11-estimating-the-morbidity-related-environmental-burden-of-disease-due-to-exposure-to-pm2-5-no2-and-o3-in-outdoor-ambient-air>
- [44] Soares J, González Ortiz A, Gsella A, Horálek J, Plass D, Kienzler S. Health risk assessment of air pollution and the impact of the new WHO guidelines. ETC HE Report 2022/10 [En ligne]. EEA / European Topic Centre on Human Health and the Environment; 2022. 60 p. [Consulté le 20/07/2023]. Disponible : <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-he/products/etc-he-products/etc-he-reports/etc-he-report-2022-10-health-risk-assessment-of-air-pollution-and-the-impact-of-the-new-who-guidelines>
- [45] GBD 2019 Risk Factors Collaborators. Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease study 2019. *Lancet* [En ligne]. 2020 [Consulté le 19/07/2023];396:1223-49. Disponible : [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30752-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30752-2)
- [46] Lionello L, Counil E, Henry E. Measuring health at a global level with a unified tool: a review of institutional and methodological milestones of the Global Burden of Disease project [En ligne]. Paris: Ined, Documents de travail n° 264; 2021. 44 p. [Consulté le 15/09/2023]. Disponible : <https://www.ined.fr/en/publications/editions/document-travail/measuring-health-at-a-global-level-with-a-unified-tool/>
- [47] von der Lippe E, Devleeschauwer B, Gourley M, Haagsma J, Hilderink H, Porst M, *et al.* Reflections on key methodological decisions in national burden of disease assessments. *Arch Public Health* [En ligne]. 2020 [Consulté le 19/07/2023];78:137 [14 p.]. Disponible : <https://doi.org/10.1186/s13690-020-00519-7>
- [48] Polinder S, Haagsma JA, Stein C, Havelaar AH. Systematic review of general burden of disease studies using disability-adjusted life years. *Popul Health Metr* [En ligne]. 2012 [Consulté le 18/09/2023];10:21 [15 p.]. Disponible : <https://doi.org/10.1186/1478-7954-10-21>
- [49] Un environnement, une santé : 4e Plan National Santé Environnement [En ligne]. Paris : Gouvernement; 2021. 78 p. [Consulté le 20/07/2023]. Disponible : <https://www.ecologie.gouv.fr/plan-national-sante-environnement-pnse>

- [50] Boulat T, Ghosn W, Morgand C, Falissard L, Roussel S, Rey G. Principales évolutions de la mortalité par cause médicale sur la période 2000-2016 en France métropolitaine. Bull Epidemiol Hebd [En ligne]. 2019 [Consulté le 20/07/2023];(29-30):576-84. Disponible : <https://www.santepubliquefrance.fr/docs/principales-evolutions-de-la-mortalite-par-cause-medicale-sur-la-periode-2000-2016-en-france-metropolitaine>
- [51] Direction de la Recherche, des Etudes, de l'Evaluation et des Statistiques, Santé publique France. L'état de santé de la population en France. Rapport 2017 [En ligne]. Paris : DREES; 2017. 434 p. [Consulté le 20/07/2023]. Disponible : <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/publications-documents-de-referance/rapports/letat-de-sante-de-la-population-en-france-rapport-2017>
- [52] Caisse nationale de l'Assurance Maladie. Améliorer la qualité du système de santé et maîtriser les dépenses : les propositions de l'Assurance Maladie pour 2023. Paris : Cnam; 2022. 385 p. [Consulté le 20/07/2023]. Disponible : <https://assurance-maladie.ameli.fr/etudes-et-donnees/2022-rapport-propositions-pour-2023-charges-produits>
- [53] Institute for Health Metrics and Evaluation. GBD Compare [En ligne]. Seattle: IHME, University of Washington [Consulté le 20/07/2023]. Disponible : <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/>
- [54] World Health Organization. Global Health Estimates: leading causes of DALYs [En ligne]. Geneva: WHO [Consulté le 20/07/2023]. Disponible : <https://www.who.int/data/gho/data/themes/mortality-and-global-health-estimates/global-health-estimates-leading-causes-of-dalys>
- [55] Public Health Scotland. The Scottish burden of disease data visualisation [En ligne]. Edinburgh: Public Health Scotland[Mis à jour le 30/06/2022; Consulté le 20/07/2023]. Disponible : <https://scotland.shinyapps.io/phs-local-trends-scottish-burden-diseases/>
- [56] Sciensano. Belgian burden of disease visualization tool [En ligne]. Brussels: Sciensano [Mis à jour le 27/11/2023; Consulté le 20/07/2023]. Disponible : <https://burden.sciensano.be/shiny/daly/>
- [57] Institute for Health Metrics And Evaluation. Data Input Sources Tool [En ligne]. Seattle: IHME, University of Washington [Consulté le 25/09/2023]. Disponible : <https://ghdx.healthdata.org/gbd-2019/data-input-sources>
- [58] European Environment Agency. Air quality in Europe 2022. EEA Web Report 05/2022 [En ligne]. Copenhagen: EEA; 2022 [Mis à jour le 28/02/2023; Consulté le 20/07/2023]. Disponible : <https://doi.org/10.2800/488115>
- [59] World Health Organization. WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide [En ligne]. Geneva: WHO; 2021. 273 p. [Consulté le 20/07/2023]. Disponible : <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>
- [60] Medina S, Adélaïde L, Wagner V, de Crouy Chanel P, Real E, Colette A, *et al.* Impact de la pollution de l'air ambiant sur la mortalité en France métropolitaine : réduction en lien avec le confinement du printemps 2020 et nouvelles données sur le poids total pour la période 2016-2019 [En ligne]. Saint Maurice : Santé publique France; 2021. 63 p. [Consulté le 20/07/2023]. Disponible : <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/pollution-et-sante/air/documents/enquetes-etudes/impact-de-pollution-de-l-air-ambiant-sur-la-mortalite-en-france-metropolitaine.-reduction-en-lien-avec-le-confinement-du-printemps-2020-et-nouvelle>
- [61] Alahmad B, Khraishah H, Royé D, Vicedo-Cabrera AM, Guo Y, Papatheodorou SI, *et al.* Associations between extreme temperatures and cardiovascular cause-specific mortality: results from 27 countries. Circulation [En ligne]. 2023 [Consulté le 19/07/2023];147(1):35-46. Disponible : <https://doi.org/10.1161/circulationaha.122.061832>

