



Programme BKF/023  
Appui à la gestion durable des ressources  
forestières



SA2.7.2 « Élaborer le cinquième Rapport sur l'État de l'Environnement au  
Burkina Faso (REEB 5) »

# RAPPORT THEMATIQUE ENVIRONNEMENT ET SANTE AU BURKINA FASO

Version finale



Décembre 2024

**Contributeurs :**

**Dr Sylvain ILBOUDO**, Biochimie – Toxicologie, Chef d'équipe ;

**Dr Romaric Jean Claude P. OUEDRAOGO**, Médecin, Santé publique ;

**Marin Moise ZOUMA**, Doctorant en Toxicologie ;

**Dr Fidèle HIEN**, Consultant Principal REEB 5.

## Résumé exécutif

Plusieurs résultats d'études et rapports d'organismes affirment que les modifications environnementales ont des répercussions de plus en plus nettes sur la santé humaine et se traduisent par le développement accru de troubles sanitaires parfois majeurs. Les facteurs environnementaux ayant un impact plus ou moins certains sur la santé sont identifiés au fil du temps. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) considère comme facteurs de risque environnementaux pour la santé humaine, tous les facteurs physiques, chimiques et biologiques exogènes à l'être humain et tous les facteurs connexes influant sur les comportements mais excluant les facteurs naturels qui ne peuvent pas être modifiés raisonnablement. Ainsi, agir sur ces facteurs environnementaux permet de prévenir, préserver et améliorer l'état de santé de la population. Les facteurs liés à l'environnement sont la cause de 21 % des maladies dans le monde, et cette proportion est encore plus grande dans les pays en développement.

Principales maladies liées à l'environnement. Sur la base des conclusions d'études et de rapports d'ONGs et d'organismes, le lien est bien établi entre certaines maladies et les facteurs environnementaux. Il s'agit entre autres :

- Des maladies respiratoires : Dans le monde, plus de 1,5 million de décès annuels dus à des infections respiratoires sont imputables à l'environnement, dont au moins 42% des infections respiratoires basses et 24% des infections respiratoires hautes dans les pays en développement. Avec 6 193 114 cas, toutes catégories confondues, la nosologie des consultations externes dans les formations sanitaires au Burkina Faso en 2023 montre une forte prévalence de ces pathologies. Ces affections incluent notamment les bronchites, l'angine, les bronchiolites, la pneumonie, l'asthme, les pleurésies les pneumothorax, les broncho-pneumonies, ... (Annuaire Statistique, 2023).
- Des maladies diarrhéiques : Près de 94 % (84-98 %) de tous les cas de diarrhée dans le monde sont attribuables à l'environnement, ce qui entraîne plus de 1,5 million de décès par an, principalement chez les enfants. Avec 981 603 cas en 2023, les diarrhées constituaient le cinquième motif de consultation dans les formations sanitaires au Burkina Faso (Annuaire Statistique, 2023). Elles représentent 3,2% des motifs de consultation, avec cette particularité que les enfants de moins de cinq ans sont les plus touchés (72,30%).
- Du paludisme : Près de 42% (30-53%) du fardeau mondial du paludisme, soit un demi-million de décès par an, est directement ou indirectement imputable à l'environnement. Cette proportion varie légèrement en fonction de la région, avec 42 % (28-55 %) en Afrique subsaharienne. En 2023, avec 10 777 110 de cas, le paludisme constituait le premier motif de consultation (35,1%) dans les formations sanitaires au Burkina Faso.
- Des cancers: Au niveau mondial, on estime qu'environ 19 % (12 à 29 %) de tous les cancers sont attribuables à l'environnement, ce qui entraîne 1,3 million de décès chaque année. Au Burkina Faso, au cours de l'année 2023, 14 948 cas de maladies tumorales, toutes catégories, ont fait l'objet d'hospitalisation dans les formations sanitaires au Burkina Faso.
- Des maladies cardiovasculaires : dans le monde, 16% (7-23%) de la charge totale des maladies cardio-vasculaires ont été attribués à l'environnement, ce qui correspond à 2,5 millions de décès par an. En 2023, 311 734 patients souffrant de maladies cardiovasculaires ont été hospitalisés dans les formations sanitaires du Burkina Faso.

Salubrité de l'environnement au Burkina Faso. Au Burkina Faso, il n'existe pas de rapport qui capitalisent de façon systématique les résultats sur le niveau de contamination de l'environnement, ce qui laisse croire à une inexistence de données. Une recherche documentaire

laisse cependant voir que les données existent, et que le problème se pose dans la capitalisation. Plusieurs équipes se sont intéressées à la question de pollution de l'air. Des mesures de polluants particulaires et gazeux de l'air ont permis de noter des niveaux de pollution, aussi bien de l'air intérieur qu'extérieur, qui dépassent souvent largement les normes de l'OMS. Les principaux polluants détectés sont les matières particulaires, notamment les PM1, PM2.5 et les PM10. Il y'a également les gaz comme le monoxyde et le dioxyde d'azote (No et NO2), le dioxyde de soufre (SO2), les composés volatiles organiques (COV), ... Au niveau de l'eau et des sols, la recherche de polluants chimiques et biologiques ont conduit à la mise en évidence de contaminations par les pesticides, largement utilisés dans la production agricole, les métaux lourds et éléments trace métallique générés par des activités comme l'orpillage, les coliformes fécaux et totaux, ... Quelques études se sont intéressées à la pollution sorone avec des résultats indiquant la présence de risque.

Les conséquences potentielles d'une pollution de l'environnement, comme cela vient d'être mentionné ci-dessus, ont été analysées à travers l'évolution de maladies liées à l'environnement. Ainsi, de façon générale, de 2016 à 2023, nous avons noté que le recours des populations aux services de santé, notamment en termes de consultations, a une tendance à la hausse, logiquement en lien avec la croissance de la population. Cependant, cette hausse n'est pas constante. Certaines années comme 2021 a connu la hausse la plus substantielle, et les deux dernières années ont connu une légère baisse du nombre absolu des consultations dans les formations sanitaires. Cette situation pourrait en partie s'expliquer par la situation sécuritaire que connaît le pays, avec l'inaccessibilité de certaines formations sanitaires par les populations.

Entre 2017 et 2023, période couverte par le présent rapport, le paludisme était le principal motif de consultation externe et d'hospitalisation dans les formations sanitaires de base et les centres médicaux/hôpitaux. Il était à l'origine de 43,5% des consultations externes dans les formations sanitaires de base et 30,3% dans les centres médicaux/hôpitaux. Par rapport à 2016, dernière année prise en compte dans le précédent rapport sur l'état de l'environnement au Burkina Faso (REEB 4), le nombre absolu de consultations pour motif de paludisme dans les formations sanitaires, toutes catégories confondues, a connu une augmentation. Il est passé de près de dix millions (10 000 000) à près de douze millions (12 000 000). Entre 2017 et 2021, le nombre de consultations pour motif de paludisme s'est pratiquement établi autour du chiffre de douze millions (12 000 000), avant de connaître une baisse les deux dernières années, soient 2022 et 2023. Cette baisse semble s'aligner sur celle du nombre global de consultation, ce qui indique que les mêmes causes produisent les mêmes effets. La tendance globale est une légère hausse du nombre de consultations pour motif de paludisme, qui doit être logique avec la croissance de la population.

De zéro case en 2016 selon les données de l'annuaire statistique de la santé, l'évolution du nombre de cas de dengue a été constante avec une légère hausse de 2017 à 2022, puis un pic épidémique en 2023. Cette tendance qui semble ne pas suivre l'évolution du nombre global de consultation témoigne d'une hausse de l'incidence de la maladie.

Le nombre de cas de maladies infectieuses intestinales a connu une nette hausse du nombre des consultations, entre 2016 et 2020. Au cours des trois dernières années concernées par ce rapport, on note une nette baisse du nombre de ces maladies. Si pour les années 2022 et 2023 il y'a une certaine cohérence avec la baisse du nombre total des consultations dans les formations sanitaires, ce facteur seul ne saurait expliquer ce profil.

Au Burkina Faso, 8% de la population est atteinte par l'hépatite B contre 1 à 2% pour l'hépatite C. Notre pays est reconnu par l'OMS comme un pays de forte prévalence pour l'hépatite B. 80% des cancers du foie sont causés par cette infection selon l'OMS. De 2016 à 2023, le nombre de

consultations pour motif d'hépatite virale (A, B ou C) a été en nette hausse. De 2016 à 2017, le nombre de consultation a pratiquement double, et de 2016 à 2023, ce nombre a été multiple par un facteur supérieur à 6.

De façon globale, on note une augmentation du nombre de consultations pour motif de maladies cardiovasculaires. Le nombre a été multiplié par 1,5 entre 2016 et 2023. Plusieurs facteurs environnementaux qui influencent ces maladies ont été mentionnés plus haut. Il s'agit notamment de la pollution de l'air, des eaux et des sols, ...

Entre 2016 et 2023, le nombre d'anomalies congénitales reçues dans les formations sanitaires a triplé. Les facteurs environnementaux les plus en cause sont l'exposition des parents à la fumée de cigarette (exposition passive et active), la pollution de l'air intérieur et de l'air extérieur, l'exposition aux pesticides en milieux agricole, et ces facteurs ont été rapportés plus haut.

L'analyse des tendances de la pluviométrie et des températures a permis de réaliser des projections climatiques à l'horizon 2050 et 2100. Il ressort que les températures seront en hausse, et la fréquence et l'intensité des inondations vont augmenter. De telles projections laissent présager des impacts sur la santé des populations. A l'horizon 2050 et 2100, conformément à la tendance sur l'évolution des températures, on doit donc s'attendre à des effets directs de la chaleur sur la santé des populations, notamment une hausse de la prévalence de plusieurs maladies sensibles à la variation de la température. Il s'agit notamment des maladies cardiovasculaires, des maladies respiratoires, du diabète, des maladies rénales, ... Les inondations vont entraîner la hausse de la prévalence des maladies à transmission vectorielle, celles d'origine hydrique, ...

Pour y faire face, le système de santé s'appuie sur des cadres institutionnel, juridique et réglementaire et met en œuvre des plans d'intervention préventive. Il est évident qu'avec l'ampleur des défis qui ne se résument pas aux facteurs environnementaux, des insuffisances subsistent et méritent d'être corrigées. Des recommandations sont adressées dans ce sens au département de la santé, mais à d'autres sectoriels comme l'environnement, le commerce, la recherche et bien d'autres afin de contribuer à la réduction des risques sanitaires liés à l'environnement au Burkina Faso.

## Table des matières

Résumé exécutif.....	2
Liste des tableaux .....	7
Liste des figures .....	7
INTRODUCTION .....	8
<b>I-QUELQUES PROBLÈMES CONTEMPORAINS DE SANTÉ LIÉS À L'ENVIRONNEMENT</b> .....	9
<b>I.1. Les maladies respiratoires.....</b>	9
<i>I.1.1. Les infections respiratoires aiguës .....</i>	9
<i>I.1.2. La bronchopneumopathie chronique obstructive .....</i>	10
<i>I.1.3. L'asthme .....</i>	11
<b>I.2. Les maladies diarrhéiques.....</b>	11
<b>I.3. Le paludisme .....</b>	11
<b>I.4. Les infections intestinales à nématodes.....</b>	12
<b>I.5. La tuberculose .....</b>	12
<b>I.6. La COVID-19 .....</b>	13
<b>I.7. Cancers .....</b>	13
<b>I.8. Les maladies cardiovasculaires.....</b>	14
<b>I.9. Conditions périnatales.....</b>	15
<b>I.10. Les empoisonnements .....</b>	16
<b>I.11. Autres .....</b>	16
<b>II- ÉTAT DES LIEUX DES DÉTERMINANTS ENVIRONNEMENTAUX DE LA SANTÉ AU BURKINA FASO .....</b>	17
<b>1. Pollution de l'air .....</b>	17
<i>1.1. Air extérieur.....</i>	17
<i>1.2. Air intérieur .....</i>	17
<b>2. Pollution de l'eau .....</b>	18
<i>2.1. Eau de surface .....</i>	18
<i>2.2. Eau souterraine .....</i>	21
<b>3. Pollution du sol .....</b>	24
<b>4. Pollution sonore .....</b>	28
<b>III- EPIDÉMIOLOGIE DES MALADIES LIÉES À L'ENVIRONNEMENT AU BURKINA FASO 30</b>	
<b>3.1. Maladies infectieuses .....</b>	31
<i>3.1.1. Paludisme.....</i>	31
<i>3.1.2. Dengue .....</i>	32

3.1.3.	<i>Méningite</i> .....	33
3.1.4.	<i>Maladies infectieuses intestinales</i> .....	34
3.1.5.	<i>Les hépatites virales</i> .....	35
3.1.6.	<i>Maladies de l'appareil respiratoire</i> .....	36
3.1.7.	<i>COVID-19</i> .....	37
3.2.	<b>Maladies non transmissibles</b> .....	38
3.2.1.	<i>Maladies cardiovasculaires</i> .....	38
3.2.2.	<i>Cancers</i> .....	39
3.3.	<b>Autres problèmes de santé liés à l'environnement</b> .....	40
3.3.1.	<i>Intoxications/envenimations</i> .....	40
3.3.2.	<i>Anomalies congénitales</i> .....	41
IV-	<b>SANTÉ ET ENVIRONNEMENT : ENJEUX DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES</b> .....	42
IV.1.	<b>Tendances et projections climatiques</b> .....	42
	<i>IV.1. Zonage et tendances climatiques de 1990 à 2023</i> .....	42
	<i>IV.2. Projections climatiques à l'horizon 2100</i> .....	44
IV.2.	<b>Impacts des changements climatiques sur la santé</b> .....	45
V-	<b>LUTTE CONTRE LES MALADIES LIÉES À L'ENVIRONNEMENT</b> .....	50
5.1.	<b>Cadre institutionnel</b> .....	50
5.1.1	<i>Organisation administrative du système de santé</i> .....	50
5.1.2	<i>Organisation de l'offre de soins dans le système de santé</i> .....	50
5.2.	<b>Cadre juridique et réglementaire</b> .....	51
5.2.1.	<i>Echelle internationale</i> .....	51
5.2.2.	<i>Echelle régionale et sous régionale</i> .....	52
5.2.3.	<i>Echelle nationale</i> .....	52
5.3.	<b>Interventions préventives contre les maladies liées à l'environnement</b> .....	52
5.3.1.	<i>Les vaccinations</i> .....	52
6.3.2.	<i>Autres mesures</i> .....	53
	<b>CONCLUSION</b> .....	53
	<b>RECOMMANDATIONS</b> .....	53
	<b>Annexes</b> .....	62

## Liste des tableaux

Tableau 1: Matrice SSP x forçage radiatif et scénarios retenus pour les projections climatiques.....	45
--	----

## Liste des figures

Figure 1: Répartition des maladies selon les facteurs de risque .....	9
Figure 2: Nombre total des consultations dans les formations sanitaires de 2016 à 2023 .....	31
<b>Figure 3: Prévalence du paludisme dans les formations sanitaires de 2016 à 2023.....</b>	<b>32</b>
Figure 4: Prévalence de la dengue dans les formations sanitaires entre 2016 à 2023 .....	33
Figure 5: Prévalence des cas de méningite dans les formations sanitaires de 2016 à 2023 .....	34
Figure 6 : Prévalence du nombre de cas de maladies infectieuses intestinales de 2016 à 2023.....	35
Figure 7: Prévalence des cas d'hépatites virales (A, B & C).....	36
Figure 8: Prévalence des cas de maladies respiratoires entre 2016 et 2023 .....	36
Figure 9: Principaux indicateurs sur la COVID-19 au Burkina Faso (mars 2020-septembre 2021).....	37
Figure 10 : Evolution du nombre de décès et des cas confirmés au Burkina Faso, de mars 2020 au 30 septembre 2021 .....	38
Figure 11: Evolution du nombre de cas de Covid-19 entre 2020 et 2023 .....	38
Figure 12: Prévalence du nombre de cas de maladies cardiovasculaires .....	39
Figure 13: Evolution du nombre de cas de cancers entre 2016 et 2023 .....	40
Figure 14 : Evolution du nombre de cas d'intoxications/envenimations .....	40
Figure 15 : Prévalence des anomalies congénitales entre 2016 et 2023 dans les formations sanitaires	41
Figure 16: Les zones climatiques du Burkina Faso.....	43
Figure 17: Pyramide sanitaire du Burkina Faso en 2020 .....	51



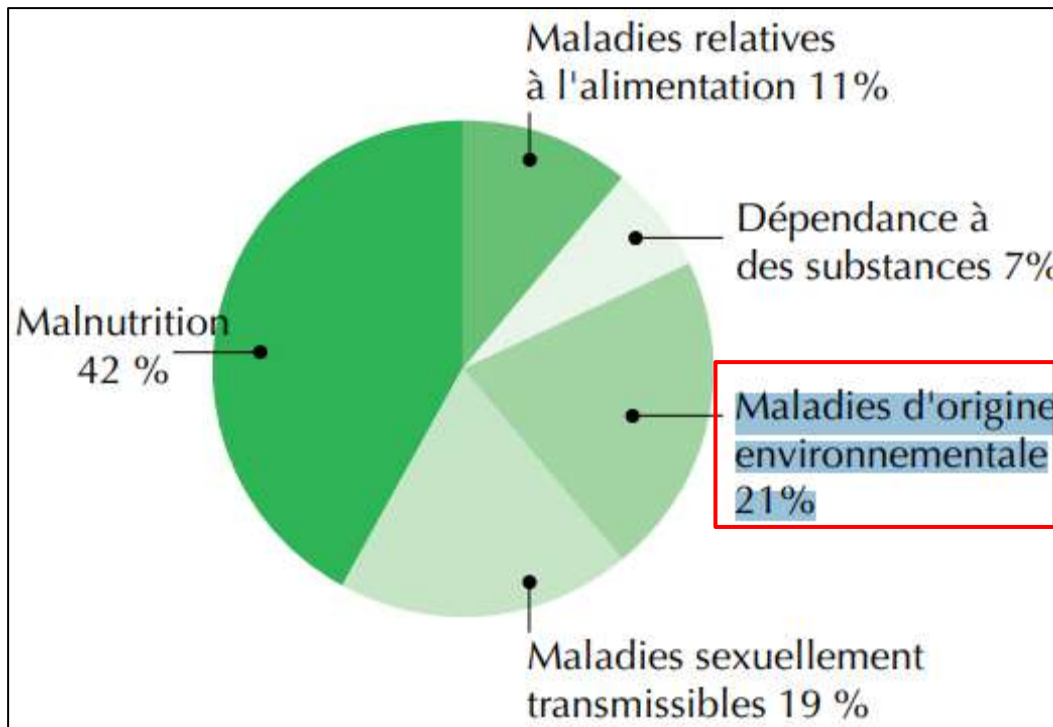
## INTRODUCTION

Les maladies liées à l'environnement sont des maladies qui peuvent être attribuées directement à des facteurs environnementaux. En 2012, on estimait que 12,6 millions de décès dans le monde, soit 23 % (IC 95 % : 13-34 %) de l'ensemble des décès, étaient attribuables à l'environnement. Si l'on tient compte à la fois des décès et des incapacités, la part de la charge mondiale de morbidité imputable à l'environnement est de 22 % (IC à 95 % : 13-32 %). Chez les enfants de moins de cinq ans, jusqu'à 26 % (IC 95 % : 16-38 %) de tous les décès pourraient être évités si les risques environnementaux étaient éliminés (OMS, 2016). Sont considérés comme facteurs de risque environnementaux pour la santé humaine, tous les facteurs physiques, chimiques et biologiques exogènes à l'être humain et tous les facteurs connexes influant sur les comportements mais excluant les facteurs naturels qui ne peuvent pas être modifiés raisonnablement (WHO 2016). On y inclut ainsi la pollution de l'air, de l'eau et du sol par les agents chimiques et biologiques, le bruit, les champs électromagnétiques, les risques professionnels (physiques, biologiques, chimiques, psychologiques, les conditions de travail), l'environnement bâti (lieux d'habitation, de travail, routes, etc.), les méthodes d'agriculture, les comportements relatifs aux facteurs environnementaux (disponibilité d'eau potable pour laver les mains, activités d'urbanisation, etc.), les changements climatiques, etc. Il ressort que l'environnement est une base solide pour une bonne santé publique, communautaire et individuelle. De nombreuses mesures peuvent être prises immédiatement pour réduire la charge de morbidité imputable aux déterminants environnementaux. On peut citer, par exemple, la promotion d'un stockage plus sûr de l'eau dans les ménages et de meilleures mesures d'hygiène, l'utilisation de combustibles plus propres et l'utilisation et la gestion plus sûres et plus judicieuses des substances toxiques à la maison et sur le lieu de travail, ainsi que des mesures de sécurité et de santé au travail. Parallèlement, les actions menées par des secteurs tels que l'énergie, les transports, l'agriculture et l'industrie sont essentielles, en coopération avec le secteur de la santé, pour s'attaquer aux causes environnementales profondes des problèmes de santé. Ainsi, les actions ne doivent pas provenir uniquement du secteur de la santé, mais plutôt de tous les secteurs qui prennent des décisions ayant un impact sur les déterminants environnementaux de la santé. L'adoption de politiques coordonnées en matière de santé, d'environnement et de développement peut renforcer et pérenniser l'amélioration du bien-être humain et de la qualité de vie grâce à de multiples retombées sociales et économiques. Le repositionnement du secteur de la santé en vue d'une collaboration plus intersectorielle sur des politiques de santé préventive efficaces est la voie à suivre pour s'attaquer aux causes environnementales des maladies et des blessures et, en fin de compte, pour transformer la charge mondiale de morbidité.

Dans ce rapport, nous évoquons de façon globale les problèmes de santé dont la littérature établie des liens assez incontestables avec l'environnement, puis nous faisons un tour d'horizon de l'état de contamination de l'environnement au Burkina Faso, en mettant l'accent sur les données rapportées par la littérature ces dix à quinze dernières années. Nous abordons par la suite l'évolution des maladies à forts liens avec l'environnement au Burkina Faso, en se limitant aux données de 2017 à 2023 non couvertes par le REEB 4. Enfin, les mesures entreprises pour lutter contre les maladies liées à l'environnement ont été développées avant la formulation de recommandations.

## I-QUELQUES PROBLÈMES CONTEMPORAINS DE SANTÉ LIÉS À L'ENVIRONNEMENT

Les facteurs liés à l'environnement sont la cause de 21 % des maladies dans le monde, et cette proportion est encore plus grande dans les pays en développement.



Source: (Sandy et al., 2004)

Figure 1: Répartition des maladies selon les facteurs de risque

### I.1. Les maladies respiratoires

Avec 6 193 114 cas, toutes catégories confondues, la nosologie des consultations externes dans les formations sanitaires au Burkina Faso en 2023 montre une forte prévalence de ces pathologies. Ces affections incluent notamment les bronchites, l'angine, les bronchiolites, la pneumonie, l'asthme, les pleurésies les pneumothorax, les broncho-pneumonies, ... (Annuaire Statistique, 2023).

#### I.1.1. Les infections respiratoires aiguës

Une infection est dite « respiratoire » lorsqu'elle atteint l'une des structures composant le système respiratoire, à savoir le nez, les oreilles, la gorge, le larynx, la trachée, les bronches ou les poumons. La qualité de l'air intérieur et extérieur est l'un des principaux facteurs environnementaux à l'origine des infections aiguës des voies respiratoires inférieures. Les facteurs de risque qui y contribuent sont la fumée de tabac, l'utilisation de combustibles solides (Kirkwood et al., 1995 ; Smith et al., 2000), les conditions de logement et, éventuellement, l'hygiène. Des estimations antérieures (OMS, 2002 ; Smith, Mehta et Maeusezahl-Feuz, 2004) ont montré que 36 % des infections des voies respiratoires inférieures dans le monde étaient imputables à la seule utilisation de combustibles solides, et 1 % de toutes les infections respiratoires à la pollution de l'air extérieur (OMS, 2002 ; Cohen et al., 2004). Dans les pays développés, l'utilisation de combustibles solides n'était pas significative, et la fumée de tabac ambiante peut jouer un rôle proportionnellement plus important dans ces pays. Une étude

réalisée en Italie, par exemple, a estimé que 21 % des infections respiratoires aiguës au cours des deux premières années de vie étaient dues au tabagisme des parents (Forastiere et al., 2002). Une étude européenne a déterminé que les infections aiguës des voies respiratoires inférieures - attribuables à la pollution de l'air intérieur due à l'utilisation de combustibles solides - représentent 4,6 % de tous les décès.

Si l'on ajoute les effets de la pollution de l'air intérieur et extérieur et d'autres conditions intérieures, on estime qu'au moins 42 % (intervalle de confiance à 95 % : 32-47 %) de toutes les infections des voies respiratoires inférieures sont imputables à l'environnement dans les pays en développement. Dans les pays développés, ce taux a été divisé par deux environ, passant à 20 % (15-25 %). Il a été plus difficile de quantifier l'influence d'autres facteurs environnementaux (par exemple, le refroidissement, la promiscuité) et les comorbidités avec d'autres maladies partiellement imputables à l'environnement (par exemple, le paludisme et la diarrhée), mais ces facteurs peuvent alourdir la charge sanitaire environnementale des infections respiratoires inférieures.

La relation entre les infections des voies respiratoires supérieures et les otites et les conditions environnementales est moins bien documentée. Dans les pays en développement, environ 24% (6-45%) des infections des voies respiratoires supérieures et des otites étaient attribuables à des facteurs de risque environnementaux, tels que la pollution de l'air extérieur et intérieur, la fumée de tabac ambiante (Etzel et al., 1992 ; Stenstrom, Bernard et Ben-Simhon, 1993 ; California Environmental Protection Agency, 1997) et les conditions de logement. Comme pour les infections des voies respiratoires inférieures, le taux d'infections des voies respiratoires supérieures et d'otites est estimé plus faible dans les pays développés, soit 12% (5-18%). Au niveau mondial, plus de 1,5 million de décès annuels dus à des infections respiratoires sont imputables à l'environnement.

Dans le monde, plus de 1,5 million de décès annuels dus à des infections respiratoires sont imputables à l'environnement, dont au moins 42% des infections respiratoires basses et 24% des infections respiratoires hautes dans les pays en développement.

### ***1.1.2. La bronchopneumopathie chronique obstructive***

La bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) est une maladie à évolution lente caractérisée par une perte progressive de la fonction pulmonaire. En termes de charge de morbidité totale, le facteur de risque le plus important est le tabagisme actif, dont on estime qu'il contribue à 36 % de la charge de morbidité mondiale de la BPCO (OMS, 2002). La plupart des autres facteurs de risque sont professionnels ou environnementaux, notamment les poussières et les produits chimiques sur le lieu de travail, la pollution de l'air et la fumée de tabac environnementale (secondaire) (National Heart, Lung and Blood Institute, 2005). L'exposition professionnelle aux particules en suspension dans l'air, par exemple, était responsable de 12 % de la charge de morbidité mondiale liée à la BPCO (OMS, 2002 ; Concha-Barrientos et al., 2004), et l'exposition à la fumée intérieure provenant de combustibles solides représentait 22 % supplémentaires (OMS, 2002 ; Smith, Corvalán et Maeusezahl-Feuz, 2004). La pollution de l'air extérieur représentait 3 % de la mortalité cardio-pulmonaire (Cohen et al., 2004).

Au niveau mondial, on a estimé que 42% (37-47%) de la charge de morbidité liée à la BPCO pouvait être attribuée à l'environnement. Les fractions attribuables aux facteurs de risque de la BPCO varient considérablement d'un pays à l'autre et d'un sexe à l'autre, en raison des différences entre les principaux facteurs de risque auxquels les personnes sont exposées. Dans

les pays où les combustibles solides sont largement utilisés dans les foyers pour la cuisine ou le chauffage, les niveaux de fumée à l'intérieur des habitations peuvent être élevés et les fractions attribuables moyennes dépassent souvent 40 %, avec des valeurs plus élevées pour les femmes que pour les hommes. Dans les régions plus développées, où la combustion de combustibles solides à la maison est peu répandue, les fractions attribuables moyennes se situent entre 10 et 30 %, avec des valeurs plus élevées pour les hommes en raison de l'exposition professionnelle à la fumée.

On estime que 42 % des cas de BPCO sont imputables à des risques environnementaux ; les expositions professionnelles aux particules en suspension dans l'air sont responsables de 12 % de la charge de morbidité mondiale liée à la BPCO (OMS, 2016).

### ***1.1.3. L'asthme***

Le développement et l'exacerbation de l'asthme peuvent être déclenchés par diverses expositions environnementales intérieures et extérieures. Les expositions intérieures à l'humidité, aux acariens et aux allergènes fongiques peuvent représenter 20 % de la prévalence de l'asthme (Melse et de Hollander, 2001). La fumée intérieure provenant de combustibles solides (Mohamed et al., 1995 ; Xu, Niu et Christian, 1996 ; Desai et al., 2004) et la fumée de tabac ambiante (Etzel, 2003 ; Tatum et Shapiro, 2005) sont également des déclencheurs importants de symptômes d'asthme. Les expositions environnementales extérieures, telles que la mauvaise qualité de l'air (par exemple le smog), sont également connues pour exacerber l'asthme (Koenig, 1999 ; Etzel, 2003). Les expositions professionnelles représentaient à elles seules environ 11 % de la charge totale de morbidité due à l'asthme (OMS, 2002 ; Concha-Barrientos et al., 2004).

Les expositions environnementales totales ont été estimées à 44 % (26 à 53 %).

