

Santé environnement

Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine de Metz. Plan de protection de l'atmosphère des Trois Vallées, 2011

Impact à court et long terme

Sommaire

Abréviations	2
Table des tableaux et des figures	3
Glossaire	4
1. Contexte et objectifs	5
2. Description de la zone d'étude	5
2.1 Choix de la zone d'étude	5
2.2 Zone d'étude retenue	9
2.3 Population de la zone d'étude	11
2.4 Déplacements domicile-travail sur la zone d'étude	12
2.5 Attractivité hospitalière	12
2.6 Période d'étude	12
3. Matériel et méthodes	13
3.1 Identification des dangers sanitaires	13
3.2 Estimation de l'exposition	14
3.3 Indicateurs sanitaires	17
3.4 Choix des relations exposition-risque	18
3.5 Caractérisation du risque	18
4. Résultats	20
4.1 Estimation de l'impact sanitaire à court terme de la pollution atmosphérique	20
4.2 Gains sanitaires attendus par une réduction de la pollution	21
5. Discussion et recommandations	22
5.1 Synthèse des résultats de l'étude	22
5.2 Hypothèses limites et incertitudes	23
6. Conclusion	25
Références bibliographiques	26
Annexes	28

Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine de Metz. Plan de protection de l'atmosphère des Trois Vallées, 2011

Impact à court et long terme

Étude réalisée par

Sophie Raguét, pharmacienne-épidémiologiste
Institut de veille sanitaire (InVS), Cellule de l'InVS en région (Cire) Lorraine-Alsace

Relecture

Mathilde Pascal, Institut de veille sanitaire, Département santé environnement
Christine Meffre, Responsable, Institut de veille sanitaire, Cire Lorraine-Alsace

Ont participé à cette étude

Cire Lorraine-Alsace
Claire Janin, ingénieur du génie sanitaire

Agence régionale de santé (ARS) Lorraine
Hélène Robert, ingénieur du génie sanitaire. Délégation territoriale de Moselle
Christelle Meirissone, ingénieur d'étude sanitaire. Délégation territoriale de Moselle

Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
Erwan Pinvidic, inspecteur des installations classées

Hôpital Inter-armées Legouest de Metz
Dr Maton, responsable du service information médicale
J.-P. Jamin, technicien d'information médicale

Météo France
Centre départemental de Meurthe-et-Moselle

Service des systèmes d'information (SSI) de l'Institut de veille sanitaire
Javier Nicolau, biostatisticien

Table des abréviations

AASQA	Association agréée de la qualité de l'air
APHEIS	Air pollution and health. A european information system
ARS	Agence régionale de santé
A _s	Arsenic
ATIH	Agence technique de l'information sur l'hospitalisation
Cd	Cadmium
Cépi-DC	Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès
CH ₄	Méthane
CIM-10	Classification internationale des maladies- version 10
Cire	Cellule de l'InVS en région
CO	Monoxyde de carbone
CO ₂	Dioxyde de carbone
COVNM	Composés organiques volatils non méthaniques
Cr	Chrome
Cu	Cuivre
Dreal	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
EIS	Evaluation d'impact sanitaire
E-R	Relation exposition-risque
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
HCl	Acide chlorhydrique
HF	Fluorure d'hydrogène
Hg	Mercure
IC	Intervalle de confiance
Insee	Institut national de la statistique et des études économiques
Inserm	Institut national de la santé et de la recherche médicale
InVS	Institut de veille sanitaire
Laure	Loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie
NA	Nombre de cas attribuables
NO ₂	Dioxyde d'azote
NO _x	Oxydes d'azote
Ni	Nickel
N ₂ O	Protoxyde d'azote
NH ₃	Ammoniac
OMS	Organisation mondiale de la santé
O ₃	Ozone
PA	Pollution atmosphérique
Pb	Plomb
PMSI	Programme de médicalisation des systèmes d'information
PM ₁₀	Particule de moins de 10 µm de diamètre
PM _{2,5}	Particule de moins de 2,5 µm de diamètre
PPA	Plan de protection atmosphérique
PRQA	Plan régional pour la qualité de l'air
PSAS-9	Programme de surveillance air et santé – 9 villes
PSQA	Plan de surveillance de la qualité de l'air
RR	Risque relatif
SO ₂	Dioxyde de soufre
SIM	Service d'information médical
SO _x	Oxydes de soufre
TEOM	Tapered Element Oscillating Microbalance
Zn	Zinc

Table des tableaux

Tableau 1: Rejets des grandes sources ponctuelles en 2005 (en kg/an).	9
Tableau 2: Répartition de la population sur la zone d'étude. EIS Metz	11
Tableau 3: Répartition de la population de la zone d'étude par classe d'âge. EIS Metz	11
Tableau 4: Déplacements domicile-travail dans la zone d'étude. EIS Metz	12
Tableau 5: Comparaison des paramètres météorologiques entre la période d'étude et la période 1971-2000. Station météo de Metz-Frescany. EIS Metz	12
Tableau 6: Caractéristiques des stations de mesures- réseau de surveillance de la qualité de l'air (Atmo Lorraine Nord). EIS Metz	14
Tableau 7: Coefficients de corrélation des distributions des mesures de l'ozone- période 2004-2005. EIS Metz	15
Tableau 8: Coefficients de corrélation des stations de mesure PM ₁₀ , période 2004-2005-EIS Metz	15
Tableau 9: Distribution des niveaux d'ozone et de PM ₁₀ pour chacune des stations, période 2004-2005. EIS Metz	15
Tableau 10: Nombre moyen de décès. EIS Metz 2004-2005	17
Tableau 11: Codes utilisés pour la construction des indicateurs d'admissions hospitalières.	17
Tableau 12: Nombre moyen annuel et journalier d'admissions hospitalières chez les 65 ans et plus, selon le motif de recours EIS Metz.2004-2005.	18
Tableau 13: Risques relatifs de mortalité toutes causes non accidentelles et IC 95%* estimés pour une augmentation de 10 µg/m ³ du niveau de l'indicateur de pollution le jour et la veille de l'événement sanitaire [10]	18
Tableau 14: Risque relatif d'admissions hospitalières pour causes respiratoires chez les personnes de 65 ans et plus [IC 95%]* estimé pour une augmentation du 10 µg/m ³ du niveau d'O ₃ le jour et la veille de l'événement sanitaire[18]	18
Tableau 15: Nombre de décès attribuables à la pollution atmosphérique- Nombre d'admissions hospitalière chez les 65 ans et plus. EIS Metz 2004-2005.	21
Tableau 16: Comparaison des gains sanitaires annuels attendus selon le mode de réduction de la pollution atmosphérique. Zone d'étude de Metz. Impact à court terme 2004-2005.	21
Tableau 17: Comparaison des gains sanitaires attendus selon le mode de réduction de la pollution atmosphérique. Zone d'étude de Metz. Impact à long terme	22

Table des figures

Figure 1: Carte d'occupation des sols de la zone couverte par le PPA, EIS Metz.	6
Figure 2: Localisation des communes du plan de protection de l'atmosphère des Trois Vallées- Géographie et axes routiers. Cire Lorraine-Alsace.	7
Figure 3: Carte de la zone d'étude retenue - EIS Metz. Cire Lorraine-Alsace	10
Figure 4: Graphique de fonctionnement des stations pour chaque polluant mesuré- EIS Metz	15
Figure 5: Distribution par classes des moyennes sur 8 heures de l'indicateur d'exposition à l'ozone, EIS Metz, saisons estivales 2004-2005.	16
Figure 6: Distribution par classes des moyennes journalières de l'indicateur d'exposition PM ₁₀ (non corrigées), EIS Metz 2004-2005.	16
Figure 7: Principe de calcul de l'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution [3].	19
Figure 8: Nombre d'événements sanitaires attribuables à la pollution atmosphérique par an et par scénario de diminution de l'ozone- EIS Metz 2004-2005	21
Figure 9: Nombre d'événements sanitaires attribuables à la pollution atmosphérique par an et par scénario de diminution des PM ₁₀ - EIS Metz 2004-2005 .	22
Figure 10: Pyramide des effets sanitaires de la pollution atmosphérique	23

Glossaire

Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique : démarche qui consiste à quantifier l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé (par exemple le nombre de cas « attribuables ») à partir de relations exposition-risque (E-R) issues des études épidémiologiques, lorsque la nature causale de la relation mise en évidence peut être raisonnablement acceptée.

Exposition : contact entre la pollution et la population d'étude.

Gain sanitaire : nombre d'événements sanitaires indésirables potentiellement évitables par une réduction de l'exposition à la pollution atmosphérique.

Impact sanitaire : nombre d'événements sanitaires indésirables attribuables à une exposition ou à un changement de l'exposition à la pollution atmosphérique urbaine.

Impact sanitaire à court terme : impact sanitaire qui se manifeste rapidement (le jour même ou en quelques jours) après l'exposition.

Impact sanitaire à long terme : impact sanitaire attribuable à une exposition chronique (mois, année), et qui se manifeste au bout de plusieurs années.

Indicateur d'exposition : estimation des concentrations de polluants dans l'air pouvant être en contact avec la population d'étude.