- [62] Pascal M, Wagner V, Corso M. Evolution de la relation température-mortalité en France depuis 1970 [En ligne]. Saint Maurice : Santé publique France; 2022. 57 p. [Consulté le 20/07/2023]. Disponible : <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/climat/fortes-chaleurs-canicule/documents/enquetes-etudes/evolution-de-la-relation-temperature-mortalite-en-france-depuis-1970>
- [63] Zhao Q, Guo Y, Ye T, Gasparrini A, Tong S, Overcenco A, *et al.* Global, regional, and national burden of mortality associated with non-optimal ambient temperatures from 2000 to 2019: a three-stage modelling study. *Lancet Planet Health* [En ligne]. 2021 [Consulté le 19/07/2023];5(7):e415-25. Disponible : [https://doi.org/10.1016/s2542-5196\(21\)00081-4](https://doi.org/10.1016/s2542-5196(21)00081-4)
- [64] Fatima SH, Rothmore P, Giles LC, Varghese BM, Bi P. Extreme heat and occupational injuries in different climate zones: a systematic review and meta-analysis of epidemiological evidence. *Environ Int* [En ligne]. 2021 [Consulté le 22/09/2023];148:106384 [22 p.]. Disponible : <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106384>
- [65] Spector JT, Masuda YJ, Wolff NH, Calkins M, Seixas N. Heat exposure and occupational injuries: review of the literature and implications. *Curr Environ Health Rep.* 2019;6(4):286-96.
- [66] European Environment Agency. Beating cancer - The role of Europe's environment. EEA Web Report 01/2022 [En ligne]. Copenhagen: EEA; 2022 [Mis à jour le 21/06/2023; Consulté le 20/07/2023]. Disponible : <https://doi.org/10.2800/086710>
- [67] Lu L, Zhang Y, Chen C, Field RW, Kahe K. Radon exposure and risk of cerebrovascular disease: a systematic review and meta-analysis in occupational and general population studies. *Environ Sci Pollut Res Int* [En ligne]. 2022 [Consulté le 05/10/2023];29(30):45031-43. Disponible : <https://doi.org/10.1007/s11356-022-20241-x>
- [68] Mozzoni P, Pinelli S, Corradi M, Ranzieri S, Cavallo D, Poli D. Environmental/occupational exposure to radon and non-pulmonary neoplasm risk: a review of epidemiologic evidence. *Int J Environ Res Public Health* [En ligne]. 2021 [Consulté le 05/10/2023];18(19):10466 [23 p.]. Disponible : <https://doi.org/10.3390/ijerph181910466>
- [69] Nygaard NB, Thomsen GF, Rasmussen J, Skadhaug LR, Gram B. Ergonomic and individual risk factors for musculoskeletal pain in the ageing workforce. *BMC Public Health* [En ligne]. 2022 [Consulté le 02/10/2023];22:1975 [12 p.]. Disponible : <https://doi.org/10.1186/s12889-022-14386-0>
- [70] Chang WR, Leclercq S, Lockhart TE, Haslam R. State of science: occupational slips, trips and falls on the same level. *Ergonomics* [En ligne]. 2016 [Consulté le 02/10/2023];59(7):861-83. Disponible : <https://doi.org/10.1080/00140139.2016.1157214>
- [71] World Health Organization. Regional Office for Europe. Environmental noise guidelines for the European Region [En ligne]. Copenhagen: WHO. Regional Office for Europe; 2018. 160 p. [Consulté le 25/09/2023]. Disponible : <https://iris.who.int/handle/10665/279952>
- [72] European Environment Agency. Environmental noise in Europe - 2020. EEA Report 22/2019 [En ligne]. Copenhagen: EEA; 2020. 100 p. [Consulté le 20/07/2023]. Disponible : <https://data.europa.eu/doi/10.2800/686249>
- [73] El Ghissassi F, Baan R, Straif K, Grosse Y, Secretan B, Bouvard V, *et al.* A review of human carcinogens--part D: radiation. *Lancet Oncol* [En ligne]. 2009 [Consulté le 22/09/2023];10(8):751-2. Disponible : [https://doi.org/10.1016/s1470-2045\(09\)70213-x](https://doi.org/10.1016/s1470-2045(09)70213-x)
- [74] World Health Organization. The effect of occupational exposure to solar ultraviolet radiation on malignant skin melanoma and non-melanoma skin cancer: a systematic review and meta-analysis from the WHO/ILO joint estimates of the work-related burden of disease and injury [En ligne]. Geneva: WHO; 2021. 188 p. [Consulté le 25/09/2023]. Disponible : <https://iris.who.int/handle/10665/350569>