## **1.2. Les maladies diarrhéiques**

Avec 981 603 cas en 2023, les diarrhées constituaient le cinquième motif de consultation dans les formations sanitaires au Burkina Faso (Annuaire Statistique, 2023). Elles représentent 3,2% des motifs de consultation, avec cette particularité que les enfants de moins de cinq ans sont les plus touchés (72,30%). Une grande partie des maladies diarrhéiques est causée par des agents pathogènes fécaux-oraux. Dans le cas de la diarrhée infectieuse, les voies de transmission sont influencées par les interactions entre les infrastructures physiques et les comportements humains. L'OMS a récemment estimé que 88% de tous les cas de diarrhée dans le monde étaient imputables à l'eau, à l'assainissement et à l'hygiène (OMS, 2002 ; Prüss-Üstün et al., 2004). Le facteur de risque a été défini comme « l'eau de boisson, l'assainissement et le comportement en matière d'hygiène », ainsi que les aspects de la sécurité alimentaire liés à l'eau, à l'assainissement et à l'hygiène (c'est-à-dire la contamination des aliments par de l'eau insalubre ou le manque d'hygiène domestique). Très peu de maladies sont transmises par des voies autres que celles associées à l'eau, à l'assainissement et à l'hygiène, ou à l'alimentation (par exemple par voie aérienne), et environ 94 % (84-98 %) de tous les cas de diarrhée dans le monde sont attribuables à l'environnement, ce qui entraîne plus de 1,5 million de décès par an, principalement chez les enfants. L'estimation pour les pays développés (90% ; 75-98%) était légèrement inférieure car une proportion relativement plus élevée de tous les cas de diarrhée.

## **1.3. Le paludisme**

En 2023, avec 10 777 110 de cas, le paludisme constituait le premier motif de consultation (35,1%) dans les formations sanitaires au Burkina Faso. Le paludisme est la principale maladie à transmission vectorielle dans le monde, causant de nombreux décès chez les enfants de moins

de cinq ans. Il est causé par des espèces de parasites protozoaires appartenant au genre *Plasmodium*, qui sont transmis par les piqûres de moustiques anophèles infectés. Le paludisme est une maladie mortelle : en 2013, il a causé environ 584 000 décès, principalement chez les enfants africains.

Il a été estimé que 42% (30-53%) du fardeau mondial du paludisme, soit un demi-million de décès par an, est directement ou indirectement imputable à l'environnement. Cette proportion varie légèrement en fonction de la région : 36 % (25-47 %) dans la région de la Méditerranée orientale, 40 % (34-46 %) dans la région du Pacifique occidental, 42 % (28-55 %) en Afrique subsaharienne, 42 % (30-54 %) dans la région de l'Asie du Sud-Est, 50 % (38-63 %) dans la région européenne et 64 % (51-77 %) dans la région des Amériques (OMS, 2016).

#### **I.4. Les infections intestinales à nématodes**

L'ascaridiose, la trichuriasis et l'ankylostomiase se transmettent par le sol et d'autres milieux contaminés par des excréments contenant des œufs ou des larves infectieuses. La transmission peut avoir lieu à proximité de la maison ou dans une zone communautaire où les installations sanitaires sont inadéquates et qui est polluée par des matières fécales. La transmission se produit lorsque des œufs infectieux sont ingérés et, dans le cas de l'ankylostomiase, lorsque des larves infectieuses pénètrent dans la peau (Benensen, 1995). En outre, les œufs peuvent se trouver sur des produits alimentaires non cuits contaminés par de la terre, des fèces ou des eaux usées. La transmission ne se fait pas de personne à personne ni à partir de fèces fraîches. Même si les fèces fraîchement excrétées sont contaminées, il faut du temps pour que le parasite se développe et que les fèces deviennent infectieuses.

Ces infections par nématodes peuvent donc être considérées comme essentiellement attribuables à 100 % à l'environnement, et elles se produisent en raison d'un manque de gestion des excréments et de pratiques d'hygiène inadéquates (OMS, 2016).

#### **I.5. La tuberculose**

Avec 1 541 cas dépistés en 2023, la tuberculose demeure une préoccupation au Burkina Faso. La maladie tue 1,5 million de personnes par an à l'échelle mondiale, dont 95 % dans les pays à faible revenu (OMS, 2014). La tuberculose est une maladie bactérienne infectieuse causée par *Mycobacterium tuberculosis*. Le risque d'infection par *Mycobacterium tuberculosis* et d'évolution vers la maladie dépend non seulement de l'hôte humain, mais aussi d'une série de facteurs environnementaux. Par exemple, la promiscuité dans les ménages ou dans d'autres contextes peut favoriser la transmission occasionnelle de l'agent pathogène causal, augmentant la probabilité d'un contact étroit et prolongé entre des personnes sensibles et des cas de tuberculose infectieuse (Antunes et Waldman, 2001 ; Lienhardt, 2001 ; Clark, Riben et Nowgesic, 2002). L'exposition à la fumée intérieure provenant de combustibles solides (Mishra, Retherford et Smith, 1999 ; Desai, Mehta et Smith, 2004) et à la fumée de tabac ambiante a été associée à une augmentation des taux de tuberculose. Dans la plupart des régions du monde, on estime qu'environ 19 % (6-41 %) de la charge totale de la tuberculose est imputable à l'environnement, bien que dans les régions où l'épidémie de VIH a eu un impact important sur l'incidence de la tuberculose, il est probable que les facteurs environnementaux aient eu un effet moins important. Dans les régions d'Afrique fortement touchées par le VIH/sida, par exemple, la fraction attribuable à l'environnement pour la tuberculose a été estimée à seulement 14 % (6-24 %). La promiscuité et certaines expositions aux polluants atmosphériques à la maison ou sur le lieu de travail sont des facteurs environnementaux qui augmentent la charge de morbidité due à la tuberculose.

## **I.6. La COVID-19**

La pandémie de coronavirus 2019 (COVID-19) est une crise sanitaire mondiale sans précédent. En 2023, la Covid a été le motif de consultation de 3 696 personnes reçues dans les formations sanitaires au Burkina Faso. La maladie était toujours d'actualité. De nombreux travaux de recherche antérieurs ont mis en évidence et étudié ses liens avec un ou plusieurs facteurs environnementaux naturels ou humains. Toutefois, il n'existe pas encore d'étude sur la relation entre l'incidence du COVID-19 et l'environnement naturel et humain. Une étude réalisée en 2023 résume l'intercorrélation entre l'incidence du COVID-19 et les facteurs environnementaux. Les principaux résultats obtenus montrent que : (i) les facteurs environnementaux individuels ont un impact sur l'incidence de COVID-19, mais avec une hétérogénéité et une incertitude spatiale ; (ii) les facteurs environnementaux exercent des effets interactifs sur l'incidence de COVID-19. En particulier, les interactions des facteurs naturels peuvent affecter la transmission de COVID-19 de manière micro et macro en influençant la survie du SARS-CoV-2, ainsi que la mobilité et les comportements humains ; (iii) l'impact de l'incidence de COVID-19 sur l'environnement réside dans le fait que les fermetures induites par COVID-19 ont entraîné une amélioration de la qualité de l'air, des déplacements de la faune et de la flore et une dépression socio-économique (Han et al., 2023).

## **I.7. Cancers**

Au cours de l'année 2023, 14 948 cas de maladies tumorales, toutes catégories, ont fait l'objet d'hospitalisation dans les formations sanitaires au Burkina Faso. Les cancers ont été associés à des expositions à des facteurs de risque professionnels et environnementaux. Bien que les cancers dus à des causes environnementales ne puissent être distingués des cancers dus à d'autres causes, comme c'est le cas pour de nombreuses autres maladies, les contributions des causes environnementales ont été mises en évidence par l'analyse des différences d'incidence du cancer selon la géographie et dans le temps, et par l'étude des taux de cancer dans les populations migrantes (IARC, 1990). Les effets des agents cancérigènes professionnels ont été particulièrement bien documentés, 28 agents étant considérés comme des cancérigènes professionnels certains, 27 comme des cancérigènes probables et 113 comme des cancérigènes professionnels possibles (Siemiatycki et al., 2004).

Le cancer du poumon représente la plus grande charge de morbidité de tous les cancers dans le monde, soit environ 15 % de la charge de morbidité de tous les cancers. Le tabagisme est de loin le principal facteur de risque du cancer du poumon (66 %) (OMS, 2002). Environ 9 % de la charge de morbidité du cancer du poumon ont été attribués à la profession (OMS, 2002 ; Concha-Barrientos et al., 2004), environ 5 % à la pollution de l'air extérieur (OMS, 2002 ; Cohen et al., 2004) et 1 % à l'exposition à la fumée intérieure provenant de combustibles solides (Smith, Corvalán et Maeusezahl-Feuz, 2004). D'autres expositions sont également susceptibles de présenter un risque. Il s'agit notamment de l'exposition à la fumée de tabac ambiante (Taylor et al., 2001 ; CIRC, 2004), au radon (Lubin et Boice, 1997 ; Committee on Health Risks of Exposure to Radon, 1999 ; Pavia et al., 2003) et de l'exposition professionnelle aux rayonnements ionisants (CIRC, 1992), à l'amiante et à d'autres produits chimiques (par exemple, le chrome, le nickel et le cadmium). Le tabagisme peut avoir un effet additif ou multiplicatif avec certaines expositions environnementales (Williams et Sandler, 2001). En Finlande, par exemple, les facteurs liés au travail représentent 24 % de la mortalité par cancer du poumon chez les adultes, mais seulement 8 % de l'ensemble des décès par cancer chez les adultes (Nurminen et Karjalainen, 2001). On estime que les facteurs environnementaux sont responsables de 31 % de la charge de morbidité mondiale du cancer du poumon et de 30 % (6-55 %) de la charge de morbidité dans les pays développés, tant pour les hommes que pour les

femmes. Dans les pays en développement, les fractions environnementales attribuables étaient de 33 % (6-65 %) pour les hommes et de 25 % (6-37 %) pour les femmes.

Le deuxième néoplasme le plus important en termes de charge de morbidité est le cancer de l'estomac, en particulier dans les pays en développement. Le cancer de l'estomac est associé à l'infection par *Helicobacter pylori*, qui est relativement courante dans les pays en développement et dont la transmission peut être facilitée par de mauvaises conditions d'hygiène et la promiscuité. D'autres néoplasmes, comme la leucémie, ont été associés à des agents chimiques. Par exemple, 2 % de la charge de morbidité de la leucémie ont été attribués à des expositions professionnelles à des produits chimiques dont les propriétés cancérigènes ont été clairement établies, comme le benzène et l'oxyde d'éthylène (OMS, 2002 ; Concha-Barrientos et al., 2004).

Il est également prouvé que les mélanomes sont liés à une exposition excessive aux UV. Parmi les autres facteurs de risque de cancer figurent les aflatoxines dans les aliments (cancer du foie), l'amiante dans l'eau potable (plusieurs cancers, dont le cancer de la peau) et le papillomavirus humain (cancer du col de l'utérus, qui peut être transmis professionnellement aux travailleurs du sexe). En outre, le sarcome de Kaposi lié au VIH peut être transmis par le travail et est associé au lymphome. D'autres expositions environnementales ou professionnelles ont été associées à divers néoplasmes, mais les preuves quantitatives n'ont pas pu être établies. Dans les pays développés, on a estimé que 16% (10-34%) des cancers chez les hommes (autres que les cancers du poumon) et 13% (10-23%) chez les femmes étaient attribuables à l'environnement. Dans les pays en développement, les fractions attribuables correspondantes étaient de 18% (10-45%) chez les hommes et de 16% (10-35%) chez les femmes. L'incertitude entourant ces estimations est due au fait que les preuves établissant un lien entre des expositions environnementales et professionnelles spécifiques et divers cancers étaient incomplètes.

Au niveau mondial, on estime qu'environ 19 % (12 à 29 %) de tous les cancers sont attribuables à l'environnement, ce qui entraîne 1,3 million de décès chaque année.

### **I.8. Les maladies cardiovasculaires**

En 2023, 311 734 patients souffrant de maladies cardiovasculaires ont été hospitalisés dans les formations sanitaires du Burkina Faso.

Les maladies cardiovasculaires ont été associées à des risques environnementaux tels que la pollution de l'air (Pope et al., 2002), les risques sur le lieu de travail, l'exposition à des produits chimiques tels que le plomb (Schwartz, 1995) et l'exposition à la fumée de tabac ambiante (Kaur et al., 2004). L'exposition au plomb, par exemple, peut augmenter la pression artérielle, ce qui accroît le risque de maladie cardiovasculaire. On estime que l'exposition au plomb représente 2 % de la charge de morbidité liée aux cardiopathies ischémiques et 3 % de la charge de morbidité liée aux maladies cérébro-vasculaires (OMS, 2002 ; Prüss-Üstün et al., 2004). Les expositions à la pollution de l'air extérieur représentaient environ 2 % de la charge mondiale de morbidité cardio-pulmonaire (OMS, 2002 ; Cohen et al., 2004). Plusieurs autres facteurs de risque, tels que la faible teneur en minéraux de l'eau de boisson, sont soupçonnés d'être associés aux maladies cardiovasculaires, mais les preuves sont encore en cours d'élaboration et de débat (OMS, 2006).

D'autres risques environnementaux peuvent être générés par des conditions stressantes sur le lieu de travail et les cardiopathies ischémiques ont été liées au stress au travail (Bosma et al.,

1988 ; OMS, 2002). Les conditions stressantes sur le lieu de travail comprennent un déséquilibre entre l'effort et la récompense, de longues heures de travail, le travail posté, les facteurs de stress psychosociaux et l'effort physique (Karasek et al., 1988 ; Johnson, Hall et Theorell, 1989 ; Belkic et al., 2004 ; Rosengren et al., 2004). En Finlande, on a estimé que les risques professionnels étaient à l'origine de 17 % des décès par cardiopathie ischémique et de 11 % des décès par accident vasculaire cérébral (Nurminen et Karjalainen, 2001). Aux États-Unis, environ 12 % de la charge de morbidité due aux cardiopathies ischémiques étaient liés à la profession, pour la tranche d'âge 20-69 ans. Cette estimation se fonde sur les risques spécifiques liés au contrôle du travail, au bruit, au travail posté et à la fumée de tabac ambiante sur le lieu de travail (Steenland et al., 2003). Au Danemark, on a estimé qu'environ 16 % de la charge de morbidité cardiovasculaire pouvait être évitée chez les hommes exerçant une activité professionnelle non sédentaire, et 22 % chez les femmes exerçant une activité professionnelle non sédentaire. Ces chiffres passent à 51% et 55%, respectivement, si l'on inclut dans l'analyse les hommes et les femmes ayant un travail sédentaire (Olsen et Kristensen, 1991).

Au total, 16% (7-23%) de la charge totale des maladies cardio-vasculaires ont été attribués à l'environnement, ce qui correspond à 2,5 millions de décès par an.

### **I.9. Conditions périnatales**

Des taux plus élevés d'insuffisance pondérale à la naissance ont été observés chez les mères exposées aux risques environnementaux de la pollution de l'air, de la fumée de tabac ou de divers produits chimiques (Ritz et Yu, 1999 ; Seidler et al., 1999 ; Chen et Omaye, 2001 ; Boy, Bruce et Delgado, 2002 ; Desai, Mehta et Smith, 2004 ; Maisonet et al., 2004). En Italie, par exemple, on a estimé que la fumée de tabac ambiante était à elle seule responsable de 7,9 % de tous les petits poids de naissance (Forastiere et al., 2002). Dans les pays en développement, l'exposition à des risques environnementaux tels que l'eau insalubre et l'assainissement inadéquat, l'alimentation insalubre (elle-même liée à l'insalubrité de l'eau et à l'assainissement) ou l'exposition de la mère à des pesticides ou à d'autres produits chimiques, constitue un risque important pour la santé des nourrissons, augmentant le taux de mortalité des enfants de faible poids de naissance et des prématurés (Zhang, Cai et Lee, 1992 ; Taha et Gray, 1993 ; Longnecker et al., 2001). L'asphyxie et les traumatismes à la naissance peuvent être causés par un faible indice de masse corporelle de la mère, mais la contribution de ces facteurs de risque au taux global de mortalité infantile est probablement faible.

Il a été estimé que les causes environnementales représentaient 6 % (2-10 %) de toutes les conditions périnatales défavorables dans les pays développés, et 11 % (3-25 %) dans les pays en développement (où l'on estime que l'exposition aux risques environnementaux est plus élevée). Il convient de noter que la relation entre les expositions environnementales et les conditions périnatales est relativement peu documentée, en particulier dans les pays en développement.

### **Anomalies congénitales**

Les anomalies congénitales comprennent des pathologies telles que les effets sur la paroi abdominale, les anencéphalies, les atrésies anorectales, les fentes labiales ou palatines, les atrésies de l'œsophage, les anomalies cardiaques, le spina bifida ou le syndrome de Down. Certains ont été liés à l'exposition des femmes enceintes à des produits chimiques ou à la radioactivité dans l'environnement ou sur leur lieu de travail, ainsi qu'à la pollution de l'air ambiant (Reznik et al., 1992 ; Czeizel et al., 1993 ; Nurminen, 1995 ; Ritz et al., 2002). On a estimé que 5 % (2 à 10 %) de l'ensemble des anomalies congénitales étaient imputables à des causes environnementales.



## **I.10. Les empoisonnements**

Avec 14 546 cas enregistrés dans les formations sanitaires Burkina Faso en 2023, les intoxications demeurent un problème de santé publique. Plusieurs d'entre elles ne sont d'ailleurs pas notifiées.

Les intoxications involontaires analysées ici étaient des intoxications par des produits chimiques ou d'autres substances nocives, y compris des médicaments, et des vapeurs ou gaz toxiques. Les suicides et les homicides, tentés ou réels, ainsi que l'abus de drogues et autres empoisonnements intentionnels n'étaient pas inclus dans cette catégorie. Les intoxications alimentaires ou les contacts avec des animaux ou des plantes venimeux ont été analysés, mais dans une catégorie distincte (« autres blessures non intentionnelles »). De nombreux empoisonnements involontaires pourraient être évités si les produits chimiques toxiques étaient manipulés et stockés en toute sécurité et si les utilisateurs étaient informés des dangers des produits et des médicaments (par exemple en leur fournissant des informations claires sur l'utilisation des médicaments) (McGuigan, 1999). Néanmoins, certains empoisonnements dus à une surconsommation accidentelle de médicaments ou à une négligence surviennent encore, même lorsque des mesures de sécurité chimique sont mises en œuvre et qu'une information/éducation adéquate est fournie. Ces intoxications n'ont pas été considérées comme liées à la profession ou à l'environnement.

On estime que 68 % (46 à 84 %) des intoxications chez les adultes étaient imputables au travail ou à l'environnement, et 85 % (60 à 98 %) chez les enfants. Ce chiffre est plus élevé pour les enfants car certains facteurs comportementaux et développementaux spécifiques à ce groupe les rendent également plus vulnérables aux risques environnementaux liés aux intoxications. Pour les adultes et les enfants réunis, les facteurs de risque environnementaux représentaient en moyenne 71 % (52 à 85 %) de toutes les intoxications involontaires.

## **I.11. Autres**

### ***I.11.1. Diabète***

En 2023, 6 328 cas de diabète avec 470 décès ont été enregistrés dans les formations sanitaires du pays. Parmi les facteurs de survenue de la maladie, certains paramètres environnementaux sont bien décrits. Il s'agit notamment de la pollution de l'air et celle sonore. La pollution de l'air est un facteur de risque du diabète de type 2. L'exposition prolongée aux particules fines réduit la sensibilité des tissus à l'insuline, favorisant le développement d'un diabète de type 2. Dans une étude longitudinale, 9620 personnes, âgées de 25 à 74 ans, ont été suivies entre 1999 et 2014 (Zhang et al., 2021). Les résultats des analyses ont révélé que des taux élevés de particules fines, d'oxyde d'azote et dans une moindre mesure d'ozone étaient associés à une augmentation des taux sanguins d'insuline et des indices de sécrétion d'insuline et de résistance à l'insuline, deux mécanismes connus pour être impliqués dans le développement du diabète de type 2. En revanche, aucune association n'a été mise en évidence entre les taux de particules fines et la glycémie à jeun (Zhang et al., 2021). Le lien entre la pollution sonore et le risque de diabète n'a été que peu étudié et des études supplémentaires sont nécessaires afin de déterminer si un lien existe.

## **II- ÉTAT DES LIEUX DES DÉTERMINANTS ENVIRONNEMENTAUX DE LA SANTÉ AU BURKINA FASO**

### **1. Pollution de l'air**

#### ***1.1. Air extérieur***

Plusieurs études ont évalué le profil de pollution de l'air extérieur au Burkina Faso, dans plusieurs localités, en milieu rural comme urbain. Elles ont pour la plupart mesuré la pollution particulaire dont les PM10, les PM2,5 et les PM1. D'autres se sont intéressées aux polluants gazeux.

Dans une étude réalisée par Guissou et al. (2022) dans trois communes rurales périphériques de Ouagadougou (Komsilga, Koubri et Pabré) et dans six quartiers de Ouagadougou, les résultats montrent une pollution de l'air par les PM10 dont le niveau le plus bas a été enregistré à Koubri (86,80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et celui le plus élevé à Komsilga (6469,43  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Dans tous les cas, les taux mesurés étaient supérieurs aux normes définies par l'OMS aussi bien à Ouagadougou que dans les communes rurales de Pabré, Koubri et Komsilga.

Ouarma et al. (2020) ont évalué les niveaux de pollution particulaire de l'air de la ville de Ouagadougou à travers deux campagnes de mesures en 2019. Les mesures ont concerné les PM1, les PM2,5 et les PM10. Des sites de mesures situés au bord de route, au sein de services administratifs, d'établissements d'enseignement secondaire et de quartiers périphériques ont été retenus. Les résultats ont montré que : 1) les valeurs de concentrations de PM1 ne présentent aucune variation significative entre les jours, les saisons ou les sites d'échantillonnage ; 2) les concentrations de PM2,5 sur 24 heures dépassent souvent les concentrations recommandées par l'OMS et 3) les concentrations de PM10 sur 24 heures dépassent les concentrations recommandées par l'OMS, quelle que soit la saison ou le site d'échantillonnage.

Une étude relativement plus ancienne ayant ciblée les polluants gazeux et particulaires de l'air dont les NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, BTEX et PM10 à Ouagadougou a été réalisée en deux campagnes de mesures. Entre novembre et décembre 2006, le NO<sub>2</sub> et le SO<sub>2</sub> ont été mesurés. De février à juin 2007, l'ensemble des polluants comme le NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, BTEX and PM10 ont été mesurés. Des tubes à diffusion passive ont été utilisés pour le NO<sub>2</sub> et SO<sub>2</sub> tandis qu'un analyseur automatique de particules, le Thermo-Andersen ADR1200S a été utilisé pour les PM10. Les résultats ont montré que les concentrations de NO<sub>2</sub> (variant de 22 à 27  $\mu\text{g m}^{-3}$  en moyenne) dans la ville étaient inférieures à la limite fixée par la norme de l'OMS. Les concentrations moyennes de SO<sub>2</sub> (variant de 0,5 à 10,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) étaient faibles en général dans toute la ville. Les concentrations de BTEX (par exemple le benzène : 27,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) étaient élevées dans la ville. Les concentrations de PM10 étaient très élevées dans la ville en général mais elles dépassent la limite fixée par la norme de l'OMS avec des pics observés aux heures de pointe (Nana et al., 2012).

Lindén et al. (2008) ont examiné les variations spatiales du monoxyde de carbone (CO) en zone urbaine, en bord de route et en circulation à Ouagadougou en Novembre/Décembre 2004 et en Octobre/Novembre 2005 grâce à des capteurs électrochimiques passifs Langan T15v et tpi A701). Les résultats ont montré des différences significatives entre les trois points de mesure où les valeurs moyennes en circulation étaient supérieures aux normes de l'OMS et 2 à 3 fois supérieures aux valeurs moyennes en bord de route et 10 à 12 fois supérieures aux valeurs moyennes de la zone urbaine. Pendant les embouteillages, ces différences s'étendaient jusqu'à 6 et 20 fois respectivement.

#### ***1.2. Air intérieur***

Des travaux de recherche ont été menés par plusieurs équipes sur la qualité de l'air intérieur au Burkina Faso. Ainsi, Koala et al. (2023) ont présenté une étude comparative sur l'exposition

des ménages au monoxyde de carbone (CO) et aux particules fines (PM<sub>2,5</sub>) émis par les foyers améliorés ou les foyers traditionnels. L'étude a eu lieu dans les ménages de la ville de Ouagadougou, de juillet à octobre. Les résultats de cette étude montrent des niveaux élevés de PM<sub>2,5</sub> et de CO pour tous les types de foyers. Les foyers à bois ont entraîné des émissions de PM<sub>2,5</sub> plus élevées et des émissions de CO plus faibles que les foyers à charbon de bois. L'exposition au CO obtenue variait de 119,10 à 362,72 µg/m<sup>3</sup> pour 15 minutes et de 10,83 à 55,11 µg/m<sup>3</sup> pour une exposition d'une heure. L'exposition aux PM<sub>2,5</sub> variait de 4762 à 16 257 µg/m<sup>3</sup> pour 15 minutes et de 106,63 à 1597 µg/m<sup>3</sup> pour une exposition d'une heure. Il a été constaté que les niveaux d'exposition au CO obtenus sur une durée d'exposition de 15 minutes étaient 1,36 à 4,15 fois supérieurs à la recommandation de l'OMS et 1,8 fois supérieurs pour une durée d'exposition d'une heure.

L'équipe de Kafando et al. (2020) a recherché les facteurs de fortes concentrations de PM<sub>2,5</sub>, dans des ménages de la ville de Ouagadougou. L'étude a été réalisée entre mai et juin 2017. Les résultats ont montré que les concentrations de PM<sub>2,5</sub> pour 24 heures étaient au-dessus du seuil préconisé par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) (25 mg/m<sup>3</sup>) dans les situations suivantes : cuisine à l'air libre, utilisation de la biomasse à l'aide de foyers traditionnels/amélioré. L'analyse bivariée a montré que les concentrations de PM<sub>2,5</sub> étaient plus élevées de manière significative dans les ménages utilisant de la biomasse. La régression linéaire a montré que les concentrations de PM<sub>2,5</sub> étaient significativement plus élevées au niveau des cuisines à l'air libre comparativement aux cuisines externes ou internes, et quand des foyers traditionnels avec du bois étaient utilisés ( $p = 0,01$ ).

Thorsson et al. (2014) ont mesuré la teneur de l'air en moxyde de carbone dans huit ménages. Les résultats ont montré que la concentration moyenne de CO pendant la cuisson était de 4,3 ppm, avec un maximum de 65,3 ppm et un minimum de 0,3 ppm (valeurs sur 1 min). Les concentrations étaient relativement faibles pendant la journée et élevées le soir, dépassant parfois les directives de l'Organisation mondiale de la santé sur 1 et 8 heures. Dans la même lancée, Yamamoto et al. (2014) ont évalué l'association des caractéristiques de la cuisine avec les niveaux mesurés de PM<sub>10</sub> et de CO et la relation entre PM<sub>10</sub> et les concentrations de CO, à travers ces différentes caractéristiques de cuisine dans les ménages de Nouna. Les résultats ont montré que les concentrations moyennes de PM<sub>10</sub> dans les cuisines extérieures étaient relativement élevées (774 µg/m<sup>3</sup> - 1 218 µg/m<sup>3</sup>), mais inférieures aux concentrations intérieures. De fortes corrélations entre les concentrations de PM<sub>10</sub> et de CO ont été trouvées avec les cuisines intérieures, l'utilisation de cuisinières intérieures et la présence d'un fumeur dans le ménage.

## **2. Pollution de l'eau**

### ***2.1. Eau de surface***

Plusieurs études ont été réalisées sur la qualité des eaux de surface, certaines en lien avec l'activité humaine. Les paramètres concernés par les mesures sont les paramètres physicochimiques (métaux lourds, éléments trace métallique, pesticides, pH, ...) et microbiologiques.

Ouédraogo et al. (2024) ont évalué l'impact de l'exploitation aurifère sur la qualité des ressources en eau de la commune de Meguet. La température, le potentiel hydrogène (pH) et la conductivité électrique ont été mesurés in situ à l'aide d'un instrument multi paramètres. Les métaux lourds tels que Ag, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Ti et Zn ont été déterminés par la méthode du plasma couplé inclusif (ICP). Le cyanure a été analysé à l'aide d'un équipé d'une électrode spécifique au CN au BUMIGEB. Les résultats ont montré que les eaux étaient légèrement alcalines ( $6,97 < \text{pH} < 8,1$ ), faiblement minéralisées et conductrices ( $124 < \text{EC} < 543 \mu\text{S}/\text{cm}$ ), avec des températures allant de 24,6°C à 31,6°C. De plus, les métaux traces (TME)

analysés dans les eaux de surface et souterraines présentaient des niveaux très élevés, s'écartant généralement des niveaux recommandés par les directives de l'OMS pour le Burkina Faso. La contamination des ressources en eau de la commune de Méguet par des traces d'éléments métalliques est principalement due au Fe (3,78 - 11,12 mg/kg), au Hg (0,03 - 0,29 mg/kg), à l'As (0,01 - 6,31 mg/kg) et au Pb (0,01 - 3,8 mg/kg). L'équipe d'Idrissa et al. (2023) a investigué sur l'influence des rejets municipaux sur la qualité physico-chimique et biologique des écosystèmes aquatiques urbains de la rivière Massili de septembre à octobre 2020. Les variables physico-chimiques clés tels que le pH, les solides totaux dissous (STD), la température, la conductivité de l'eau ont été mesurés in situ à l'aide d'un multi-paramètre portatif de marque Hanna. Au laboratoire, les analyses ont concerné les ions nitrate, nitrite, ammonium, ortho-phosphate, les matières en suspension (MES) ; la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène (DBO5), les coliformes totaux, *Escherichia coli* et les streptocoques fécaux. Les ions chlorures ont été déterminés par la méthode de titration, tandis que les ions : nitrate, nitrite, ammonium et phosphore ont été analysés par la méthode spectrophotométrie (UV) ionique. Les matières en suspension (MES) ont été déterminées par la méthode gravimétrie (sec à 105°C). La demande chimique en oxygène (DCO) a été déterminée par la méthode au permanganate de potassium et la demande biochimique en oxygène après 5 jours (DBO5) suivant la méthode respirométrique. Les indicateurs de contamination fécale : coliformes totaux, *Escherichia coli* et les streptocoques fécaux ont été mesurés à l'aide des méthodes normalisées de routine dont la technique de filtration sur membrane. Les résultats ont montré des concentrations très élevées des variables physico-chimiques enregistrés à l'amont. Les teneurs en coliformes totaux, *Escherichia coli* et streptocoques fécaux responsables de maladies hydriques étaient également très élevées à l'amont. Quant aux macro invertébrés, les indices taxonomiques, de diversités et la composition relative des taxa polluo-sensibles étaient très faibles à l'aval qu'en l'amont traduisant le très mauvais état physico-chimique et biologique du cours d'eau.

