



Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine dans la région de Casablanca-Settat 2020-2018





SOUS LE HAUT PATRONAGE DE SA MAJESTÉ LE ROI MOHAMMED VI



27 - 29 SEPTEMBRE 2023
MARRAKECH

**Evaluation de l'impact sanitaire
de la pollution atmosphérique urbaine
dans la région de Casablanca-Settat
2020-2018**



Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine dans la région de Casablanca-Settat, 2018-2020

Contenu

1. Introduction

La pollution atmosphérique	1
Réglementation	1
Impact sanitaire de la pollution atmosphérique	2
Principe de l'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution de l'air	2
Outil d'évaluation AIRQ+	3

2. EIS de la pollution de l'air dans la région Casablanca-Settat

Méthode	4
Résultats	6
Discussion	8

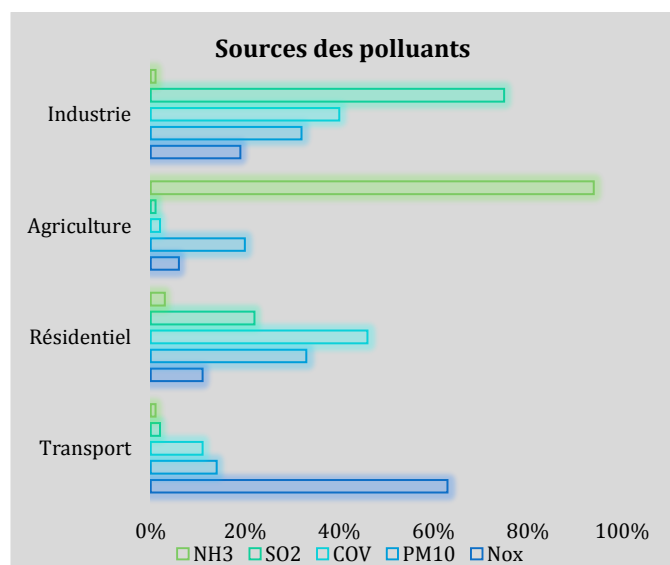


Introduction

La pollution atmosphérique

- La pollution atmosphérique est un mélange complexe de composés en évolution constante. On distingue deux catégories de polluants atmosphériques :
 - les polluants primaires**, émis directement par une source: monoxyde d'azote, dioxyde de soufre, monoxyde de carbone, particules (ou poussières), métaux lourds, composés organiques volatils, hydrocarbures aromatiques polycycliques...
 - les polluants secondaires** issus d'interactions physico-chimiques entre polluants sous l'effet de conditions météorologiques particulières : ozone, dioxyde d'azote, particules...

Les polluants de l'air proviennent en minorité de phénomènes d'origine naturelle (vents de sable du Sahara, érosion des sols, éruptions volcaniques...) et en majorité des activités humaines :



Réglementation

Au Maroc, la gestion de la qualité de l'air est régie par la **loi 13-03 relative à la lutte contre la pollution de l'air** qui a pour objectif de réglementer la protection de l'air contre les polluants atmosphériques. Elle s'applique à toute personne possédant, détenant, utilisant ou exploitant des appareils émettant des polluants atmosphériques. Parmi ces textes d'application :

- Le décret n° 2-09-286 du 8 décembre 2009 fixant les normes de qualité de l'air et les modalités de surveillance de l'air.
- Le décret n°2-09-631 du 6 juillet 2010 fixant les valeurs limites de dégagement d'émissions ou de rejets de polluants dans l'air émanant de sources de pollution fixes et les modalités de leur contrôle.
- Le décret n° 2-12-172 fixant les prescriptions techniques relatives à l'élimination et aux procédés de la valorisation des déchets par incinération.
- L'arrêté relatif aux seuils d'information, seuils d'alertes et les mesures d'urgence.

Aussi dans le cadre de l'application de la loi 13-03, le décret n°2-09-286 fixant les normes de qualité de l'air et les modalités de surveillance indique dans ces articles 13-14 la création d'un comité national de surveillance et suivi de la qualité de l'air CNSSQA, il a pour missions :

- Veiller à l'établissement du programme national de protection et de surveillance de la qualité de l'air ;
- Donner son avis sur les seuils d'information, les seuils d'alerte et les mesures d'urgence sur la base des données fournies par les réseaux de surveillance ;
- Fixer la procédure de collecte des données, de validation, d'échange et de diffusion de l'information relative à la qualité de l'air ;
- Proposer les substances polluantes à surveiller
- Définir les procédés et moyens d'information de manière permanente de la population sur la qualité de l'air, notamment sur les niveaux de concentration des substances polluantes dans l'air

Impact sanitaire de la pollution atmosphérique

Les polluants émis dans l'atmosphère en raison de l'activité humaine ou les composés sous-produits de l'interaction des émissions chimiques ont des effets néfastes sur la santé. Ces effets dépendent fondamentalement de la nature du composé en question, de la concentration dans l'air et de la durée de l'exposition individuelle. Les effets nocifs sur la santé causés par la pollution atmosphérique peuvent être classés comme dus à une exposition chronique (effets à long terme) ou aiguë (effets à court terme)