- [75] Niedhammer I, Bertrais S, Witt K. Psychosocial work exposures and health outcomes: a meta-review of 72 literature reviews with meta-analysis. *Scand J Work Environ Health* [En ligne]. 2021 [Consulté le 22/09/2023]; 47(7):489-508. Disponible : <https://doi.org/10.5271/sjweh.3968>
- [76] Sultan-Taïeb H, Villeneuve T, Chastang JF, Niedhammer I. Burden of cardiovascular diseases and depression attributable to psychosocial work exposures in 28 European countries. *Eur J Public Health* [En ligne]. 2022 [Consulté le 20/09/2023];32(4):586-92. Disponible : <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckac066>
- [77] Sara JD, Prasad M, Eleid MF, Zhang M, Widmer RJ, Lerman A. Association between work-related stress and coronary heart disease: a review of prospective studies through the job strain, effort-reward balance, and organizational justice models. *J Am Heart Assoc* [En ligne]. 2018 [Consulté le 25/09/2023];7(9):e008073 [15 p.]. Disponible : <https://doi.org/10.1161/jaha.117.008073>
- [78] Torquati L, Mielke GI, Brown WJ, Burton NW, Kolbe-Alexander TL. Shift work and poor mental health: a meta-analysis of longitudinal studies. *Am J Public Health*. 2019;109(11):e13-20.
- [79] Prüss-Ustün A, Vickers C, Haefliger P, Bertollini R. Knowns and unknowns on burden of disease due to chemicals: a systematic review. *Environ Health* [En ligne]. 2011 [Consulté le 25/09/2023];10:9 [15 p.]. Disponible : <https://doi.org/10.1186/1476-069X-10-9>
- [80] Borroni E, Pesatori AC, Bollati V, Buoli M, Carugno M. Air pollution exposure and depression: a comprehensive updated systematic review and meta-analysis. *Environ Pollut* [En ligne]. 2022 [Consulté le 19/07/2023]; 292:118245 [27 p.]. Disponible : <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118245>
- [81] Braithwaite I, Zhang S, Kirkbride JB, Osborn DPJ, Hayes JF. Air pollution (particulate matter) exposure and associations with depression, anxiety, bipolar, psychosis and suicide risk: a systematic review and meta-analysis. *Environ Health Perspect* [En ligne]. 2019 [Consulté le 19/07/2023];127(12):126002 [23 p.]. Disponible : <https://doi.org/10.1289/ehp4595>
- [82] Durou A. Effets à court et long terme de la pollution atmosphérique extérieure sur les troubles neurologiques et mentaux : opportunité pour la réalisation d'une évaluation quantitative d'impact sur la santé [En ligne]. Saint-Maurice : Santé publique France; 2021. 48 p. [Consulté le 20/07/2023]. Disponible : <https://www.santepubliquefrance.fr/recherche/#search=Effets%20%C3%A0%20court%20et%20long%20terme%20de%20la%20pollution%20atmosph%C3%A9rique%20ext%C3%A9rieure%20sur%20les%20troubles%20neurologiques%20et%20mentaux%20:%20opportunit%C3%A9%20pour%20la%20r%C3%A9alisation%20d'une%20%C3%A9valuation%20quantitative%20d'impact%20sur%20la%20sant%C3%A9>
- [83] Li D, Zhang Y, Li X, Zhang K, Lu Y, Brown RD. Climatic and meteorological exposure and mental and behavioral health: a systematic review and meta-analysis. *Sci Total Environ* [En ligne]. 2023 [Consulté le 25/09/2023];892:164435 [30 p.]. Disponible : <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164435>
- [84] Kromhout H, van Tongeren M, Peters CE, Hall AL. Commentary. *Occup Environ Med* [En ligne]. 2020 [Consulté le 22/09/2023];77(8):513-4. Disponible : <https://doi.org/10.1136/oemed-2020-106624>
- [85] Loomis D. Estimating the global burden of disease from occupational exposures. *Occup Environ Med*. 2020;77(3):131-2.

7. ANNEXES

Annexe 1. Description générale des indicateurs sanitaires du fardeau de la maladie (DALY, YLL, YLD) et de la fraction de risque attribuable (FRA)

Disability-Adjusted Life Years (DALY) ou Années de Vie Ajustées de l'Incapacité (AVAI)

Les DALY correspondent à la somme des années de vie perdues en raison d'un décès prématuré (YLL) et des années de vie vécues avec une incapacité (YLD).

$$DALY = YLL + YLD$$

Years of Life Lost (YLL) ou Années de Vie Perdues (AVP)

Les YLL sont calculés, pour chaque cause de décès, en multipliant le nombre de décès (N) dans la population par l'espérance de vie moyenne résiduelle à l'âge du décès (L).

$$YLL = N \times L$$

Les YLL peuvent être calculés par âge (ou tranche d'âge), sexe, lieu, etc.

Years Lived with Disability (YLD) ou Années de vie vécues avec une Incapacité (AVI)

Les YLD sont calculés, pour chaque maladie, en multipliant soit :

- Le nombre de nouveaux cas de la maladie (cas incidents) (I) par la durée moyenne de l'incapacité (D) et par le poids d'incapacité de la maladie (DW) (modèle basé sur l'incidence) ;

$$YLD = I \times D \times DW$$

- La prévalence de la maladie (P) par son poids d'incapacité (DW) (modèle basé sur la prévalence).

$$YLD = P \times DW$$

Les poids d'incapacité reflètent les différents degrés de sévérité de la maladie et sont mesurés au moyen d'une échelle allant de 0 (équivalent à un état de parfaite santé) à 1 (équivalent à la mort).

Les YLD sont calculés en tenant compte de la distribution de différents degrés de sévérité dans la population.

Les YLD peuvent être calculés par âge (ou tranche d'âge), sexe, lieu, etc.

Attributable burden ou Fardeau attribuable à l'exposition à un facteur de risque

Le fardeau de la maladie attribuable à l'exposition à un facteur de risque donné est calculé en multipliant le fardeau total de la maladie (exprimé en nombre de DALY, de YLL, de YLD) par la fraction de risque attribuable (FRA) définie pour le couple maladie-facteur de risque considéré.

$$FA_j = \sum_o DALY_o \times FRA_{oj}$$

Où :

FA_j correspond au nombre total de DALY (respectivement de YLL ou de YLD) attribuable à l'exposition au facteur de risque j

$DALY_o$ est le nombre total de DALY pour la cause o

FRA_{oj} est la fraction de risque attribuable pour le couple maladie (o) – facteur de risque (j)

Population Attributable Fraction (PAF) ou Fraction de risque attribuable (FRA)

La FRA représente une mesure d'impact qui permet de quantifier l'influence d'un facteur sur le risque de survenue de la maladie. Elle se définit comme la proportion de cas de la maladie qui pourrait être évitée si l'exposition au facteur de risque était réduite ou supprimée dans la population et n'a de sens que sous l'hypothèse d'une relation causale scientifiquement établie entre l'exposition au facteur de risque et la survenue de la maladie. Cette proportion dépend de la force d'association entre le facteur de risque et la maladie (généralement exprimée au moyen d'un risque relatif (RR)) et de la prévalence d'exposition au facteur de risque dans la population (P).

$$FRA = \frac{P(RR - 1)}{P(RR - 1) + 1}$$

Annexe 2. Nomenclatures des maladies et des traumatismes des études GBD-IHME 2019 et GHE-OMS 2019