Indicateur sanitaire : variable correspondant à un nombre d'événements sanitaires indésirables survenus dans la population. Par exemple, l'indicateur sanitaire "mortalité totale" est le nombre de décès toutes causes dans la population d'étude.

Intervalle de confiance : intervalle autour de l'estimation ponctuelle d'un paramètre construit au moyen de méthodes statistiques, et dans laquelle la "vraie" valeur du paramètre a une probabilité (en générale de 0,95) de se trouver

Morbidité : nombre de personnes souffrant d'une maladie au sein d'une population pendant une période déterminée. Dans cette étude, les indicateurs de morbidité sont les nombres d'admissions hospitalières pour causes respiratoire et cardio-vasculaire.

Mortalité : nombre de décès au sein d'une population pendant une période déterminée. Dans cette étude, nous nous sommes intéressés à la mortalité toutes causes (hors morts violentes et accidentelles).

Ozone : polluant secondaire résultant de la transformation photochimique de certains polluants primaires dans l'atmosphère sous l'effet des rayonnements ultra-violet qui peut provoquer une altération des voies respiratoires les plus fines et des irritations oculaires.

Particules PM₁₀ et PM_{2,5} : polluants particulaires de tailles très variables (diamètre inférieur à 10 µm pour les PM₁₀ et inférieur à 2,5 µm pour les PM_{2,5}) dont les plus fines peuvent, surtout chez l'enfant, irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérogènes.

Relation exposition-risque : fonction, issue d'une étude épidémiologique, qui relie un indicateur sanitaire à un indicateur d'exposition.

Risque relatif : rapport du risque encouru par une population exposée à un niveau donné de pollution par rapport au risque de cette même population si elle était exposée différemment.

1. Contexte et objectif

En France, la surveillance de la qualité de l'air est régie par la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (Laure) du 30 décembre 1996 [1], qui s'est fixé pour objectif l'amélioration et la préservation de la qualité de l'air. Elle prévoit la mise en place de plans régionaux pour la qualité de l'air (PRQA) visant à prévenir, réduire ou atténuer les effets de la pollution atmosphérique (PA). Ils doivent s'appuyer, entre autres, sur un inventaire des émissions et une quantification des effets de la qualité de l'air sur la santé. Cette quantification peut être obtenue grâce à une démarche d'évaluation de l'impact sanitaire (EIS). La loi a aussi imposé la mise en place des plans de protection de l'atmosphère (PPA) pour les agglomérations de plus de 250 000 habitants.

En Moselle, un PPA a été établi par l'arrêté préfectoral du 6 mars 2008, pour la conurbation des Trois Vallées s'étendant du nord de Thionville au sud de Metz en englobant 67 communes du sillon mosellan, des vallées industrielles de la Fensch et de l'Orne. Il prévoit la réalisation de 23 fiches actions dont une évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique sur le territoire des Trois Vallées (fiche action n°FA 4.01) [2] qui a été confiée à la Cellule de l'Institut de veille sanitaire en région (Cire) Lorraine-Alsace. Ce document présente la méthodologie [3] et les résultats de cette étude.

L'EIS de la PA est un outil décisionnel qui fournit des données actualisées, simples et facilement accessibles sur l'impact sanitaire des concentrations de polluants atmosphériques en termes de nombre de décès et d'hospitalisations attribuables à la pollution. Elle est destinée aux acteurs locaux et régionaux afin d'orienter les politiques d'amélioration de la qualité de l'air et permettre une meilleure prise de conscience des effets de la pollution sur la santé.

L'étude répond donc à un double objectif : d'une part, il s'agit d'estimer l'impact de la PA sur les admissions hospitalières et la mortalité à court et long terme ; d'autre part, il s'agit de calculer le gain sanitaire attendu selon 2 scénarii de réduction du niveau de polluants atmosphériques, afin de comparer l'efficacité de différentes stratégies en termes de bénéfices sanitaires et d'aider ainsi au choix des objectifs d'amélioration.

La démarche d'EIS de la PA a été formalisée par l'InVS [3]. La première étape est la détermination de la zone d'étude, qui doit permettre de considérer l'exposition de la population comme homogène sur la zone.

2. Description de la zone d'étude

2.1. Choix de la zone d'étude

La zone couverte par le PPA comporte 65 communes dont 56 appartiennent à 5 unités urbaines telles que définies par l'Institut national de la statistique et des études économiques (Insee), c'est-à-dire des zones où il existe une continuité du bâti et où la distance entre 2 bâtiments n'excède pas 200 mètres (figures 1 et 2). Elle englobe le sillon mosellan et les vallées de la Fensch et de l'Orne, dont les 2 plus grandes villes du département de la Moselle : Metz (environ 125 000 habitants) et Thionville (environ 41 000 habitants). Il s'agit d'une zone à forte densité de population, puisqu'elle avoisine 850 habitants/km² et est largement supérieure à la moyenne départementale d'environ 165 habitants/km².

Figure 1: Carte d'occupation des sols de la zone couverte par le PPA, EIS Metz.

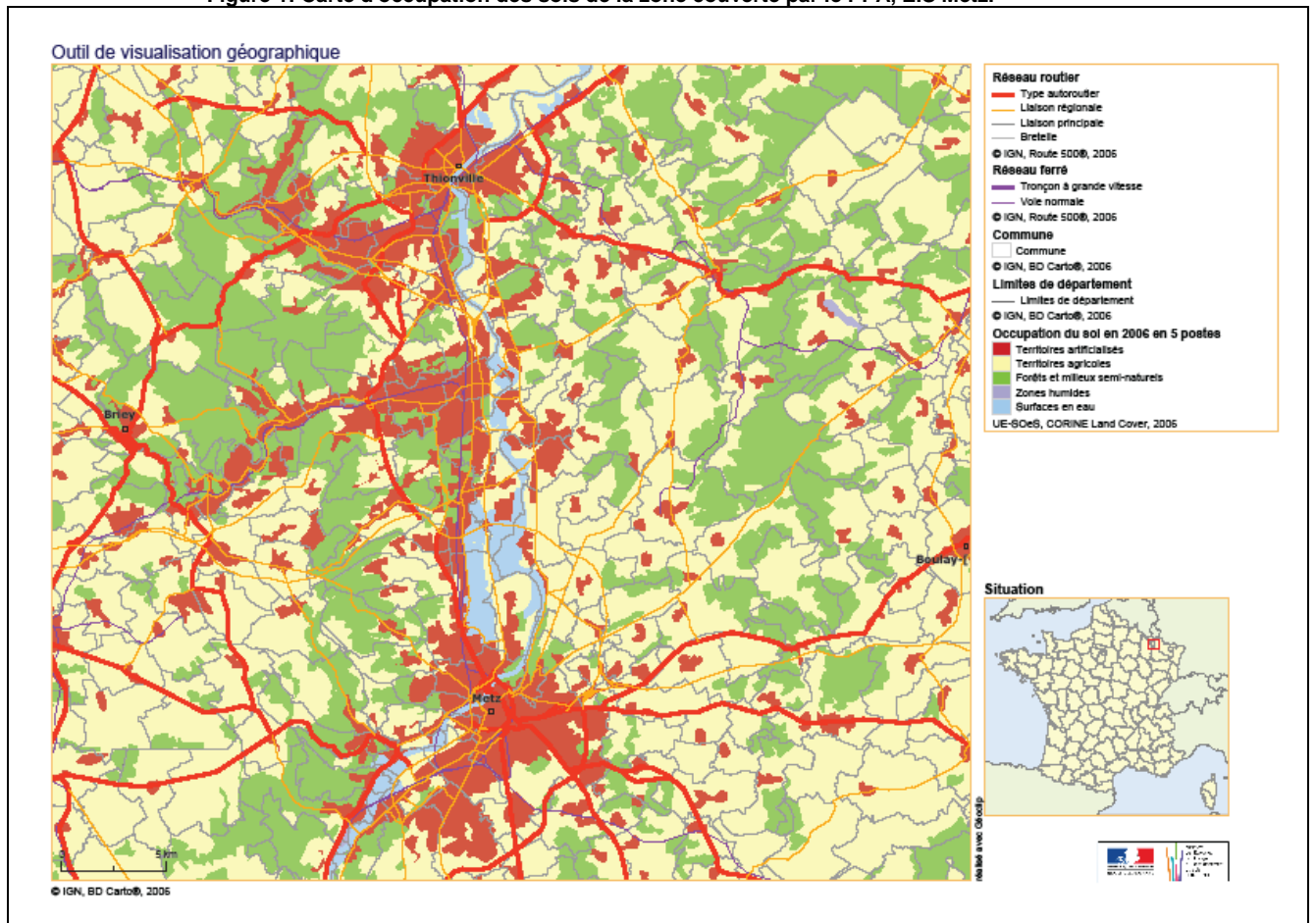
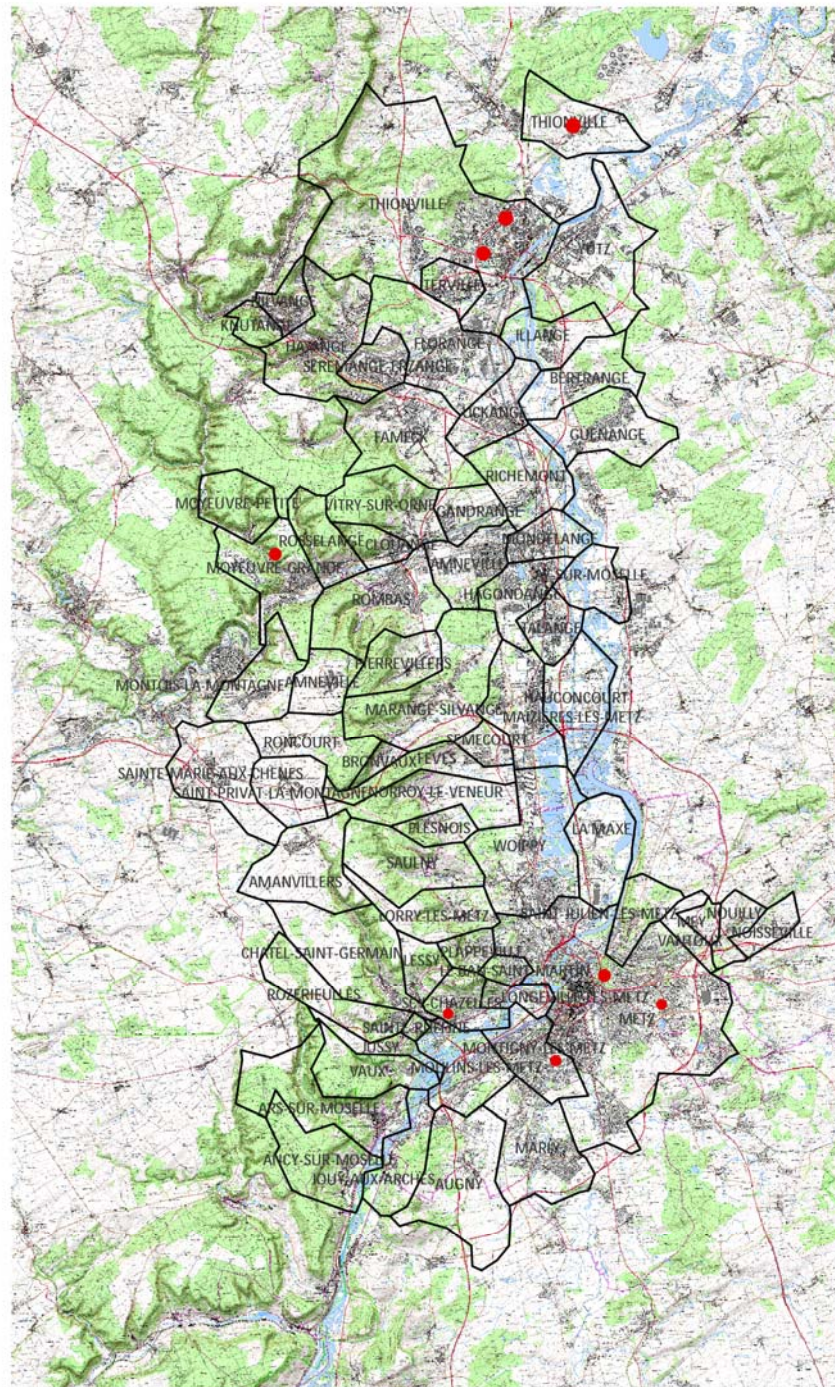