Kagambega et al. (2023) ont évalué le niveau de pollution des eaux et des sédiments fluviaux en lien avec la mine artisanale à Alga. Des échantillons d'eau de surface, souterraine, de sédiments fluviaux et des résidus miniers ont été prélevés et analyses. L'analyse des paramètres physico-chimiques et des teneurs en métaux (cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc et arsenic) des eaux ont montré que les valeurs étaient conformes aux normes de potabilité de l'eau en vigueur au Burkina Faso. Cependant, les différents indices calculés, à savoir l'indice de géo-accumulation (Igeo), le facteur de contamination (CF) et le facteur d'enrichissement (EF) ont montré que les teneurs totales en métaux des sédiments fluviaux ne n'étaient pas d'origine lithogène (naturelle) mais imputables à l'exploitation artisanale dans le village d'Alga. Ils ont mis en évidence une pollution métallique avec des niveaux élevés d'arsenic et de cadmium et des niveaux extrêmement élevés de mercure.

Maïga-Yaleu et al. (2020) ont évalué l'état des métaux lourds dans les eaux de surface du Sous-bassin versant du Barrage de Tougou dont les eaux proviennent essentiellement des activités agricoles. Des échantillons d'eau ont été prélevés à l'entrée du plan d'eau et en plusieurs points situés sur le plan d'eau, d'août à octobre 2019. Les échantillons d'eau ont été caractérisés pour la température, le pH, la conductivité électrique (CE), le sulfate (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), le nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) et le phosphate (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>). Les résultats ont montré que la gamme de CE était comprise entre 27,45 et 53,90 µS/cm avec un pH moyen de 6,4. Le nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) était l'anion le plus abondant dans l'eau (39,70 mg/L) et les phosphates (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) étaient présents en très faible quantité (0,34 mg/L). Les résultats ont également montré de très faibles concentrations de Pb et de Cd, inférieures à 5 µg/L et inférieures à 2 µg/L, respectivement. Les concentrations d'As, Mn et Zn dans l'eau étaient respectivement de 2,8 µg/L, 13,2 µg/L et 9,8 µg/L. Les pratiques agricoles n'avaient donc pas d'effet significatif sur les eaux de surface. Les concentrations de métaux lourds

analysées dans l'eau étaient inférieures aux normes établies par l'OMS pour la qualité de l'eau potable.

Péléde et al. (2018) ont étudié l'état écologique des sédiments du réservoir de Soubeira, en utilisant les concentrations d'une série de métaux lourds. Les résultats des concentrations des métaux ont permis de les classer comme suit : Fe > Mn > Cr > Zn > Cu > Pb > As ~ Co > Hg ~ Mo > Cd. Sur la base de l'analyse de corrélation, il est ressorti que le Fe, avec des relations plus faibles avec d'autres métaux, pourrait provenir du sol ferrugineux local, tandis que le Cd, le Cu et le Cr pourraient provenir principalement de sources anthropiques et transportés par des minéraux argileux dans le réservoir. En revanche, l'abondance de Hg et d'As pourrait être liée à l'exploitation artisanale de l'or dans l'environnement environnant. Les indices de risque écologique potentiel et d'effets indésirables suggéraient tous deux que les sédiments du réservoir étaient fortement pollués. Cinq métaux lourds (As, Cd, Cu, Cr et Hg) pourraient avoir des effets indésirables sur le biote, tandis que seuls le Hg et le Cd semblaient présenter des indices de risque écologique potentiel élevé et modéré, respectivement.

Millogo et al. (2018) ont évalué les pollutions agricoles et minières des plans d'eau du bassin du Nakanbé notamment de Goinré, Ziga et Bagré durant la période d'août à décembre. Les résultats ont montré que les valeurs moyennes pour les nitrates étaient de 0,833 mg/L dans la retenue d'eau douce de Goinré, 1,372 mg/L dans la retenue de Ziga et 1,267 mg/L dans la retenue d'eau douce de Bagré. Quant à l'ortho-phosphate, les valeurs moyennes étaient de 0,357 mg/L dans la retenue de Goinré, 0,157 mg/L dans la retenue de Ziga et 0,123 mg/L dans la retenue de Bagré. Ces valeurs moyennes sont supérieures aux normes établies par Nisbet et Vernaux (1970) pour l'eutrophisation. Les nitrates et l'ortho-phosphate sont les éléments qui contribuent à l'eutrophisation des surfaces d'eau dans le bassin du Nakanbé, bien que cette eutrophisation soit de faible intensité.

Lehmann et al. (2017) ont étudié la contamination des ressources en eau par les pesticides dans les conditions climatiques et hydrologiques spécifiques du climat soudano-sahélien de 2014 à 2016. Des échantillons ont été collectés dans des puits traditionnels, des forages et un lac puis analysés par UPLC-MS/MS. Une analyse multi résidus a été développée pour 25 pesticides identifiés lors d'enquêtes de terrain. Des échantillonneurs intégratifs de produits chimiques organiques polaires (POCIS) ont été utilisés pour confirmer les tendances observées avec des échantillons ponctuels. La cinétique d'absorption des POCIS a été évaluée par étalonnage in situ. L'utilisation proposée de la régression des moindres carrés non linéaire s'est avérée être une approche robuste pour estimer la concentration moyenne pondérée dans le temps dans les cas d'absorption non linéaire. Les taux d'échantillonnage élevés pour les triazines dans un lac quasi-stagnant ont été attribués à la température élevée de l'eau ( $30,8 \pm 1,3$  °C). La combinaison des techniques d'échantillonnage au cours d'une période de surveillance de 3 ans a permis d'identifier les interactions potentielles entre les ressources, les tendances saisonnières et les origines des contaminants. L'atrazine, l'azadirachtine, le carbofuran, le chlorpyrifos, la cyperméthrine, la dieldrine, l'imidaclopride et le profénofos ont dépassé 0,1 µg/L, ce qui indique un risque potentiel pour les consommateurs. L'évaluation des risques écologiques a été réalisée à l'aide du Pesticide Tool Index pour les poissons, les cladocères et les invertébrés benthiques. Les concentrations maximales de cyperméthrine et de Chlorpyrifos ont été systématiquement associées à un danger pour les taxons étudiés.

Des travaux relativement anciens ont concerné d'autres activités et localités.

Kpoda et al. (2015) ont mené des investigations sur la qualité des eaux d'irrigation dans trois sites maraichers dont Boulmiougou, Maco, Wayalghin et Kossodo. Les résultats ont montré que la conductivité des eaux était plus élevée en saison pluvieuse qu'en saison sèche. Les eaux usées brutes et traitées avaient tous des valeurs de conductivité qui dépassaient les normes de la FAO

en termes d'eau propice à l'irrigation des cultures. La moyenne du pH des eaux était hautement basique et hors norme pour eau usée brute et traitée. Les concentrations des parasites (1-11 egg/L dans l'eau, 0,48 egg/L dans le sol) dépassaient les seuils de l'OMS/FAO pour une irrigation sans restriction. Les parasites incluaient *Ankylostoma duodenalis*, *Hymenolepis nana*, *Ascaris lombricoides*, *Taenias ssp.*, *strongyloides*, *stercoralis*, *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia* et *Entamoeba Coli*. Les œufs de *Ascaris lombricoides* et de *Ankylostoma duodenalis* ont été isolés communément dans les eaux et le sol. Les œufs des helminthes prédominaient parmi les œufs des parasites identifiés.

Ouédraogo et al. (2013) ont évalué l'étendue de la contamination par le mercure (Hg), le sélénium (Se) et l'arsenic (As) dans les systèmes aquatiques. Durant les mois de juillet et d'août 2009. Des échantillons ont été prélevés une fois dans 10 réservoirs du bassin versant du Nakambe. Les résultats ont montré que le niveau de ces éléments dans l'eau étaient relativement faibles et ne révélaient pas d'impact important des activités d'extraction d'or. La température et la conductivité de l'eau étaient les principaux facteurs associés à des niveaux plus élevés de MeHg. Une teneur plus élevée en sulfate a été signalée dans les sites contenant plus de Hg, As et Se particuliers, suggérant une origine anthropique des apports de métaux (loïdes) dans les réservoirs d'eau. Dans l'ensemble, les réservoirs d'eau ont été relativement peu affectés par la contamination par l'As, le Se et le Hg malgré l'augmentation des activités d'extraction d'or. Guiguemde et al. (2013) ont évalué la qualité physicochimique des effluents de la zone industrielle de Kossodo qui s'écoulent dans le bassin du Massili. Les résultats des analyses ont montré que la DBO5, DCO, l'oxygène dissout et les teneurs en ortho-phosphates avaient des valeurs supérieures aux normes requises, de sorte que les rejets industriels polluaient les ruisseaux de Massili. Tapsoba and Bonzi-coulibaly. (2006) ont évalué l'état de contamination au cours du temps des eaux de quatre sites en zone cotonnière dont Dankuy, Fankuy, Vy-Kayo et Sipohen d'août 2003 à octobre 2005. Les résultats ont montré une pollution des eaux avec de fortes concentrations en endosulfan notamment en saison pluvieuse.

## **2.2. Eau souterraine**

Des études se sont également intéressées à la contamination des eaux souterraines par la caractérisation physicochimique et microbiologique de ces eaux.

Millogo et al. (2024) ont examiné les caractéristiques hydrogéochimiques des ressources en eau souterraine de Pala à Bobo Dioulasso. Les résultats ont révélé que l'eau de source était moins minéralisée que l'eau de forage, qui présente une plus grande variabilité des paramètres physiques et chimiques tels que le pH, la conductivité électrique (CE) et la turbidité. Les ions majeurs, dominés par les bicarbonates et le calcium, influençaient les principaux faciès hydriques que sont le bicarbonate calcique et le bicarbonate calcique et magnésien. L'analyse des métaux lourds ont révélé des concentrations inférieures aux normes OMS. Traoré et al. (2023) ont évalué la qualité microbiologique et physicochimique des eaux souterraines à Ouagadougou. Les résultats ont révélé qu'une mauvaise qualité des eaux souterraines à Ouagadougou avec des non-conformités majeures liées aux coliformes totaux, à *Escherichia coli* et à la turbidité. Les échantillons d'eau de 19 forages (59 %) étaient contaminés par des coliformes et 11 (34 %) par *E. coli*. De plus, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus* et des spores bactériennes anaérobies réductrices de sulfites ont été détectés. Des écarts par rapport aux exigences de qualité physicochimique ont été observés pour la turbidité, le pH, les nitrates, le fluor et le fer de l'eau.

Faye et al. (2022) ont montré que l'état de la qualité des eaux souterraines dans la région des Cascades au Burkina Faso était caractérisé par des une faible minéralisation de celles-ci. Les eaux étaient agressives, avec une corrosion sévère à importante, et avec une saturation en calcite par rapport au faciès géologique. La qualité chimique et bactériologique des systèmes d'eaux

souterraines était donc très préoccupante, car certains paramètres dépassaient les directives du Burkina Faso.

Sako et al. (2021) ont évalué la qualité hydrogéochimique et spatiale des eaux souterraines des aquifères du socle de la région du Plateau Central notamment à Boudry and Zoungou districts de la province du Ganzourgou à l'aide de la géochimie des ions majeurs, du calcul des indices de qualité de l'eau et de l'utilisation d'une analyse géostatistique spatiale. Leurs résultats ont montré une faible teneur globale en solides dissous des eaux souterraines indiquant un régime de recharge rapide pendant la saison des pluies. Les eaux souterraines étaient de nature quasi neutre à alcaline avec des concentrations dominantes de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  et  $\text{HCO}_3^-$ . Sur la base des indices de qualité de l'eau calculés, la plupart des puits échantillonnés produisaient des eaux souterraines propres à la consommation humaine. Cependant, quelques puits présentaient des concentrations élevées d'As et de  $\text{F}^-$  qui dépassaient les limites autorisées pour l'eau potable. Les concentrations élevées d'As provenaient probablement de l'altération des roches volcano-sédimentaires, tandis que celles de  $\text{F}^-$  semblaient provenir de roches granitiques. Les graphiques bivariés ont montré que les processus géochimiques tels que l'altération des silicates, la dissolution et la précipitation des minéraux, l'échange d'ions ainsi que l'évapotranspiration étaient les principaux facteurs influençant l'acquisition de solutés dans les eaux souterraines. De plus, la désorption et l'échange d'ions dans des conditions de pH alcalin pourraient améliorer l'enrichissement en As et  $\text{F}^-$  dans les eaux souterraines. Les cartes de distribution spatiale de la force ionique et de la conductivité électrique ont identifié le secteur nord de la zone d'étude comme étant les zones de recharge des eaux souterraines, qui devraient nécessiter une protection et un plan de surveillance périodique des eaux souterraines.

Faye et al. (2020) ont réalisé une caractérisation physico-chimique de la qualité des eaux souterraines du sous bassin versant de la Sissili. Soixante-sept puits de forage ont fait l'objet d'analyses selon les techniques d'évaluation de la qualité de l'eau décrites par Rodier (2009) et des recommandations de l'OMS (2008). Les résultats montrés que la qualité chimique des eaux provient de plusieurs processus, ce qui entraîne une situation très complexe. Les eaux étaient fortement corrosives et présentent une saturation en calcites. Les eaux souterraines étaient classées bicarbonatées calciques et magnésiennes. Les valeurs de la conductivité électrique de l'eau ont montré que les eaux souterraines sont faiblement minéralisées avec une valeur maximale de 639  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . La valeur du pH oscillait autour de 7, généralement acide. L'analyse hydro chimique a révélé des teneurs en Arsenic, fluor, cyanure, plomb, fer, potassium, phosphate et aluminium dépassant les recommandations de l'OMS. Sako et al. (2020) ont réalisé une caractérisation hydrogéochimique et de la pollution d'un aquifère de grès glauconien peu profond en milieu périurbain de Bobo-Dioulasso, au sud-ouest. Des échantillons d'eaux ont été prélevés en saison sèche durant juillet 2017. Les paramètres physico-chimiques, à savoir le pH, la conductivité électrique (CE), la turbidité, l'oxygène dissous (OD), les solides dissous totaux (TDS), les ions majeurs ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  et  $\text{SO}_4^{2-}$ ) et les métaux lourds (Cd, Cu, Fe total, Ni et Zn) ont été mesurés. Les résultats ont révélé qu'en raison du court temps de séjour de l'eau souterraine et du stade d'altération déjà avancé des matériaux de l'aquifère, les concentrations en ions majeurs, la CE et les TDS étaient faibles et conformes aux valeurs guides recommandées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) pour l'eau potable. Cependant, la turbidité, le Cd, le Ni et, dans une moindre mesure, le Fe total avait des concentrations supérieures aux limites acceptables de l'OMS. Les diagrammes de Piper et Durov ont montré que l'aquifère est vulnérable aux activités anthropiques, car les eaux souterraines sont dominées par une eau de type mixte Ca-Mg-Cl-SO<sub>4</sub>. La pollution environnementale anthropique était principalement associée à la turbidité, au  $\text{NO}_3^-$ , au Cd, au Ni et au Zn.

Kam et al. (2019) ont évalué la source de contamination au thallium des eaux souterraines et de surface de la localité du village Yamtenga. Des échantillons de sol ont été prélevés à des

profondeurs allant de 30 cm à 140 cm. L'analyse des métaux lourds a été réalisée à l'aide d'un ICP-AES. Des concentrations en thallium dans cette zone allant de 1,61 mg/kg à 404,75 mg/kg ont été retrouvés. Une minéralisation zonée en thallium, due à la structure géologique de la localité, suggère que la source de contamination au thallium des eaux souterraines et de surface de la localité du village Yamtenga est d'origine naturelle. Les concentrations de certains métaux lourds (Pb, Zn, Cd, Cu et Mn) ont été également évaluées dans les sols du village de Yamtenga et leurs relations de concentration avec le thallium ont été analysées par le coefficient de corrélation de Pearson basé sur la matrice de corrélation. Des coefficients de corrélation modérés (0,554), faibles (0,408) et significatifs (0,999) ont été obtenus entre le thallium et le plomb, le zinc, le manganèse respectivement. Des coefficients de corrélation significatifs (0,788 et 0,791) ont également été notés entre le thallium et le cuivre, le cadmium respectivement. Les concentrations de thallium dans les eaux souterraines et de surface de cette localité sont principalement liées aux interactions entre l'eau et les roches mères, le thallium étant libéré suite à certains processus d'altération avec d'autres éléments métalliques lourds notamment le manganèse.

Bretzler et al. (2017) ont évalué la contamination des eaux souterraines par l'arsenic au Burkina Faso. Les paramètres (température, pH, conductivité électrique, concentration en O<sub>2</sub> et potentiel redox) ont été mesurés dans une cellule à flux continu connectée au bec de la pompe. Les résultats ont montré que les concentrations d'arsenic dans les puits d'eau potable du Burkina Faso rural (n = 1498), dont 14,6 % étaient supérieures à 10 µg/L.

Sako et al. (2016) ont examiné les processus qui contrôlent la chimie de l'eau des puits creusés et des puits forés dans les aquifères cristallins du socle en milieu semi-aride. Des échantillons d'eau souterraine ont été prélevés dans des puits creusés et des puits forés au début de la saison des pluies en 2014. Les résultats ont révélé que six puits creusés et sept puits forés présentaient des concentrations élevées de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> par rapport à SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, ce qui suggère que des conditions redox oxydantes prévalent dans ces échantillons. Les concentrations les plus élevées de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> et de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ont été trouvées dans quelques puits forés. Les indices de saturation et les coefficients de corrélation ont montré que la plupart des puits creusés et certains puits forés étaient sursaturés en minéraux contenant du fer, ce qui implique que des éléments traces tels que As, Cu, Cr, Ni et Zn étaient susceptibles de co-précipiter avec les minéraux de fer résiduels. La faible mobilité de l'As dans les puits creusés pourrait également s'expliquer par l'abondance limitée de minéraux carbonatés dans la couche altérée. En revanche, les concentrations élevées d'As observées dans la majorité des puits forés reflétaient une interaction eau-roche prolongée qui avait conduit à la déportation des charges de surface des minéraux de l'aquifère, inhibant ainsi l'adsorption d'As. La concentration moyenne de Fe et la teneur totale en coliformes des échantillons de puits creusés dépassaient les limites de l'OMS pour les eaux potables. De même, les concentrations moyennes de Fe, As (~ 55 % des échantillons) et Pb dans les puits forés étaient supérieures aux limites autorisées par l'OMS. L'étude a montré que les ressources en eaux souterraines locales sont exposées à des sources de pollution à la fois anthropiques et géogéniques.

Smedley et al. (2007) ont décrit l'hydrogéochimie et la distribution de l'As dans les eaux souterraines d'une zone nouvellement étudiée du Burkina Faso. Les eaux souterraines ont été échantillonnées à partir de forages à pompe manuelle et de puits creusés près de la ville de Ouahigouya durant Janvier-Février 2005. Les résultats ont montré que la plupart des eaux souterraines analysées avaient des concentrations d'As inférieures à 10 µg/L, et présentaient une large plage allant de < 0,5 à 1630 µg/L. Les concentrations les plus élevées se trouvaient dans les eaux de forage ; tous les puits creusés analysés dans cette étude avaient des concentrations d'As < 10 µg/L.

Nzihou et al. (2013) ont évalué la concentration d'arsenic dans trente-quatre (34) points d'eau de forage dans 04 provinces Nord du Burkina de Septembre 2006 à Décembre 2006. Les



paramètres tels que température, pH, conductivité, turbidité, le titre alcalin, l'ion fluorure, les sulfates, le phosphate, les ions sodium, potassium (K), calcium (Ca), magnésium (Mg), etc ont été déterminé. Les résultats ont montré que la concentration d'arsenic variait de 0 à 87,8 microgrammes par litre.

### 3. Pollution du sol

Plusieurs travaux assez récents ont été réalisés sur la contamination des sols au Burkina Faso. La plupart d'entre elles s'est focalisée sur les paramètres physicochimiques.

Ainsi, Kagambega et al. (2023) ont évalué la qualité des sols de la zone d'exploitation artisanale d'or à Yimiougou. Les résultats ont montré que les sols de Yimiougou ont un intérêt agronomique nul à faible. Les différentes unités morphologiques étudiées étaient très fortement contaminées en zinc, cuivre, plomb et arsenic. Les teneurs en sulfures étaient strictement supérieures au seuil (0,3%) dans certains échantillons qui étaient donc potentiellement acidogènes. L'étude comparative du potentiel acide (PA) et du potentiel de neutralisation (NP) a révélé que les potentiels de neutralisation des différents échantillons étaient nettement supérieurs aux potentiels acides même pour les échantillons qui ont présenté un potentiel d'acidification avéré.

Sawadogo et al. (2023) ont évalué les caractéristiques physicochimiques ainsi que la présence de métaux lourds dans les sols agricoles de Bouly situés à proximité d'une mine d'or industrielle. Les résultats ont révélé que les sols étudiés présentaient une acidité élevée, une salinité marquée, une texture limoneuse, ainsi qu'un rapport C/N satisfaisant. Les concentrations en Hg, As, Cu et Cr se sont avérées supérieures aux valeurs moyennes de la croûte continentale. De plus, les concentrations en Hg et As dépassaient les normes sud-africaines, tandis que Hg dépassait également les normes fixées par l'OMS et la FAO. Ils montrent également que la zone étudiée était fortement enrichie en mercure, significativement enrichie en arsenic et faiblement à moyennement enrichie en cuivre, ce qui suggère une influence des activités humaines. L'arsenic semble provenir principalement des activités minières, tandis que le mercure provient à la fois des activités minières et agricoles.

Tougma et al. (2023) ont évalué la pollution des sols par les métaux lourds dans les zones maraîchères de la commune de Korsimoro. Des échantillons de sol ont été prélevés entre décembre 2022 et janvier 2023. Les résultats ont révélé que les concentrations moyennes en métaux lourds variaient comme suit :  $Cd > Co > Cr > Zn > Ni > Cu > Hg > Pb > As$ . Les concentrations moyennes en cadmium ( $587,039 \text{ mg/kg} \pm 20,546$ ), mercure ( $29,048 \text{ mg/kg} \pm 20,647$ ), nickel ( $60,037 \text{ mg/kg} \pm 14,615$ ) et cobalt ( $575,956 \text{ mg/kg} \pm 66,693$ ) dépassaient les valeurs limites de l'OMS pour les sols agricoles. Les valeurs CF calculées montraient une contamination très élevée en Co, Cd et Hg, une contamination importante en Cu, Cr, Zn, Ni et As, et aucune contamination en Pb. Les valeurs EF montraient un enrichissement très sévère en cobalt (Co), suivi d'un enrichissement globalement extrêmement sévère en cadmium (Cd) et mercure (Hg).

Sako et al. (2023) ont évalué la Géochimie environnementale des éléments potentiellement toxiques dans les sols urbains à proximité d'un laboratoire d'essais pyrognostiques du plomb à Ouagadougou. Des échantillons de terre végétale, de sous-sol et 11 coupelles neuves et usagées ont été collectés autour du laboratoire. Les paramètres physico-chimiques des sols et leurs concentrations en éléments majeurs et potentiellement toxiques (PTE) ont été déterminés. Les résultats ont montré que les échantillons de sol à proximité immédiate du site d'élimination des coupelles usagées étaient fortement pollués par le Pb (jusqu'à  $8900 \text{ mg/kg}$ ). L'analyse de cluster a identifié les coupelles usagées comme la principale source de contamination des sols arables par le Pb, l'As, le Cr, le Cu, le Ni et le Ca. L'analyse en composantes principales a révélé que l'abondance et la mobilité du Cr, du Cu, du Ni et du Pb étaient probablement contrôlées par

l'argile et les Oxhydroxydes de Fe et d'Al, tandis que celles de l'As et du Mn semblaient être une fonction du pH et des réactions d'oxydoréduction. Avec des indices de charge de pollution supérieurs à l'unité, l'état de tous les sites d'échantillonnage variait de très élevé à modérément pollué.

Sawadogo et al. (2023) ont évalué la contamination en métaux lourds des sols agricoles autour d'une mine d'or, principalement à Bissa, un village de la commune de Sabcé. Des échantillons de sols ont été prélevés en surface, à des profondeurs de 0 à 15 cm. Sept métaux lourds (Cr, Ni, Cu, Zn, As, Hg et Pb) ont été analysés par spectrométrie d'absorption atomique. Les résultats ont révélé que les concentrations moyennes de métaux obtenues étaient classées par ordre décroissant Cr>Zn>Cu>As>Ni>Pb>Hg avec les valeurs respectives de 102,3 mg/kg, 58,513 mg/kg, 57,133 mg/kg, 49,73 mg/kg, 38,873 mg/kg, 17,943 mg/kg et 3,83 mg/kg. Les concentrations moyennes de Cr, Cu, As et Hg dépassaient leurs valeurs de fond géochimiques respectives, et seul l'arsenic dépassait la norme OMS/FAO. L'indice de géo accumulation a montré que 75 % des échantillons de sol étaient fortement pollués par le mercure (Hg).

Laura et al. (2023) ont étudié le niveau de pollution des traces d'éléments traces métalliques dans le sol agricole de l'Oubritenga. Des échantillons de sol ont été prélevés pendant l'agriculture hors saison et l'agriculture pluviale d'avril à octobre 2022. Les résultats ont montré que la concentration en éléments traces métalliques suivait l'ordre décroissant Mn > Cr > Cu > Pb > Zn hors saison. As, Cd, Co, Hg, Ni, Sb et Se étaient inférieurs aux limites détectables. En saison pluvieuse, la concentration des traces de métaux suit l'ordre Mn > Cr > Zn > Cu > Ni > Pb > Hg > As. Cd, Co, Sb et Se restent en dessous des limites détectables. Les concentrations de Cr, Mn et Zn étaient plus faibles en agriculture de contre-saison qu'en agriculture pluviale. Pour Cu et Pb, les concentrations sont plus élevées en contre-saison qu'en agriculture pluviale. Le Cf varie de 0,24 à 11,70 selon le métal trace considéré. Les valeurs de Cf de As, Ni, Pb, Zn et Mn indiquaient que le sol agricole d'étude était faiblement contaminé par ces métaux traces. Le sol agricole d'étude était modérément contaminé par Cr et Cu, et fortement contaminé par Hg.

Derra et al. (2023) ont estimé le degré de pollution en métaux lourds (As, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Se, Tl et Zn) des sols maraîchers de la région du Kadiogo (Boulbi, Tanghin-Dassouri et Koubri). Trente-deux échantillons de sols maraîchers, dont deux (02) pour le fond, ont été mesurés à l'aide de l'ICPMS. Les résultats montrés que les concentrations moyennes en métaux lourds dans le profil de sol 0-20 cm respectaient les limites recommandées. Cependant, les Facteurs de Contamination (FC) et l'Indice de Charge de Pollution (ICP) montraient que certains sols sont pollués. Ces indices ont révélé que la pollution des sols exploités différait non seulement d'un site à l'autre mais aussi entre les niveaux 0-10 cm et 10-20 cm. Ainsi, le sol le plus pollué en surface (0-10 cm) était le SK2 à Koubri avec un PLI de 8,20 contre 0,24 pour le STD1 à Tanghin-Dassouri. Pour l'horizon 10-20 cm, les valeurs du ICP montraient que les sols PO5 (Pissy), PO1 (CHU-YO), PO2 (CHU-YO) et PK3 (Koubri) polluent déjà en surface (0-10 cm) le reste en profil (10-20 cm). Aussi, on peut souligner que la présence d'éléments traces métalliques non essentiels tels que Pb, As et Hg constitue une menace pour la santé des consommateurs de produits maraîchers issus de ces sites. De plus, les faibles concentrations en métaux dans les échantillons de sol suggèrent qu'il s'agit d'une pollution diffuse.

Bambara et al. (2022) ont évalué la concentration en métaux lourds dans le sol et les plantes dans les périmètres maraîchers de Loumbila. Les concentrations en métaux lourds dans les sols ont été déterminé ainsi que le calcul du facteur de bioconcentration. Les résultats ont révélé que la concentration en chrome était de 175 mg/kg, supérieur à la limite de concentration qui est de 150 mg/kg dans le sol où le piment a été cultivé, De même, les concentrations de plomb dans les sols d'oignon (118 mg/kg), de haricot vert (118 mg/kg), de carotte (178 mg/kg) et de poivron (135 mg/kg) étaient supérieures à la limite qui est de 100 mg/kg. Les concentrations de chrome dans les feuilles d'oignon (3,72 mg/kg), les oignons (4,65 mg/kg), la laitue (4,89 mg/kg), les

haricots verts (5,89 mg/kg) et les poivrons (3,56 mg/kg) étaient supérieures à la limite établie par la FAO/OMS, qui est de 2,3 mg/kg. Les concentrations de plomb dans la carotte, la feuille d'oignon, l'oignon, la laitue, le haricot vert et le poivron étaient supérieures à la limite proposée. Bambara et al. (2021) ont évalué les paramètres physico-chimiques et l'aspect de pollution des sols des décharges. Des échantillons de sols ont été collectés dans certaines décharges à Ouagadougou. Les résultats ont révélé que les décharges étudiées contribuent à augmenter la concentration en métaux lourds (Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Hg et Pb) dans les sols. Le pH KCl des sols des décharges étudiés était inférieur à 7, ce qui reflète la nature acide des sols des décharges. La géo-accumulation de Cr, Mn, Fe, Ni et As était inférieure à 1 pour les décharges étudiées. Les classifications montrent que les sols des décharges de Karpala et Dagnoin étaient les plus pollués en Cu, Zn et Pb. Le Cu, Zn et Pb étaient les métaux qui contribuaient le plus à la pollution des sols des décharges de Ouagadougou.