L'exposition à court terme (pic de pollution) mais surtout l'exposition sur le long terme (chronique) a des impacts importants sur la santé, en particulier pour les personnes vulnérables ou sensibles, notamment : femmes enceintes, nourrissons et jeunes enfants, personnes de plus de 65 ans, personnes souffrant de pathologies cardio-vasculaires

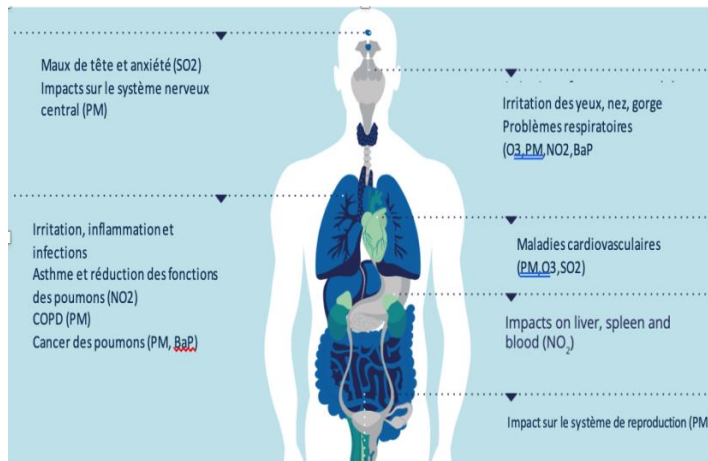


Figure 1 Impact sanitaire des polluants atmosphériques sur l'organisme

Effets à court terme : une exposition brève et même à de faibles niveaux peut provoquer, le jour même ou dans les jours qui suivent, des symptômes irritatifs au niveau des yeux, du nez et de la gorge, aggraver des pathologies respiratoires chroniques (asthme, bronchite...), favoriser la survenue d'un infarctus du myocarde, voire même provoquer le décès.

Effets à long terme : même à de faibles niveaux de concentration, une exposition sur plusieurs années peut induire des effets sanitaires bien plus importants. De nombreuses études montrent l'impact de la pollution atmosphérique sur la perte d'espérance de vie et la mortalité, mais également sur le développement de maladies cardiovasculaires, maladies respiratoires, cancer du poumon...

Évaluation de l'impact sanitaire de la Pollution de l'air

Pourquoi évaluer l'impact sanitaire de la pollution de l'air ?

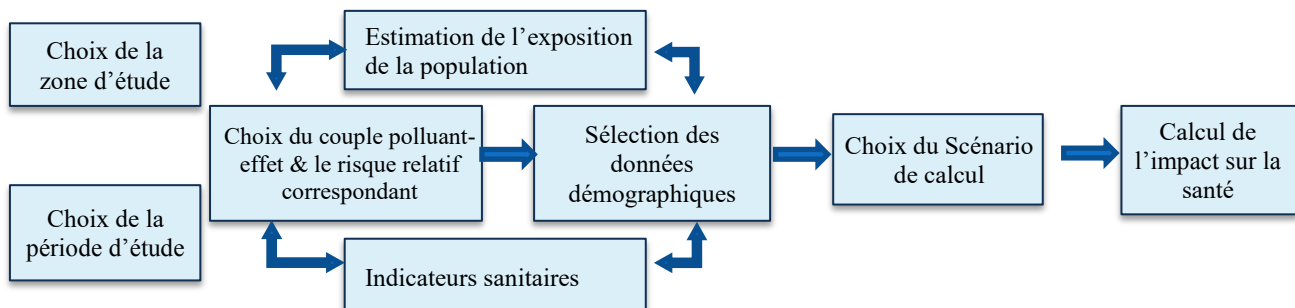
L'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique permet de quantifier les impacts sur la santé d'une amélioration ou d'une dégradation de la qualité de l'air au sein d'une population. Les résultats permettent d'objectiver le fardeau de la pollution, les bénéfices pour la santé attendus pour différents scénarios, et/ou les impacts potentiels d'actions visant à réduire les niveaux de pollution, afin d'aider les parties prenantes à planifier et mettre en œuvre des mesures permettant de protéger la santé de la population. C'est un outil d'aide à la décision mais aussi un outil de sensibilisation sur les effets de la pollution pour le grand public.

Principe :

L'évaluation de l'impact sanitaire s'appuie sur une démarche quantitative qui suppose une relation causale entre l'exposition à un polluant et la survenue d'un effet sur la santé, établie par les études épidémiologiques. L'évaluation repose sur l'utilisation des relations concentration-risque ou risques relatifs (RR) issus des études épidémiologiques et les appliquent aux données de santé et environnementales propres à la zone étudiée

La mise en œuvre d'une EIS est donc restreinte aux polluants pour lesquels la causalité a été pour l'instant établie et pour lesquels il existe des RR suffisamment robustes et des données de surveillance de la pollution et des effets sur la santé.