Figure 2: Localisation des communes du plan de protection de l'atmosphère des Trois Vallées- Géographie et axes routiers. Cire Lorraine-Alsace (Arcview®).



Légende

 Communes du PPA des 3 vallées

 Station urbaines ou péri-urbaines de mesures de la qualité de l'air

0 1 2 4 6 8 Kilomètres



Selon le guide méthodologique utilisé [3], la zone d'étude retenue pour cette évaluation doit répondre à plusieurs critères qui sont :

- une zone sans rupture d'urbanisation ;
- la présence permanente de la majorité de la population sur la zone d'étude ;
- l'absence de sources fixes de PA ;
- une homogénéité climatique ;
- une exposition homogène de la population à la PA, estimée par des mesures de qualité de l'air considérées comme homogènes.

Certains de ces critères ne sont pas remplis pour la zone du PPA des Trois Vallées : homogénéité géographique et climatologique, sources fixes de pollution. De ce fait, la zone d'étude a été restreinte à une partie de la zone retenue pour le PPA des Trois Vallées, selon les caractéristiques géographiques, météorologiques, et de qualité de l'air présentés ci-dessous et discutés avec l'association agréée de la qualité de l'air (AASQA) Atmo Lorraine Nord, de l'Agence régionale de santé (ARS) de Lorraine, et de la Direction régionale de l'environnement de l'aménagement et du logement (Dreal) de Lorraine.

2.1.1. Caractéristiques géographiques et climatologiques

Le territoire du PPA couvre la côte de Moselle sur le flan Ouest et la vallée de la Moselle à l'Est. La côte de Moselle est le rebord escarpé du bassin parisien, elle est découpée par les affluents de la Moselle qui isolent de nombreuses buttes [2]. Sur le territoire du PPA, le relief culmine à 400 m et est découpé par les affluents de la Moselle (l'Orne et la Fensch) dans des vallées encaissées.

La station météorologique de référence choisie est la station de Metz-Frescaty, située sur la commune d'Augny (au Sud-Ouest de Metz) à proximité de l'aérodrome de Frescaty. Le territoire du PPA est situé dans un environnement climatique de type « océanique à influences continentales sensibles », c'est-à-dire océanique avec une nuance continentale marquée [2]. Ainsi, les écarts de températures entre l'été, avec une température moyenne de 15,4 °C, et l'hiver avec une température moyenne de 5,1 °C sont plus marqués que ceux de l'Ouest de la France [8]. La durée moyenne annuelle d'insolation est de 1605 heures et il pleut en moyenne 123 jours par an (données observées entre 1971 et 2000). Les vents forts sont présents en moyenne 40 jours par an, ils sont en provenance de l'Ouest/Sud-Ouest et en moindre mesure du Nord-Est (rose des vents en annexe 1). La neige peut être présente et on totalise en moyenne sur l'année 26 jours avec chutes de neige [2].

2.1.2. Sources fixes de pollution

En 2004, un inventaire des émissions a été réalisé en Lorraine par l'association de la qualité de l'air Atmo Lorraine Nord. Les principales sources d'émissions fixes, issues de l'enquête rejets réalisée annuellement par la DIRE Lorraine (maintenant Dreal) sont présentées dans le tableau 1 [2].

A partir de cet inventaire, [2], ont été établis la sectorisation des émissions et le cadastre des émissions. En ce qui concerne les polluants retenus comme prioritaires pour le PPA des Trois Vallées¹, les sources fixes représentent les principaux émetteurs de SO₂ avec 98 % des émissions issues des sources fixes et de PM₁₀ avec 79 % des émissions.

Le cadastre des émissions réalisé à partir de ces données à l'aide d'une maille de un kilomètre carré, qui représente la densité d'émission des polluants prioritaires sur le territoire du PPA a été établi. Il met en évidence des densités de polluants émis plus fortes sur certaines zones que dans le reste du territoire du PPA du fait d'activités industrielles, à savoir :

- sur les communes de la vallée sidérurgique de la Fensch, en particulier sur les communes de Florange (COVNM, NOx), Hayange (PM₁₀, SO₂, NOx), Sérémaigne (PM₁₀, SO₂, NOx, COVNM) ;
- sur les communes de la vallée sidérurgique de l'Orne, à savoir précisément sur les communes de Rombas (SO₂, NOx, PM₁₀, COVNM) et Gandrange (PM₁₀, SO₂, NOx) ;
- sur la commune de La Maxe au Nord de Metz du fait de l'activité de centrale thermique (COVNM, PM₁₀, SO₂, NOx).

¹ Pollution locale urbaine : NOx, COVNM (dont benzène), TSP (particules totales), PM₁₀, PM_{2.5}, CO, HAP. Pollution acidifiante : SO₂, NOx, NH₃, HCl, HF. Gaz à effet de serre : CO₂, CH₄, N₂O. Contamination par les métaux lourds : Pb, Cd, As, Ni, Hg, Cr, Cu, Se, V, Zn. Pollution par les phytosanitaires. Autres pollutions : dioxines et furanes, PCB.

Tableau 1: Rejets des grandes sources ponctuelles en 2005 (en kg/an).