Ye et al. (2020) ont évalué les concentrations en ETM des sols péri-urbains de la ville de Bobo-Dioulasso soumis à l'épandage des DUS. Des échantillons composites de sols ont été prélevés, suivant les horizons 0-20 cm, 20-40 cm et 40-60 cm, sur quatorze sites dans la forêt classée de Dindérésso située à la périphérie de la ville de Bobo-Dioulasso. Les résultats montrés que les concentrations en Cd, Cr, Cu, Ni, Pb et Zn des sols étaient très variées. Elles variaient en fonction de l'ETM, du site et de l'horizon du sol. Les concentrations des différents ETM dans les sols étaient inférieures aux valeurs limites sur tous les sites. L'index de pollution de chaque site était inférieur à 1, quel que soit l'horizon de sol, suggérant ainsi que les sites de la zone ne faisaient pas l'objet d'une contamination multiple de leurs sols par les ETM. Sawadogo et al. (2019) ont évalué de l'effet des eaux usées brutes d'origines industrielles sur les paramètres physico-chimiques des sols d'un site maraîcher situé à proximité d'une zone industrielle dans le quartier de Kossodo. Des échantillons de sols ont été prélevés sur 12 parcelles du site dont 2 parcelles témoins isolées de toute source de pollution. Les résultats ont révélé que seuls l'arsenic, le cuivre, le nickel, le plomb, le chrome et le zinc présentaient des concentrations élevées dans les parcelles irriguées par les eaux usées d'origine industrielles comparativement aux parcelles témoins.

Sako et Nimi, (2018) ont examiné la géochimie des éléments potentiellement nocifs dérivés de l'exploitation artisanale de l'or dans les sols semi-arides de Bagassi au Burkina Faso. Les charges élevées du facteur 1 sur As, Au, Bi, Cd, Hg, Mo, Pb, Sb, Te, W and Zn suggéraient que l'exploitation artisanale de l'or était le facteur le plus important contrôlant la géochimie du sol. Le facteur 2 avait des charges élevées sur Al, Fe, Mn, Ti, Co, Cr, Cu, Ni, Sc, Sr, Tl et V, représentant leur origine géogénique. Avec des charges élevées sur Ca, Mg, S et La, le facteur 3 décrit la contribution du cycle biogéochimique à l'abondance des éléments dans les sols. Les compositions isotopiques du plomb ont permis d'identifier les dépôts atmosphériques comme la principale source de Pb dans les fermes et les sols, tandis que la couche supérieure du sol et les profils des sols étaient principalement influencés par les activités minières. Le mercure, l'As et, dans une moindre mesure, le Cd constituait la menace écologique la plus grave pour les sols collectés autour du site minier par rapport à ceux des terres agricoles. Compaoré et al. (2019) ont évalué l'impact d'une mine d'or située dans le sud-est du Burkina Faso sur la qualité des sols locaux. À cette fin, des paramètres tels que le pH, la matière organique totale et la capacité d'échange cationique ont été évalués suivi d'une analyse des éléments mineurs et traces totaux par ICP-OES ainsi qu'une extraction séquentielle. Les résultats ont été interprétés à l'aide de différentes méthodologies : facteur d'enrichissement (EF), indice de géo-accumulation (Igeo) calculé à l'aide de deux échantillons de fond distincts et comparaison avec la norme nationale sélectionnée. Les résultats de l'analyse du sol a révélé un EF et un Igeo modérés à significatifs avec des points chauds situés plus près de l'usine de traitement du minerai et du côté est du site, avec une concentration maximale en arsenic de  $286,55 \pm 12,50$  mg/kg. L'extraction séquentielle a révélé que moins de 2 % de l'arsenic se trouvait dans la partie échangeable. Le cobalt et le

zinc l'indice de charge de pollution plus distribués dans les différentes fractions que l'arsenic. Bouda et al. (2018) ont étudié les propriétés du sol des champs agricoles amendés avec des déchets urbains solides non traités de Toudwéogo et Nagrin. L'échantillonnage a été réalisé en mars 2013 dans le site de Toudwéogo et en mars 2014 dans le site de Nagrin sur des parcelles amendées en SUW et sur des parcelles non amendées (champ témoin). Les résultats ont montré que les amendements entraînaient une augmentation significative du pH, des C, N et P totaux ainsi que du P disponible. En outre, les concentrations des éléments traces métalliques (Cu, Zn, Pb, Ni et Cr) étaient plus élevées dans les sols amendés que dans les sols non amendés suggérant que les amendements n'apportent pas seulement des nutriments pour la croissance des plantes, mais aussi des contaminants pouvant présenter un risque pour la santé humaine.

Savadoogo et al. (2017) ont évalué les effets synergiques du Paraquat et de la Lambdacyhalothrine en présence du compost sur le macrofaune du sol sous culture pluviale de sésame en milieu paysan, dans la région du Centre-Est. L'étude a été menée entre 2014 et 2015 sur des monolithes de sols prélevés à des profondeurs de 0-10 cm et 10-30 cm 3 jours avant semis, au 41ème et au 81ème jours après semis. Les résultats ont montré qu'en absence de pesticide, le compost a entraîné une augmentation du nombre d'individus du macrofaune du sol de 84,14% et de 173,46% respectivement dans les profondeurs de 0-10 cm et 10-30 cm du sol par rapport au témoin non traité. Il est ressort aussi que le compost était plus favorable au développement équilibré et diversifié des groupes de macrofaune. Après traitement des parcelles par le Paraquat et la Lambdacyhalothrine, une diminution de 47,56% du macrofaune du sol a été notée à la profondeur de 0-10 cm du sol et leur élimination totale a été observée à la profondeur 10-30 cm. Porgo et al. (2016) ont évalué les impacts environnementaux sur la pollution de l'air, de l'eau et du sol causés par l'exploitation de la mine d'or d'Essakane, située au Nord-Est. Des analyses sur l'eau potable ont été faites pour déterminer la concentration des produits chimiques essentiels utilisés dans l'exploitation de l'or. Les résultats ont montré que l'utilisation de produits chimiques tels que le cyanure (exploitation aurifère industrielle) et le mercure (exploitation artisanale de l'or) pour obtenir l'or du minerai constituait un risque potentiel pour l'écosystème, la santé des populations locales et la production animale.

Bambara et al. (2015) ont évalué la pollution des sols agricoles et leur relation avec les métaux lourds à Paspanga. Ainsi, la détermination de la concentration, le calcul du facteur de contamination et l'indice de charge de pollution des métaux lourds dans les sols agricoles, y compris les sols supérieurs (0-5 cm) et sous-sols (15-20 cm) à Paspanga, ont été entrepris. Les résultats montrent un ordre décroissant des métaux observés dans les échantillons de sol supérieur de Paspanga : Fe>Mn>Pb>Zn>Cr>Ni>Co>As>Hg tandis que celui des échantillons de sous-sol était Fe>Mn>Zn>Pb>Cr>Ni>Co>As>Hg. Les niveaux de métaux lourds analysés étaient dans la limite du seuil fixé par l'OMS. Les concentrations de métaux lourds dans le sol supérieur étaient plus élevées que celles du sous-sol. L'indice de charge de pollution a indiqué que la couche supérieure et le sous-sol du jardin maraîcher de Paspanga (sol) n'étaient pas pollués. L'étude statistique de la concentration en métaux lourds dans la couche supérieure et le sous-sol a montré qu'il existe une corrélation entre : le nickel et le zinc (Ni-Zn), le manganèse et le zinc (Mn-Zn), le plomb et l'arsenic (Pb-As) et le plomb et le mercure (Pb-Hg).

Kiba et al. (2012) ont évalué l'effet des pratiques de fertilisation sur les sols et des cultures des sites de Boulmiougou, Hôpital, Tanghin, Wayalguin entre 2007 et 2008. Le pH, les teneurs en carbone total (C), azote (N), phosphate (P) et P inorganique, ainsi que les teneurs en P disponible et en métaux lourds (Cd, Cu, Pb, Cr, Zn et Ni) ont été déterminés dans les sols. Les résultats ont montré que les teneurs en Pb du sol étaient la plus élevée sur le site avec Tanghin qui a été attribuée à la pollution atmosphérique liée au trafic routier compte tenu de la proximité du site avec une route principale. L'utilisation de déchets solides et d'eaux usées a conduit à l'accumulation de N, P et de métaux dans le sol.

Abaga et al. (2011) ont déterminé les résidus d'insecticides dans les sols cotonniers du Burkina Faso et leur effet sur l'asymétrie fluctuante chez les abeilles mellifères (*Apis mellifera* Linnaeus). L'acétamipride, cyperméthrine, endosulfan et profenofos ont été étudiés dans des sols prélevés dans des zones cotonnières traditionnellement cultivées et dans de nouvelles zones cotonnières. Des échantillons de sols superficiels de lixisol et de vertisol (0–20 cm) ont été collectés dans les 11 parcelles de coton en juin 2006 avant l'application d'insecticide (T0) et à nouveau 3 mois (T3 mois) après les traitements insecticides. Les résidus de pesticides extraits ont été analysés à l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse couplé à un spectromètre de masse (GC–MS). Les résultats ont révélé que dans des échantillons de sol prélevés trois mois après les traitements insecticides, les concentrations d'endosulfan et de profenofos variaient de l'ordre de 10 à 30 µg/kg dans les zones traditionnellement cultivées et de 10 à 80 µg/kg dans les nouvelles zones cotonnières, ce qui indique une pollution des terres agricoles. Cependant, seules les concentrations de profenofos étaient significativement plus élevées dans la nouvelle zone cotonnière que dans les zones traditionnellement cultivées.

Traore et al. (2006) ont évalué de la pollution des sols par les pesticides utilisés dans la production cotonnière dans sept sites de la zone cotonnière du Burkina Faso. Des échantillons de sols ont été prélevés dans les champs de coton pendant la saison des pluies et la saison sèche entre 2003 et 2004. Les résidus de pesticides ont été analysés par chromatographie gazeuse après extraction et purification. Les résultats ont montré que les sols étaient contaminés par l'endosulfan à la teneur de 1 à 22 µg/kg aussi bien au champ paysan qu'en station expérimentale. Une faible pollution par le diméthoate (1,7 à 5 µg/kg) a été notée dans le milieu paysan au cours de la campagne. Le suivi à l'échelle du laboratoire de la dégradation de l'endosulfan dans différents types de sols a montré que la dégradation était plus rapide dans les sols riches en matière organique et en argile.

Tapsoba et al. (2008) ont déterminé les teneurs en résidus de  $\alpha$  et  $\beta$ -endosulfan et de sulfate d'endosulfan dans des sols prélevés sur trois zones productrices de coton dont Boromo, Dédougou et Fada N'Gourma. Des échantillons de sols ont été collectés dans les zones d'étude en juin et novembre 2007 dans la région du Mouhoun et en juillet et novembre 2007 dans la région de l'Est sur les sites de culture de coton conventionnel, biologique et de sésame. Le sol a été prélevé dans la couche 0-20 cm à l'aide d'une tarière manuelle. Les échantillons ont été analysés avec un deuxième GC équipé d'ECD. Les isomères  $\alpha$  et  $\beta$ -endosulfan ainsi que leur produit de dégradation, le sulfate d'endosulfan, ont été détectés dans les échantillons de sols. La présence de résidus d'endosulfan dans les sols de site de culture biologique et du sésame était non-systématique, tandis qu'elle s'intensifie de la période de culture jusqu'à la saison sèche dans les champs de coton conventionnel.

#### **4. Pollution sonore**

L'exposition à long terme au bruit peut avoir diverses conséquences pour la santé, notamment provoquer un inconfort, des troubles du sommeil, des effets négatifs sur le système cardiovasculaire et sur le métabolisme, ainsi que des troubles cognitifs chez les enfants. Traore et al. (2023) ont réalisé des mesures sur le niveau de pollution sonore afin d'évaluer ses effets possibles chez 104 travailleurs dans une usine de métallurgie d'acier et d'aluminium à Ouagadougou du 1er décembre 2019 au 31 janvier 2020. Les résultats ont montré que l'intensité du bruit variait de 52 à 96 dB(A) aux postes de travail. Les signes fonctionnels étaient dominés par les acouphènes (28,85%), les céphalées (27,88%) la sensation d'oreilles bouchées (18,27%) et les troubles du sommeil (18,27%). 45 travailleurs (43,27%) avaient un déficit audiométrique. 43 (soit 95,56%) ont présenté une surdité de perception et 2 (soit 4,44%) ont présenté une surdité mixte. Tous les travailleurs disposaient de protecteurs individuels contre le bruit.

Toutefois, 58 (soit 55,77%) ne portaient pas ces équipements de protection individuelle de façon permanente.

Oubian et al. (2020) ont réalisé une évaluation audiométrique menée dans les quatre centrales électriques de la SONABEL du 19 juillet 2016 au 03 août 2016, de la ville de Ouagadougou. Les résultats ont montré que la sonométrie a noté une moyenne de 105,05 décibels (db) dans les salles de production et 74,1db dans les salles de commandes.

Oubian et al. (2019) ont analysé l'impact des nuisances sonores sur la qualité de vie chez 109 travailleurs dans les Centrales Électriques de la Ville de Ouagadougou du 19 juillet 2016 au 03 août 2016. Les résultats ont montré que l'exposition était intermittente dans 80,7% et continue dans 19,2%. Une baisse auditive était retrouvée chez 13 travailleurs en exposition continue. Le retentissement clinique était constitué des acouphènes, des palpitations, des céphalées et sensation de pesanteur dans la poitrine. La nuisance sonore occasionne une perturbation du comportement social. Vingt-cinq travailleurs avaient tendance à hausser la voix quand ils parlaient, 18 personnes avaient des acouphènes, 12 personnes augmentaient le volume de la télévision. Les nuisances sonores sont donc un problème réel et impactent négativement la santé des travailleurs et altèrent leur intégration sociale.

Thiombiano et Niankara (2018) ont examiné l'impact de la pollution sonore constante et intermittente sur les inégalités sociales de santé au Burkina Faso sous l'angle des déficiences auditives en s'appuyant sur une modélisation de Poisson. Un échantillon aléatoire de 838 personnes dans 200 ménages vivant à proximité de l'aéroport international de Ouagadougou et des centrales thermiques de la SONABEL a été enrôlé dans l'étude. Les résultats empiriques ont révélé que l'intensité du bruit est un déterminant significatif de la déficience auditive et une source d'inégalités environnementales. Une exposition constante à un bruit de forte intensité double la probabilité de développer une déficience auditive par rapport à une exposition temporaire. Les résultats soulignent également les problèmes de mauvaise planification urbaine dans les pays en développement.

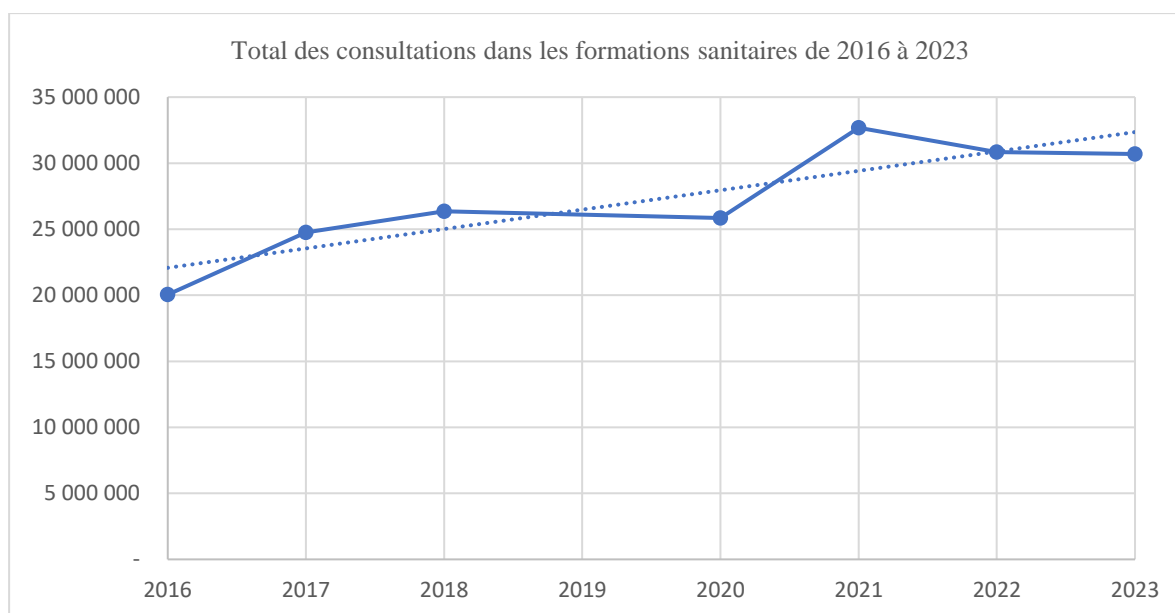
### **III- EPIDÉMIOLOGIE DES MALADIES LIÉES À L'ENVIRONNEMENT AU BURKINA FASO**

Le profil épidémiologique du pays est marqué par la persistance d'une forte charge de morbidité due aux endémo-épidémies y compris l'infection à VIH et par l'augmentation progressive du fardeau des maladies non transmissibles. Les principales maladies d'importance en santé publique sont le paludisme, la dengue, les infections respiratoires aiguës, la malnutrition, les maladies diarrhéiques, le VIH, le Sida, les IST, la tuberculose, la lèpre et les maladies tropicales négligées. En outre, le Burkina Faso est régulièrement confronté à des flambées épidémiques (méningite cérébro-spinale, COVID-19, rougeole, poliomyélite). Les maladies non transmissibles sont en augmentation. Elles regroupent entre autres, les affections cardiovasculaires, les troubles et maladies mentales, les maladies métaboliques comme le diabète, la malnutrition et autres carences nutritionnelles, les cancers, les maladies génétiques et les traumatismes dus aux accidents de la route.

Les principales maladies amenant les populations à recourir aux services de santé sont le paludisme tient la palme, les infections respiratoires aiguës, les maladies diarrhéiques, les parasitoses intestinales, les plaies, les affections de la peau, la dysenterie, l'ulcère d'estomac, les Conjonctivites, les infections sexuellement transmissibles, les bronchites, l'hypertension artérielle, ...

De 2016 à 2023, le recours des populations aux services de santé, notamment en termes de consultations, a une tendance à la hausse, logiquement en lien avec la croissance de la population. Cependant, cette hausse n'est pas constante. Certaines années comme 2021 a connu la hausse la plus substantielle, et les deux dernières années ont connu une légère baisse du nombre absolu des consultations dans les formations sanitaires. Cette situation pourrait en partie s'expliquer par la situation sécuritaire que connaît le pays, avec l'inaccessibilité de certaines formations sanitaires par les populations.

Il est à noter qu'il n'y a pas eu d'annuaire statistique pour l'année 2019. De plus, les annuaires statistiques sont des rapports générés par le département ministériel de la santé pour des besoins spécifiques de planification et des autres politiques du ministère. Ils font la synthèse de données générées et remontées depuis la base du système de soin. Il manque des éléments de détails qui auraient permis une meilleure analyse de l'évolution épidémiologique des maladies liées à l'environnement.



Sources (Annuaire statistique 2016, 2017, 2018, 2020, 2021, 2022, 2023)

Figure 2: Nombre total des consultations dans les formations sanitaires de 2016 à 2023

### 3.1. Maladies infectieuses

#### 3.1.1. Paludisme

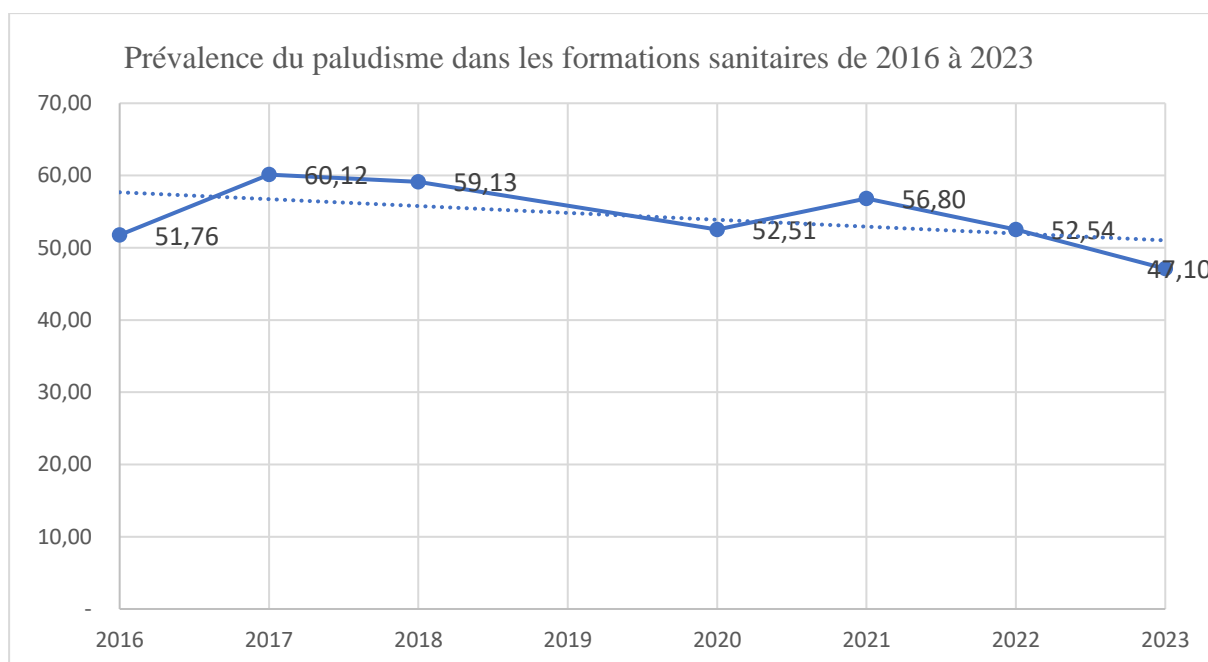
Entre 2017 et 2023, le paludisme était le principal motif de consultation externe et d'hospitalisation dans les formations sanitaires de base et les centres médicaux/hôpitaux. Avec 43,5% des consultations externes dans les formations sanitaires de base et 30,3% dans les centres médicaux/hôpitaux.

Le paludisme reste la maladie infectieuse la plus fréquente au Burkina Faso, malgré une baisse continue des indicateurs entre 2017 et 2023. L'incidence du paludisme dans la population est passée de 623,9 pour 1000 habitants en 2019 à 471,0 pour 1000 habitants en 2023. Dans la même période, la létalité globale du paludisme évoluait en dent de scie, passant de 0,7% en 2019 à 0,6% en 2023. Chez les enfants de moins de 5 ans, la létalité due au paludisme grave reste stationnaire entre 1,4% en 2019 à 1,3% en 2023. Chez les femmes enceintes, cette létalité était de 0,1% entre 2020 et 2023. Les enfants de moins de 5 ans paient le plus lourd tribut en termes de morbidité et de létalité liée au paludisme.

Du point de vue de la distribution géographique, les régions des Hauts-Bassins, de l'Est et du Centre-Est avaient rapporté le plus de cas de paludisme en consultations externes dans les formations sanitaires en 2017, alors qu'en 2020 les régions du Centre-Est, de l'Est et des Hauts-Bassins dominaient. En revanche, la région du Centre est passée devant en 2023, suivie par les Hauts Bassins et la région du Centre-Est.

L'analyse de la figure 3 nous permet de tirer quelques enseignements. Par rapport à 2016, dernière année prise en compte dans le précédent rapport sur l'état de l'environnement au Burkina Faso (REEB 4), la prévalence des consultations pour motif de paludisme dans les formations sanitaires, toutes catégories confondues, a connu une augmentation. Il est passé de 51,76% à 60,12%. Entre 2017 et 2023, on a assisté à une évolution à dent de scie, avec une tendance à la baisse. Une analyse des données régionales devrait permettre une meilleure compréhension de la dynamique.





Sources (Annuaire statistique 2016, 2017, 2018, 2020, 2021, 2022, 2023)

**Figure 3: Prévalence du paludisme dans les formations sanitaires de 2016 à 2023**

### 3.1.2. Dengue

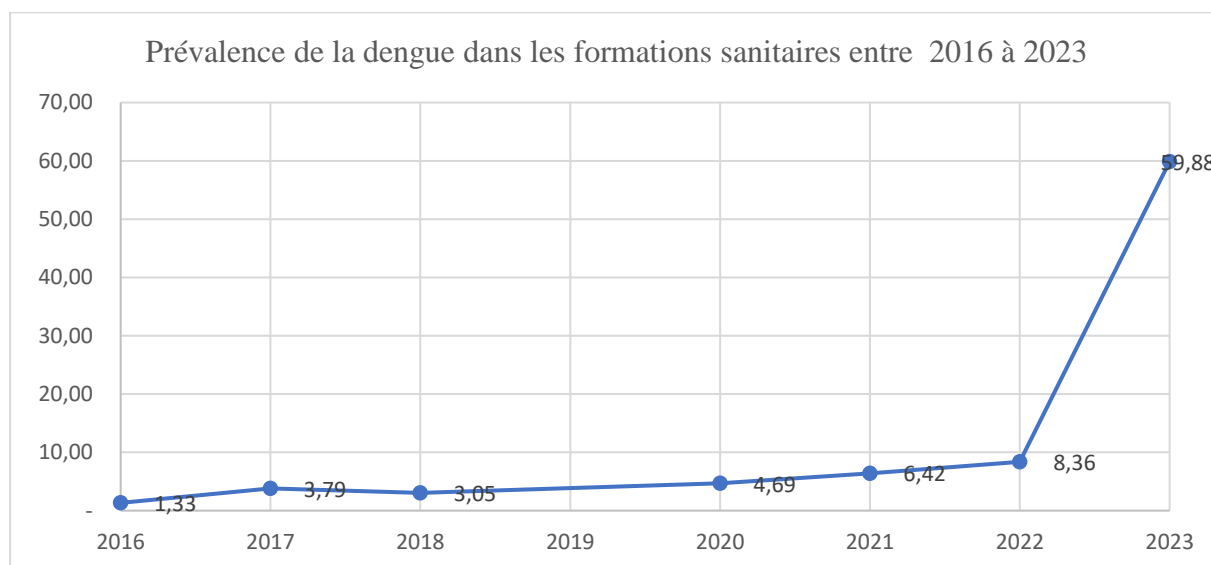
C'est l'arbovirose la plus répandue au Burkina Faso. Son ampleur est probablement sous-estimée en raison de sa proximité clinique avec le paludisme et la non-disponibilité ou la cherté des moyens diagnostics. La surveillance de la dengue au Burkina Faso s'est améliorée à la suite de l'épidémie de 2013. L'incidence de la dengue est en constante augmentation, même si elle varie en dents de scie entre 2017 et 2023 et concernait principalement les adultes en termes de morbidité et de mortalité.

En 2017, 6922 cas de dengue ont été notifiés en consultation externe dans les formations sanitaires de base, principalement dans la région du Centre. Les régions des Cascades (1 cas), Sud-Ouest (11 cas), Sahel (16 cas) et le Centre-Sud (18 cas) avaient le moins de cas. De manière similaire, ces formations sanitaires ont rapporté 2277 mises en observation dont 6 décès, principalement dans les régions du Centre (1546 cas) et du Nord (347 cas). Seule la région du Centre a notifié 510 cas en consultations externes des centres médicaux et hôpitaux en 2017. En hospitalisation, en revanche, toutes les régions en ont rapporté. Au total, 3487 cas dont 65 décès sont survenus principalement dans les régions du Centre (2257 cas) et le Centre-Ouest (360cas). Moins de cas ont été rapportés en consultations externes et dans les mises en observation des formations sanitaires de base, ainsi que les hospitalisations et décès des centres médicaux et hôpitaux en 2020. Par contre, ces derniers ont rapporté jusqu'à 7557 cas dont 5612 dans la Région du Centre, 342 dans le Sahel qui semblait peu touché précédemment, 337 dans la Bouche du Mouhoun et le reste dans les autres régions.

L'année 2023 a été exceptionnelle en termes de morbidité et létalité liée à la dengue, qui passe désormais troisième dans le top 10 des hospitalisations et huitième dans le top 10 des causes de décès dans les hôpitaux et centres médicaux, avec respectivement 29 343 cas et 989 décès. Au total, 137 010 cas ont été rapportés en consultations externes dont 80 653 dans le Centre, 33 835 dans les hauts-Bassins et 5582 dans le Centre-Ouest. Seules les régions des Cascades, du Centre-Sud et du Sud-Ouest ont rapporté moins de 800 cas. En termes de cas hospitalisés, la région du Centre dominait également, suivie par les Hauts-Bassins, de même qu'en termes de

décès avec 435 et 336 respectivement. La létalité globale était de 0,5%, avec pour les extrêmes 0,0% dans le Sud-Ouest, 0,8% dans le nord et 2,2% dans le Sahel probablement à cause de la situation sécuritaire.