Niveau	Libellé Nomenclature GBD-IHME 2019	Niveau	Libellé Nomenclature GHE-OMS 2019
0	All causes	0	All causes
1	Communicable, maternal, neonatal, and nutritional diseases	1	Communicable, maternal, perinatal and nutritional conditions
-	-	2	<i>Infectious and parasitic diseases</i>
2	<i>HIV/AIDS and sexually transmitted infections</i>	-	-
3	HIV/AIDS	3	HIV/AIDS
4	HIV/AIDS - Drug-susceptible Tuberculosis		
4	HIV/AIDS - Multidrug-resistant Tuberculosis without extensive drug resistance		
4	HIV/AIDS - Extensively drug-resistant Tuberculosis		
4	HIV/AIDS resulting in other diseases		
3	Sexually transmitted infections excluding HIV	3	STDs excluding HIV
4	Syphilis	4	Syphilis
4	Chlamydial infection	4	Chlamydia
4	Gonococcal infection	4	Gonorrhoea
4	Trichomoniasis	4	Trichomoniasis
4	Genital herpes	4	Genital herpes
4	Other sexually transmitted infections	4	Other STDs
2	<i>Enteric infections</i>	-	-
3	Diarrheal diseases	3	Diarrhoeal diseases
3	Typhoid and paratyphoid	3	Other infectious diseases
4	Typhoid fever		
4	Paratyphoid fever		
3	Invasive Non-typhoidal Salmonella (iNTS)		
3	Other intestinal infectious diseases		
2	<i>Neglected tropical diseases and malaria</i>	3	Parasitic and vector diseases
3	Malaria	4	Malaria
3	Chagas disease	4	Chagas disease
3	Leishmaniasis	4	Leishmaniasis
4	Visceral leishmaniasis		
4	Cutaneous and mucocutaneous leishmaniasis		
3	African trypanosomiasis	4	African Trypanosomiasis
3	Schistosomiasis	4	Schistosomiasis
3	Cysticercosis	4	Cysticercosis
3	Cystic echinococcosis	4	Echinococcosis
3	Lymphatic filariasis	4	Lymphatic filariasis
3	Onchocerciasis	4	Onchocerciasis

Niveau	Libellé Nomenclature GBD-IHME 2019	Niveau	Libellé Nomenclature GHE-OMS 2019
3	Trachoma	4	Trachoma
3	Dengue	4	Dengue
3	Yellow fever	4	Yellow fever
3	Rabies	4	Rabies
3	Intestinal nematode infections	3	Intestinal nematode infections
4	Ascariasis	4	Ascariasis
4	Trichuriasis	4	Trichuriasis
4	Hookworm disease	4	Hookworm disease
3	Food-borne trematodiasis	4	Food-borne trematodes
3	Leprosy	3	Leprosy
3	Ebola	3	Other infectious diseases
3	Zika virus		
3	Guinea worm disease		
3	Other neglected tropical diseases		
2	<i>Other infectious diseases</i>		
3	Meningitis	3	Meningitis
3	Encephalitis	3	Encephalitis
–	–	3	Childhood-cluster diseases
3	Diphtheria	4	Diphtheria
3	Whooping cough	4	Whooping cough
3	Tetanus	4	Tetanus
3	Measles	4	Measles
3	Varicella and herpes zoster	3	Other infectious diseases
3	Acute hepatitis	3	Hepatitis
4	Acute hepatitis A	4	Acute hepatitis A
4	Acute hepatitis B	4	Acute hepatitis B
4	Acute hepatitis C	4	Acute hepatitis C
4	Acute hepatitis E	4	Acute hepatitis E
3	Other unspecified infectious diseases	3	Other infectious diseases
–	–	3	Tuberculosis
2	<i>Respiratory infections and tuberculosis</i>	2	<i>Respiratory Infectious</i>
3	Tuberculosis	–	–
4	Latent tuberculosis infection	–	–
4	Drug-susceptible tuberculosis	–	–
4	Multidrug-resistant tuberculosis without extensive drug resistance	–	–
4	Extensively drug-resistant tuberculosis	–	–
3	Lower respiratory infections	3	Lower respiratory infections
3	Upper respiratory infections	3	Upper respiratory infections

Niveau	Libellé Nomenclature GBD-IHME 2019	Niveau	Libellé Nomenclature GHE-OMS 2019
3	Otitis media	3	Otitis media
2	<i>Maternal and neonatal disorders</i>	2	<i>Maternal conditions</i>
3	Maternal disorders		
4	Maternal hemorrhage		
4	Maternal sepsis and other maternal infections		
4	Maternal hypertensive disorders		
4	Maternal obstructed labor and uterine rupture		
4	Maternal abortion and miscarriage		
4	Ectopic pregnancy		
4	Indirect maternal deaths		
4	Late maternal deaths		
4	Maternal deaths aggravated by HIV/AIDS		
4	Other maternal disorders		
3	Neonatal disorders		
4	Neonatal preterm birth	3	Preterm birth complications
4	Neonatal encephalopathy due to birth asphyxia and trauma	3	Birth asphyxia and birth trauma
4	Neonatal sepsis and other neonatal infections	3	Neonatal sepsis and infections
4	Hemolytic disease and other neonatal jaundice	3	Other neonatal conditions
4	Other neonatal disorders		
2	<i>Nutritional deficiencies</i>	2	<i>Nutritional deficiencies</i>
3	Protein-energy malnutrition	3	Protein-energy malnutrition
3	Iodine deficiency	3	Iodine deficiency
3	Vitamin A deficiency	3	Vitamin A deficiency
3	Dietary iron deficiency	3	Iron-deficiency anaemia
3	Other nutritional deficiencies	3	Other nutritional deficiencies
1	Non-communicable diseases	1	Non-communicable diseases
2	<i>Neoplasms</i>	2	<i>Malignant neoplasms</i>
–	–	3	Mouth and oropharynx cancers
3	Lip and oral cavity cancer	4	Lip and oral cavity
3	Nasopharynx cancer	4	Nasopharynx
3	Other pharynx cancer	4	Other pharynx
3	Esophageal cancer	3	Oesophagus cancer
3	Stomach cancer	3	Stomach cancer
3	Colon and rectum cancer	3	Colon and rectum cancers
3	Liver cancer	3	Liver cancer
4	Liver cancer due to hepatitis B	4	Liver cancer secondary to hepatitis B
4	Liver cancer due to hepatitis C	4	Liver cancer secondary to hepatitis C
4	Liver cancer due to alcohol use	4	Liver cancer secondary to alcohol use