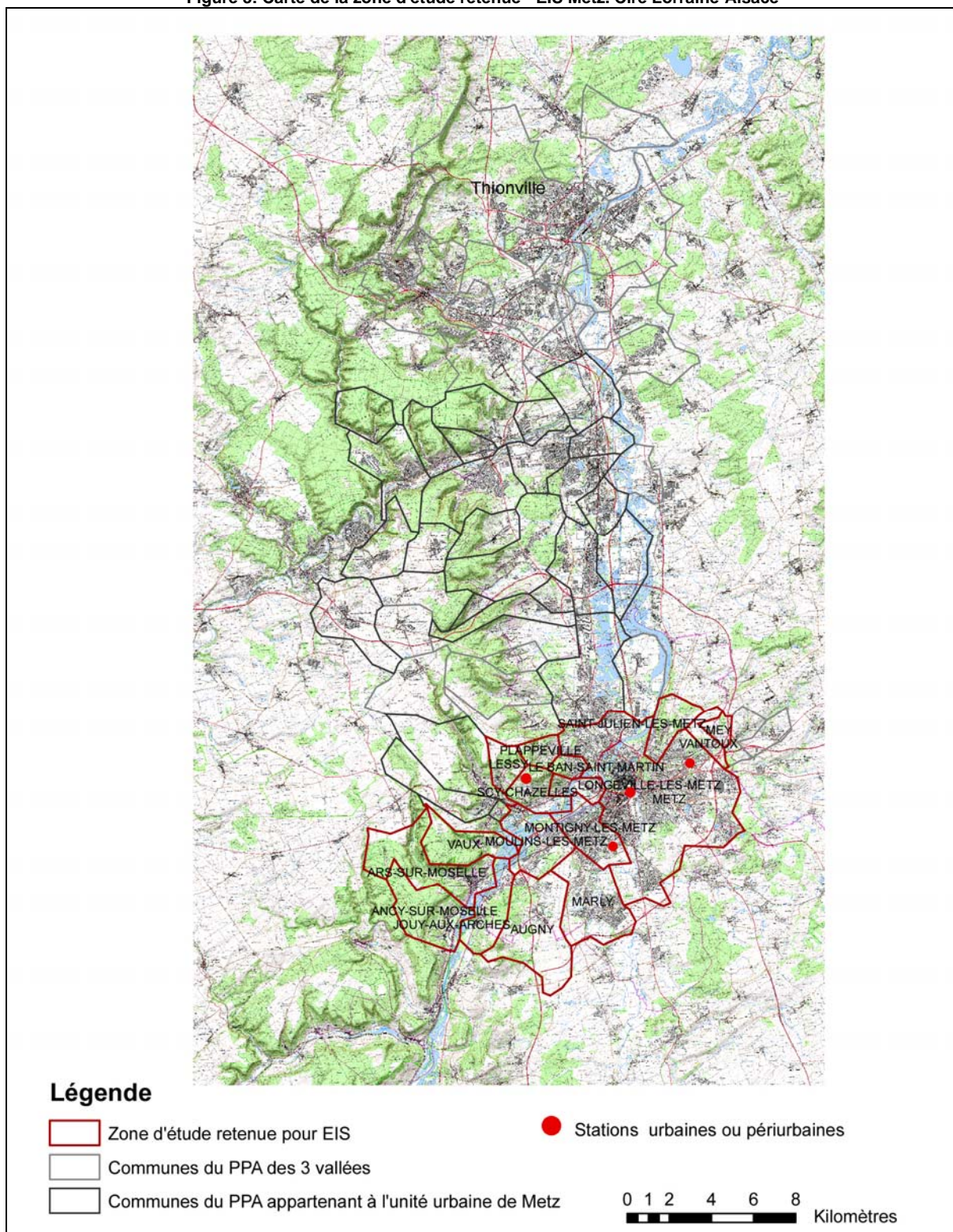
Commune	Nom entreprise	S02	Poussières totales	NOx	COV
Florange	SOLLAC LORRAINE (Ste Aghate tôles fines)	7 519	25 874	206 361	33 225
Florange	SOLVI	34		3 699	140 250
Gandrange	ArcelorMittal Gandrange	45 320	50 732	190 842	35 778
Hagondange	ASCOMETAL USINE D'HAGONDANGE	10 249	3 184	58 709	5 609
Hayange	SOLLAC LORRAINE (HFx PATURAL)	186 708	142 442	106 407	
La Maxe	EDF - Centre de Production de LA MAXE	11 663 000	565 700	7 925 000	21 941
Maizière les Metz	CEDEC-LUTETIA	395	60557	410	
Malancourt la Montagne	CEDILOR	102	25	1471	86
Metz	PSA	130	525	19 998	4 065
Metz	UEM (Centrale de Chambière)	203 712	5 389	94 110	
Metz	UEM (steb)	165 117	30 260	64 329	
Metz	HAGANIS	600	288	70 763	1 400
Richemont	EDF - CPT Richemont	208 232	4 405	14 184	-
Rombas	SOLLAC LORRAINE (agglomération rombas)	1 941 000	686 160	3 775 000	316 000
Sérémange-herzange	SOLLAC LORRAINE (aciérie de Sérémange)	3 487	281 045	27 188	
Sérémange-herzange	SOLLAC LORRAINE (cokerie de Sérémange)	77 000	93 000	312 000	35 000
Sérémange-herzange	SOLLAC LORRAINE (train à chaud)	63 505	303	420 535	0
Woippy	CLAAS France	-	-	-	42780
Total		14 576 110	1 949 889	13 291 006	13 291 006

2.2. Zone d'étude retenue

La présence de sources fixes de PA dans les vallées industrielles de l'Orne et de la Fensch en présence de relief encaissé est à l'origine d'une hétérogénéité de l'exposition à la pollution dans la population, comme le montre les études menées par Atmo Lorraine Nord [4-7]. Une étude de biosurveillance lichénique menée par Signoret *et al.* [9] et Air-Lorraine [4] permet de donner une représentation réelle de la PA en étudiant en conditions naturelles la réponse des lichens (annexe 2). Cette étude confirme l'existence de différences d'exposition à la PA sur les vallées de la Fensch et de l'Orne (annexe 3). L'inclusion de la population des communes de ces vallées aurait introduit une hétérogénéité dans le calcul de l'exposition moyenne appliquée aux populations exposées. Les relations exposition-risques étant par ailleurs dérivées d'études prenant en compte la pollution urbaine, elles ne peuvent pas s'appliquer à une pollution industrielle.

La zone d'étude a donc été limitée à une partie des communes appartenant à l'unité urbaine de Metz, non affectée par la pollution industrielle (annexe 3). Les 17 communes retenues pour l'étude d'impact sanitaire de la PA sont : **Ancy-sur-Moselle, Ars-sur-Moselle, Augny, Jouy-aux-arches, Le Ban-St-Martin, Lessy, Longeville-les-Metz, Marly, Metz, Mey, Montigny-les-Metz, Moulins-les-Metz, Plappeville, St-Julien-les-Metz, Scy-Chazelles, Vantoux, Vaux** (figure 3). La zone d'étude correspond approximativement au territoire de l'agglomération de Metz, tel qu'il est défini dans le Plan de surveillance de la qualité de l'air (PSQA), par l'arrêté du 13 mars 2003 [2].

Figure 3: Carte de la zone d'étude retenue - EIS Metz. Cire Lorraine-Alsace



2.3. Population de la zone d'étude

La zone d'étude couvre une superficie de 141 km² et représentait au recensement 2006 une population de 191 238 habitants (tableau 2), soit 18,4 % de la population du département de la Moselle et 8,2 % de la population de la région Lorraine. Les données démographiques des 17 communes sont présentées dans les tableaux 2 et 3.

Les moins de 15 ans représentaient environ 16 % de la population et les plus de 65 ans 14,5 %. La répartition de la population par classe d'âge variait peu d'une commune à l'autre (tableau 3).

Tableau 2: Répartition de la population sur la zone d'étude. EIS Metz

Communes	Population	Superficie (km ²)	Densité (hab/km ²)
ANCY-SUR-MOSELLE	1 414	9	155
ARS-SUR-MOSELLE	4 603	12	397
AUGNY	2 478	15	165
JOUY-AUX-ARCHES	1 590	6	265
LE BAN-SAINT-MARTIN	4 453	2	2 801
LESSY	868	3	304
LONGEVILLE-LES-METZ	3 834	3	1 415
MARLY	9 653	11	894
METZ	124 435	42	2 967
MEY	203	2	106
MONTIGNY-LES-METZ	22 843	7	3 049
MOULINS-LES-METZ	4 995	7	716
PLAPPEVILLE	2 271	3	894
SAINT-JULIEN-LES-METZ	2 981	5	655
SCY-CHAZELLES	2 825	5	625
VANTOUX	915	2	374
VAUX	877	7	132
Total	191 238	141	1 356

Source : recensement de la population Insee 2006

Tableau 3: Répartition de la population de la zone d'étude par classe d'âge. EIS Metz