La figure 4 montre l'évolution de la prévalence de la dengue (nombre de cas pour 10 000 habitants) dans les formations sanitaires au Burkina Faso. De 0% en 2016 selon les données de l'annuaire statistique de la santé (annuaire statistique 2016, 2017), l'évolution du nombre de cas a été constante avec une légère hausse de 2017 à 2022, puis un pic épidémique en 2023. Cette tendance qui semble ne pas suivre l'évolution du nombre global de consultation témoigne d'une hausse de l'incidence de la maladie.



Sources (Annuaire statistique 2016, 2017, 2018, 2020, 2021, 2022, 2023)

Figure 4: Prévalence de la dengue dans les formations sanitaires entre 2016 à 2023

### 3.1.3. Méningite

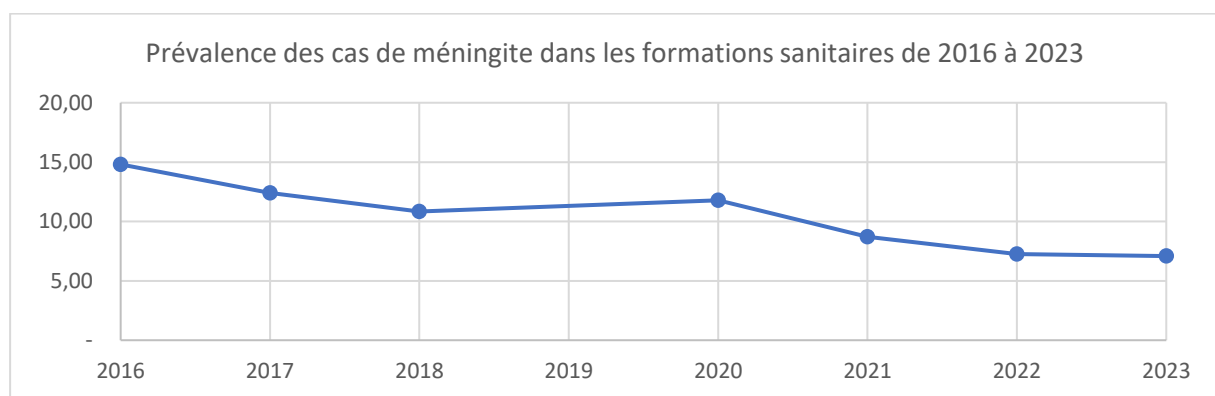
En 2017, la létalité due à la méningite était de 7,7% à l'échelle nationale, soit 3,5% à l'Est et 3,6% dans les Cascades, pour les plus faibles contre 14,4% au Sahel, 11,6% dans le Sud-ouest et 10,0% au Plateau central. La méningite évoluait de manière biannuelle avec moins de 2000 cas en 2019, 2021 et 2023 et plus de 2000 cas en 2020 et 2022. La létalité due à la méningite a baissé de 7% en 2019 à 3,8% en 2023.

La méningite était la septième cause de décès dans les formations sanitaires de base en 2017 avec 41 décès (1,5%), dont la majorité chez les enfants de 5-14 ans. Au total 603 cas de méningites ont été notifiés lors des consultations externes dans ces formations sanitaires de base en 2017 dont la majorité chez les enfants de 1-4 ans (154 cas) et 5-14 ans (257 cas). Les Régions du sud-ouest (91), des Hauts Bassins (73), du Centre-Est (69) et du Centre-Sud (69) concentraient la majorité des cas. Au total, 545 personnes ont été mises en observation pour méningite dont la plupart étaient âgés de 1-4 ans (136 cas dont 9 décès) et de 5-14 ans (217 cas dont 20 décès).

En consultations externes dans les centres médicaux et les hôpitaux, 282 cas de méningites à méningocoque étaient rapportés en 2017, avec 56 cas de méningite à liquide clair non tuberculeux et 1469 autres cas de méningites. Au total, 322 hospitalisations dont 64 décès ont été faites pour méningite, la majorité étant de 1-4 ans et 5-14 ans.

Selon le Service de surveillance épidémiologique / DPSP, 517 cas positifs de méningites ont été objectivés sur les 1 828 échantillons Liquides Céphalo-Rachidiens (LCR) analysés par PCR avec 329 cas de *Neisseria meningitidis* (Nm) indéterminés, 84 cas de NmW, 54 de NmA, 20 cas d'*Haemophilus influenzae* b et 14 cas de NmC.

La figure 5 montre la prévalence de la méningite dans les formations sanitaires (nombre de cas pour 100 000 habitants). L'analyse de la figure nous laisse voir une baisse constante de cette prévalence des consultations pour motif de méningite. Au cours de la période couverte par le REEB 4, l'évolution de la prévalence de la méningite était en dent de scie. Il est à mentionner que la tendance baissière au cours de la période couverte par le présent rapport s'est accentuée les dernières années, ce qui confirme que la baisse du nombre total des consultations se répercute sur le nombre de consultations pour motif de méningite. Il est cependant utile qu'une analyse des données puisse permettre d'affiner les hypothèses qui expliquent la dynamique.



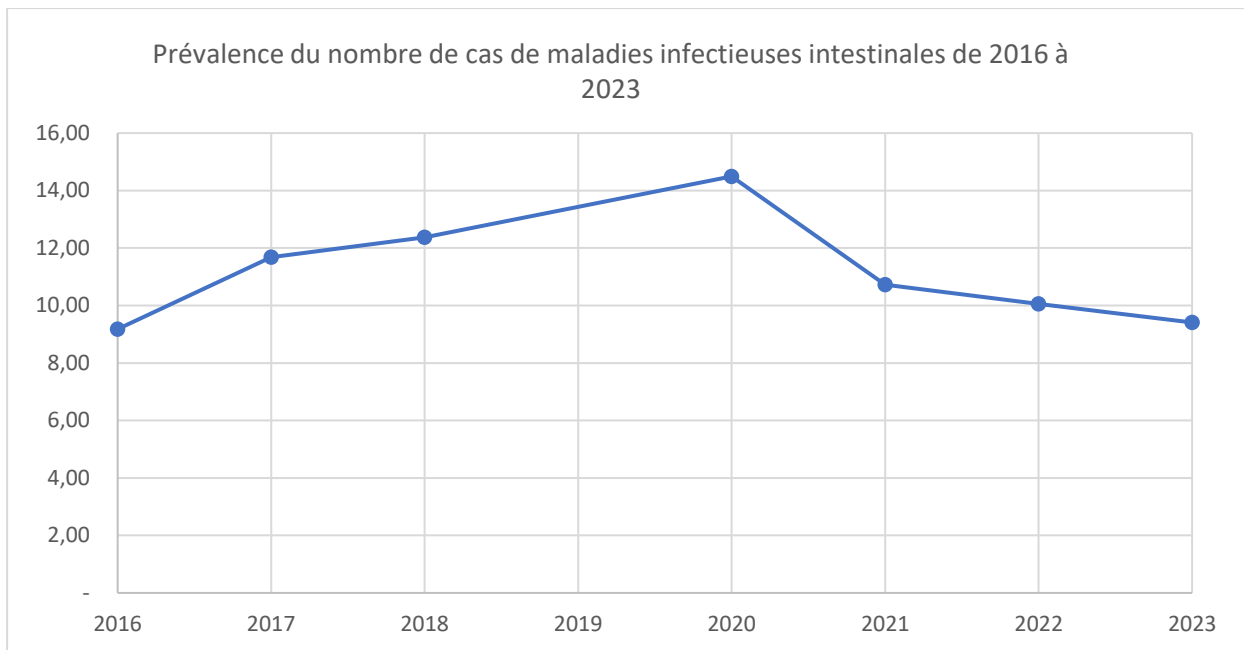
Sources (Annuaire statistiques 2016, 2017, 2018, 2020, 2021, 2022, 2023)

Figure 5: Prévalence des cas de méningite dans les formations sanitaires de 2016 à 2023

### 3.1.4. Maladies infectieuses intestinales

Les maladies infectieuses intestinales regroupent un ensemble de pathologies causées par des agents infectieux au tractus digestif. Dans le cadre de ce rapport, la classification des maladies dans ce groupe selon les annuaires statistiques a été adoptée. Elles regroupent le choléra, les fièvres typhoïdes et paratyphoïdes, la dysenterie amibienne, la schigellose, la chistosomiase digestive, les autres diarrhées infectieuses, les abcès amibiens du foie, les intoxications alimentaires bactériennes, les diarrhées non sanguinolentes, les diarrhées sanguinolentes, les parasitoses intestinales, la diarrhée.

L'évolution du nombre de cas de ces pathologies est représentée dans la figure ci-dessous (nombre de cas pour 100 habitants). Cette figure laisse voir une nette hausse du nombre des consultations, entre 2016 et 2020. Au cours des trois dernières années concernées par ce rapport, on note une nette baisse du nombre de ces maladies. Si pour les années 2022 et 2023 il y'a une certaine cohérence avec la baisse du nombre total des consultations dans les formations sanitaires, ce facteur seul ne saurait expliquer ce profil.



Sources (Annuaire statistique 2016, 2017, 2018, 2020, 2021, 2022, 2023)

Figure 6 : Prévalence du nombre de cas de maladies infectieuses intestinales de 2016 à 2023

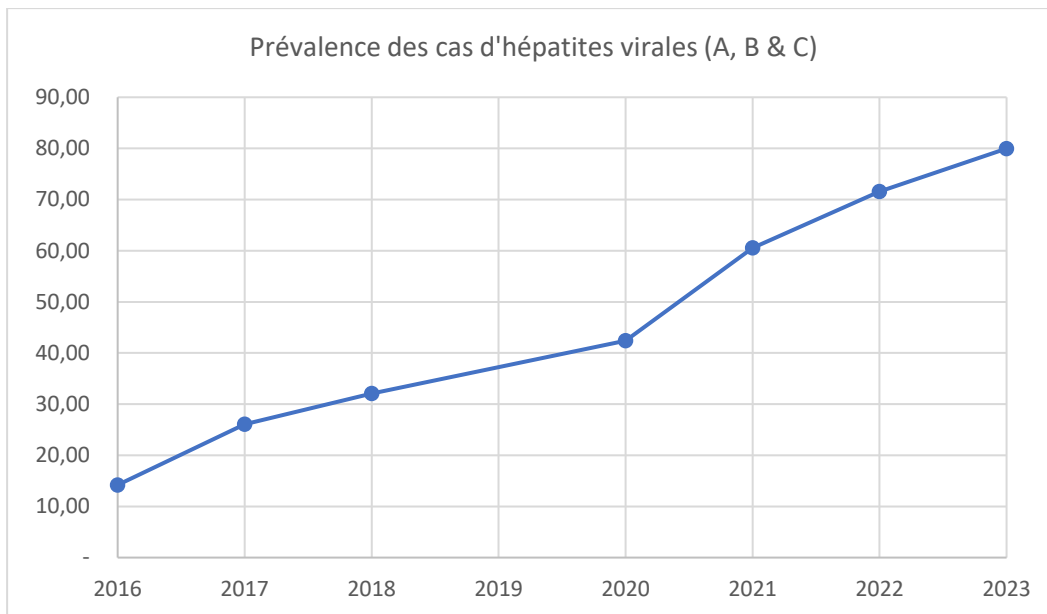
### 3.1.5. Les hépatites virales

Au Burkina Faso 8% de la population est atteinte par l'hépatite B contre 1 à 2% pour l'hépatite C (Etudes). Notre pays est reconnu par l'OMS comme un pays de forte prévalence pour l'hépatite B. 80% des cancers du foie sont causés par cette infection (OMS).

De 2016, année couverte par le quatrième REEB, à 2023, la prévalence des consultations pour motif d'hépatite virale (A, B ou C) a été en nette hausse (nombre de cas pour 100 000 habitants). De 2016 à 2017, le nombre de consultation a pratiquement doublé, et de 2016 à 2023, ce nombre a été multiplié par un facteur supérieur à 6.

Le mode de propagation du virus responsable de l'hépatite A est l'ingestion par une personne non infectée (et non vaccinée) d'eau ou d'aliments contaminés par les matières fécales d'un sujet infecté. La maladie est étroitement associée à l'eau et à la nourriture insalubres, à des conditions d'assainissement insatisfaisantes, à une mauvaise hygiène personnelle et à des relations sexuelles oro-anales.

Comme rapporté dans la deuxième partie de ce rapport (Traoré et al. (2023)), une contamination de certaines eaux souterraines et de surface par les coliformes témoigne d'une mauvaise qualité de celles-ci. Ce qui laisse croire que l'évolution des hépatites, bien que maladies multifactorielles, pourrait s'expliquer en partie par le faible niveau d'assainissement.



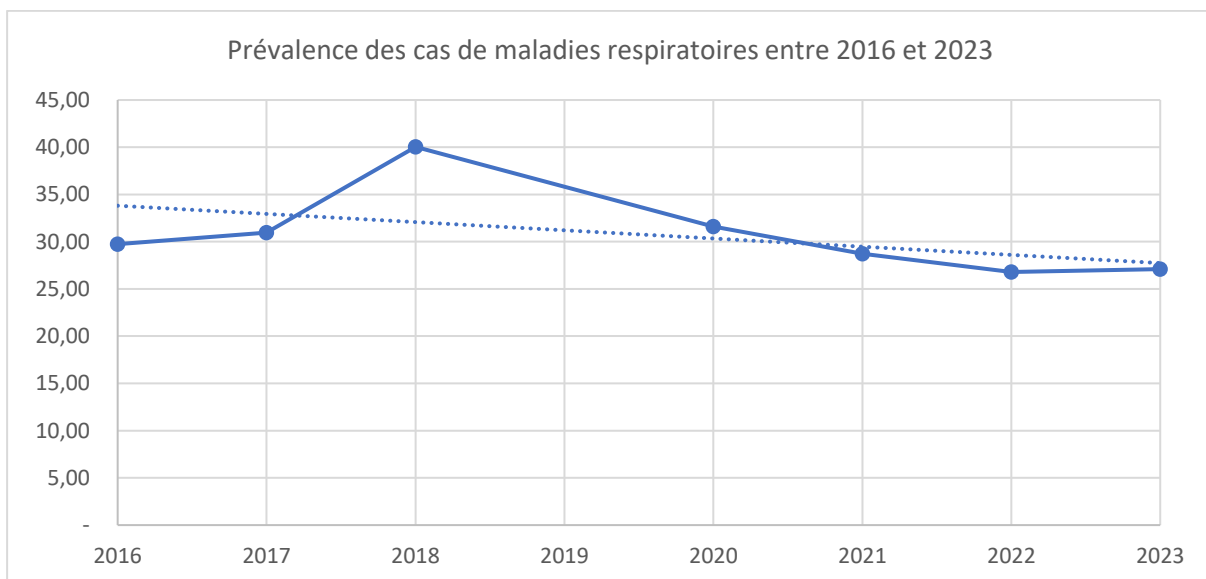
Sources (Annuaire statistique 2016, 2017, 2018, 2020, 2021, 2022, 2023)

Figure 7: Prévalence des cas d'hépatites virales (A, B & C)

### 3.1.6. Maladies de l'appareil respiratoire

Dans le cadre de ce rapport, une synthèse a été faite à partir des annuaires statistiques, et les maladies ont été retenues selon ces annuaires. Il s'agit (annexe 1) des bronchites, bronchiolites aiguës, de l'angine, de la pneumonie, de la pneumopathie, du pneumothorax, de l'emphysème, de l'état de mal asthmatique et de l'asthme, de l'épanchement pleural non classé, de l'insuffisance respiratoire, des pleurésies purulentes, des pleurésies à liquide, ...

L'analyse de la figure ci-dessous, la tendance globale est une évolution stable de ces maladies avec une légère baisse. On a noté une hausse importante en 2017 et surtout en 2018, puis une baisse progressive à partir de 2020 jusqu'en 2023.

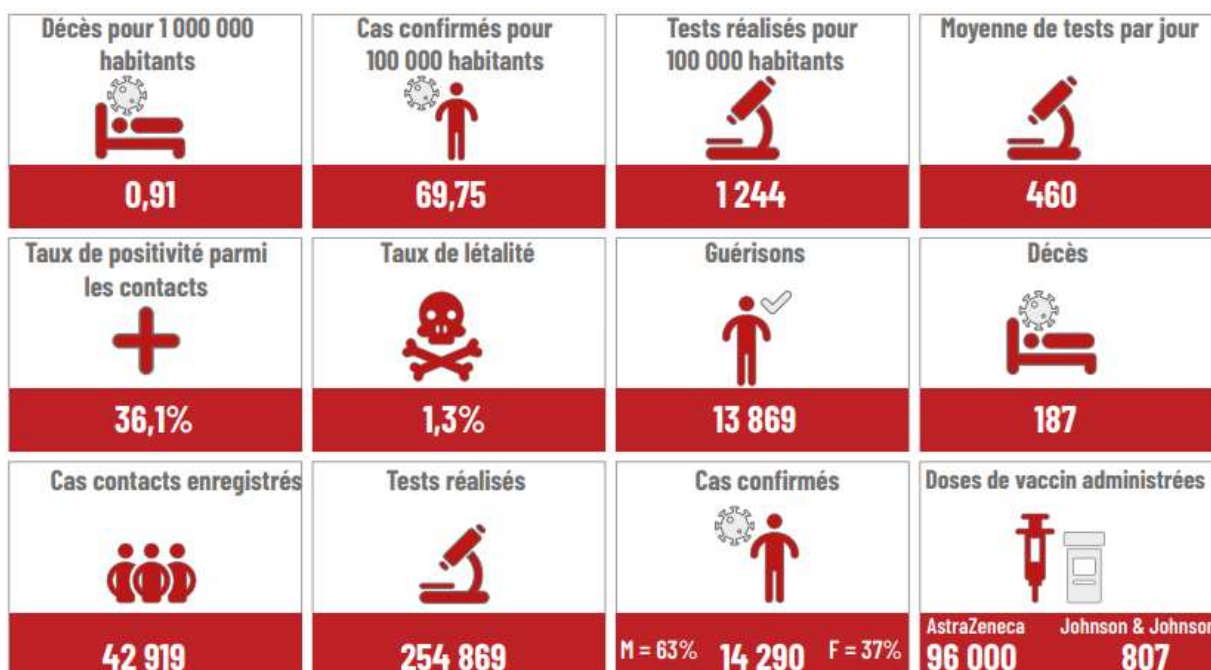


Sources (Annuaire statistique 2016, 2017, 2018, 2020, 2021, 2022, 2023)

Figure 8: Prévalence des cas de maladies respiratoires entre 2016 et 2023

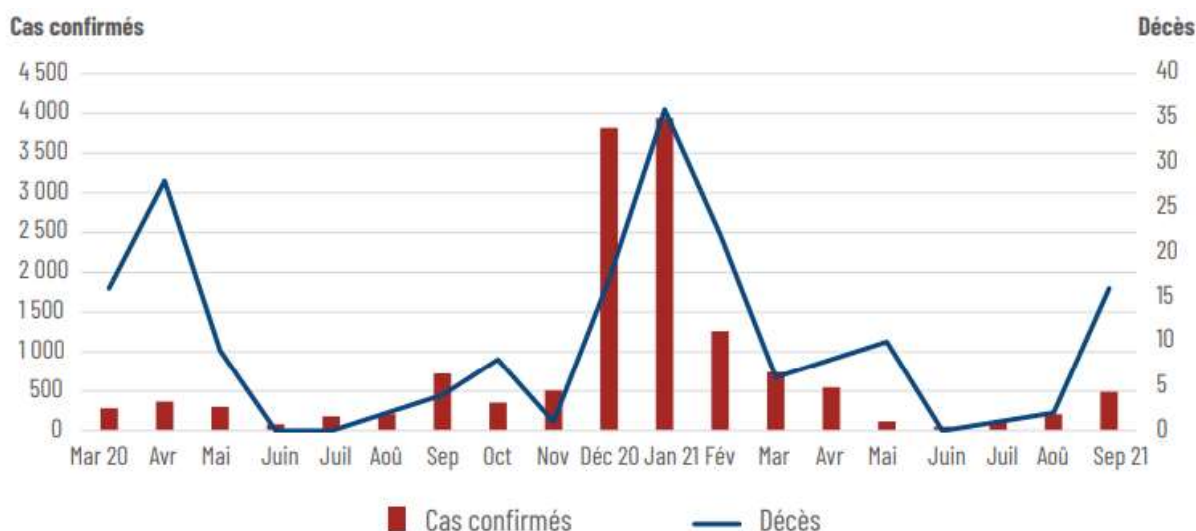
### 3.1.7. COVID-19

Le 9 mars 2020, le Burkina Faso confirmait son premier cas de COVID-19 à la suite d'un dépistage de deux cas suspects. Au 30 septembre 2021, le Burkina Faso a recensé 13 537 cas confirmés de la COVID-19 et 186 décès. Ceci représente un taux d'attaque de 62,9 cas COVID-19 pour 100 000 habitants et environ 9,1 décès COVID-19 pour 1.000.000 d'habitants. L'épidémie de COVID-19 est marquée par deux vagues, la première entre septembre et octobre 2020 avec 18 cas enregistrés en moyenne chaque jour ; et la deuxième, la plus importante, entre décembre 2020 et février 2021 avec une moyenne de 101 nouveaux cas par jour, avec un pic 292 nouveaux cas par jour. Près de 63% des personnes infectées par la COVID-19 au Burkina Faso sont des hommes. L'âge moyen des personnes atteintes par cas la COVID-19 au Burkina Faso est de 41 ans. Les décès se concentrent au niveau des deux régions (Centre et Hauts-Bassins), épicentres de l'épidémie, qui regroupent les 87% des décès. L'âge moyen des personnes décédées des suites de la COVID-19 est de 68,1 ans. En somme, l'année 2021 a été plus meurtrière que 2020. En effet, de janvier à septembre 2021, soit neuf mois sur le total des dix-neuf mois, le nombre de décès enregistré s'élève à 101, soit environ 54%. Le pays a reçu au total 266 400 doses de vaccin dont 115 200 doses du vaccin AstraZeneca et 151 200 doses de vaccins Johnson & Johnson, tous financés par le dispositif. Après deux mois et demi de campagne de vaccination (juin-août 2021), près de 84% de la dotation des doses de vaccin disponibles (115 200) est administré à la date du 18 août 2021.



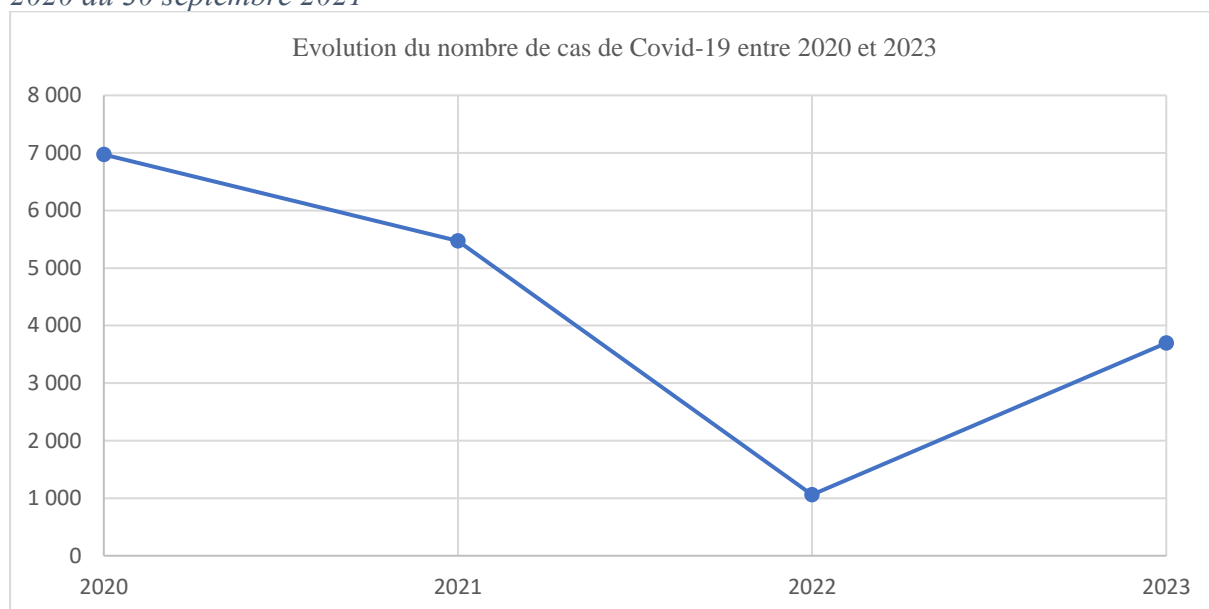
Source: Gouvernement du Burkina Faso, cité par IMMAP

Figure 9: Principaux indicateurs sur la COVID-19 au Burkina Faso (mars 2020-septembre 2021)



Source: Gouvernement du Burkina Faso, cité par IMMAP

Figure 10 : Evolution du nombre de décès et des cas confirmés au Burkina Faso, de mars 2020 au 30 septembre 2021



Sources (Annuaire statistique 2016, 2017, 2018, 2020, 2021, 2022, 2023)

Figure 11: Evolution du nombre de cas de Covid-19 entre 2020 et 2023

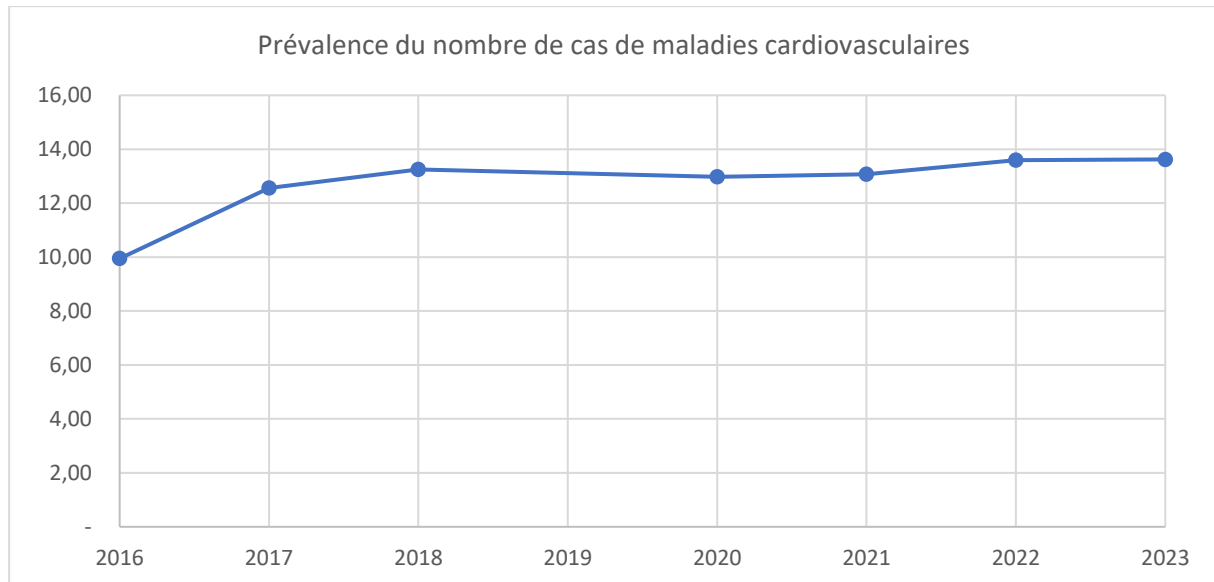
### 3.2. Maladies non transmissibles

#### 3.2.1. Maladies cardiovasculaires

De façon globale, on note une augmentation de la prévalence des consultations pour motif de maladies cardiovasculaires (nombre de cas pour 100 habitants). Le nombre a été multiplié par 1,5 entre 2016 et 2023. Plusieurs facteurs environnementaux influencent ces maladies, comme déjà développé dans le premier chapitre de ce rapport. Il s'agit entre autres de la pollution de l'air, de la contamination des eaux de boisson par certaines substances comme les pesticides, ... Dans le chapitre 2 du présent rapport, il est clairement ressorti que l'air de plusieurs localités du Burkina Faso ayant l'objet d'études est pollué. Aussi, la contamination d'eaux et de sol par les pesticides et les métaux lourds ont été rapportés. Il est probable que ces facteurs

environnementaux pouvant contribuer à la hausse du nombre de cas de consultations pour motifs de maladies cardiovasculaires.

Il serait pertinent d'envisager une analyse des résultats par région pour mieux caractériser le lien possible entre pollution de l'environnement et le nombre de consultations pour maladies cardiovasculaires.



Sources (Annuaire statistiques 2016, 2017, 2018, 2020, 2021, 2022, 2023)

Figure 12: Prévalence du nombre de cas de maladies cardiovasculaires

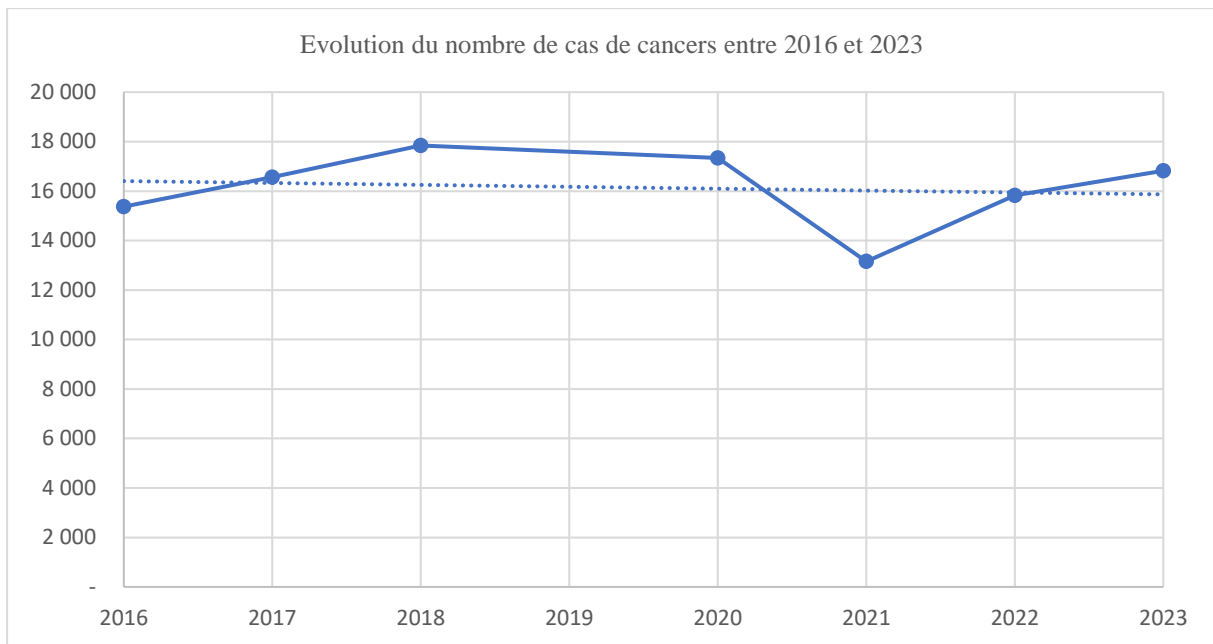
### 3.2.2. Cancers

Selon les annuaires statistiques qui ont permis synthèse de la figure ci-dessous, la pathologies classes dans ce groupe sont la tumeur maligne des lèvres, de la cavité buccale et du larynx, le lymphoma de Burkitt, la tumeur maligne de l'estomac, de l'œsophage, du pancréas, de l'appareil digestif et du péritoine, de l'appareil respiratoire et du thorax, la leucémie, ...