Étapes de l'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique :



Outil d'évaluation AIRQ+

AirQ+ est un logiciel développé par le Bureau régional de l'OMS pour l'Europe, il utilise des valeurs par défaut fondées sur des études de cohortes épidémiologiques, montrant les relations existantes entre les niveaux de concentration moyens relevés dans un air pollué à long terme et les risques de mortalité dans les populations exposées, il permet de :

- quantifier la charge de morbidité et l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé.
- estimer les effets de la pollution de l'air domestique liée à l'utilisation de combustibles solides.
- estimer le risque de cancer dû à une exposition au cours de la vie à un polluant atmosphérique cancérigène.

Plus précisément, AirQ+ calcule l'ampleur des effets sur la santé d'une exposition aux polluants atmosphériques les plus pertinents – ceux pour lesquels il existe des preuves solides – dans une population donnée. Il estime que les conséquences de santé associées à l'exposition à long et à court terme des PM_{2,5} et PM₁₀, l'ozone, le dioxyde d'azote et de carbone suie, ainsi que l'exposition à long terme à la pollution de l'air intérieure due à la consommation de combustibles domestiques, pour plusieurs paramètres de santé (mortalité, prévalence et incidence de certaines maladies et admissions à l'hôpital).

Pour la pollution de l'air ambiant, les particules en suspension (PM), le dioxyde d'azote (NO₂) et le carbone suie, l'utilisateur doit entrer les données suivantes :

- qualité de l'air : valeurs moyennes pour les effets de l'exposition à long terme, ou valeurs détaillées (nombre des jours avec des valeurs de pollution particulières) pour les effets de l'exposition à court terme ;
- population à risque (par exemple : le nombre total d'adultes supérieur ou égal à 30 ans) ;
- données sanitaires, telles que les taux de référence (prévalence ou incidence) des indicateurs de santé dans la population étudiée ;
- valeur seuil à prendre en compte (par exemple 10 µg/m³ pour les PM_{2,5}) ;
- valeurs de risque relatif (RR) si elles diffèrent des valeurs par défaut fournies par l'OMS.

Afin de faciliter les calculs, AirQ+ inclut des valeurs par défaut pour les RR ou fonctions concentration-réponse pour plusieurs résultats de santé, il est fortement recommandé d'utiliser les RR issus d'une méta-analyse au lieu d'une seule étude locale. Le logiciel est périodiquement mis à jour avec de nouvelles fonctions de concentration-réponse approuvées et révisées par des experts internationaux.

Dans cette étude, nous avons utilisé le logiciel pour estimer :

1. L'impact sanitaire si les niveaux de pollution de l'air étaient modifiés par rapport au scénario actuel (combien de vies pouvaient être sauvées par une réduction spécifique des niveaux de polluants dans la zone étudiée).
2. Le taux de mortalité attribuable aux particules PM_{2,5}

EIS de la pollution de l'air dans la région de Casablanca-Settat

Méthode

Période d'étude :

La période d'étude retenue porte sur les trois dernières années, de 2018 à 2020. Elle a été choisie en fonction de la disponibilité des données de qualité de l'air.

Zone d'étude :

L'étude concerne la région de Casablanca-Settat



Caractéristique de la zone d'étude :

Nombre de préfectures	2
Nombre de communes	7
Taux d'urbanisation %	73,4
Superficie (km ²)	19448
Nombre d'habitants	7218021
Densité (habitant/km ²)	371,14



Comment choisir la zone d'étude ?

Il s'agit de définir une zone où une population est exposée, en moyenne, à un même niveau de pollution par unité de temps.

La zone d'étude doit répondre aux critères suivants :

- zone de continuité urbaine avec le centre-ville (sans rupture d'urbanisation) ;
- la majorité de la population séjourne bien la majeure partie de son temps ;
- la qualité de l'air (mesurée par des stations de fond) et la répartition des émissions peuvent être considérées comme homogène.

Données sanitaires:

A défaut des données sanitaires, les résultats seront exprimés en pourcentage, ainsi 20% de mortalité toutes causes par exemple signifiera que 20% de la totalité de mortalité dans la région est due à la pollution atmosphérique ou pourrait être évité en respectant des concentrations plus faibles.

Pour certains indicateurs sanitaires on a utilisé les statistiques de l'IHME

Données sanitaires selon Instiut of Health and Metrics

Evaluation (IHME) :

Données sanitaires	2018	2019
	Incidence (par 100000 hab)	Incidence (par 100000 hab)
Mortalité (toutes causes)	631,90	634,52
Mortalité adultes +25 ans (toutes causes)	1032,65	1032,43
Mortalité Infections respiratoires basses	17,73	17,38
Incidence cancer poumons adults +25 ans	25,29	25,79
Incidence COPD	101,50	104,82
Mortalité ALRI 0-5 ans	34,83	31,20
Mortalité BPCO	16,29	16,51
Mortalité cancer poumons +25 ans	25,59	26,10
Mortalité IHD +25 ans	350,66	351,66
Mortalité AVC +25ans	141,94	141,21

Données de la qualité de l'air :

La surveillance de la qualité de l'air dans la région de Casablanca-Settat est assurée par 12 stations de mesures fixes réparties inégalement. Ces stations permettent d'évaluer la qualité de l'air en continu moyennant la quantification de quatre polluants, entre autres, présents dans l'air lesquels sont principalement les matières particulaires PM10, les dioxydes de soufre, les oxydes d'azote et l'ozone.