Niveau	Libellé Nomenclature GBD-IHME 2019	Niveau	Libellé Nomenclature GHE-OMS 2019
4	Liver cancer due to NASH	4	Other liver cancer
4	Liver cancer due to other causes		
3	Gallbladder and biliary tract cancer	3	Gallbladder and biliary tract cancer
3	Pancreatic cancer	3	Pancreas cancer
3	Larynx cancer	3	Larynx cancer
3	Tracheal, bronchus, and lung cancer	3	Trachea, bronchus, lung cancers
–	–	3	Melanoma and other skin cancers
3	Malignant skin melanoma	4	Malignant skin melanoma
3	Non-melanoma skin cancer	4	Non-melanoma skin cancer
4	Non-melanoma skin cancer (squamous-cell carcinoma)		
4	Non-melanoma skin cancer (basal-cell carcinoma)		
3	Breast cancer	3	Breast cancer
3	Cervical cancer	3	Cervix uteri cancer
3	Uterine cancer	3	Corpus uteri cancer
3	Ovarian cancer	3	Ovary cancer
3	Prostate cancer	3	Prostate cancer
3	Testicular cancer	3	Testicular cancer
3	Kidney cancer	3	Kidney cancer
3	Bladder cancer	3	Bladder cancer
3	Brain and central nervous system cancer	3	Brain and nervous system cancers
3	Thyroid cancer	3	Thyroid cancer
3	Mesothelioma	3	Mesothelioma
–	–	3	Lymphomas, multiple myeloma
3	Hodgkin lymphoma	4	Hodgkin lymphoma
3	Non-Hodgkin lymphoma	4	Non-Hodgkin lymphoma
3	Multiple myeloma	4	Multiple myeloma
3	Leukemia	3	Leukaemia
4	Acute lymphoid leukemia		
4	Chronic lymphoid leukemia		
4	Acute myeloid leukemia		
4	Chronic myeloid leukemia		
4	Other leukemia		
3	Eye cancer	3	Other malignant neoplasms
3	Neuroblastoma and other peripheral nervous cell tumors		
3	Soft tissue and other extraosseous sarcomas		
3	Malignant neoplasm of bone and articular cartilage		
3	Other malignant neoplasms		
3	Other neoplasms	2	<i>Other neoplasms</i>

Niveau	Libellé Nomenclature GBD-IHME 2019	Niveau	Libellé Nomenclature GHE-OMS 2019
4	Myelodysplastic, myeloproliferative, and other hematopoietic neoplasms		
4	Benign and in situ intestinal neoplasms		
4	Benign and in situ cervical and uterine neoplasms		
4	Other benign and in situ neoplasms		
2	<i>Cardiovascular diseases</i>	2	<i>Cardiovascular diseases</i>
3	Rheumatic heart disease	3	Rheumatic heart disease
3	Ischemic heart disease	3	Ischaemic heart disease
3	Stroke	3	Stroke
4	Ischemic stroke	4	Ischaemic stroke
4	Intracerebral hemorrhage	4	Haemorrhagic stroke
4	Subarachnoid hemorrhage		
3	Hypertensive heart disease	3	Hypertensive heart disease
3	Cardiomyopathy and myocarditis	3	Cardiomyopathy, myocarditis, endocarditis
4	Myocarditis		
4	Alcoholic cardiomyopathy		
4	Other cardiomyopathy		
3	Endocarditis		
3	Atrial fibrillation and flutter	3	Other circulatory diseases
3	Aortic aneurysm		
3	Peripheral artery disease		
3	Pulmonary arterial hypertension		
3	Non-rheumatic valvular heart disease		
4	Non-rheumatic calcific aortic valve disease		
4	Non-rheumatic degenerative mitral valve disease		
4	Other non-rheumatic valve diseases		
3	Other cardiovascular and circulatory diseases		
2	<i>Chronic respiratory diseases</i>		
3	Chronic obstructive pulmonary disease	3	Chronic obstructive pulmonary disease
3	Asthma	3	Asthma
3	Pneumoconiosis	3	Other respiratory diseases
4	Silicosis		
4	Asbestosis		
4	Coal workers pneumoconiosis		
4	Other pneumoconiosis		
3	Interstitial lung disease and pulmonary sarcoidosis		
3	Other chronic respiratory diseases		
2	<i>Digestive diseases</i>	2	<i>Digestive diseases</i>
3	Cirrhosis and other chronic liver diseases	3	Cirrhosis of the liver

Niveau	Libellé Nomenclature GBD-IHME 2019	Niveau	Libellé Nomenclature GHE-OMS 2019
4	Cirrhosis and other chronic liver diseases due to hepatitis B	4	Cirrhosis due to hepatitis B
4	Cirrhosis and other chronic liver diseases due to hepatitis C	4	Cirrhosis due to hepatitis C
4	Cirrhosis and other chronic liver diseases due to alcohol use	4	Cirrhosis due to alcohol use
4	Cirrhosis and other chronic liver diseases due to NAFLD	4	Other liver cirrhosis
4	Cirrhosis and other chronic liver diseases due to other causes		
3	Appendicitis	3	Appendicitis
3	Paralytic ileus and intestinal obstruction	3	Paralytic ileus and intestinal obstruction
3	Inflammatory bowel disease	3	Inflammatory bowel disease
3	Gallbladder and biliary diseases	3	Gallbladder and biliary diseases
3	Pancreatitis	3	Pancreatitis
3	Upper digestive system diseases	–	–
4	Peptic ulcer disease	3	Peptic ulcer disease
4	Gastritis and duodenitis	3	Gastritis and duodenitis
4	Gastroesophageal reflux disease	3	Other digestive disease
3	Inguinal, femoral, and abdominal hernia		
3	Vascular intestinal disorders		
3	Other digestive diseases		
2	<i>Neurological disorders</i>	2	<i>Neurological conditions</i>
3	Alzheimer's disease and other dementias	3	Alzheimer disease and other dementias
3	Parkinson's disease	3	Parkinson disease
3	Idiopathic epilepsy	3	Epilepsy
3	Multiple sclerosis	3	Multiple sclerosis
3	Headache disorders	–	–
4	Migraine	3	Migraine
4	Tension-type headache	3	Non-migraine headache
3	Motor neuron disease	3	Other neurological conditions
3	Other neurological disorders		
2	<i>Mental disorders</i>	2	<i>Mental and substance use disorders</i>
2	<i>Substance use disorders</i>		
3	Alcohol use disorders	3	Alcohol use disorders
3	Drug use disorders	3	Drug use disorders
4	Opioid use disorders	4	Opioid use disorders
4	Cocaine use disorders	4	Cocaine use disorders
4	Amphetamine use disorders	4	Amphetamine use disorders
4	Cannabis use disorders	4	Cannabis use disorders
4	Other drug use disorders	4	Other drug use disorders
3	Schizophrenia	3	Schizophrenia