L'analyse de la figure montre que l'évolution des cancers durant la période couverte par ce rapport a une tendance à la baisse. On peut noter cependant qu'à partir de 2021, il y'a une nouvelle classification adoptée dans la définition des groupes de maladies dans les annuaires statistiques. Il n'est pas exclu que ce changement ait eu des répercussions sur le nombre de consultations rapport dans ces documents. En tout état de cause, il est souhaitable de comparer les données des annuaires avec des données directes dont la synthèse pourrait incomber à l'équipe de consultants. Ces chiffres cachent des disparités dans la répartition des cas par région. Une analyse de la situation à l'échelle de la région pourrait fournir des éléments de diagnostic et de caractérisation du profil épidémiologique des cancers présentés.

Plusieurs études établissent le lien entre les cancers et les facteurs environnementaux. Au nombre des facteurs environnementaux pouvant avoir ce lien avec la survenue des cancers, la pollution de l'air, la présence de substances chimiques cancérigènes et des agents pathogènes pouvant contribuer au développement du cancer ont été mis en évidence dans différents environnements au Burkina Faso, notamment durant la période couverte par le rapport. L'environnement pourrait bien contribuer





Sources (Annuaire statistique 2016, 2017, 2018, 2020, 2021, 2022, 2023)

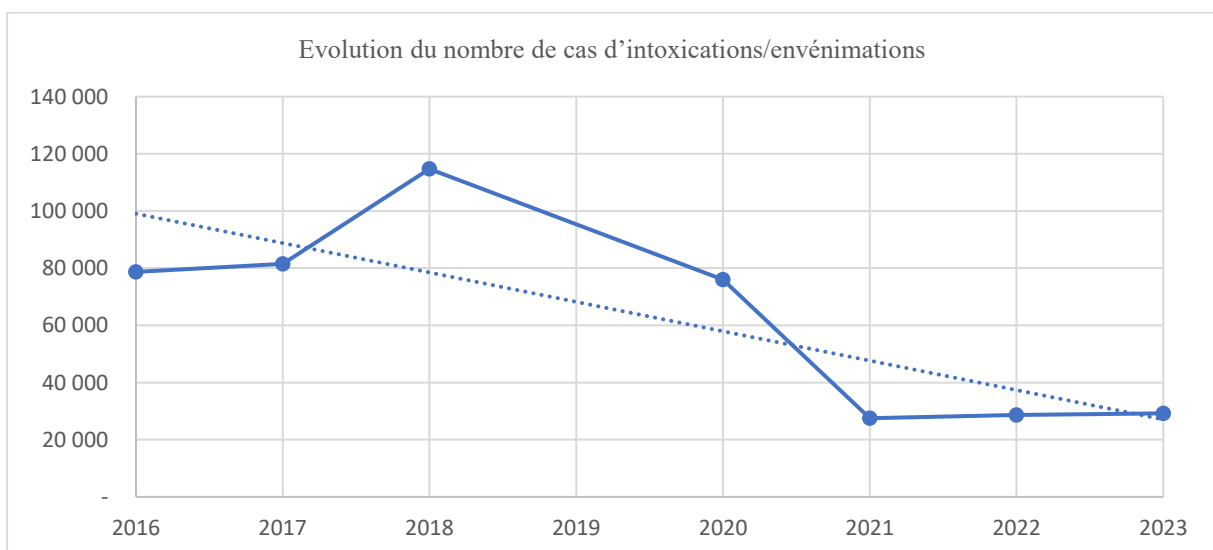
Figure 13: Evolution du nombre de cas de cancers entre 2016 et 2023

### 3.3. Autres problèmes de santé liés à l'environnement

#### 3.3.1. Intoxications/envenimations

Les intoxications, les empoisonnements et les envenimations sont une gamme d'événements de santé qui implique des actions involontaires de l'Homme. Ces événements surviennent dans les milieux hospitaliers, ménagers ou de travail. En fonction du milieu concerné, ils impliquent des substances utilisées pour les soins, pour les besoins professionnels ou dans les ménages (produits d'entretien, aliments contaminés).

L'analyse de la figure ci-dessous montre une baisse de la tendance du nombre de cas. Une analyse par région permettrait de jeter un regard particulier de la situation environnementale des régions où le nombre reste élevé.



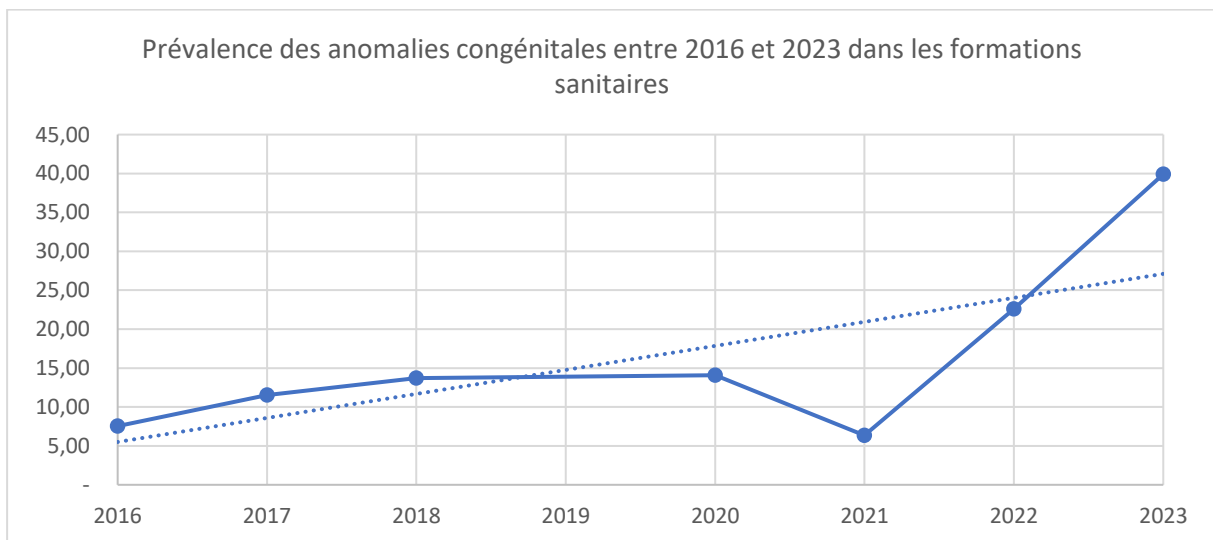
Sources (Annuaire statistique 2016, 2017, 2018, 2020, 2021, 2022, 2023)

Figure 14 : Evolution du nombre de cas d'intoxications/envenimations

### 3.3.2. Anomalies congénitales

Il s'agit d'anomalies survenant chez l'enfant à sa naissance. Entre 2016 et 2023, la prévalence des anomalies congénitales (nombre de cas pour 100 000 habitants) reçues dans les formations sanitaires a triplé. On tout de même que c'est au cours des deux dernières années couvertes par le rapport que l'évolution a été la plus rapide.

Les facteurs environnementaux les plus en cause sont l'exposition des parents à la fumée de cigarette (exposition passive et active), la pollution de l'air intérieur et de l'air extérieur, l'exposition aux pesticides en milieu Agricole. Tous ces facteurs ont été rapportés dans le deuxième chapitre du présent rapport. Ils ne sont certainement pas les seuls à expliquer le phénomène, mais leur contribution pourrait ne pas être négligeable, d'où un intérêt à mieux comprendre les liens à travers des analyses plus fine. Ceci nécessite que les données soient plus disponibles.



Sources (Annuaire statistiques 2016, 2017, 2018, 2020, 2021, 2022, 2023)

Figure 15 : Prévalence des anomalies congénitales entre 2016 et 2023 dans les formations sanitaires

## **IV- SANTÉ ET ENVIRONNEMENT : ENJEUX DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES**

### **IV.1. Tendances et projections climatiques**

Sous l'effet du changement climatique, des phénomènes climatiques extrêmes de plus en plus fréquents ont des conséquences dommageables sur l'économie et les communautés humaines. Pluies diluviennes, sécheresses, canicules et vents violents ont des impacts immédiats sur le milieu biophysique et les activités humaines. L'évolution à long terme du climat influence donc la dynamique des ressources naturelles (eau, sols, biodiversité) autant qu'elle est une source de préoccupation pour les conditions de vie des communautés, en ce qui concerne notamment, la santé et la qualité de vie.

L'analyse des tendances du climat au cours des trois dernières décennies (1990-2023) et les projections à l'horizon 2050 et 2100 ont été réalisées dans le cadre de ce cinquième rapport sur l'état de l'environnement. Les données utilisées sont celles fournies par l'Agence Nationale Météorologique (ANAM).

Les variables climatiques critiques pour l'économie et la qualité de vie ont été considérées, notamment la pluviométrie et les températures ; et l'analyse des données a permis d'examiner l'évolution de ces facteurs climatiques au cours de la période historique (1990-2023) et de simuler les projections sur à l'horizon 2050 et 2100<sup>1</sup> à l'aide de modèles couramment acceptés au plan international.

Les conclusions de cet exercice sont résumées dans les lignes qui suivent.

#### ***IV.1. Zonage et tendances climatiques de 1990 à 2023***

##### ***IV.1.1. Les zones climatiques au Burkina Faso***

Le Burkina Faso est subdivisé en trois zones climatiques, avec des caractéristiques climatiques propres :

---

<sup>1</sup> Pour de plus amples détails, se référer au rapport sur les changements climatiques et les catastrophes naturelles



Source : (Kambire et al., 2015)

Figure 16: Les zones climatiques du Burkina Faso

- ✚ **La zone climatique sahélienne** se situe au-dessus du parallèle  $14^{\circ}\text{N}$ , avec une pluviométrie annuelle moyenne inférieure à 600 mm et représente environ 25% du territoire. La station synoptique de Dori est retenue comme représentant cette zone.
- ✚ **La zone soudano-sahélienne**, située entre les parallèles  $11^{\circ}30'$  et  $14^{\circ}\text{N}$ , avec une pluviométrie annuelle moyenne comprise entre 600 et 900 mm, et représente actuellement environ 50 % du territoire (137 000 km<sup>2</sup>). Les données de la station synoptique de Ouagadougou-aéroport servent de référence à la caractérisation de cette zone.
- ✚ **La zone soudanienne** est située au sud du parallèle  $11^{\circ}30'\text{N}$ , avec une pluviométrie annuelle moyenne supérieure à 900mm et représente environ 25 % du territoire, soit 68 500 km<sup>2</sup>. Les données climatiques de la station synoptique de Bobo-Dioulasso servent de données de référence pour cette zone.

#### IV.1.2. Les tendances climatiques au cours des trois dernières décennies

L'analyse des tendances de la pluviométrie et des températures au cours de la période 1990-2023 dans les trois zones climatiques caractéristiques révèle que :

##### A. En ce qui concerne la pluviométrie

Pour les trois zones climatiques, la tendance observée du cumul annuel des pluies a été en hausse au cours de la période d'observation. La durée de la saison des pluies a révélé une tendance à la hausse, en raison d'une fin de saison plus tardive dans toutes les zones climatiques. Le nombre de jours de pluie  $> 50$  mm présente une tendance nette à la hausse en zone soudano-sahélienne et soudanienne, alors qu'il est resté faible en zone sahélienne, sauf pour quelques années exceptionnelles de la période d'observation.

##### B. Pour les températures

Les températures moyenne annuelles ont montré une tendance à la hausse pour toutes les 3 zones ; tendance moins prononcée pour la zone sahélienne. La hausse des températures moyennes est portée par une hausse nette des températures minimales dans les trois zones mais aussi des températures maximales dans les zones soudano-sahélienne et soudanienne.

Le nombre de jours chauds par an ( $T^{\circ} > 40^{\circ}\text{C}$ ) a augmenté nettement au cours de la période dans les zones soudano-sahélienne et soudanienne, tandis qu'il a été plutôt en baisse dans la zone sahélienne (Dori).

#### ***IV.2. Projections climatiques à l'horizon 2100***

Les projections climatiques ont été réalisées à l'aide du multimodèle CMIP6 et de 3 scénarios SSP.

Le Projet de comparaison de modèles couplés (CMIP) est une collaboration scientifique internationale s'inscrivant dans le Programme mondial de recherche sur le climat des Nations Unies. Des équipes de modélisation climatique du monde entier y participent. CMIP6 est la sixième et plus récente phase de collaboration dans le cadre du CMIP. CMIP6 fournit un ensemble de données climatiques provenant de plus de 30 modèles de circulation générale (GCM) développés par diverses organisations. Les données CMIP6 sont les plus récentes données tirées des modèles climatiques mondiaux disponibles.

Les scénarios SSP ("*Shared Socioeconomic Pathways*" pour "*Trajectoires Socio-économiques Partagés*") sont issus de 5 récits décrivant différentes voies de développement de la société qui induisent différents régimes d'émission de gaz à effet de serre. En prenant en compte le forçage radiatif supplémentaire atteint d'ici l'année 2100 en unités de dixièmes de watts, quatre scénarios standards ont été définis qui sont :

- ✚ **SSP1 26, voie durable et verte** où "l'accent est mis sur le bien-être humain plutôt que sur la croissance économique", avec un forçage radiatif supplémentaire de  $2,6 \text{ W/m}^2$  d'ici 2100 ; *ce scénario intègre la mise en œuvre de mesures fortes de réduction des émissions de GES.*
- ✚ **SSP2 45, voie "médiane"** qui "extrapole le développement mondial passé et actuel vers l'avenir", avec un forçage radiatif supplémentaire de  $4,5 \text{ W/m}^2$  d'ici 2100 ; *ce scénario suppose que des mesures de protection du climat sont prises.*
- ✚ **SSP3 70, voie où des rivalités régionales** et un regain de nationalisme et de conflits régionaux relègue les questions mondiales au second plan, avec un forçage radiatif supplémentaire de  $7 \text{ W/m}^2$  d'ici 2100 ; *ce scénario se situe dans la partie moyenne supérieure de la gamme complète des scénarios.*
- ✚ **SSP5 85, voie du développement à partir de combustibles fossiles**, incluant des innovations et des progrès technologiques, avec un forçage radiatif supplémentaire de  $8,5 \text{ W/m}^2$  d'ici 2100 ; *ce scénario représente la limite supérieure de la gamme des scénarios décrits dans la littérature.*
- ✚ **SSP4, voie où le fossé se creuse** entre les sociétés développées qui coopèrent au niveau mondial et celles qui stagnent à un stade de développement inférieur, avec de faibles revenus et un faible niveau d'éducation ; cette trajectoire n'a pas donné lieu à la définition d'un scénario standard.

En définitive les 3 scénarios SP2 45, SP3 70 et SP5 85 ont été retenus pour les projections climatiques à partir des données historiques du Burkina Faso.

Tableau 1: Matrice SSP x forçage radiatif et scénarios retenus pour les projections climatiques

		SSP1 Voie durable	SSP2 Voie du milieu	SSP3 Rivalité régionale	SSP5 Développent par énergies fossiles
Forçage radiatif d'ici 2100 (W/m2)	8,5				SSP585
	7,0			SSP370	
	6,0				
	4,5		SSP245		
	3,4				
	2,6	SSP126			

#### IV.2.1. Projections concernant la pluviométrie

En zones sahélienne, tous les indices pluviométriques augmentent fortement en 2050 et 2100 par rapport aux valeurs de l'année 2000 et cela pour tous les scénarios. ***A long terme le risque de sécheresse devrait donc diminuer, mais celui des inondations augmenter.***

En zone soudano-sahélienne (station de Ouagadougou), le constat est le même que pour la zone sahélienne (station de Dori), sauf que le scénario extrême SSP585 augmente les indices moins que les 2 autres.

En zone soudanienne (Bobo Dioulasso), il est remarquable qu'après une phase d'augmentation par rapport aux valeurs de l'année 2000, les valeurs restent stables à partir de 2020 pour les scénarios SSP245 et SSP370.

#### IV.1.2.2. Projections concernant les températures

Pour toutes les zones climatiques, les températures maximales augmentent à partir des données historiques (tendances à la hausse) de la même manière pour les 3 scénarios jusqu'en 2060 ; puis les valeurs se mettent à croître de façon plus vite pour les scénarios SSP370 et SSP585.

Quant au nombre de jours chauds ( $T > 40^{\circ}\text{C}$ ), les projections ont le même comportement que les projections de températures maximales, sauf que les scénarios SSP370 et SSP585 se détachent en cre plus nettement dès 2050.

## IV.2. Impacts des changements climatiques sur la santé

### IV.2.1. Aperçus sur quelques résultats d'étude

Kadio et al. (2024) ont examiné la perception des femmes sur les impacts de la chaleur sur leur santé physique et mentale, ainsi que sur leurs relations sociales et leurs activités économiques. Des méthodes qualitatives (entretiens approfondis et discussions de groupe) ont été menées auprès de femmes, de représentants communautaires et de professionnels de la santé dans deux régions du Burkina Faso. Une analyse thématique a été utilisée pour explorer les réalités des expériences des participants et les perspectives contextuelles par rapport à la chaleur. Les résultats ont montré que les températures extrêmes ont un impact multiforme sur les femmes enceintes, les mères et les nouveau-nés. La chaleur extrême affecte la fonctionnalité et le bien-être des femmes. La chaleur compromet la capacité d'une femme à prendre soin d'elle-même et de son enfant et interfère négativement avec l'allaitement maternel. La chaleur affecte négativement leur capacité à travailler et à entretenir des relations harmonieuses avec leur partenaire et leur famille. Les pratiques culturelles, comme l'interdiction de sortir le bébé avant le 40e jour, peuvent aggraver certaines conséquences négatives de la chaleur. La plupart des femmes ne reconnaissent pas les symptômes du stress thermique et ne sont pas conscientes des risques pour la santé liée à la chaleur.

Pohl et al. (2024) ont examiné l'exposition des populations africaines à la chaleur extrême en mesurant la température et l'humidité de l'air intérieur toutes les heures pendant 13 mois dans sept maisons d'architecture et de matériaux de construction contrastés, toutes situées dans les quartiers nord de Ouagadougou. Ces mesures ont été comparées aux températures de l'air enregistrées à la station météorologique synoptique de l'aéroport de Ouagadougou et aux estimations de la température de la surface terrestre à partir d'images satellite Landsat à sept dates avec des conditions de ciel clair. Les résultats ont révélé d'énormes différences de température (supérieures à 10 °C) entre les maisons, en particulier dans les heures de l'après-midi de la saison la plus chaude. La température intérieure était également beaucoup plus variable que la température de la surface terrestre (extérieure) aux mêmes endroits, telle qu'estimée par l'imagerie satellite. Les bioindicateurs de stress thermique ont révélé que les seuils de dangerosité, rarement atteints dans certaines maisons, étaient fréquemment dépassés dans d'autres toute l'année, sauf au cœur de la saison froide d'hiver (décembre et janvier). Au printemps, saison la plus chaude, le seuil de dangerosité était presque en permanence dépassé dans ces habitations, exposant leurs habitants à un stress thermique important.

Koch et al. (2023) ont évalué la relation entre l'activité quotidienne individuelle, la durée du sommeil et la fréquence cardiaque (FC), telle qu'estimée par les appareils portables, et l'exposition à la chaleur et aux fortes pluies. Des participants du système de surveillance sanitaire et démographique de Nouna au Burkina Faso ont porté le dispositif portable Withings Pulse HR 24 heures sur 24, 7 jours sur 7, pendant 11 mois. Des données météorologiques ont été recueillies en continu à l'aide de 5 stations météorologiques réparties dans toute la région d'étude. L'indice de chaleur et la température du globe humide (WBGT) ont été calculés comme mesures de la chaleur. Les résultats ont révélé que la durée du sommeil a diminué de manière significative avec une exposition à la chaleur plus élevée, avec une durée de sommeil environ 15 minutes plus courte pendant les nuits de stress thermique avec une valeur d'indice de chaleur  $\geq 25$  °C. De nombreux participants ont déclaré que la chaleur les affectait le plus la nuit. Pendant la saison des pluies, lorsque la température du globe à bulbe humide était la plus élevée, l'activité quotidienne était la plus élevée et augmentait lorsque la WBGT maximale quotidienne dépassait 30 °C pendant le mois le plus pluvieux. Au cours du mois le plus chaud, l'activité quotidienne diminuait par augmentation de degré de la température du globe à bulbe humide pour des valeurs  $>30$  °C.

Arisco et al. (2023) ont examiné l'effet des températures et des précipitations extrêmes sur les décès par cause spécifique dans les zones rurales du Burkina Faso. Des données quotidiennes anonymisées sur les causes de décès provenant du Système de surveillance démographique et sanitaire dirigé par le Centre de Recherche en Santé de Nouna (CRSN) de l'Institut national de santé publique du Burkina Faso ont été utilisées pour évaluer les associations temporelles entre les conditions météorologiques quotidiennes et hebdomadaires (température maximale et précipitations totales) et les décès attribués à des maladies spécifiques sensibles au climat. Tous les décès dus à des maladies sensibles au climat dans la zone de surveillance démographique du CRSN du 1er janvier 2000 au 31 décembre 2015 dans l'analyse ont été inclus. Les résultats ont révélé que sur les 8 256 décès enregistrés dans la zone de surveillance démographique du CRSN au cours de la période d'observation, 6 185 (74,9 %) ont été causés par des maladies sensibles au climat. Un risque accru de décès dû à toutes les maladies transmissibles sensibles au climat et au paludisme (à la fois pour tous les âges et chez les enfants de moins de 5 ans) était associé à des températures maximales quotidiennes décalées de 14 jours égales ou supérieures à 41,1 °C, le 90e percentile des températures maximales quotidiennes, par rapport à 36,4 °C, la médiane. Un risque accru de décès par maladies cardiovasculaires sensibles au climat chez les personnes âgées de 65 ans et plus, associé à des températures maximales quotidiennes décalées de 7 jours égales ou supérieures à 41,9 °C a été observé. Aussi, sur une période cumulée de 8 semaines, il a été constaté que le risque de décès par

maladies transmissibles était accru à tous les âges par des températures égales ou supérieures à 41,1 °C. Les résultats indiquent une forte charge de mortalité liée aux conditions météorologiques extrêmes dans la région du Sahel.

Dasgupta and Robinson. (2023) ont évalué l'impact des facteurs de stress climatiques sur la santé infantile au Burkina Faso. Une analyse empirique rigoureuse de l'impact des chocs climatiques et météorologiques sur la mortalité, le retard de croissance (score Z taille-pour-âge) et l'émaciation (score Z poids-pour-âge), en utilisant des enquêtes démographiques et de santé, combinées à des données météorologiques à haute résolution, en contrôlant les covariables des ménages et individuelles a été faite. Les résultats ont révélé que l'exposition à vie et à court terme aux températures élevées et aux sécheresses a un impact négatif sur la santé des enfants, tout comme l'augmentation des anomalies de température pendant les saisons de récolte, suggérant un lien entre le climat et la santé à travers la production alimentaire nationale. Le revenu et la richesse des ménages, l'accès à l'électricité, à l'assainissement et à un établissement de santé pour l'accouchement annulent certains impacts négatifs du changement climatique. Il est également ressorti que le réchauffement climatique devrait entraîner une augmentation significative de la mortalité infantile et de la proportion d'enfants souffrant d'insuffisance pondérale et de retard de croissance. Part et al. (2022) ont examiné les effets d'une température ambiante élevée sur les pratiques d'alimentation du nourrisson et les soins aux enfants. Une analyse secondaire de données quantitatives issues d'une étude de cohorte prospective a été faite. 866 femmes ont été interrogées sur une période de 12 mois. Les données météorologiques ont été obtenues à partir d'archives accessibles au public. Les résultats ont montré que des températures élevées avaient été observées durant toute l'année incluant la période de l'étude. L'allaitement maternel a diminué de 2,3 minutes/jour (IC à 95 % -4,6 à 0,04,  $p = 0,05$ ) et la garde des enfants a augmenté de 0,6 minute/jour (0,06 à 1,2,  $p = 0,03$ ), pour chaque augmentation de 1 °C de la température moyenne le jour même. La température interagissait avec l'âge du nourrisson pour affecter la durée de l'allaitement ( $p = 0,02$ ), avec une association plus forte (négative) entre la température et l'allaitement à mesure que les nourrissons vieillissaient (0 à 57 semaines). Les probabilités d'allaitement exclusif chez les très jeunes nourrissons (0 à 3 mois) ont tendance à diminuer à mesure que la température augmente (OR = 0,88, 0,75 à 1,02,  $p = 0,09$ ). Les femmes passaient beaucoup moins de temps à allaiter (~ 25 minutes/jour) pendant les périodes les plus chaudes de l'année que pendant les périodes les plus froides ([doi.org/10.1136/bmjopen-2022-061297](https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-061297)). Bunker et al. (2017) ont étudié l'association entre l'exposition à la chaleur et les années de vie perdues dues aux maladies non transmissibles (MNT) à Nouna, entre 2000 et 2010. Des analyses de régression des séries chronologiques quotidiennes à l'aide de modèles non linéaires à décalage distribué, en supposant une distribution quasi-Poissonienne des années de vie perdues a été faite. Les résultats ont révélé que les années de vie perdues dues aux maladies non transmissibles (MNT) étaient de 4,6, 2,4 et 2,1 personnes-années pour tous les âges, hommes et femmes, respectivement. Une augmentation cumulative modérée sur 4 jours de la température maximale de 36,4 °C (50e percentile) à 41,4 °C (90e percentile) a entraîné un excès de 4,44 (IC à 95 % 0,24 à 12,28) d'années de vie perdues dues aux maladies non transmissibles quotidiennes pour tous les âges, passant à 7,39 (IC à 95 % 0,32 à 24,62) à une température extrême (42,8 °C ; 99e percentile). Les effets sur la santé les plus marqués se sont manifestés le jour de l'exposition à la chaleur (décalage 0), où un excès de 0,81 (IC à 95 % 0,13 à 1,59) d'années de vie perdues dues aux maladies non transmissibles moyenne s'est produit quotidiennement à 41,7 °C contre 36,4 °C, diminuant en signification statistique après 4 jours. Au décalage 0, l'excès quotidien moyen d'années de vie perdues dues aux maladies non transmissibles était plus élevé chez les hommes, 0,58 (IC à 95 % 0,11 à 1,15) par rapport aux femmes, 0,15 (IC à 95 % -0,25 à 0,93) à 41,7 °C contre 36,4 °C. La mortalité prématurée due aux MNT était significativement plus élevée avec une exposition à une chaleur modérée et extrême. Diboulo et al. (2012) ont étudié l'association



entre les conditions météorologiques et la mortalité quotidienne dans la zone du Système de Surveillance Démographique et Sanitaire de Nouna au cours de la période 1999-2009. Les données météorologiques ont été obtenues à partir d'une station météorologique voisine dans la zone de Nouna et liées aux données de mortalité sur une base quotidienne. Des modèles de régression de Poisson en séries chronologiques ont été établis pour estimer l'association entre les décalages météorologiques et la mortalité quotidienne au niveau de la population, en ajustant les tendances temporelles. Les résultats ont trouvé des associations profondes entre une température plus élevée et la mortalité quotidienne. L'effet direct à court terme de la chaleur était particulièrement fort sur le taux de mortalité des enfants de moins de cinq ans. Il a également été trouvé des effets cohérents indépendants et de fortes associations entre les événements pluvieux et la mortalité quotidienne, en particulier chez les populations âgées. Kynast-Wolf et al. (2010) ont évalué les schémas saisonniers de mortalité cardiovasculaire chez les adultes, probablement influencés par le climat chaud et sec, dans un milieu rural. La cause du décès a été déterminée par autopsie verbale. Les taux de mortalité par âge (décès cardiovasculaire et toutes causes confondues) par mois de décès ont été calculés. Les tendances saisonnières et les effets de la température ont été modélisés par régression de Poisson. Les résultats ont montré que les décès d'origine cardiovasculaire étaient la quatrième cause de décès la plus fréquente chez les adultes (40 ans et plus), avec une mortalité de 109,9 (IC à 95 % 76,6-143,1) pour les 40-64 ans et de 544,9 (IC à 95 % 404,6-685,1) pour les 65 ans et plus. Pour toutes les causes, la mortalité était la plus élevée en mars et pour les décès d'origine cardiovasculaire, c'était en avril, la saison sèche et chaude (mars-mai). La température mensuelle moyenne est significativement liée à la mortalité chez les personnes âgées. La mortalité cardiovasculaire varie donc selon la saison, les taux de mortalité étant plus élevés pendant la saison chaude et sèche.