* A noter que le Laboratoire ne dispose pas des données complètes pour les années de la période d'étude, plus que 60% des données sont manquantes pour la majorité des stations.

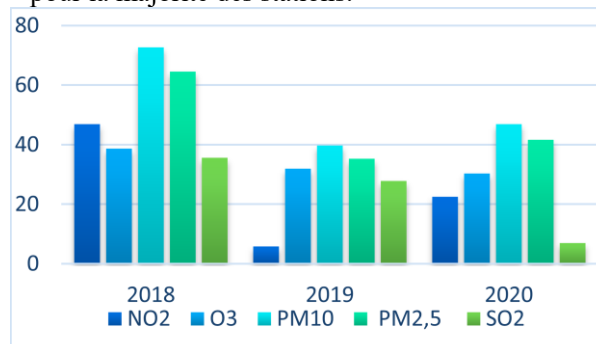


Figure 2 Moyennes des concentrations des polluants par année



Comment sélectionner les stations ?

- Fonctionnement sans interruption de longue durée pendant la période retenue
- Chevauchement de l'étendue des interquartiles et une différence entre les moyens n'excédant pas 15µg/m³
- Coefficient de corrélation >0,6 entre les séries

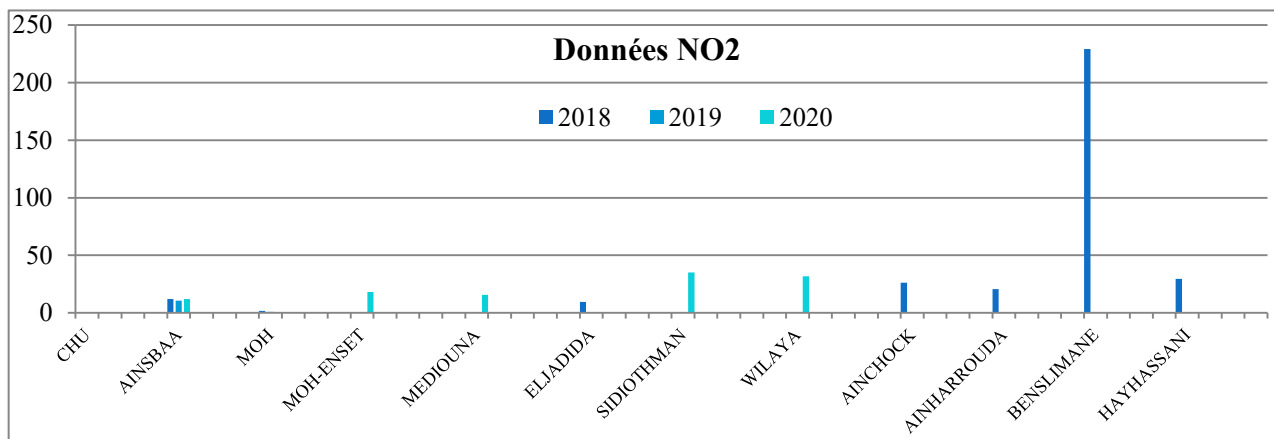


Figure 3 Moyenne des concentrations NO₂ par station

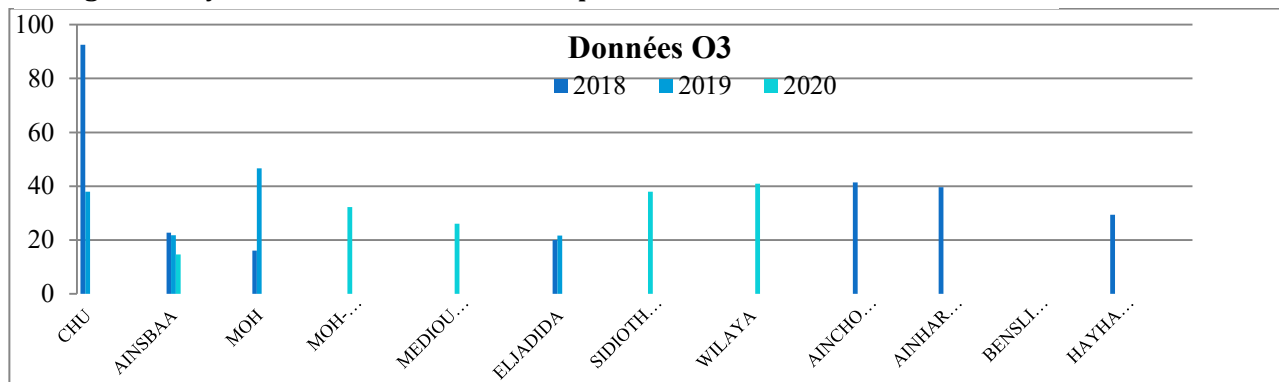


Figure 4 Moyennes des concentrations O₃ par station

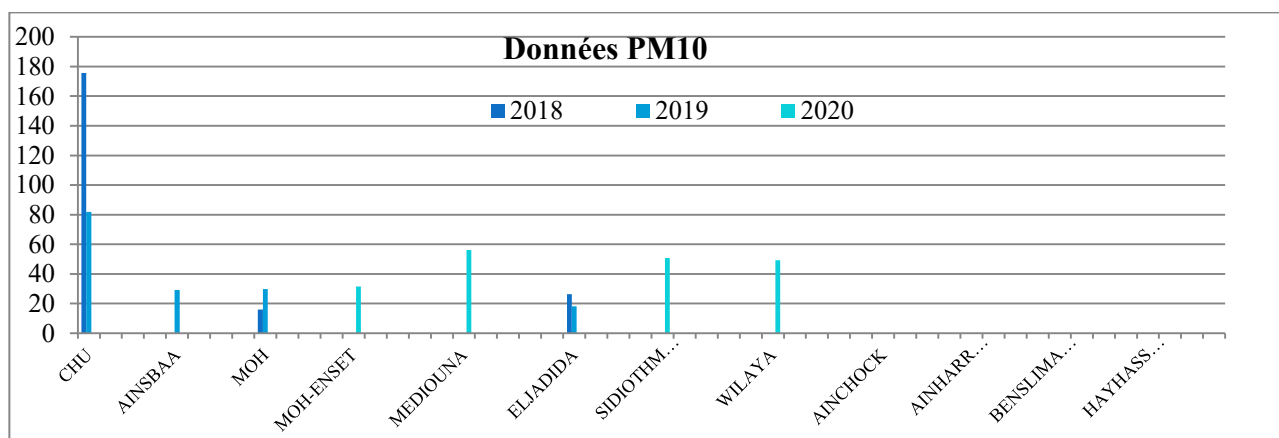


Figure 5 Moyenne des concentrations PM₁₀ par station

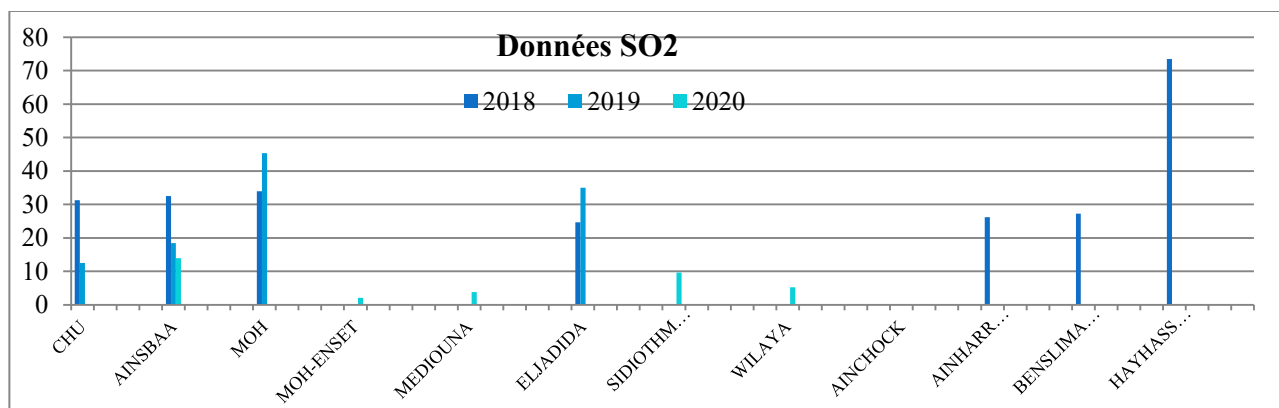


Figure 6 Moyenne des concentrations SO₂ par station

Evaluation de l'impact sanitaire : Choix des scénarios de réduction

Suivant le principe de l'évaluation de l'impact sur la santé de la pollution atmosphérique par rapport à une baisse de la moyenne de concentration annuelle de polluant, il est nécessaire de définir cette réduction que l'on souhaite évaluer.

Ce seuil, ou réduction de concentration à atteindre peut être :

- ♣ Valeur cible : seuil recommandé par l'OMS pour limiter l'impact d'un polluant sur la santé ou seuil réglementaire national
- ♣ Baisse de la pollution : une baisse des concentrations par une quantité fixe (baisse de 5 µg/m3 par ex) ou par un pourcentage.

Vu que le seuil réglementaire est déjà respecté pour la quasi-totalité des polluants, le seuil utilisé dans notre analyse est la valeur cible de l'OMS, on calcul donc la part attribuable de la pollution de l'air si le niveau de la pollution est réduit à cette valeur.