Libellé de commune	0-14 ans	%	15-64 ans	%	65 ans et plus	%	total
ANCY-SUR-MOSELLE	233	16,6 %	994	70,9 %	175	12,5 %	1 402
ARS-SUR-MOSELLE	750	16,2 %	3 077	66,4 %	808	17,4 %	4 635
AUGNY	474	19,2 %	1 787	72,5 %	203	8,2 %	2 464
BAN-SAINT-MARTIN	924	20,8 %	3 019	68,0 %	496	11,2 %	4 440
JOUY-AUX-ARCHES	283	17,9 %	983	62,1 %	317	20,0 %	1 584
LESSY	161	18,4 %	576	65,6 %	141	16,1 %	879
LONGEVILLE-LES-METZ	520	13,6 %	2 676	70,0 %	628	16,4 %	3 824
MARLY	1 632	16,9 %	6 278	65,0 %	1 754	18,2 %	9 664
METZ	20 398	16,4 %	88 111	70,8 %	15 915	12,8 %	124 424
MEY	24	12,2 %	151	75,5 %	24	12,2 %	200
MONTIGNY-LES-METZ	3 530	15,5 %	14 942	65,4 %	4 364	19,1 %	22 836
MOULINS-LES-METZ	777	15,5 %	3 106	62,1 %	1 122	22,4 %	5 004
PLAPPEVILLE	377	16,6 %	1 431	63,1 %	460	20,3 %	2 268
SAINT-JULIEN-LES-METZ	444	15,0 %	1 984	67,0 %	532	18,0 %	2 960
SCY-CHAZELLES	548	19,4 %	1 840	65,0 %	441	15,6 %	2 829
VANTOUX	182	19,8 %	579	62,9 %	160	17,3 %	920
VAUX	165	19,2 %	551	64,0 %	145	16,8 %	861
Total	31 422	16,4 %	132 086	69,1 %	27 686	14,5 %	191 194

Source : recensement de la population Insee 2006

2.4. Déplacements domicile-travail sur la zone d'étude

Dans le tableau 4, figurent les déplacements domicile-travail des actifs ayant un emploi. Globalement près de 75 % des actifs résidaient et travaillaient dans la zone d'étude retenue. Cette proportion varie de 67,9 % pour la commune d'Ancy-sur-Moselle à 88,1 % pour Saint-Julien-les-Metz. La majorité de la population active résidant dans la zone d'étude travaillait aussi cette zone.

Tableau 4: Déplacements domicile-tavail dans la zone d'étude. EIS Metz

Commune de provenance	Total des déplacements	Dans la commune		En dehors de la commune mais dans la zone d'étude		Total dans la zone d'étude	
	Effectif	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Ancy-sur-Moselle	624	75	12,0	349	55,9	424	67,9
Ars-sur-Moselle	1 952	458	23,5	982	50,3	1 440	73,8
Augny	776	241	31,1	375	48,3	616	79,4
Ban-Saint-Martin (Le)	1 829	268	14,7	1 086	59,4	1 354	74,0
Jouy-aux-Arches	641	121	18,9	335	52,3	456	71,1
Lessy	323	36	11,1	196	60,7	232	71,8
Longeville-lès-Metz	1 605	246	15,3	891	55,5	1 137	70,8
Marly (Moselle)	4 189	793	18,9	2 463	58,8	3 256	77,7
Metz	49 052	32 347	65,9	4 149	8,5	36 496	74,4
Mey	84	10	11,9	50	59,5	60	71,4
Montigny-lès-Metz	9 789	2 367	24,2	5 082	51,9	7 449	76,1
Moulins	1 806	325	18,0	1 016	56,3	1 341	74,3
Pappeville	985	109	11,1	571	58,0	680	69,0
Saint-Julien-lès-Metz	1 417	210	14,8	1 039	73,3	1 249	88,1
Scy-Chazelles	1 102	123	11,2	655	59,4	778	70,6
Vantoux	366	17	4,6	239	65,3	256	69,9
Vaux (Moselle)	361	30	8,3	214	59,3	244	67,6
Total	76 901	37 776	49,1	19 692	25,6	57 468	74,7

Source : Insee 2006

2.5. Attractivité hospitalière

Les données relatives à l'attractivité hospitalière ont été extraites du site internet de l'agence technique de l'information sur l'hospitalisation (ATIH). Il apparaît que plus de 90 % des personnes résidant dans la zone d'étude sont hospitalisées dans cette même zone (annexe 4).

2.6. Période d'étude

Le choix de la période d'étude a été défini en fonction des disponibilités des données sanitaires et des données de pollution en prenant une période commune aux 2 séries de données. Une période de 2 ou 3 ans est recommandée, et les années à événements climatiques exceptionnelles tels que l'année 2003 ou 2006 doivent être exclus. La période d'étude retenue s'étend du 1^{er} janvier 2004 au 31 décembre 2005. Cette période est commune pour les données sanitaires et météorologiques. D'un point de vue météorologique, elle n'est pas différente des années habituellement constatées depuis 1971 (tableau 5).

Tableau 5: Comparaison des paramètres météorologiques entre la période d'étude et la période 1971-2000. Station météo de Metz-Frescany. EIS Metz

	Températures moyennes (°C)			Nombre de jour avec précipitations >=1mm Année	Durée moyenne de l'insolation (heures)			Nombre de jours avec vent fort (>=16m/s) Année
	Été	Année	Hiver		Été	Année	Hiver	
2004-2005	16,2	9,8	5,5	112	1211	1681	470	32,8
1971-2000	15,4	10,3	5,1	122,8	1180	1605	425	40,5

Source : Météo-France

Les paramètres météorologiques observés en 2004-2005 comparées à ceux des 30 dernières années sont similaires concernant les températures moyennes annuelles (+ 5 %), et la durée moyenne

d'insolation (+ 4,7 %), relativement proches concernant le nombre de jours avec des précipitations de plus de 1 mm (- 9 %). Seule se remarque une diminution du nombre de jours avec vent fort (- 19 %).

Ainsi l'évaluation de l'impact sanitaire de la PA est réalisée sur une partie du PPA des 3 vallées, soit 17 communes, pour la période 2004-2005.

3. Matériel et méthodes

Une fois la zone d'étude déterminée, la démarche développée comportait 3 étapes :

- l'estimation de l'exposition de cette population à la PA. Les données de qualités de l'air mesurées par l'association de la qualité de l'air locale, ont permis la construction d'indicateurs d'exposition ;
- le recueil des données sanitaires permettant de construire des indicateurs de mortalité et de morbidité hospitalière ;
- et enfin le calcul du nombre de cas attribuables à la PA urbaine selon différents scénarii de diminution de pollution.

3.1. Identification des dangers sanitaires

La PA est un mélange complexe de composés émis par les différentes sources de pollution, ou formés secondairement par de réactions chimiques ayant lieu dans l'atmosphère. Ce mélange est suivi par quelques polluants dits indicateurs de pollution, dont le niveau est considéré comme reflétant la PA. Il s'agit des particules fines (PM₁₀ pour particules de moins de 10 µm de diamètre ou PM_{2,5} pour particules de moins de 2,5 µm de diamètre), de l'ozone (O₃), du dioxyde d'azote (NO₂), du dioxyde de soufre (SO₂), du monoxyde de carbone (CO), des métaux lourds, des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et de certains composés organiques volatiles (COV).

L'impact exact de la PA sur la santé est difficile à appréhender. Cela tient à plusieurs raisons :

- la pollution est un mélange complexe, des polluants secondaires peuvent se former ;
- les maladies susceptibles d'être liées à cette pollution sont multifactorielles, la PA étant un facteur de risque parmi d'autres ;
- la sensibilité à la PA de chaque individu diffère au sein d'une population ;
- l'exposition à la pollution est dépendante des activités de chaque individu. Au sein d'une population l'exposition risque donc d'être hétérogène ;
- les risques individuels sont faibles, mais les impacts importants du fait du grand nombre d'individus exposés.

Cependant, ces dernières années, des études épidémiologiques ont permis de mettre en évidence des relations entre une augmentation de certains polluants et des risques accrus pour la santé en milieu ambiant, dans les conditions habituelles d'exposition de la population. Ces études s'appuient sur quelques polluants traceurs. Il convient de retenir que les relations observées traduisent les effets de l'exposition à ce polluant et à l'ensemble des composés susceptibles d'être formés ou émis avec lui.

Les effets sanitaires connus, sont :

- des effets sanitaires à court terme, c'est-à-dire survenant dans des délais brefs (quelques jours ou semaines après l'exposition) [10,11] ;
- des effets sanitaires à long terme, pouvant être définis comme la participation de l'exposition à la PA au développement du processus pathogène au long court [12].

Pour les effets sanitaires à court terme, les travaux du Programme de surveillance air et santé 9 villes (Psas 9) ont observé des relations entre les indicateurs de PA et

- la mortalité [13,14] ; avec des liens significatifs entre le niveau de pollution particulaire, le NO₂, l'O₃ et la mortalité toute causes, la mortalité toutes causes non accidentelles, et la mortalité pour causes cardio-vasculaires ;
- les hospitalisations ; avec des associations significatives entre le niveau de particules, de NO₂ et les hospitalisations pour causes cardio-vasculaires, associations plus élevées chez les personnes de 65 ans et plus, ainsi que les niveaux d'O₃ et les admissions hospitalières pour causes respiratoires chez les personnes de 65 ans et plus uniquement [10].

Pour les effets sanitaires à long terme, des études de cohortes nord-américaines [15,16] ont mis en évidence des liens entre, les PM₁₀ et la mortalité toutes causes, cardio-pulmonaires et par cancer du poumon et particules fines.

Considérant les relations exposition risques, et les données environnementales et sanitaires, nous avons choisis de concentrer cette EIS sur l'ozone et les PM :

- pour l'ozone, l'impact à court-terme sur la mortalité (tous âge) et sur les admissions hospitalières pour causes respiratoires chez les 65 ans et plus ;
- pour les PM₁₀, l'impact à court-terme sur la mortalité (tous âge) et sur les admissions hospitalières pour causes cardiovasculaires chez les 65 ans et plus ;
- pour les PM₁₀, l'impact à long-terme sur la mortalité (tous âge).