Niveau	Libellé Nomenclature GBD-IHME 2019	Niveau	Libellé Nomenclature GHE-OMS 2019
3	Depressive disorders	3	Depressive disorders
4	Major depressive disorder	4	Major depressive disorder
4	Dysthymia	4	Dysthymia
3	Bipolar disorder	3	Bipolar disorder
3	Anxiety disorders	3	Anxiety disorders
3	Eating disorders	3	Eating disorders
4	Anorexia nervosa	–	–
4	Bulimia nervosa	–	–
3	Autism spectrum disorders	3	Autism and Asperger syndrome
–	–	3	Childhood behavioural disorders
3	Attention-deficit/hyperactivity disorder	4	Attention deficit/hyperactivity syndrome
3	Conduct disorder	4	Conduct disorder
3	Idiopathic developmental intellectual disability	3	Idiopathic intellectual disability
3	Other mental disorders	3	Other mental and behavioural disorders
2	<i>Diabetes and kidney diseases</i>	–	–
3	Diabetes mellitus	2	<i>Diabetes mellitus</i>
4	Diabetes mellitus type 1		
4	Diabetes mellitus type 2		
–	–	2	<i>Genitourinary diseases</i>
–	–	3	Kidney diseases
3	Chronic kidney disease	–	–
4	Chronic kidney disease due to diabetes mellitus type 1	4	Chronic kidney disease due to diabetes
4	Chronic kidney disease due to diabetes mellitus type 2		
4	Chronic kidney disease due to hypertension	4	Other chronic kidney disease
4	Chronic kidney disease due to glomerulonephritis		
4	Chronic kidney disease due to other and unspecified causes		
3	Acute glomerulonephritis	4	Acute glomerulonephritis
2	<i>Other non-communicable diseases</i>	–	–
3	Urinary diseases and male infertility	–	–
4	Benign prostatic hyperplasia	3	Benign prostatic hyperplasia
4	Urolithiasis	3	Urolithiasis
4	Urinary tract infections and interstitial nephritis	3	Other urinary diseases
4	Other urinary diseases		
4	Male infertility	3	Infertility
3	Gynecological diseases	3	Gynecological diseases
4	Female infertility	3	Infertility
4	Uterine fibroids	3	Gynecological diseases
4	Polycystic ovarian syndrome		

Niveau	Libellé Nomenclature GBD-IHME 2019	Niveau	Libellé Nomenclature GHE-OMS 2019
4	Endometriosis		
4	Genital prolapse		
4	Premenstrual syndrome		
4	Other gynecological diseases		
3	Congenital birth defects	2	<i>Congenital anomalies</i>
4	Neural tube defects	3	Neural tube defects
4	Congenital heart anomalies	3	Congenital heart anomalies
4	Orofacial clefts	3	Cleft lip and cleft palate
4	Down syndrome	3	Down syndrome
4	Turner syndrome		
4	Klinefelter syndrome	3	Other chromosomal anomalies
4	Other chromosomal abnormalities		
4	Congenital musculoskeletal and limb anomalies		
4	Urogenital congenital anomalies	3	Other congenital anomalies
4	Digestive congenital anomalies		
4	Other congenital birth defects		
3	Endocrine, metabolic, blood, and immune disorders	2	<i>Endocrine, blood, immune disorders</i>
3	Hemoglobinopathies and hemolytic anemias		
4	Thalasseмииs	3	Thalassaemias
4	Thalasseмииs trait		
4	Sickle cell disorders	3	Sickle cell disorders and trait
4	Sickle cell trait		
4	G6PD deficiency		
4	G6PD trait	3	Other haemoglobinopathies and haemolytic anaemias
4	Other hemoglobinopathies and hemolytic anemias		
–	–	3	Other endocrine, blood and immune disorders
3	Oral disorders	2	Oral conditions
4	Caries of deciduous teeth		
4	Caries of permanent teeth	3	Dental caries
4	Periodontal diseases	3	Periodontal disease
4	Edentulism	3	Edentulism
4	Other oral disorders	3	Other oral disorders
3	Sudden infant death syndrome	2	Sudden infant death syndrome
2	<i>Skin and subcutaneous diseases</i>		
3	Dermatitis		
4	Atopic dermatitis	2	<i>Skin diseases</i>
4	Contact dermatitis		
4	Seborrhoeic dermatitis		

Niveau	Libellé Nomenclature GBD-IHME 2019	Niveau	Libellé Nomenclature GHE-OMS 2019
3	Psoriasis		
3	Bacterial skin diseases		
4	Cellulitis		
4	Pyoderma		
3	Scabies		
3	Fungal skin diseases		
3	Viral skin diseases		
3	Acne vulgaris		
3	Alopecia areata		
3	Pruritus		
3	Urticaria		
3	Decubitus ulcer		
3	Other skin and subcutaneous diseases		
2	<i>Sense organ diseases</i>	2	<i>Sense organ diseases</i>
3	Blindness and vision loss	–	–
4	Glaucoma	3	Glaucoma
4	Cataract	3	Cataracts
4	Age-related macular degeneration	3	Macular degeneration
4	Refraction disorders	3	Uncorrected refractive errors
4	Near vision loss	3	Other vision loss
4	Other vision loss		
3	Age-related and other hearing loss	3	Other hearing loss
3	Other sense organ diseases	3	Other sense organ disorders
2	<i>Musculoskeletal disorders</i>	2	<i>Musculoskeletal diseases</i>
3	Rheumatoid arthritis	3	Rheumatoid arthritis
3	Osteoarthritis	3	Osteoarthritis
4	Osteoarthritis hip		
4	Osteoarthritis knee		
4	Osteoarthritis hand		
4	Osteoarthritis other		
3	Low back pain	3	Back and neck pain
3	Neck pain		
3	Gout	3	Gout
3	Other musculoskeletal disorders	3	Other musculoskeletal disorders
1	Injuries	1	Injuries
2	<i>Unintentional injuries</i>	2	<i>Unintentional injuries</i>
2	<i>Transport injuries</i>		
3	Road injuries	3	Road injury