	Valeur guide de l'OMS	Valeur de la réglementation Marocaine
NO₂	40 µg/m3 en moyenne annuelle 200 µg/m3 en moyenne horaire	50 µg/m3 en moyenne annuelle 200 centile 98 moyennes horaires
O₃	100 µg/m3 max journalier de la moyenne sur 8heures	110µg/m3 max journalier de la moyenne sur 8heures
PM₁₀	20µg/m3 en moyenne annuelle 50µg/m3 en moyenne horaire	50 centile 90,4 des moyennes journalières
PM_{2,5}	10 µg/m3 en moyenne annuelle 25 µg/m3 en moyenne horaire	-

Estimation de la charge de morbidité :

En deuxième partie de l'étude, nous avons estimé le taux de mortalité par les PM_{2,5} des maladies les plus fréquemment associées à l'exposition à la pollution aux PM_{2,5} à savoir les cardiopathies ischémiques ; les accidents vasculaires cérébraux ; les infections respiratoires basses chez les enfants de moins de 5ans et le cancer du poumon et les broncho-pneumopathies chroniques obstructives (BPCO) durant les trois années en utilisant les fonctions IER de l'étude GBD par défaut incluses dans la version actuelle du logiciel Airq+.

Résultats



Calcul du gain sanitaire lié à une réduction de la pollution de l'air :

Le tableau présente le pourcentage des cas (décès ou effets sur la santé) évitables attendus pour le scénario choisi, ce dernier consiste à ramener la moyenne annuelle au niveau de la valeur cible de l'OMS

	Cause	2018	2019	2020
NO₂	Mortalité toutes causes	2,74%	0	0
	Prévalence symptômes bronchites	1,43%	0	0
PM₁₀	Incidence bronchites chronique chez adultes	44,20%	19,63%	25,77%
	Mortalité post néantal	18,68%	7,45%	10,02%
	Prévalence bronchites chez les enfants	33,35%	14,10%	18,72%
PM_{2.5}	Mortalité toutes causes (+30 ans)	27,90%	14,06%	17,34%
	Incidence cancer poumon	37,41%	19,51%	23,88%
	Mortalité ALRI chez les enfants (0-5 ans)	29,86%	18,64%	21,70%
	Mortalité BPCO adultes	24,78%	15,57%	18,02%
	Mortalité cancer poumon adultes	22,57%	13,19%	15,60%
	Mortalité IHD adultes	25,07%	17,17%	19,39%

Ainsi une diminution de la moyenne des concentrations des PM_{2.5} jusqu'aux valeurs préconisées par l'OMS aurait permis d'éviter 27,9% des mortalités toutes causes chez les adultes de plus de 30ans en 2018, 14,06% en 2019 et 17,34% en 2020. Notons aussi qu'une diminution de la concentration moyenne des NO₂ de l'ordre de 7µg/m3, de 47 µg/m3 (moyenne annuelle) à 40 µg/m3 (valeur préconisée par l'OMS), aurait permis d'éviter 2,7% des mortalités. Les années 2019 et 2020 ont connu une concentration moyenne des NO₂ inférieurs à la valeur cible OMS d'où les valeurs nulles dans le tableau.

Pour les PM₁₀, 44%des incidences bronchites chroniques sont due à l'ecart des concentrations PM₁₀ enregistré en 2018 et les concentrations préconisées par l'OMS, de même que 33,35% des cas de prévalence brochites chez les enfants et 18,7% des cas de mortalité post néantal.



Calcul de la charge de la mortalité :

1. Mortalité due à une infection aigüe des voies respiratoires (ALRI) :

			2020		2019		2018	
Tranche d'âge	Population à risque	Incidence par 100000	Part attribuable	Nombre de cas	Part attribuable	Nombre de cas	Part attribuable	Nombre de cas
0-5	9.5%	31.20	29,17%	64	26,46%	57	36.53%	87

2. Mortalité due à une maladie pulmonaire obstructive chronique (BPCO) :

			2020		2019		2018	
Tranche d'âge	Population à risque	Incidence par 100000	Part attribuable	Nombre de cas	Part attribuable	Nombre de cas	Part attribuable	Nombre de cas
+25ans	60%	16.51	27.43%	201	25.28%	183	33.44%	236

3. Mortalité due au cancer du poumon :

			2020		2019		2018	
Tranche d'âge	Population à risque	Incidence par 100000	Part attribuable	Nombre de cas	Part attribuable	Nombre de cas	Part attribuable	Nombre de cas
+25ans	60%	26.10	20.61%	239	18.37%	210	27.22%	302