3.2. Estimation de l'exposition

L'objectif de cette étape est de construire un indicateur d'exposition à la PA de la zone d'étude. Un indicateur a été calculé pour chaque polluant, pour une exposition à court terme (moyenne arithmétique des concentrations journalières des polluants sélectionnés (ozone et PM₁₀) par les stations de mesures d'Atmo Lorraine Nord choisies et pour une exposition à long terme (moyenne annuelle des concentrations mesurées des stations sélectionnées).

3.2.1. Sélection des stations de mesure

Le guide recommande l'utilisation des stations urbaines ou péri-urbaines. De plus, les stations éligibles doivent répondre aux critères suivant [3]:

- un fonctionnement sans interruption de longue durée (supérieurs à 15 jours) pendant la période retenue ;
- un chevauchement de l'étendue des interquartiles (le 25^{ème} percentile de la distribution des niveaux journaliers mesurés pour une station doit être inférieur au 75^{ème} percentile d'un autre) ;
- une différence de moyenne inférieure à 15 µg/m³.

Entre le 1^{er} janvier 2004 et le 31 décembre 2005, Atmo Lorraine Nord possédait sur la zone d'étude 4 stations de mesures fixes, de type urbain ou péri-urbain (tableau 6), il s'agit de Metz-Borny, Metz-Centre, Metz-Sablon et Scy-Chazelles. Ces stations de fond respectent la règles des 75 % pour la validation des données journalières (c'est à dire 75 % des valeurs horaires sont présentes sinon la valeur journalière est considérée comme manquante).

Tableau 6: Caractéristiques des stations de mesures- réseau de surveillance de la qualité de l'air (Atmo Lorraine Nord). EIS Metz

Station	Typologie	Commune	Date_mise en fonction station	Oxydes d'azote (NO+NO ₂)
Metz - Borny	Urbaine	Metz	janv-91	NO+NO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ (Jauge bêta)
Metz - Centre	Urbaine	Metz	janv-89	NO+NO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ (Jauge bêta)
Metz - Sablon	Urbaine	Metz	janv-98	NO+NO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ (Jauge bêta)
Scy-Chazelles	Périurbaine	Scy-Chazelles	sept-00	NO+NO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ (TEOM)

Pour l'ozone, aucune mesure n'était disponible pour Metz-Centre entre le 28/03 et le 18/06/2005 et pour Metz-Borny entre le 5/11 et le 12/01/2005 (figure 4). Ces 2 stations ont donc été exclues pour le calcul de l'indicateur d'exposition pour l'ozone. A l'inverse, la station Metz-Sablon a été retenue puisque les valeurs étaient manquantes pour exactement 15 jours.

Pour les PM₁₀, la station de Metz-Sablon avait des données manquantes pour une durée de plus de 15 jours ; cette station n'a pas été retenue. La station de Metz centre présentait des valeurs manquantes pour 16 jours, (1^{er} janvier au 16 janvier 2004), il a été décidé de l'inclure.

Figure 4: Graphique de fonctionnement des stations pour chaque polluant mesuré- EIS Metz

Ozone				
Metz-Borny	1/1/04	5/11/04	12/1/05	31/12/05
Metz-Centre	1/1/04		28/3/05	18/6/05
Metz-Sablon	1/1/04	25/9/04	11/10/04	31/12/05
Scy-Chazelles	1/1/04			31/12/05
PM10				
Metz-Borny	1/1/04			31/12/05
Metz-Centre		17/1/04		31/12/05
Metz-Sablon	1/1/04	10/2/05	28/7/05	31/12/05
Scy-Chazelles	1/1/04			31/12/05

Source : Atmo Lorraine Nord, 2010

Les concentrations en polluants étaient relativement bien corrélées pour l'ozone et les PM₁₀, ils étaient tous supérieurs à 0,6 (tableaux 7 et 8).

Tableau 7: Coefficients de corrélation des distributions des mesures de l'ozone- période 2004-2005. EIS Metz

O ₃	Metz-Borny	Metz-Centre	Metz-Sablon	Scy-Chazelles
Metz-Borny		0,94	0,93	0,90
Metz-Centre			0,94	0,91
Metz-Sablon				0,96
Scy-Chazelles				

Tableau 8: Coefficients de corrélation des stations de mesure PM₁₀, période 2004-2005-EIS Metz

PM ₁₀	Metz-Borny	Metz-Centre	Metz-Sablon	Scy-Chazelles
Metz-Borny		0,79	0,69	0,82
Metz-Centre			0,77	0,81
Metz-Sablon				0,77
Scy-Chazelles				

La distribution des niveaux moyens journaliers de PM₁₀ variaient de 14,8 à 19,1 µg/m³ et de 37,8 à 42,6 µg/m³ pour l'ozone (tableau 9).

Tableau 9: Distribution des niveaux d'ozone et de PM₁₀ pour chacune des stations, période 2004-2005. EIS Metz

	PM ₁₀				O ₃			
	Metz-Borny	Metz-Centre	Metz-Sablon	Scy-Chazelles	Metz-Borny	Metz-Centre	Metz-Sablon	Scy-Chazelles
Minimum	0	1	0	1	1	0	1	
1er quartile	12	8	6	12	25	19	21	25
Médiane	17,5	13	12	16	42	37	39	43
Moyenne	19,1	15,1	14,8	17,3	41,8	37,8	39,6	42,6
3ème percentile	25	19	21	22	57	55	56	58
Maximum	72	87	70	65	118	106	126	126
Ecart-type	10,6	9,7	11,7	8,1	22,5	22,4	22,9	22,9
% données manquantes	1,6	12,2	21,1	2,6	8,2	10,2	6,8	2,9

Au final,

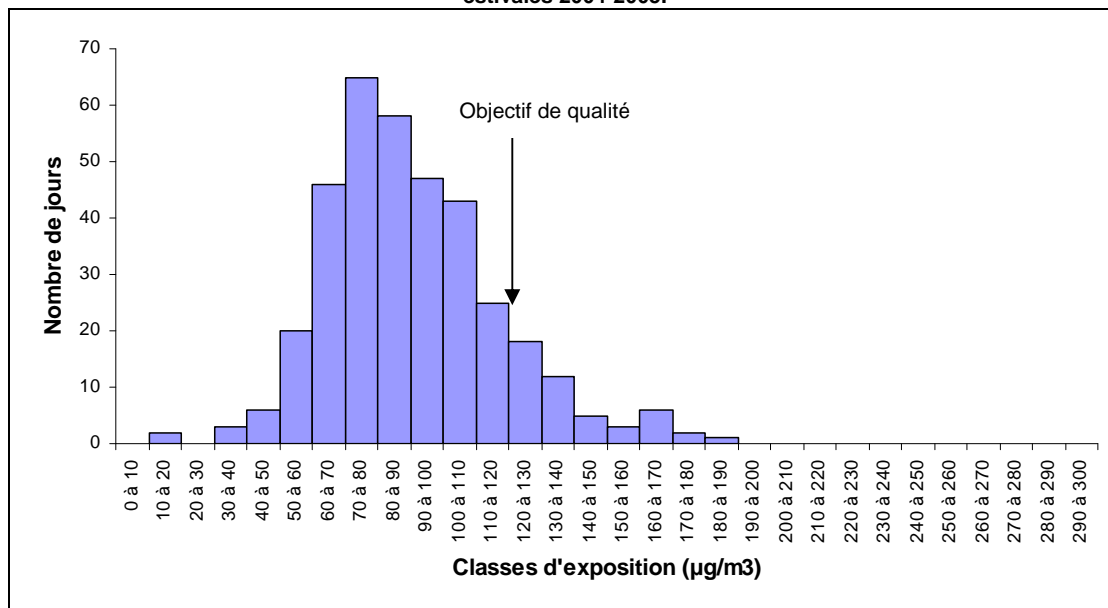
-pour l'ozone les stations de Metz-Sablon et Scy-Chazelles ont été utilisées pour le calcul de l'indicateur d'exposition

- pour les PM₁₀, les stations de Metz-Borny, Metz-Centre et Scy-Chazelles ont été utilisées pour le calcul de l'indicateur d'exposition.