Niveau	Libellé Nomenclature GBD-IHME 2019	Niveau	Libellé Nomenclature GHE-OMS 2019
4	Pedestrian road injuries		
4	Cyclist road injuries		
4	Motorcyclist road injuries		
4	Motor vehicle road injuries		
4	Other road injuries		
3	Other transport injuries		
3	Adverse effects of medical treatment		
3	Animal contact		
4	Venomous animal contact		
4	Non-venomous animal contact		
3	Foreign body	3	Other unintentional injuries
4	Pulmonary aspiration and foreign body in airway		
4	Foreign body in eyes		
4	Foreign body in other body part		
3	Environmental heat and cold exposure		
3	Other unintentional injuries		
3	Falls	3	Falls
3	Drowning	3	Drowning
3	Fire, heat, and hot substances	3	Fire, heat and hot substances
3	Poisonings		
4	Poisoning by carbon monoxide	3	Poisonings
4	Poisoning by other means		
3	Exposure to mechanical forces		
4	Unintentional firearm injuries	3	Exposure to mechanical forces
4	Other exposure to mechanical forces		
3	Exposure to forces of nature	3	Natural disasters
2	<i>Self-harm and interpersonal violence</i>	2	<i>Intentional injuries</i>
3	Self-harm		
4	Self-harm by firearm	3	Self-harm
4	Self-harm by other specified means		
3	Interpersonal violence		
4	Physical violence by firearm	3	Interpersonal violence
4	Physical violence by sharp object		
4	Sexual violence		
4	Physical violence by other means		
3	Conflict and terrorism	3	Collective violence and legal intervention
3	Police conflict and executions		
–	Total cancers	–	–

Niveau	Libellé Nomenclature GBD-IHME 2019	Niveau	Libellé Nomenclature GHE-OMS 2019
–	Total burden related to hepatitis B	–	–
–	Total burden related to hepatitis C	–	–
–	Total burden related to Non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD)	–	–

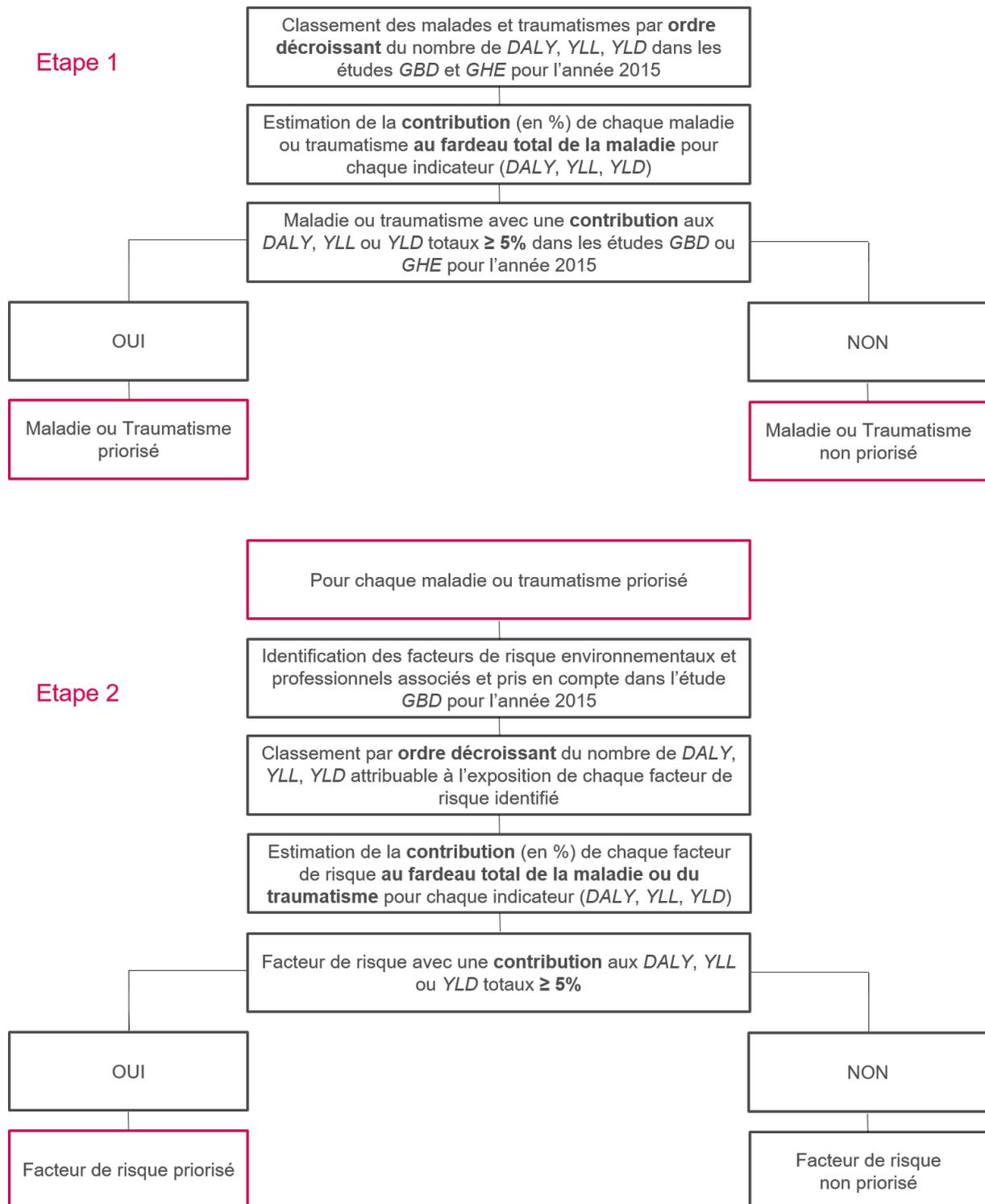
Annexe 3. Nomenclature des facteurs de risque de l'étude GBD-IHME 2019