4. Mortalité due à la cardiopathie ischémique (IHD) :

			2020		2019		2018	
Tranche d'âge	Population à risque	Incidence par 100000	Part attribuable	Nombre de cas	Part attribuable	Nombre de cas	Part attribuable	Nombre de cas
25-29	8.3	5.28	37.83%	12	36.13%	12	42.24%	13
30-34	7.8	11.26	35.77%	23	23.18%	22	39.94%	25
35-39	7.3	21.63	33.65%	39	32.14%	37	37.60%	43
40-44	6.11	46.82	31.88%	67	30.39%	63	35.87%	74
45-49	5.5	103.27	29.79%	125	28.42%	118	33.43%	137
50-54	5.2	192.66	27.37%	203	26.08%	191	30.79%	223
55-59	4.8	347.33	25.17%	311	24.20%	240	28.33%	341
60-64	4.0	607.76	23.04%	415	21.95%	390	25.95%	455
65-69	2.7	979.67	21.02%	412	23.98%	292	23.66%	452
70-74	1.7	1560.32	18.97%	373	18.08%	351	21.37%	409
75-79	1.4	2483.10	16.71%	430	15.93%	405	18.80%	472
80+	1.2	5060	9.85%	438	11.60%	509	16.13%	698

5. Mortalité due aux accidents vasculaires cérébraux (AVC) :

			2020		2019		2018	
Tranche d'âge	Population à risque	Incidence par 100000	Part attribuable	Nombre de cas	Part attribuable	Nombre de cas	Part attribuable	Nombre de cas
25-29	8.3	2.97	30.11	5	28.29%	5	28.29%	5
30-34	7.8	4.62	28.69	8	26.98%	7	26.89%	7
35-39	7.3	8.82	27.44	13	25.79%	46	25.79%	46
40-44	6.11	17.49	25.5	20	23.97%	19	23.97%	19
45-49	5.5	32.14	24.18	32	22.72%	29	22.72%	29
50-54	5.2	59.40	22.64	52	21.34%	48	21.34%	48
55-59	4.8	107.74	20.46	78	19.19%	73	19.19%	73
60-64	4.0	198.92	18.73	110	17.61%	102	17.61%	102
65-69	2.7	353.18	17.22	122	16.16%	113	16.16%	113
70-74	1.7	644.41	15.42	125	14.48%	116	14.48%	116
75-79	1.4	1147.12	13.36	159	12.51%	147	12.51%	147
80+	1.2	2886.13	12.00	241	9.33%	229	9.33%	229

Ainsi le tableau suivant récapitule le nombre décès attribuables aux PM2.5 liés aux principales causes durant l'année 2020 :

Maladie	Année	ALRI	BPCO	Cancer du poumon	IHD	AVC	Total
Nombre de décès causé par la maladie	2020	64	201	239	2848	965	4218
	2019	57	183	210	2630	934	4014
	2018	87	236	302	3342	1113	5080

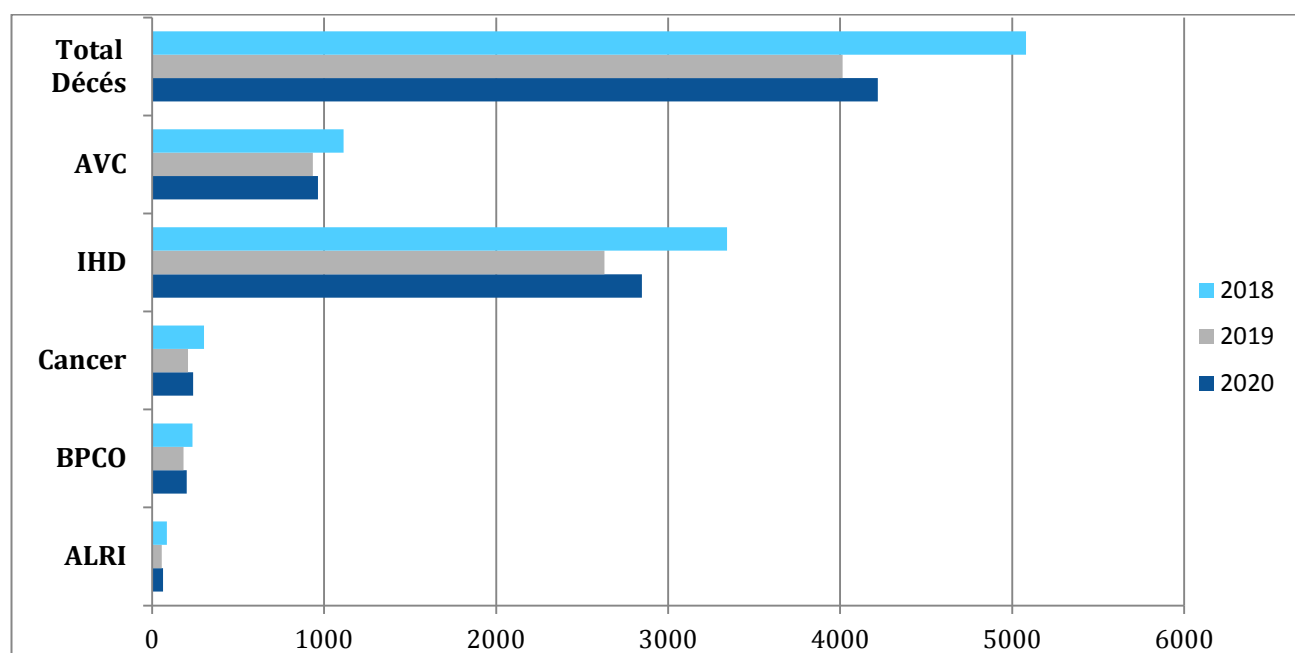


Figure 7 Charge de morbidité imputable à la pollution de l'air

Discussion

La démarche EIS est une méthode peu coûteuse, rapide et facilement reproductible qui permet d'estimer l'impact local de la pollution atmosphérique urbaine à partir des données d'études épidémiologiques existantes. Cependant, cette évaluation dans la région de Casablanca-Settat peut engendrer des limites et incertitudes qu'il est important de prendre en considération.