La comparaison des niveaux de polluants de l'indicateur d'exposition avec les objectifs de qualité réglementaire en vigueur [17], ont montré que les niveaux d'ozone ont dépassé l'objectif de qualité de

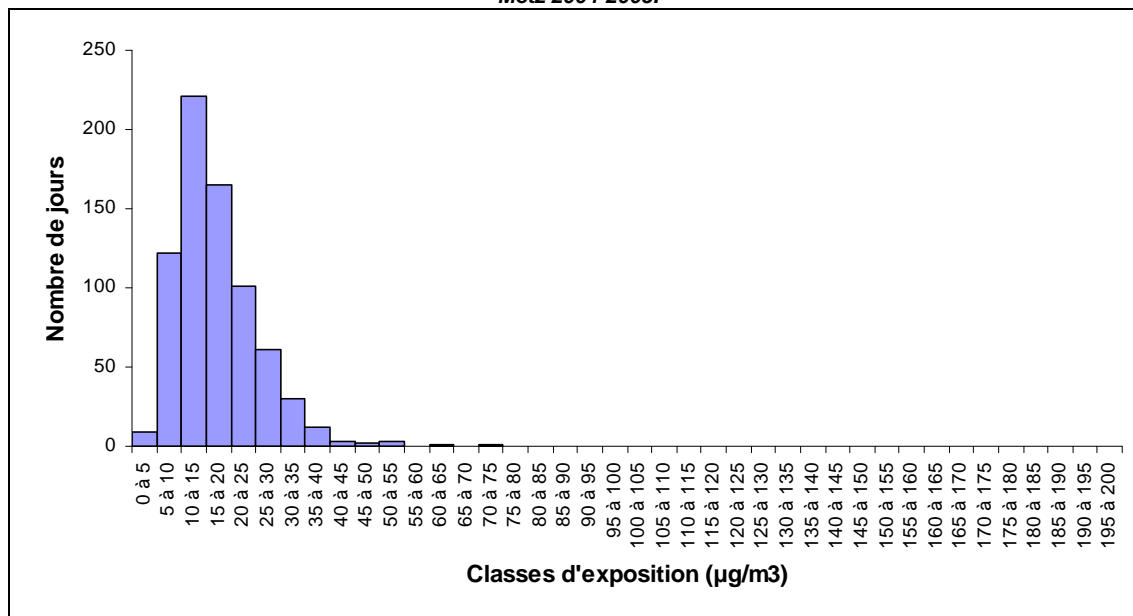
120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 47 jours durant les périodes estivales de 2004 et 2005, soit 13% de la période d'étude (figure 5).

Figure 5: Distribution par classes des moyennes sur 8 heures de l'indicateur d'exposition à l'ozone, EIS Metz, saisons estivales 2004-2005.



Concernant les PM_{10} , l'objectif de qualité de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle a été respecté avec des moyennes annuelles respectivement de $16,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $17,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La distribution des classes des moyennes journalières (figure 6) montre que les valeurs n'ont pas dépassé le seuil de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ plus de 35 jours.

Figure 6: Distribution par classes des moyennes journalières de l'indicateur d'exposition PM_{10} (non corrigées), EIS Metz 2004-2005.



3.2.2. Construction des indicateurs d'exposition

En France, les particules fines sont mesurées à l'aide de Tapered Element Oscillating Microbalance (TEOM) ou de jauges bêta. Ces méthodes diffèrent de la méthode de référence préconisée dans la directive européenne et peuvent entraîner une sous estimation des teneurs en PM_{10} . Il est possible d'appliquer aux données TEOM un facteur de correction pour les rapprocher des valeurs obtenues par la méthode gravimétrique.

L'étude épidémiologique fournissant les relations expositions-risques pour les impacts à court-terme de l'exposition au PM10 a été réalisée en utilisant les données TEOM non-corrigées. L'indicateur PM10 pour le court-terme est donc calculé à partir des données TEOM non-corrigées.

L'étude épidémiologique fournissant les relations expositions-risques pour les impacts à long-terme de l'exposition au PM10 a été réalisée en utilisant les données TEOM corrigées. L'indicateur PM10 pour le long-terme est donc calculé à partir des données TEOM corrigées. Un facteur de correction de 1.3 a été appliqué. Il s'agit du le facteur de correction préconisé au niveau européen en absence de facteur de correction local,

L'indicateur d'exposition journalier pour le court-terme est la moyenne des valeurs journalières mesurées par les stations incluses dans l'étude.

Pour le long-terme, l'indicateur d'exposition est la moyenne annuelle des valeurs journalières.

Le remplacement des valeurs manquantes et la construction de l'indicateur ont été réalisés avec le logiciel Epi-expo, téléchargeable sur le site de l'InVS.

3.3. Indicateurs sanitaires

3.3.1. Données de mortalité

Les données de mortalité ont été obtenues par l'InVS auprès du CépiDC de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm). Les données sont sélectionnées à partir des causes principales des décès, et correspondent au nombre de décès toutes causes confondues hors mort violente/causes accidentelles (codes CIM-10 : A00-R99) des personnes résidant dans la zone d'étude tous âge confondus. Elles ont été demandées par années et par saisons tropiques (été du 1^{er} avril au 30 septembre et hiver du 1^{er} octobre au 30 mars). Le tableau 10 présente pour la période 2004-2005, la moyenne quotidienne du nombre de décès utilisée pour estimer l'impact sanitaire à court terme et la moyenne annuelle utilisée pour l'impact à long terme.

Tableau 10: Nombre moyen de décès. EIS Metz 2004-2005

	Nombre moyen annuel de décès			Nombre moyen quotidien de décès		
	été	hiver	total	été	hiver	total
Mortalité	719	808	1527	3,9	4,4	4,18

3.3.2. Données de morbidité hospitalières

Les données d'activité hospitalières des établissements présents sur la zone d'étude ont été extraites du programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI) par l'intermédiaire de l'InVS. La zone d'étude comportait un établissement de santé des armées, accueillant des patients civils, qui ne participait pas durant la période d'étude au PMSI. Une demande de données a été adressée au service d'information médical (SIM) de cet hôpital (l'hôpital inter-armées Legouest).

Les données ont été extraites par année et par saisons tropiques. Les codes CIM-10 retenus pour la construction des indicateurs de morbidité hospitalière sont présentés dans le tableau 11.

Tableau 11: Codes utilisés pour la construction des indicateurs d'admissions hospitalières.

Indicateur	Codes CIM 10
Admissions pour causes respiratoires	J00-J99
Admissions pour causes cardio-vasculaires	I00-I99

Seules ont été considérées les hospitalisations des personnes de 65 ans et plus, car cette fraction de population est celle pour laquelle une association a été mise en évidence entre la PA et les admissions hospitalières pour ces codes.

Les données du PMSI s'appuient sur des codes géographiques, qui peuvent être communs à plusieurs communes. Les données ont donc été pondérées au prorata de la population des communes incluses dans la zone d'étude. Cette pondération est détaillée en annexe 5. Le tableau 12 présente pour la période 2004-2005, la moyenne quotidienne et annuelle du nombre d'admissions hospitalières chez les 65 ans et plus résidant sur la zone d'étude. Ainsi, en moyenne il y a eu par an 700 admissions pour motif respiratoire et 2088 pour motif cardio-vasculaires.

Tableau 12: Nombre moyen annuel et journalier d'admissions hospitalières chez les 65 ans et plus, selon le motif de recours EIS Metz 2004-2005.

Admissions hospitalière	Nombre moyen annuel			Nombre moyen quotidien		
	Eté	Hiver	Total	Eté	Hiver	Total
Motif respiratoire	310	390	700	1,7	2,1	1,9
Motif cardio-vasculaire	1004	1084	2088	5,5	6,0	5,7

3.4. Choix des relations exposition-risque

Les relations expositions-risques (E-R) utilisées dans ces études, sont ceux présentés par le guide InVS. Elles ont été actualisées en 2007 [3]. Les relations choisies sont issues des études épidémiologiques réalisées en population générale et s'intéressant directement aux liens existant entre la pollution de l'air et l'impact sanitaire. Les études multicentriques ont été privilégiées.

3.4.1. Relations E-R à court terme

Le tableau 13 présente les risques relatifs (RR) à court-terme (répercussion sur la santé le jour même ou le lendemain de l'exposition), concernant la mortalité et les admissions hospitalières pour une augmentation de 10 µg/m³ du niveau de pollution. Ainsi pour la mortalité toute causes non accidentelles, le risque relatif indiqué associé à une augmentation de 10 µg/m³ du niveau de PM₁₀ correspond à une augmentation de 1,4 % du risque de décès.

Tableau 13: Risques relatifs de mortalité toutes causes non accidentelles et IC 95%* estimés pour une augmentation de 10 µg/m³ du niveau de l'indicateur de pollution le jour et la veille de l'événement sanitaire [10]

Indicateur	PM ₁₀	O ₃ (été)
Mortalité toutes causes non causes accidentelles	1,014 [1,007;1,020]	1,009 [1,004; 1,014]
Admissions pour causes cardio-vasculaires (>65 ans)	1,011 [1,005; 1,017]	
Admissions pour causes respiratoires (>65 ans)		1,010 [1,004;1,018]

Source : Psas * [IC 95%] : intervalle de confiance à 95% du risque relatif

3.4.2. Relation E-R à long terme

Le tableau 14, présente les risques relatifs et leurs intervalles de confiance à 95 % retenus pour l'effet long terme de l'exposition chronique au PM₁₀ sur la mortalité.