#### ***IV.2.2. Tendances climatiques et impacts potentiels sur la santé des populations***

##### *IV.2.2.1. Hausse des températures et santé des populations*

L'analyse des tendances montre clairement une hausse des températures à l'horizon 2050 et 2100. Dans de telles conditions, le nombre de personnes exposées à la chaleur extrême augmentera de manière exponentielle. Il est bien établi que les vagues de chaleur provoquent déshydratation, coups de chaleur et épuisements, facteurs qui ont un effet très néfaste sur la santé. Ils entraînent une augmentation de la mortalité et de la morbidité, en particulier dans les catégories vulnérables (nourrissons et jeunes enfants, personnes âgées et sportifs de haut niveau).

Au Burkina Faso, on note une augmentation de l'espérance de vie, ce qui implique un vieillissement de la population. Aussi, la prévalence des maladies non transmissibles (maladies respiratoires et cardiovasculaires, diabète, démence, maladies rénales et musculo-squelettiques) est en hausse dans le pays. On doit donc s'attendre à ce que les populations soient plus sensibles aux conséquences négatives de la chaleur. A l'horizon 2050 et 2100, conformément à la tendance montrée sur l'évolution des températures, on doit donc s'attendre à des effets directs de la chaleur sur la santé des populations, notamment une hausse de la prévalence de plusieurs maladies sensibles à la variation de la température. Il s'agit notamment des maladies cardiovasculaires, des maladies respiratoires, du diabète, des maladies rénales, ...

Au Burkina comme ailleurs dans le monde, la relation entre mortalité et vagues de chaleurs est établie. Cette mortalité induite par la chaleur peut s'expliquer l'aggravation des maladies chroniques, mais également par l'effet direct de la chaleur.

Plusieurs effets indirects de la hausse des températures sont à craindre au Burkina Faso. La chaleur peut par exemple perturber et compromettre les services de santé essentiels, en entraînant des pannes d'électricité. Les délestages d'électricité peuvent donc impacter de façon significative le fonctionnement des services de santé avec des conséquences sur les capacités de prise en charge des maladies. Aussi, la hausse probable du nombre des maladies liées va entraîner une saturation des services de santé pendant les pics de chaleur, à l'image de ce qui se produit pendant les épidémies, avec comme conséquences l'augmentation de la mortalité et la dégradation de la qualité de vie.

#### *IV.2.2.2. Hausse des fréquences et intensité des inondations et santé des populations*

L'analyse des tendances a également montré une hausse de la pluviométrie à l'horizon 2050 et 2100. Cette tendance aura potentiellement les conséquences suivantes sur la santé des populations au Burkina Faso:

- L'Augmentation du nombre de maladies à transmission vectorielle en raison de la propagation croissante de leurs vecteurs : tiques, moustiques, phlébotomes, etc. Les changements dans la durée des saisons, les précipitations, l'humidité et la température peuvent augmenter la propagation et la survie des vecteurs et des agents pathogènes. On peut donc s'attendre une augmentation de la prévalence et des conséquences des maladies comme le paludisme, la dengue, la bilharziose, ... Il y'a également le cas des maladies émergentes et réémergences comme Ebola, Zika, chikungunya, ... qui seront impactées par les inondations.

- Les Risques liés à la détérioration de la qualité de l'eau. Les inondations, combinées aux faibles capacités d'assainissement du pays vont entraîner une altération de la qualité de l'eau avec notamment une contamination microbiologique et physicochimiques. En cas de fortes précipitations, des agents pathogènes peuvent être libérés ou l'eau contaminée par le débordement des égouts. Les eaux aussi entraîneront des champs et autres espaces pollués de produits chimiques vers les eaux de consommation. Les conséquences de cette altération de la qualité de l'eau sont la survenue de maladies comme le choléra et la dysenterie, des intoxications, des toxiinfections, des maladies chroniques, ...

- Autres risques : Les inondations, qui vont devenir plus fréquentes et plus intenses selon les projections, peuvent entraîner des noyades, blessures, des effets psychosociales, des crises cardiaques, ...

## V- LUTTE CONTRE LES MALADIES LIÉES À L'ENVIRONNEMENT

Plusieurs initiatives sont mises en œuvre au plan national pour une gestion efficiente de l'environnement. Il s'agit notamment d'actions liées à la gestion des ressources en eau, la protection et la restauration des forêts, la gestion des parcs et réserves, la gestion des risques de catastrophe, la lutte contre les changements climatiques, la réduction de la pollution atmosphérique, le développement des énergies renouvelables et la gestion des déchets ainsi qu'aux questions relatives au genre.

### 5.1. Cadre institutionnel

#### 5.1.1 Organisation administrative du système de santé

Le Ministère de la santé et de l'hygiène publique comprend trois niveaux dans sa structuration administrative :

- le niveau central composé des structures centrales et rattachées organisées autour du cabinet du Ministre et du Secrétariat général ;
- le niveau intermédiaire comprend les 13 directions régionales de la santé et de l'hygiène publique ;
- le niveau périphérique est constitué des districts sanitaires qui sont les entités opérationnelles les plus décentralisées du système national de santé. En 2023, on dénombrait 70 districts sanitaires.

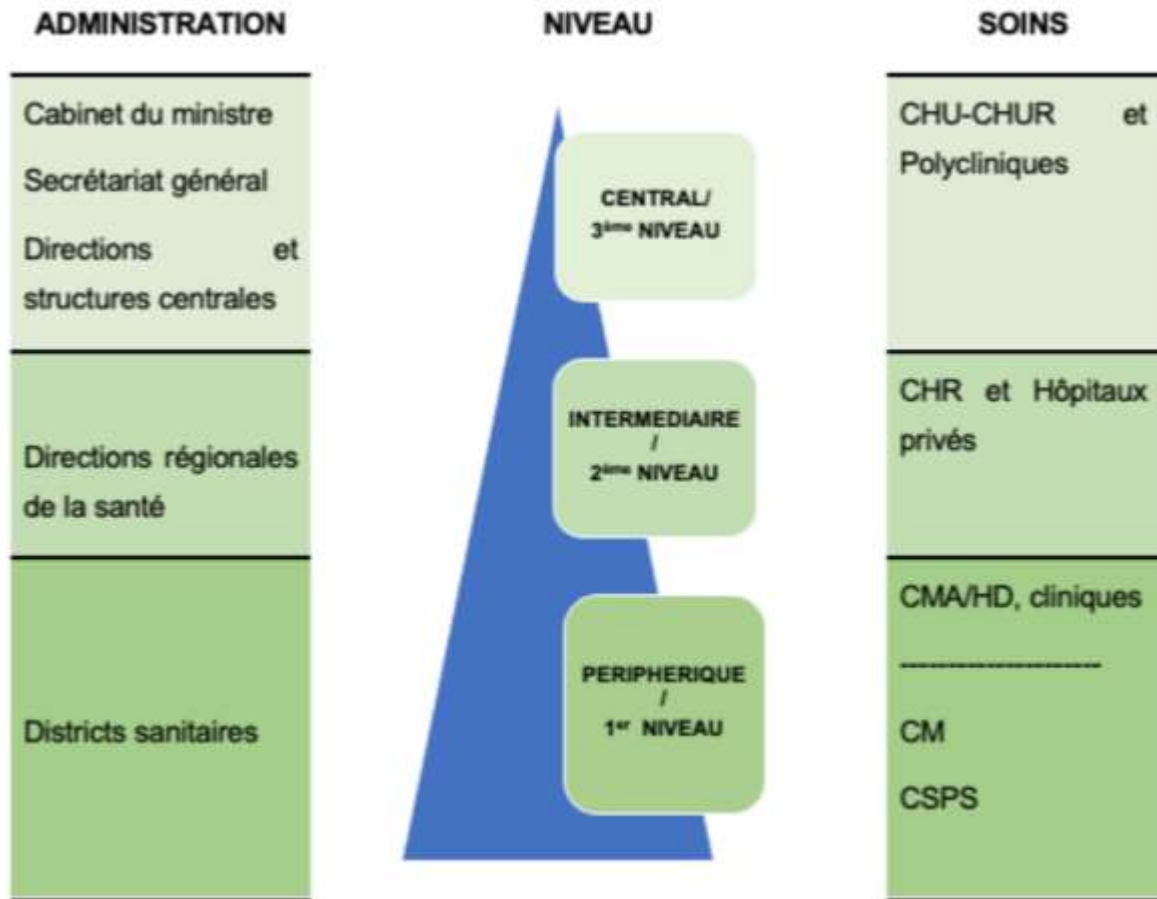
#### 5.1.2 Organisation de l'offre de soins dans le système de santé

Les structures publiques de soins sont organisées en trois niveaux qui assurent des soins primaires, secondaires et tertiaires.

- Le premier niveau correspond au district sanitaire qui comprend deux échelons :
  - le premier échelon de soins est le Centre de santé et de promotion sociale (CSPS). En 2023, on dénombrait 2233 CSPS publics ;
  - le deuxième échelon de soins est le Centre médical avec antenne chirurgicale (CMA). Il est le centre de référence des formations sanitaires du district. En 2023, on comptait 46 CMA fonctionnels.
- Le deuxième niveau est représenté par le Centre hospitalier régional (CHR). Il sert de référence aux CMA.
- Le troisième niveau est constitué par le Centre hospitalier universitaire. Il est le niveau de référence le plus élevé.

Il existe d'autres structures publiques de soins telles que les services de santé des armées et les services de santé des travailleurs.

En plus des structures sanitaires publiques, le Burkina Faso compte des structures privées de santé situées en majorité dans les villes de Ouagadougou et de Bobo Dioulasso. En 2023, le nombre de structures privées de soins était de 1027.



Source: (ONSP, 2023)

Figure 17: Pyramide sanitaire du Burkina Faso en 2020

## 5.2. Cadre juridique et réglementaire

Le Burkina Faso a ratifié et pris des textes devant lui permettre de lutter contre la dégradation de l'environnement et ses conséquences sur la santé des populations. Ce dispositif juridique peut être catégorisé par échelles, en distinguant les textes internationaux, les textes régionaux et ceux pris à l'interne, soit en application des textes internationaux et régionaux, soit à la propre initiative du pays.

### 5.2.1. Echelle internationale

- Code international de conduite pour la distribution et l'utilisation des Pesticides de la FAO;
- Convention de Rotterdam : Elle porte sur la procédure de consentement préalable en connaissance de cause (PIC) applicable à certains produits chimiques et pesticides dangereux qui font l'objet d'un commerce international ;
- Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (POPs) ;
- Convention de Bâle et de Bamako sur le contrôle des mouvements transfrontaliers des déchets dangereux et de leur élimination;
- Convention Internationale pour la Protection des Végétaux adoptée à Rome en décembre 1951 ;
- Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) et la Convention sur la Diversité Biologique (CDB) Rio de Janeiro 1992 ;
- Réglementation du Commerce Extérieur sur les Pesticides ;

- Sauvegarde opérationnelle (SO4) de la BAD : Prévention et contrôle de la pollution, matières dangereuses et utilisation efficace des ressources.

### **5.2.2. Echelle régionale et sous régionale**

- Réglementation commune aux Etats membres du CILSS sur l'homologation des pesticides;
- Réglementation de la CEDEAO sur la gestion des pesticides (COAHP);
- Convention de Bamako sur l'interdiction de l'importation en Afrique et le déversement ou l'incinération dans l'océan et les eaux intérieures de déchets dangereux, y compris les déchets radioactifs ;
- Règlement C/REG.3/05/2008 portant harmonisation des règles régissant l'homologation des pesticides dans l'espace CEDEAO.

### **5.2.3. Echelle nationale**

- LOI N° 022-2005/AN PORTANT CODE DE L'HYGIENE PUBLIQUE AU BURKINA FASO
- Loi n°006-2013/AN portant Code de l'Environnement du Burkina Faso ;
- Loi n°041/96/ADP du 8 novembre 1996 instituant un contrôle des pesticides au Burkina Faso ;
- Loi n°006-98/AN du 26 mars 98 portant modification de la Loi n°041/96/ADP.
- Loi n°026-2017/AN du 15 mai 2017 (AN\_BF, 2017), portant contrôle de la gestion des pesticides au Burkina Faso ;
- Loi n° 064-2012/AN du 20 décembre 2012 portant régime de sécurité en matière de biotechnologie et ses décrets d'application ;
- Arrêté N° 0431 du 8 Mars 1975 portant sur les prescriptions à respecter sur les emplacements des dépôts d'hydrocarbures ;
- Décret N° 75-008 du 10 Janvier 1975 portant réglementation des établissements dangereux, insalubres et incommodes ;
- Loi N° 19/93 du 21 Mai 1997 sur l'interdiction d'importer des déchets dangereux et contrôle de leurs mouvements en Afrique ;

## **5.3. Interventions préventives contre les maladies liées à l'environnement**

### **5.3.1. Les vaccinations**

Le Programme élargie de vaccination (PEV) est l'un des programmes prioritaires du Ministère de la Santé. Le programme s'articule autour de trois principales stratégies, à savoir la vaccination de routine, les activités de vaccination supplémentaires (AVS) et la surveillance des maladies cibles du PEV. Sa mise en œuvre est assurée par la Direction de la Prévention par les Vaccinations (DPV). Dans le cadre de la vaccination de routine, les antigènes actuellement administrés sont le vaccin contre la tuberculose, les vaccins contre la diphtérie, le tétanos, la coqueluche, l'hépatite B, l'*Haemophilus influenzae* sérotype b, le vaccin oral contre la Poliomyélite, le vaccin contre la rougeole et le vaccin contre la fièvre jaune pour les enfants ; enfin le vaccin contre le tétanos pour les femmes enceintes.

En marge de la vaccination de routine, des activités de vaccination supplémentaires sont régulièrement organisées pour renforcer l'immunité des populations dans la lutte contre certaines maladies prioritaires : la poliomyélite, la méningite, la fièvre jaune, la rougeole, le tétanos maternel et néonatal. Certaines de ces activités supplémentaires sont couplées à l'administration de la vitamine A. Quant à la surveillance des maladies cibles du PEV, ce sont

les paralysies flasques aiguës (PFA), la rougeole, la fièvre jaune, le tétanos néonatal, et la coqueluche qui sont concernés.

### **6.3.2. Autres mesures**

Les autres formes de prévention contre les maladies liées à l'environnement consistent entre autres:

- à l'application rigoureuse de la réglementation, afin d'éviter une dégradation de l'environnement;
- la mise en œuvre de la politique et stratégie nationales d'assainissement adoptée en 2007;
- la distribution de moustiquaire imprégnée à longue durée d'action (MILDA) en routine;
- le traitement préventif intermittent du paludisme pendant la grossesse (TPIg) ;
- la chimio-prévention du paludisme saisonnier pour les enfants de 3 à 59 mois ;
- le renforcement de la communication sur les maladies liées à l'environnement ;
- la disponibilisation des kits pour des tests de diagnostic rapide;
- le renforcement des plateaux techniques pour le diagnostic de plusieurs maladies dont celles liées à l'environnement;
- le renforcement de la surveillance.

### **6.4. Prise en charge des maladies liées**

La prise en charge des maladies liées à l'environnement se fait suivant la même approche que celle des autres maladies. On peut noter entre autres:

- des traitements de masse contre certaines maladies dont les filarioses lymphatiques, la schistosomiase ou encore le trachoma;
- 

## **CONCLUSION**

Les maladies liées à l'environnement restent une préoccupation mondiale, et l'évolution des connaissances entraîne un élargissement du spectre de ces pathologies. En dépit du manque de données officielles, il ressort l'environnement au Burkina Faso est assez pollué avec la présence d'agents biologiques, chimiques et physiques. Comme ressorti dans la littérature, cette pollution de l'environnement n'est pas sans conséquences négatives sur la santé des populations. Les informations tirées des annuaires statistiques révèlent une évolution en dents de scie de certaines pathologies liées à l'environnement. Même s'il est difficile d'attribuer à l'environnement la seule responsabilité de la survenue de ces pathologies, il convient d'agir sur certains facteurs pour alléger le fardeau de ces maladies sur les populations. Cela passe par une amélioration de l'application des dispositions réglementaires en matière de gestion de l'environnement, le renforcement du système de santé et bien d'autres actions.

## **RECOMMANDATIONS**

A l'endroit du Ministère de la santé et du Ministère de la fonction publique, du travail et de la protection sociale:

- Opérationnaliser l'assurance maladie universelle : Pour permettre une prise en charge adéquate et réduire le fardeau des maladies liées à l'environnement, il s'avère indispensable rendre opérationnelle l'assurance maladie universelle et tout mettre en œuvre pour une bonne adhésion des populations ;

A l'endroit du Ministère de l'Industrie, du Commerce et de l'Artisanat :

- Réduire les taxes d'importation des véhicules neufs ou âgés de moins de cinq ans, et taxer plus chers les véhicules de plus de dix ans. Une telle politique permettrait l'entrée de véhicules moins pollués ;
- Favoriser le déploiement et l'utilisation des foyers à gaz pour atténuer les émissions de gaz par les activités culinaires ;

A l'endroit du Ministère de la Santé et du Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation :

- Encourager la recherche en santé sur les maladies liées l'environnement à travers la mise en œuvre du Programme National Fédérateur de Recherche en santé humaine et animale et le renforcement de la surveillance des maladies liées l'environnement ;
- Améliorer le rapportage des données sur les maladies liées l'environnement notamment dans les annuaires statistiques sanitaires.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- World Health Organization (2023). Non communicable diseases. <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/noncommunicable-diseases>. Consulté le 16/09/2024
- Gouda HN, Charlson F, Sorsdahl K, Ahmadzada S, Ferrari AJ, Erskine H, et al. Burden of non-communicable diseases in sub-Saharan Africa, 1990–2017: results from the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet Glob Health*. 2019 ;7:e1375-87. Medline:31537368 doi:10.1016/S2214-109X(19)30374-2
- Holmes MD, Dalal S, Volmink J, Adebamowo CA, Njelekela M, Fawzi WW, et al. Non-communicable diseases in sub-Saharan Africa : the case for cohort studies. *PLoS Med*. 2010 ;7 : e1000244. Medline :20485489 doi : 10.1371/journal.pmed.1000244
- Rodopoulou S, Samoli E, Chalbot MG, Kavouras IG. Air pollution and cardiovascular and respiratory emergency visits in Central Arkansas: A time-series analysis. *Sci Total Environ*. 2015;536:872-9. Medline:26232212 doi:10.1016/j.scitotenv.2015.06.056
- Coleman NC, Burnett RT, Higbee JD, Lefler JS, Merrill RM, Ezzati M, et al. Cancer mortality risk, fine particulate air pollution, and smoking in a large, representative cohort of US adults. *Cancer Causes Control*. 2020;31:767–76. doi:10.1007/s10552-020-01317-w
- Adebayo-Ojo TC, Wichmann J, Arowosegbe OO, Probst-Hensch N, Schindler C, Kunzli N. Short-Term Joint Effects of PM10, NO2 and SO2 on Cardio-Respiratory Disease Hospital Admissions in Cape Town, South Africa. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19:495. Medline:35010755 doi:10.3390/ijerph19010495
- Organisation Mondiale de la Santé (2016). L'insalubrité de l'environnement provoque 12,6 millions de décès par an. <https://www.who.int/fr/news/item/15-03-2016-an-estimated-12-6-million-deaths-each-year-are-attributable-to-unhealthy-environments#:~:text=Les%20facteurs%20de%20risque%20environnementaux,de%20100%20maladies%20ou%20traumatismes>. Consulté le 16/09/2024
- McCormack, M.C.; Breyse, P.N.; Hansel, N.N.; Matsui, E.C.; Tonorezos, E.S.; Curtin-Brosnan, J.; Williams, D.L.; Buckley, T.J.; Eggleston, P.A.; Diette, G.B. Common household activities are associated with elevated particulate matter concentrations in bedrooms of inner-city Baltimore preschool children. *Environ. Res*. 2008, 106, 148–155. [CrossRef]
- Di Filippo, P.; Pomata, D.; Riccardi, C.; Buiarelli, F.; Castellani, F.; Calitri, G.; Simonetti, G.; Sonogo, E.; Bruni, E.; Uccelletti, D. Concentrations of bacteria and bacterial and fungal spores calculated from chemical tracers associated with size-segregated aerosol in a composting plant. *Air Qual. Atmos. Health* 2020, 13, 469–476. [CrossRef]
- Douglas, P.; Robertson, S.; Gay, R.; Hansell, A.L.; Gant, T.W. A systematic review of the public health risks of bioaerosols from intensive farming. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 2018, 221, 134–173. [CrossRef] [PubMed]
- Humbal, C.; Gautam, S.; Trivedi, U. A review on recent progress in observations, and health effects of bioaerosols. *Environ. Int*. 2018, 18, 189–193. [CrossRef] [PubMed]
- INSPQ (Institut National de Santé Publique du Québec). (2021). Les changements climatiques abrégé à l'intention des professionnels de la santé. ISBN : 978-2-550-89265-6.
- Manisalidis I, Stavropoulou E, Stavropoulos A, Bezirtzoglou E. Environmental and Health Impacts of Air Pollution : A Review. *Front Public Health*. 2020;8:14.
- Schraufnagel DE, Balmes JR, Cowl CT, De Matteis S, Jung SH, Mortimer K, et al. Air Pollution and Noncommunicable Diseases: A Review by the Forum of International Respiratory Societies' Environmental Committee, Part 2: Air Pollution and Organ Systems. *Chest*. févr 2019;155(2):417-26.
- Brauer M, Casadei B, Harrington RA, Kovacs R, Sliwa K, WHF Air Pollution Expert Group. Taking a Stand Against Air Pollution-The Impact on Cardiovascular Disease: A Joint Opinion from the World Heart Federation, American College of Cardiology, American Heart Association, and the European Society of Cardiology. *J Am Coll Cardiol*. 6 avr 2021;77(13):1684-8.



Filleul L, Rondeau V, Vandentorren S, Le Moual N, Cantagrel A, Annesi-Maesano I, et al. Twenty five year mortality and air pollution: results from the French PAARC survey. *Occup Environ Med.* juill 2005;62(7):453-60.

Chen H, Liu X, Gao X, Lv Y, Zhou L, Shi J, et al. Epidemiological evidence relating risk factors to chronic obstructive pulmonary disease in China: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2021;16(12):e0261692.

Renzi M, Scortichini M, Forastiere F, De' Donato F, Michelozzi P, Davoli M, et al. A nationwide study of air pollution from particulate matter and daily hospitalizations for respiratory diseases in Italy. *Sci Total Environ.* 10 févr 2022;807(Pt 3):151034.

OMS. (2014). 7 millions de décès prématurés sont liés à la pollution de l'air chaque année. <https://www.who.int/fr/news/item/25-03-2014-7-million-premature-deaths-annually-linked-to-air-pollution>. Consulté le 17/09/2024

OMS (2022). Des milliards de personnes respirent toujours un air pollué : nouvelles données de l'OMS. <https://www.who.int/fr/news/item/04-04-2022-billions-of-people-still-breathe-unhealthy-air-new-who-data>. Consulté le 17/09/2024

WHO (2024). Ambient (outdoor) air pollution. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health). Consulté le 17/09/2024

Ebi KL, Hasegawa T, Hayes K, et al. Health risks of warming of 1.5°C, 2°C, and higher, above pre-industrial temperatures. *Environ Res Lett* 2018; 13: 063007.

Haines A, Ebi K. The imperative for climate action to protect health. *N Engl J Med* 2019; 380: 263–273.

Bernstein AS, Rice MB. Lungs in a warming world: climate change and respiratory health. *Chest* 2013; 143: 1455–1459.

Hayes D, Collins PB, Khosravi M, et al. Bronchoconstriction triggered by breathing hot humid air in patients with asthma: role of cholinergic reflex. *Am J Respir Crit Care Med* 2012; 185: 1190–1196.

Khosravi M, Collins PB, Lin R-L, et al. Breathing hot humid air induces airway irritation and cough in patients with allergic rhinitis. *Respir Physiol Neurobiol* 2014; 198: 13–19.

Tong M, Wondmagegn B, Xiang J, et al. Hospitalization costs of respiratory diseases attributable to temperature in Australia and projections for future costs in the 2030s and 2050s under climate change. *Int J Environ Res Public Health* 2022; 19: 9706.

Lakhoo DP, Blake HA, Chersich MF, et al. The effect of high and low ambient temperature on infant health: a systematic review. *Int J Environ Res Public Health* 2022; 19: 9109.

Hu Y, Cheng J, Liu S, et al. Evaluation of climate change adaptation measures for childhood asthma: a systematic review of epidemiological evidence. *Sci Total Environ* 2022; 839: 156291.

De Sario M, Katsouyanni K, Michelozzi P. Climate change, extreme weather events, air pollution and respiratory health in Europe. *Eur Respir J* 2013; 42: 826–843.

Curriero, F. et al. The association between extreme precipitation and waterborne disease outbreaks in the United States, 1948–1994. *American Journal of Public Health* 91(8): 1194–1199 (2001).

Lisle, J.T. & Rose, J.B. Cryptosporidium contamination of water in the USA and UK: a mini-review. *Aqua* 44(3): 103–117 (1995).

Rose, J.B. et al. Climate and waterborne outbreaks in the US. *Journal of the American Water Works Association* 2000.

Rose, J.B. et al. Climate variability and change in the United States: potential impacts on water- and food-borne diseases caused by microbiologic agents. *Environmental Health Perspectives* 109 Supplement 2: 211–221 (2001).

World Health Organization. (2016). Climate change and health. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>

Sterk, A., Schijven, J., de Nijs, T. et de Roda Husman, A.M. (2013). Direct and indirect effects of climate change on the risk of infection by water transmitted pathogens. *Environmental Science of Technology*, 47(22), 12648-12660. 10.1021/es403549s

Caribbean Public Health Agency, Pan American Health Organization, Caribbean Institute for Meteorology and Hydrology. (2019). *Caribbean Health Climatic Bulletin*, 3(1). <http://rcc.cimh.edu.bb/caribbean-health-climatic-bulletin-vol-3-issue-1-march-2019/>

Nurse, L.A., McLean, R.F., Agard, J., Briguglio, L.P., Duvat-Magnan, V., Pelesikoti, N., et al. (2014). Small Islands. Dans V.R. Barros, C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada,

Delcour, I., Spanoghe, P. et Uyttendaele, M. (2015). Literature review: Impact of climate change on pesticide use. *Food Research International*, 68, 7-15.

Gatto, M.P., Cabella, R. et Gherardi, M. (2016). Climate change : the potential impact on occupational exposure to pesticides. *Ann Ist Super Sanit*, 52(3), 374-385. 10.4415/ANN\_16\_03\_09

Organisation Mondiale de la Santé (2023). Eau potable. <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>. Consulté le 18/09/2024

Toumi, A., Chlif, S., Bettaieb, J., Ben Alaya, N., Boukthir, A., Ahmadi, Z.E. et Salah, A.B. (2012). Temporal dynamics and impact of climate factors on the incidence of zoonotic cutaneous leishmaniasis in central Tunisia. *PLoS Negl Trop Dis*, 6(5), e1633. 10.1371/journal.pntd.0001633

N'Dao, C.T., N'Diaye, J.L., Gaye, A. et Le Hesran, J.Y. (2006). Placental malaria and pregnancy outcome in a peri urban area in Senegal. *Revue d'épidémiologie et de santé publique*, 54(2), 149-156.

Organisation panaméricaine de la santé. (2000). *Natural disasters and health protection*. Washington, D.C. : Organisation panaméricaine de la santé. Brauer M, Casadei B, Harrington RA, Kovacs R, Sliwa K, WHF Air Pollution Expert Group. Taking a Stand Against Air Pollution-The Impact on Cardiovascular Disease: A Joint Opinion from the World Heart Federation, American College of Cardiology, American Heart Association, and the European Society of Cardiology. *J Am Coll Cardiol*. 6 avr 2021;77(13):1684-8.

Habeeb E, Aldosari S, Saghir SA, Cheema M, Momenah T, Husain K, et al. Role of environmental toxicants in the development of hypertensive and cardiovascular diseases. *Toxicol Rep*. 2022;9:521-33.

Mirzaei A, Rashedi S, Akbari MR, Khatami F, Aghamir SMK. Combined anticancer effects of simvastatin and arsenic trioxide on prostate cancer cell lines via downregulation of the VEGF and OPN isoforms genes. *J Cell Mol Med*. mai 2022;26(9):2728-40.

Núñez O, Fernández-Navarro P, Martín-Méndez I, Bel-Lan A, Locutura JF, López-Abente G. Arsenic and chromium topsoil levels and cancer mortality in Spain. *Environ Sci Pollut Res Int*. sept 2016;23(17):17664-75.

Chowdhury R, Ramond A, O'Keeffe LM, Shahzad S, Kunutsor SK, Muka T, et al. Environmental toxic metal contaminants and risk of cardiovascular disease: systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 29 août 2018;362:k3310.

Raissy M, Ansari M, Chaleshtori RS, Mahdavi V, Hadian Z, Lorenzo JM, et al. A systematic review of the concentration of potentially toxic elements in fish from the Persian Gulf: A health risk assessment study. *Food Chem Toxicol*. mai 2022;163:112968.

Frumkin H, Haines A. Global Environmental Change and Noncommunicable Disease Risks. *Annu Rev Public Health*. 1 avr 2019;40:261-82.

Yang AM, Lo K, Zheng TZ, Yang JL, Bai YN, Feng YQ, et al. Environmental heavy metals and cardiovascular diseases: Status and future direction. *Chronic Dis Transl Med*. déc 2020;6(4):251-9.

Lamas GA, Navas-Acien A, Mark DB, Lee KL. Heavy Metals, Cardiovascular Disease, and the Unexpected Benefits of Chelation Therapy. *J Am Coll Cardiol*. 24 mai 2016;67(20):2411-8.