1. Hypothèses, limites et incertitudes :

La bonne compréhension des résultats présentés dans cette étude, nécessite de rappeler et de préciser les hypothèses, limites et incertitudes inhérentes à chacune des étapes de l'EIS :

* **La période d'étude** : Une période de 3 ans est retenue comme recommandé dans les EIS, le choix des années 2018-2019-2020 est fait suite à la disponibilité des données qualité de l'air, quoique l'année 2020 représente une particularité comme elle est marquée par un événement sanitaire exceptionnelle (covid19) et aussi sur le plan climatique comme elle a connu des records de chaleurs et a été déclaré par la Direction Générale de la Météorologie comme l'année la plus chaude jamais enregistrés au Royaume.

* **La zone d'étude** : Le choix de la région Casablanca-Settat est fait en respectant le découpage administratif, cependant la zone présente certaines limites :

- La région présente un taux d'urbanisation de 72% , elle comprend désormais de vaste territoires ruraux ainsi que des forêts couvrant 114.107ha. La discontinuité urbaine et la présence de ceinture verte pourrait modifier la dispersion des polluants et les niveaux de pollution de la région.
- Les stations de mesure de la qualité de l'air sont essentiellement réparties dans la ville de Casablanca où sont installés 8 des 12 stations. Certaines stations sont sous l'influence directe de sources d'émission vu leurs emplacements dans des zones connues par un trafic routier dense ou une activité industrielle importante. Ce qui interroge l'hypothèse de l'exposition homogène à la pollution atmosphérique.

Malgré cela, on n' a exclue aucune province de la région , et on suppose que la qualité de l'air au niveau de toutes les communes de la région est homogène.

* **Données sanitaires** : A défaut de données, on a fait recours à la base de données de l'institut IHME d'où on a tirée l'incidence par 100.000 hab des principaux indicateurs sanitaires. Seuls les indicateurs liés aux effets à long termes sont retenus par défaut des données journalières/horaires de la qualité de l'air.

* **Données qualité de l'air** : Les données reçu du laboratoire montre que plusieurs stations présente des interruptions de fonctionnement répétitifs et pendant de longue durée, aussi le tableau reçu présente les moyennes mensuelles et non pas journalières ce qui rend impossible l'estimation des effets de certains polluants notamment O₃, raison pour laquelle ce dernier a été exclu de l'étude. Les polluants retenus pour lesquels l'impact sanitaire à long terme a été étudiés sont NO₂, PM₁₀ et PM_{2,5}

* **Relation RR et calcul de l'impact** : Afin de faciliter le calcul on a fait appel au logiciel AirQ+ qui inclut par défaut des valeurs du risque relatif pour plusieurs couples de polluants entraînant un impact sanitaire. Les estimations générées comportent certaines incertitudes vu qu'elles reposent sur des informations provenant des fonctions concentration-réponse basées sur un certain nombre d'hypothèses et des niveaux de preuve limitées pour certaines maladies. Les preuves scientifiques sous-jacentes sur les effets sur la santé de la pollution de l'air ambiant utilisées dans le logiciel proviennent principalement d'études menées en Europe de l'Ouest et en Amérique du Nord. Par conséquent, la pertinence (applicabilité) des résultats générés par le logiciel, pour les évaluations effectuées en dehors de ces régions (notamment la région objet de cette étude) peut être associée à des incertitudes supplémentaires.

2. Interprétation des résultats :

Compte tenu des incertitudes présentées ci-dessus, les résultats fournis doivent être interprétés comme des ordres de grandeur permettant d'illustrer que même si les risques relatifs sont dits "faibles" à l'échelle individuelle, l'impact sur la population est important du fait du grand nombre de personnes exposées. Les résultats apportent également des éléments d'information permettant d'éclairer les choix dans la gestion de la qualité de l'air et montrent les effets de la pollution atmosphérique sur la santé quand bien même les concentrations mesurées sont inférieures aux seuils réglementaires. Sachant qu'il n'existe pas de seuil en deçà duquel la pollution n'a pas d'effet sur la santé, toute baisse de la pollution se traduirait par une diminution des événements sanitaires. Cette étude indique que réduire la pollution à long terme permettrait d'éviter chaque année un nombre non négligeable de décès anticipés et qu'un gain sanitaire est possible pour préserver la santé de la population de la région en diminuant les concentrations des polluants, particulièrement les PM_{2,5} dont l'impact sanitaire est plus important