Niveau	Libellé
0	All risk factors
1	Environmental/occupational risks
2	<i>Unsafe water, sanitation, and handwashing</i>
3	Unsafe water source
3	Unsafe sanitation
3	No access to handwashing facility
2	<i>Air pollution</i>
3	Particulate matter pollution
4	Ambient particulate matter pollution
4	Household air pollution from solid fuels
3	Ambient ozone pollution
2	<i>Non-optimal temperature</i>
3	High temperature
3	Low temperature
2	<i>Other environmental risks</i>
3	Residential radon
3	Lead exposure
2	<i>Occupational risks</i>
3	Occupational carcinogens
4	Occupational exposure to asbestos
4	Occupational exposure to arsenic
4	Occupational exposure to benzene
4	Occupational exposure to beryllium
4	Occupational exposure to cadmium
4	Occupational exposure to chromium
4	Occupational exposure to diesel engine exhaust
4	Occupational exposure to formaldehyde
4	Occupational exposure to nickel
4	Occupational exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons
4	Occupational exposure to silica
4	Occupational exposure to sulfuric acid
4	Occupational exposure to trichloroethylene
3	Occupational asthmagens
3	Occupational particulate matter, gases, and fumes
3	Occupational noise

Niveau	Libellé
3	Occupational injuries
3	Occupational ergonomic factors
1	Behavioral risks
2	<i>Child and maternal malnutrition</i>
3	Suboptimal breastfeeding
4	Non-exclusive breastfeeding
4	Discontinued breastfeeding
3	Child growth failure
4	Child underweight
4	Child wasting
4	Child stunting
3	Low birth weight and short gestation
4	Short gestation
4	Low birth weight
3	Iron deficiency
3	Vitamin A deficiency
3	Zinc deficiency
2	<i>Tobacco</i>
3	Smoking
3	Chewing tobacco
3	Secondhand smoke
2	<i>Alcohol use</i>
2	<i>Drug use</i>
2	<i>Dietary risks</i>
3	Diet low in fruits
3	Diet low in vegetables
3	Diet low in legumes
3	Diet low in whole grains
3	Diet low in nuts and seeds
3	Diet low in milk
3	Diet high in red meat
3	Diet high in processed meat
3	Diet high in sugar-sweetened beverages
3	Diet low in fiber
3	Diet low in calcium
3	Diet low in seafood omega-3 fatty acids
3	Diet low in polyunsaturated fatty acids
3	Diet high in trans fatty acids

Niveau	Libellé
3	Diet high in sodium
2	<i>Intimate partner violence</i>
2	<i>Childhood sexual abuse and bullying</i>
3	Childhood sexual abuse
3	Bullying victimization
2	<i>Unsafe sex</i>
2	<i>Low physical activity</i>
1	Metabolic risks
2	<i>High fasting plasma glucose</i>
2	<i>High LDL cholesterol</i>
2	<i>High systolic blood pressure</i>
2	<i>High body-mass index</i>
2	<i>Low bone mineral density</i>
2	<i>Kidney dysfunction</i>

Annexe 4. Schéma général de la méthode de priorisation des couples maladie-facteur de risque pour l'estimation du fardeau environnemental et de professionnel de la maladie en France



Annexe 5. Classement des facteurs de risque environnementaux et professionnels selon leur contribution au fardeau total des maladies ou traumatismes priorités sur la base des estimations nationales produites pour la France pour l'année 2015 dans le cadre de l'étude GBD-IHME 2019

	Cancer du poumon	Cardiopathies ischémiques	AVC	Lombalgie	Chutes accidentelles
YLL	1. Amiante (expo prof) (26,5 %)*	1. Pollution ambiante aux PM (8,2 %)	1. Faibles températures (12,3 %)		1. Accidents professionnels (7,9 %)
	2. Pollution ambiante aux PM (8,5 %)	2. Faibles températures (7,5 %)	2. Pollution ambiante aux PM (8,3 %)		
	3. Radon (5,1 %)	3. Plomb (2,8 %)	3. Plomb (2,5 %)		
	4. Silice (expo prof) (3,1)	4. Températures élevées (0,1 %)	4. Pollution de l'air intérieur (0 %)		
	5. Arsenic (expo prof) (0,5 %)	5. Pollution de l'air intérieur (0 %)	5. Températures élevées (0 %)		
YLD	1. Amiante (expo prof) (28,2 %)	1. Pollution ambiante aux PM (8,2 %)	1. Pollution ambiante aux PM (9,4 %)	1. Facteurs ergonomiques (14,1 %)	1. Accidents professionnels (10,4 %)
	2. Pollution ambiante aux PM (8,5 %)	2. Plomb (2,7 %)	2. Plomb (2,2 %)		
	3. Radon (5,1 %)	3. Pollution de l'air intérieur (0 %)	3. Pollution de l'air intérieur (0 %)		
	4. Silice (expo prof) (2,8 %)				
	5. Arsenic (expo prof) (0,5 %)				
DALY	1. Amiante (expo prof) (26,5 %)	1. Pollution ambiante aux PM (8,2 %)	1. Faibles températures (10 %)	1. Facteurs ergonomiques (14,1 %)	1. Accidents professionnels (9,6 %)
	2. Pollution ambiante aux PM (8,5 %)	2. Faibles températures (7,1 %)	2. Pollution ambiante aux PM (8,5 %)		
	3. Radon (5,1 %)	3. Plomb (2,8 %)	3. Plomb (2,5 %)		
	4. Silice (expo prof) (3,1 %)	4. Températures élevées (0,1 %)	4. Pollution de l'air intérieur (0 %)		
	5. Arsenic (expo prof) (0,5 %)	5. Pollution de l'air intérieur (0 %)	5. Températures élevées (0 %)		

* Les nombres entre parenthèses correspondent à la contribution du facteur de risque au fardeau de la maladie considérée.