Nigra AE, Ruiz-Hernandez A, Redon J, Navas-Acien A, Tellez-Plaza M. Environmental Metals and Cardiovascular Disease in Adults: A Systematic Review Beyond Lead and Cadmium. *Curr Environ Health Rep.* déc 2016;3(4):416-33.

Sun Y, Liu B, Rong S, Zhang J, Du Y, Xu G, et al. Association of Seafood Consumption and Mercury Exposure With Cardiovascular and All Cause Mortality Among US Adults. *JAMA Netw Open.* 1 nov 2021;4(11):e2136367.

Fawell J, Nieuwenhuijsen MJ. Contaminants in drinking water: Environmental pollution and health. *British Medical Bulletin.* 1 déc 2003;68(1):199-208.

Goines L, Hagler L. Noise pollution: a modern plague. *South Med J.* mars 2007;100(3):287-94.

Slabbekoorn H. Noise pollution. *Curr Biol.* 7 oct 2019;29(19):R957-60.

Theakston F, Weltgesundheitsorganisation, éditeurs. Burden of disease from environmental noise: quantification of healthy life years lost in Europe. Copenhagen: World Health Organization, Regional Office for Europe; 2011. 106 p.

European Environment Agency Environmental noise in Europe 2020. <https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe>

Münzel T, Sørensen M, Schmidt F, Schmidt E, Steven S, Kröller-Schön S, et al. The Adverse Effects of Environmental Noise Exposure on Oxidative Stress and Cardiovascular Risk. *Antioxid Redox Signal.* 20 mars 2018;28(9):873-908.

Münzel T, Sørensen M. Noise Pollution and Arterial Hypertension. *Eur Cardiol.* août 2017;12(1):26-9.

Brahem A, Riahi S, Chouchane A, Kacem I, Maalel OE, Maoua M, et al. [Impact of occupational noise in the development of arterial hypertension: A survey carried out in a company of electricity production]. *Ann Cardiol Angeiol (Paris).* juin 2019;68(3):168-74.

Sun, Z., Chen, C., Xu, D. et Li, T. (2018). Effects of ambient temperature on myocardial infarction: A systematic review and meta-analysis. *Environmental Pollution*, 241, 1106-1114. 10.1016/j.envpol.2018.06.045

Liu, C., Yavar, Z. et Sun, Q. (2015). Cardiovascular response to thermoregulatory challenges. *American Journal of Physiology – Heart and Circulatory Physiology*, 309(11), H1793-H1812. 10.1152/ajpheart.00199.2015

Mimish, L. (2012). Electrocardiographic findings in heat stroke and exhaustion : A study on Makkah pilgrims. *Journal of the Saudi Heart Association*, 24(1), 35-39. 10.1016/j.jsha.2011.08.003

UNICEF. (2021). Des environnements sains pour des enfants sains.

Rice, M.E., Galang, R.R., Roth, N.M., Ellington, S.R., Moore, C.A., Valencia-Prado, M., et al. (2018). Vital signs : Zika-associated birth defects and neurodevelopmental abnormalities possibly associated with congenital Zika virus infection – U.S. territories and freely associated states, 2018. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, 67(31), 858-867. 10.15585/mmwr.mm6731e1

Jennifer Houot, Fabienne Marquant, Stéphanie Goujon, Laure Faure, Cécile Honoré, Marie-Hélène Roth, Denis Hémon, and Jacqueline Clavel. Residential Proximity to Heavy-Traffic Roads, Benzene Exposure, and Childhood Leukemia—The GEOCAP Study, 2002–2007. Vol. 182, No. 8 DOI: 10.1093/aje/kwv111 Advance Access publication: September 15, 2015

Inserm. L'exposition à la pollution atmosphérique augmente le risque de donner naissance à des bébés de petit poids. Communiqués et dossiers de presse. 2013. <https://presse.inserm.fr/lexposition-a-la-pollution-atmospherique-augmente-le-risque-de-donner-naissance-a-des-bebes-de-petit-poids/9819/>

Glinianaia SV, Rankin J, Bell R, Pless-Mulloli T, Howel D. Particulate air pollution and fetal health: a systematic review of the epidemiologic evidence. *Epidemiology* 2004;15:36—45.

Ritz B, Wilhelm M. Ambient air pollution and adverse birth outcomes: methodologic issues in an emerging field. *Basic Clin Pharmacol Toxicol* 2008;102:182—90.

- Slama R, Darrow LA, Parker JD, Woodruff TJ, Strickland M, Nieuwenhuijsen M, et al. Atmospheric pollution and human reproduction: report of the Munich International Workshop. *Environ Health Perspect* 2008;116:791—8.
- Shah PS, Balkhair T. Air pollution and birth outcomes: a systematic review. *Environ Int* 2011;37:498—516.
- Vrijheid M, Martinez D, Manzanares S, Dadvand P, Schembari A, Rankin J, et al. Ambient air pollution and risk of congenital anomalies: a systematic review and meta-analysis. *Environ Health Perspect* 2011;119:598—606.
- Marsh DO, Clarkson TW, Cox C, Myers GJ, Amin-Zaki L, Al-Tikriti S. Fetal methylmercury poisoning. Relationship between concentration in single strands of maternal hair and child effects. *Arch Neurol* 1987;44:1017—22.
- Rahman A, Persson LA, Nermell B, El Arifeen S, Ekstrom EC, Smith AH, et al. Arsenic exposure and risk of spontaneous abortion, stillbirth, and infant mortality. *Epidemiology* 2010;21:797—804.
- Rahman A, Vahter M, Smith AH, Nermell B, Yunus M, El Arifeen S, et al. Arsenic exposure during pregnancy and size at birth: a prospective cohort study in Bangladesh. *Am J Epidemiol* 2009;169:304—12.
- Kippler M, Wagatsuma Y, Rahman A, Nermell B, Persson LA, Raqib R, et al. Environmental exposure to arsenic and cadmium during pregnancy and fetal size: a longitudinal study in rural Bangladesh. *Reprod Toxicol* 2012;34:504—11.
- Kile ML, Baccarelli A, Hoffman E, Tarantini L, Quamruzza man Q, Rahman M, et al. Prenatal arsenic exposure and DNA methylation in maternal and umbilical cord blood leukocytes. *Environ Health Perspect* 2012;120:1061—6.
- Fernandez MF, Olmos B, Granada A, Lopez-Espinosa MJ, Molina-Molina JM, Fernandez JM, et al. Human exposure to endocrine-disrupting chemicals and prenatal risk factors for cryptorchidism and hypospadias: a nested case-control study. *Environ Health Perspect* 2007;115:8—14.
- Brucker-Davis F, Wagner-Mahler K, Delattre I, Ducot B, Ferreri P, Bongain A, et al. Cryptorchidism at birth in Nice area (France) is associated with higher prenatal exposure to PCBs and DDE, as assessed by colostrum concentrations. *Hum Reprod* 2008;23:1708—18.
- Damgaard IN, Skakkebaek NE, Toppari J, Virtanen HE, Shen H, Schramm KW, et al. Persistent pesticides in human breast milk and cryptorchidism. *Environ Health Perspect* 2006;114:1133—8.
- Giordano F, Abballe A, De Felip E, di Domenico A, Ferro F, Grammatico P, et al. Maternal exposures to endocrine disrupting chemicals and hypospadias in offspring. *Birth Defects Res A Clin Mol Teratol* 2010;88:241—50.
- Ren A, Qiu X, Jin L, Ma J, Li Z, Zhang L, et al. Association of selected persistent organic pollutants in the placenta with the risk of neural tube defects. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2011;108:12770—5.
- OMS. (2018). La pollution atmosphérique une des premières causes environnementales de décès par cancer, selon le CIRC. [https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/07/pr221\\_F.pdf](https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/07/pr221_F.pdf). Consulté le 18/09/2024
- Institut Pasteur de Lille. Pollution de l'air et santé: quels liens et quels effets? <https://pasteur-lille.fr/actualites/dossiers/pollution-atmospherique-sante/>
- Filleul L, Rondeau V, Vandentorren S, Le Moual N, Cantagrel A, Annesi-Maesano I, et al. Twenty five year mortality and air pollution: results from the French PAARC survey. *Occup Environ Med*. juill 2005;62(7):453-60.
- Dockery DW, Pope CA, Xu X, Spengler JD, Ware JH, Fay ME, et al. An association between air pollution and mortality in six U.S. cities. *N Engl J Med*. 9 déc 1993;329(24):1753-9.
- Pope CA, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K, et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *JAMA*. 6 mars 2002;287(9):1132-41.
- Attfield MD, Schleiff PL, Lubin JH, Blair A, Stewart PA, Vermeulen R, et al. The Diesel Exhaust in Miners study: a cohort mortality study with emphasis on lung cancer. *J Natl Cancer Inst*. 6 juin 2012;104(11):869-83.
- Garshick E, Laden F, Hart JE, Rosner B, Davis ME, Eisen EA, et al. Lung cancer and vehicle exhaust in trucking industry workers. *Environ Health Perspect*. oct 2008;116(10):1327-32.

- Laden F, Hart JE, Eschenroeder A, Smith TJ, Garshick E. Historical estimation of diesel exhaust exposure in a cohort study of U.S. railroad workers and lung cancer. *Cancer Causes Control*. sept 2006;17(7):911-9.
- Guo J, Kauppinen T, Kyyrönen P, Heikkilä P, Lindbohm ML, Pukkala E. Risk of esophageal, ovarian, testicular, kidney and bladder cancers and leukemia among Finnish workers exposed to diesel or gasoline engine exhaust. *Int J Cancer*. 20 août 2004;111(2):286-92.
- Kogevinas M, Mannetje A, Cordier S, Ranft U, González CA, Vineis P, et al. Occupation and bladder cancer among men in Western Europe. *Cancer Causes Control*. déc 2003;14(10):907-14.
- Sjödahl K, Jansson C, Bergdahl IA, Adami J, Boffetta P, Lagergren J. Airborne exposures and risk of gastric cancer: a prospective cohort study. *Int J Cancer*. 1 mai 2007;120(9):2013-8.
- Ji J, Granström C, Hemminki K. Occupational risk factors for kidney cancer: a cohort study in Sweden. *World J Urol*. sept 2005;23(4):271-8.
- Van Gerwen M, Alerte E, Alsen M, Little C, Sinclair C, Genden E. The role of heavy metals in thyroid cancer: A meta-analysis. *J Trace Elem Med Biol*. janv 2022;69:126900.
- Mirzaei A, Rashedi S, Akbari MR, Khatami F, Aghamir SMK. Combined anticancer effects of simvastatin and arsenic trioxide on prostate cancer cell lines via downregulation of the VEGF and OPN isoforms genes. *J Cell Mol Med*. mai 2022;26(9):2728-40.
- Núñez O, Fernández-Navarro P, Martín-Méndez I, Bel-Lan A, Locutura JF, López-Abente G. Arsenic and chromium topsoil levels and cancer mortality in Spain. *Environ Sci Pollut Res Int*. sept 2016;23(17):17664-75.
- Fei X, Lou Z, Christakos G, Ren Z, Liu Q, Lv X. The association between heavy metal soil pollution and stomach cancer: a case study in Hangzhou City, China. *Environ Geochem Health*. déc 2018;40(6):2481-90.
- Mohajer R, Salehi MH, Mohammadi J, Emami MH, Azarm T. The status of lead and cadmium in soils of high prevalence gastrointestinal cancer region of Isfahan. *J Res Med Sci*. mars 2013;18(3):210-4.
- Tarhonska K, Lesicka M, Janasik B, Roszak J, Reszka E, Braun M, et al. Cadmium and breast cancer - Current state and research gaps in the underlying mechanisms. *Toxicol Lett*. 15 mai 2022 ;361 :29-42.
- Holy CE, Zhang S, Perkins LE, Hasgall P, Katz LB, Brown JR, et al. Site-specific cancer risk following cobalt exposure via orthopedic implants or in occupational settings: A systematic review and meta-analysis. *Regul Toxicol Pharmacol*. mars 2022;129:105096.
- Greenwood-Van Meerveld B, Johnson AC, Grundy D. *Gastrointestinal Physiology and Function*. *Handb Exp Pharmacol*. 2017 ;239:1-16.
- Farré R, Fiorani M, Abdu Rahiman S, Matteoli G. Intestinal Permeability, Inflammation and the Role of Nutrients. *Nutrients*. 23 avr 2020;12(4):E1185.
- Andersen ZJ, Jørgensen JT, Elsborg L, Lophaven SN, Backalarz C, Laursen JE, et al. Long-term exposure to road traffic noise and incidence of breast cancer: a cohort study. *Breast Cancer Res*. 5 oct 2018;20(1):119.
- Sørensen M, Poulsen AH, Kroman N, Hvidtfeldt UA, Thacher JD, Roswall N, et al. Road and railway noise and risk for breast cancer: A nationwide study covering Denmark. *Environ Res*. avr 2021;195:110739.
- Clark C, Crumpler C, Notley AH. Evidence for Environmental Noise Effects on Health for the United Kingdom Policy Context: A Systematic Review of the Effects of Environmental Noise on Mental Health, Wellbeing, Quality of Life, Cancer, Dementia, Birth, Reproductive Outcomes, and Cognition. *Int J Environ Res Public Health*. 7 janv 2020;17(2):E393
- Schmidt FP, Basner M, Kröger G, Weck S, Schnorbus B, Muttray A, et al. Effect of nighttime aircraft noise exposure on endothelial function and stress hormone release in healthy adults. *Eur Heart J*. déc 2013;34(45):3508-3514a.
- Roswall N, Eriksen KT, Hjortebjerg D, Jensen SS, Overvad K, Tjønneland A, et al. Residential Exposure to Road and Railway Noise and Risk of Prostate Cancer: A Prospective Cohort Study. *PLoS One*. 2015;10(8):e0135407.

- Roswall N, Raaschou-Nielsen O, Ketzler M, Overvad K, Halkjær J, Sørensen M. Modeled traffic noise at the residence and colorectal cancer incidence: a cohort study. *Cancer Causes Control*. juill 2017;28(7):745-53.
- Hegewald J, Schubert M, Wagner M, Dröge P, Prote U, Swart E, et al. Breast cancer and exposure to aircraft, road, and railway-noise: a case-control study based on health insurance records. *Scand J Work Environ Health*. 1 nov 2017;43(6):509-18.
- Carpenter DO. Human disease resulting from exposure to electromagnetic fields. *Rev Environ Health*. 2013;28(4):159-72.
- Del Fiore P, Russo I, Dal Monico A, Tartaglia J, Ferrazzi B, Mazza M, et al. Altitude Effect on Cutaneous Melanoma Epidemiology in the Veneto Region (Northern Italy): A Pilot Study. *Life (Basel)*. 17 mai 2022;12(5):745.
- Rattan S, Flaws JA. The epigenetic impacts of endocrine disruptors on female reproduction across generations. *Biol Reprod*. 1 sept 2019;101(3):635-44.
- International Agency for Research on Cancer. (1992). Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Solar and ultraviolet radiation (no 55).
- Schmitt, J., Seidler, A., Diepgen, T. I. et Bauer, A. (2011). Occupational ultraviolet light exposure increases the risk for the development of cutaneous squamous cell carcinoma: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Dermatology*, 164(2), 291-307. 10.1111/j.1365-2133.2010.10118.x
- Watson, M., Holman, D. M. et Maguire-Eisen, M. (2016). Ultraviolet radiation exposure and its impact on skin cancer risk. *Seminars in Oncology Nursing*, 32(3), 241-254. 10.1016/j.soncn.2016.05.005
- Xiang, F., Lucas, R., Hales, S. et Neale, R. (2014). Incidence of nonmelanoma skin cancer in relation to ambient UV radiation in white populations, 1978-2012: empirical relationships. *JAMA dermatology*, 150(10), 1063-1071.
- Pinault, L., Bushnik, T., Fioletov, V., Peters, C. E., King, W. D. et Tjepkema, M. (2017). The risk of melanoma associated with ambient summer ultraviolet radiation. *Statistics Canada*.
- Freedman, D. M., Kitahara, C. M., Linet, M. S., Alexander, B. H., Neta, G., Little, M. P. et Cahoon, E. K. (2015). Ambient temperature and risk of first primary basal cell carcinoma: A nationwide United States cohort study. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 148, 284-289. 10.1016/j.jphotobiol.2015.04.025
- Kaffenberger, B. H., Shetlar, D., Norton, S. A. et Rosenbach, M. (2017). The effect of climate change on skin disease in North America. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 76(1), 140-147. 10.1016/j.jaad.2016.08.014
- Kimeswenger, S., Schwarz, A., Födinger, D., Müller, S., Pehamberger, H., Schwarz, T. et Jantschitsch, C. (2016). Infrared A radiation promotes survival of human melanocytes carrying ultraviolet radiation-induced DNA damage. *Experimental Dermatology*, 25(6), 447-452. 10.1111/exd.12968
- Van der Leun, J. C., Piacentini, R. D. et Gruijl, F. R. de. (2008). Climate change and human skin cancer. *Photochemical & Photobiological Sciences*, 7(6), 730-733. 10.1039/B719302E
- Zhang S, Mwiberi S, Pickford R, Breitner S, Huth C, Koenig W, et al. Longitudinal associations between ambient air pollution and insulin sensitivity: results from the KORA cohort study. *Lancet Planet Health*. janv 2021;5(1):e39-49.
- Pedersen M, Halldorsson TI, Ketzler M, Grandström C, Raaschou-Nielsen O, Jensen SS, et al. Associations between ambient air pollution and noise from road traffic with blood pressure and insulin resistance in children from Denmark. *Environ Epidemiol*. oct 2019;3(5):e069.

## Annexes

Groupes de maladies	Maladies	2016		2017		2018		2020		2 021	2 022	2 023
		FSB	CMH	FSB	CMH	FSB	CMH	FSB	CMH	FSB	FSB	FSB
<b>MALADIES INFECTIEUSES ET INTESTINALES</b>	Fièvres typhoïdes & paratyphoïdes	116 668	46 606	146 864	61 538	174 224	70 002	205 711	69 602	88 792	91 657	120 261
	Dysenterie amibienne	389 126	33 024	496 233	46 694	484 409	48 140	402 996	49 824	62 115	57 983	67 022
	Schigellose		807		944		949		626			
	Schistosomiase digestive	4 177	378	4 835	332	6 552	425	7 282	2 025			
	Autres diarrhées infectieuses		34 539		46 812		55 640		52 653	79 740	163 210	117 753
	Abcès amibiens du foie		590		666		402		358	441	382	488
	Intox. alimentaires bactériennes		1 461		1 696		1 526		1 999	3 819	3 464	3 767
	Diarrhées non sanguinolantes	588 502		838 668		951 661		1 015 033				
	Diarrhées sanguinolantes	9 325		10 847		11 001		12 352		4 115	2 559	2 784
	Parasitoses intestinales	449 358	72 605	547 263	89 245	608 406	91 747	1 215 630	76 751	878 830	854 921	860 864
	Diarrhée									1 188 010	1 056 342	981 603
		<b>1 557 156</b>	<b>190 010</b>	<b>2 044 710</b>	<b>247 927</b>	<b>2 236 253</b>	<b>268 831</b>	<b>2 859 004</b>	<b>253 838</b>	<b>2 305 862</b>	<b>2 230 518</b>	<b>2 154 542</b>
<b>Total</b>		<b>1</b>		<b>2 292</b>		<b>2</b>		<b>3 112</b>		<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
		<b>747 166</b>		<b>637</b>		<b>505 084</b>		<b>842</b>		<b>305 862</b>	<b>230 518</b>	<b>154 542</b>
		<b>3 984</b>	<b>2 277</b>	<b>417</b> <sup>6</sup>	<b>2 721</b>	<b>363</b> <sup>6</sup>	<b>1 959</b>	<b>526</b> <sup>7</sup>	<b>440</b> <sup>2</sup>	<b>192 479</b>	-	-
		<b>6 261</b>		<b>138</b> <sup>9</sup>		<b>8 322</b>		<b>966</b> <sup>9</sup>		<b>192 479</b>	-	-
<b>AUTRES MALADIES INFECTIEUSES ET PARASITAIRES</b>												

<b>Dengue</b>	Dengue	2 538	-	6 922	510	1 746	4 425	2 512	7 557	13 794	18 542	137 010
<b>Hépatites</b>	Hépatites A, B, C		2 703		5 121		6 499		9 102	13 017	15 877	18 299
<b>Paludisme (simple et grave)</b>	Paludisme (simple et grave)	9 025 987	826 110	10774624	1 028 482	10897201	1 073 822	10285218	993 875	12 212 086	11 656 675	10 777 110
<b>MENINGITES</b>	Méningite à méningocoque	1 053	355	630	282	434	218	374	308	1 871	1 611	1 622
	Méningite à liquide clair non tuberculeux		51		56		58		19			
	Autres méningites		1 360		1 469		1 483		1 830			
		<b>1 053</b>	<b>1 766</b>	<b>630</b>	<b>1 807</b>	<b>434</b>	<b>1 759</b>	<b>374</b>	<b>157</b>	<b>1 871</b>	<b>1 611</b>	<b>1 622</b>
<b>Total Méningites</b>		<b>2 819</b>	<b>437</b>	<b>2</b>	<b>2 193</b>	<b>531</b>	<b>2</b>	<b>1 871</b>	<b>1 611</b>	<b>1 622</b>		
<b>TUMEURS</b>	C14.0 Tumeur maligne lèvres cav. Bucc. & larynx		251		197		114		85			
	Burkit		84		74		13		113	115	263	227
	Tumeur maligne de l'estomac		144		130		107		148	234	297	240
	Tumeur maligne de l'œsophage		34		78		42		86			
	Tumeur maligne du pancréas		84		142		111		114			
	Tumeur maligne app. Digest. & péritoine		356		385		344		299			
	Tumeur maligne app. Respir. & thorax		68		62		88		112			
	Tumeur tissu		164		159		179		159			
	Tumeur maligne de la peau		49		75		54		83			
	Tumeur maligne os & cartilage		69		116		65		100			



	Tumeur maligne du sein	1 937	623	2 040	797	2 050	1 001	1 826	058	1 866	1 591	1 670
	Cancer du sein									750	634	901
	Tumeur maligne du foie	655	976	568	1 254	581	1 145	773	214	1 104	1 130	1 088
	Tumeur maligne du col utérus		339		507		504		494	825	196	268
	Cancer du col de l'utérus										686	666
	Tumeur maligne org. Génito-urinaires fem.		-		-		254		162			
	Tumeur maligne organes génit. Masc	1 701	513	1 724	399	1 401	416	1 721	322			
	Tumeur maligne de l'utérus & annexes		265		179		268		250			
	Tumeur maligne tissu lymphatique & hématop.		58		39		83		209			
	Tumeurs bénignes		2 426		3 116		3 506		521			
	Autres Tumeurs malignes	3 268	1 189	2 952	1 416	3 383	1 578	2 926	440	7 821	10 453	11 057
	leucémie		117		155		556		119	440	579	701
		<b>7 561</b>	<b>7 809</b>	<b>284</b>	<b>9 280</b>	<b>415</b>	<b>10 428</b>	<b>246</b>	<b>1 088</b>	<b>13 155</b>	<b>15 829</b>	<b>16 818</b>
	<b>Total tumeurs</b>			<b>16</b>		<b>17 843</b>		<b>17</b>		<b>13 155</b>	<b>15 829</b>	<b>16 818</b>
		<b>15 370</b>		<b>564</b>								
<b>MALADIES CARDIO VASCULAIRES</b>	Cardiopathies congénitales		374		794		779		334	1 370	1 810	1 570
	Cardiopathies rhumatismales		267		236		330		388			
	Cardiopathies ischémiques		2		18		7		37			
	Infarctus aigu du myocarde		141		135		165		953	490	485	461
	Péricardite aiguë		134		119		181		476	291	345	298
	Myocardiopathie		1 352		1 200		1 675		302	3 057	3 467	3 676

	Insuffisances cardiaques		5 129		5 601		5 574		6 257	6 251	6 059	6 034
	Autres cardiopathies		7 369		9 486		10 076		10 618			
	H.T.A.	128 185	3 114	133 118	48 322	143 431	56 609	153 680	56 578	240 787	256 465	263 466
	Mal. Vasc. Cérébrales		3 987		5 017		5 643		6 843	8 084	9 108	9 581
	Phlébites		221		220		320		454			
	Artérites		114		79		239		277			
	Thrombophlébites		305		457		557		816	1 489	1 296	1 692
	Hypotension		3 414		4 323		4 689		3 591			
	Autres mal. App. Circulatoire	32 746	2 487	33 314	4 208	32 680	5 214	29 118	4 948	19 339	22 464	24 956
			<b>28</b>	<b>166 432</b>		<b>176</b>		<b>182 798</b>	<b>95</b>			
		<b>160 931</b>	<b>410</b>		<b>80 215</b>	<b>111</b>	<b>92 058</b>		<b>872</b>	<b>281 158</b>	<b>301 499</b>	<b>311 734</b>
				<b>246</b>		<b>268 169</b>		<b>278</b>		<b>281 158</b>	<b>301 499</b>	<b>311 734</b>
		<b>189 341</b>		<b>647</b>				<b>670</b>				
<b>MALADIES DE L'APPAREIL RESPIRATOIRE</b>	Bronchites		149 717		203 501		197 456		135 301		189 240	215 842
	Bronchiolites aiguës		10 508		11 802		11 505		7 946		12 125	16 242
	Angine		22 424	162 336	26 675	176 807	27 315	171 574	225 686	245 012	255 929	261 200
	Pneumonie		-	3 822 566	197 149	4 305 699	215 599	3 719 289	227 233	4 518 450	4 159 865	4 366 866
	Pneumopathie		143 157		76 101		91 617		64 082			
	Pneumothorax		1 728		1 309		1 427		934	2 719	2 389	3 245
	Emphysème		108		130		110		77			
	Etat de mal asthmatique		394		396		295		340			
	Epanchement pleural non classé		131		193		255		241			
	Insuffisance respiratoire		901		721		766		1 413			

	Asthme	24 706	7 186	24 172	9 105	24 480	9 407	24 241	10 001	78 533	61 555	58 130
	Autres affect aiguës voies resp.		27 593		24 045		525 593		19 016			
	Pleurésies purulentes		300		462		1 027		282	1 142	1 443	1 549
	Pleurésies à liquide. Clair non tuberculeux		90		154		201		88			
	Affections chroniques des voies respiratoires		246		1 349		1 216		819			
	Autres maladies App. Resp	107 185	20 980	130 588	17 794	148 036	17 226	174 166	15 073	66 031	81 597	105 467
	IRA haute Otites	158 279										
	IRA haute Angine	133 800										
	IRA haute Rhinopharyngite	578 094	782 375			883 836		879 217				
	IRA Basse Pneumonie	2 395 689										
	IRA Basse Broncho-pneumonie	1 094 679		1 368 395		1 464 386		1 114 609		1 258 254	1 176 190	1 164 573
	IRAS									9 092	3 432	5 025
		<b>4 492 432</b>	<b>1 167 838</b>	<b>5 508 057</b>	<b>570 886</b>	<b>7 003 244</b>	<b>1 101 015</b>	<b>6 083 096</b>	<b>708 532</b>	<b>6 179 233</b>	<b>5 943 765</b>	<b>6 198 139</b>
		<b>5 660 270</b>		<b>6 078 943</b>		<b>8 104 259</b>		<b>6 791 628</b>		<b>6 179 233</b>	<b>5 943 765</b>	<b>6 198 139</b>
<b>ANOMALIES CONGÉNITALES</b>	Spina bifida		277		352		326		480	341	297	390
	Hydrocéphalie						124		291	345	381	434
	Microcéphalie		20		55		32		57			
	Bec de lièvre/fente palatine		112		131		250		184			
	Omphalocèle		82		194		164		149	169	213	342
	Anomalie congénitale de l'œil		14		36		35		25			

	Autres anomalies congénitales		929		1 492		1 844		1 836		3 293	6 783
	Cardiopathie congénitale								511		827	1 183
		-	<b>1 434</b>	-	<b>2 260</b>	-	<b>2 775</b>	-	<b>3 022</b>	<b>1 366</b>	<b>5 011</b>	<b>9 132</b>
<b>INTOXICATION EMPOISONNEMENT ET ENVENIMATION</b>	Intoxications médic./prod. Biologiques		841		820		73		640	1 024	1 090	1 352
	Intoxication par subst. non médicinales		871		829		1 113		1 268	1 260	1 795	1 235
	dont intox. Essence/pétrole		106		88		98		118			
	Morsures de serpents	21 842	4 185	22 636	4 680	20 947	4 103	21 992	3 840	15 748	15 615	14 705
	Intoxication alimentaire		2 044		2 514		2 522		3 064	3 660	4 076	4 660
	Autres intoxications, empoisonnement et envenimations	32 175	2 653	31 102	4 539	33 207	4 555	28 504	751	5 832	6 129	7 299
	Intoxication	13 980		14 268		48 090		12 820				
		<b>67 997</b>	<b>10 700</b>	<b>68 006</b>	<b>13 470</b>	<b>102 244</b>	<b>12 464</b>	<b>63 316</b>	<b>12 681</b>	<b>27 524</b>	<b>28 705</b>	<b>29 251</b>
		<b>78 697</b>		<b>81 476</b>		<b>114 708</b>		<b>75 997</b>		<b>27 524</b>	<b>28 705</b>	<b>29 251</b>
	COVID-19							<b>6 972</b>		<b>5 472</b>	<b>1 060</b>	<b>3 696</b>
<b>TOTAL MOTIF DE CONSULTATION</b>		<b>20 046 047</b>	<b>2 667 171</b>	<b>24 765 738</b>	<b>3 393 120</b>	<b>26 353 768</b>	<b>4 147 704</b>	<b>25 847 400</b>	<b>3 891 780</b>	<b>32 679 825</b>	<b>30 849 900</b>	<b>30 696 815</b>