Tableau 14: Risque relatif d'admissions hospitalières pour causes respiratoires chez les personnes de 65 ans et plus [IC 95%]* estimé pour une augmentation du 10 µg/m³ du niveau d'O₃ le jour et la veille de l'événement sanitaire [18]

Indicateur	PM ₁₀
Mortalité toutes causes non accidentelles	1,043 [1,026;1,061]

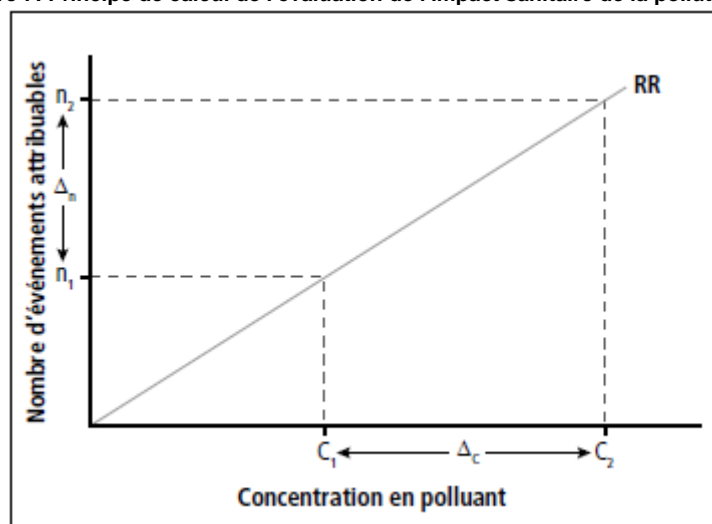
Source : Etude tri-nationale * [IC 95%] : intervalle de confiance à 95% du risque relatif

3.5. Caractérisation du risque

Cette étape permet de quantifier l'impact sanitaire en calculant le nombre de cas attribuables à un indicateur d'exposition donné pour un indicateur sanitaire donné, sur la période choisie. Elle consiste à appliquer les relations exposition-risque (E-R) préconisées aux données locales de pollution, de mortalité et de morbidité retenues pour l'étude.

Le principe de la démarche EIS est représenté dans la figure 7. Il consiste à calculer le nombre gain sanitaire, i.e. le nombre d'événements indésirables évités, lorsque la concentration en polluant diminue.

Figure 7: Principe de calcul de l'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution [3].



La proportion d'évènements sanitaires attribuables à un niveau de pollution atmosphérique donné est calculée à partir du risque relatif (RR) associé à l'exposition et du nombre moyen d'évènements sanitaires survenus au cours de la période considérée selon la formule suivante :

$$pa = \frac{f(RR - 1)}{1 + f(RR - 1)}$$

pa= proportion d'évènements sanitaires attribuables à l'exposition

RR= risque relatif associé à l'exposition

f=fraction de la population exposée (prévalence de l'exposition)

Dans le cas de la pollution de l'air, f=1 car toute la population exposée au niveau de pollution retenu

De plus, le risque relatif n'est pas calculé en référence à un niveau de pollution nul donc le RR serait égal à 1, mais est associé à un différentiel de pollution Δ . On note le RR associé RR_{Δ} :

$$\Delta = m - x$$

$$RR_{\Delta} = \exp((m - x) * \frac{\ln(RR_{10})}{10})$$

m est le niveau de PA observé

x est le niveau de référence ; pour le calcul de l'impact sanitaire, x est fixé à une concentration très basse. Pour le calcul du gain sanitaire, x est fixé à une concentration cible correspondant à un scénario de baisse de la pollution de l'air.

RR_{10} est le risque relatif correspondant à une augmentation de x de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, repris dans les tableaux 13 et 14.

Le nombre d'évènements attribuables (NA) est calculé selon

$$NA = N \frac{RR_{\Delta} - 1}{RR_{\Delta}}$$

avec

N= nombre d'évènements sanitaires sur la période considérée.

En pratique, pour l'EIS, les nombre d'évènements sanitaires attribuables à la pollution atmosphérique sont calculés quotidiennement pour chacun des indicateurs d'exposition. L'impact annuel ou saisonnier est la somme des évènements sanitaires journaliers. Les calculs ont été réalisés à l'aide d'un outil développé par l'InVS sous le logiciel Excel®.

Pour le calcul de l'impact sanitaire, les niveaux de références choisis pour le calcul de l'impact sanitaire total sont de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour l'ozone et de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les particules.

Pour le calcul de gains sanitaires attendus concernant l'impact sanitaire à court terme de la pollution atmosphérique, 2 scénarii de diminution de la pollution sont envisagés :

-Ozone

Scénario 1 : gain sanitaire attendu sous l'hypothèse d'une diminution des niveaux dépassant une valeur de référence. Pour les jours d'été (1^{er} avril-30 septembre) où les niveaux (maxima des moyennes glissantes sur 8h) dépassent le niveau de référence, ces derniers sont ramenés au niveau de référence de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valeur guide pour la protection de la santé humaine de l'organisation mondiale de la santé (OMS) [19])

Scénario 2 : gain sanitaire attendu sous l'hypothèse d'une diminution de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de la valeur journalière (maxima des moyennes 8 heures glissantes) pour chacun des jours d'été (1^{er} avril - 30 septembre).

- PM₁₀

Scénario 1 : gain sanitaire attendu sous l'hypothèse d'une diminution des niveaux dépassant une valeur de référence. Pour les jours où les niveaux (moyennes sur 24 heures) dépassent le niveau de référence ces derniers sont ramenés au niveau de référence qui est de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ce qui correspond à la valeur guide de l'OMS 2005 [19].

Scénario 2 : gain sanitaire attendu sous l'hypothèse d'une diminution de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ des valeurs journalières.

Concernant le calcul du nombre de cas attribuable pour les EIS à long terme, les niveaux de référence pour les différents scénarii des l'EIS long terme ont été choisis en cohérence avec ceux utilisés dans le programme européen Air pollution and Health. A european information system (Aphis):

- PM₁₀

Scénario 1 : gain sanitaire attendus sous l'hypothèse d'une diminution de la moyenne annuelle des PM₁₀ jusqu'à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette valeur correspond à la valeur guide pour la protection de la santé humaine OMS 2005 [19].

Scénario 2 : gain sanitaire attendu sous l'hypothèse d'une diminution du $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de la moyenne annuelle des PM₁₀.

Il faut remarquer que les RR de chaque indicateur d'exposition ne sont pas indépendants les uns des autres, de sorte que le nombre d'événements sanitaires attribuables aux indicateurs d'exposition ne sont pas cumulables. Une bonne estimation de l'impact de la pollution est donc au minimum le nombre maximal d'événements sanitaires attribuables à l'un des indicateurs d'exposition étudiés.

4. Résultats

4.1. Estimation de l'impact sanitaire à court terme de la pollution atmosphérique

Le tableau 15 présente le nombre de cas attribuables à court terme à la pollution atmosphérique urbaine. Ainsi, dans la zone d'étude et chaque année, la pollution atmosphérique par l'ozone est responsable d'un peu moins de 32 décès tous âges confondus, soit 2,1 % de la totalité des décès ; de 14 admissions hospitalières pour causes respiratoires chez les 65 ans et plus soit 2,0 % des admissions respiratoire et 16 admissions pour causes cardio-vasculaires chez les 65 ans et plus soit 1,3 % des admissions pour causes cardio-vasculaires chez les 65 ans et plus survenant annuellement dans la zone.

Tableau 15: Nombre de décès attribuables à la pollution atmosphérique- Nombre d'admissions hospitalière chez les 65 ans et plus. EIS Metz-2004-2005.

Indicateurs sanitaires	Polluants étudiés	Médianes	Estimation du nombre de cas attribuables pour la période	Estimation du nombre annuel de cas attribuables
		Des Concentrations observées de l'indicateurs d'exposition ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
Mortalité globale tous âges	O ₃	87,0	63	32
	PM ₁₀	15,3	32	16
Morbidité respiratoire (été) chez les 65 ans et plus	O ₃	87,0	27	14
Morbidité cardio-vasculaire chez les 65 ans et plus	PM ₁₀	15,3	32	17

4.2. Gains sanitaires attendus par une réduction de la pollution

4.2.1. Impact à court terme

Pour l'ozone, le respect des valeurs de l'OMS (scénario 1), se traduirait par 5 décès et 2 hospitalisations annuelles pour causes respiratoires chez les personnes de 65 ans et plus évités par an. Une diminution des niveaux par $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (scénario 2) se traduirait par un impact plus important : 7 décès et 3 hospitalisations évitées par an (tableau 16).

Pour les PM₁₀, le respect des valeurs de l'OMS (scénario 1) se traduirait par un gain faible. Une diminution des niveaux par $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (scénario 2) se traduirait au contraire par un gain important : 11 décès et 11 hospitalisations pour cause cardio-vasculaire évitées par an (tableau 16). Ainsi il peut être possible de représenter le nombre d'événements sanitaires attribuables à la pollution atmosphérique selon chacun des scénarios de diminution des polluants (figures 8 et 9).

Tableau 16: Comparaison des gains sanitaires annuels attendus selon le mode de réduction de la pollution atmosphérique. Zone d'étude de Metz. Impact à court terme 2004-2005.

Indicateur sanitaire	Scénario 1		Scénario 2	
	O ₃	PM ₁₀	O ₃	PM ₁₀
Mortalité globale tous âges	5	0	7	11
Morbidité respiratoire (été) chez les 65 ans et plus	2		3	
Morbidité cardio-vasculaire chez les 65 ans et plus		0		11

Figure 8: Nombre d'événements sanitaires attribuables à la pollution atmosphérique par an et par scénario de diminution de l'ozone- EIS Metz 2004-2005

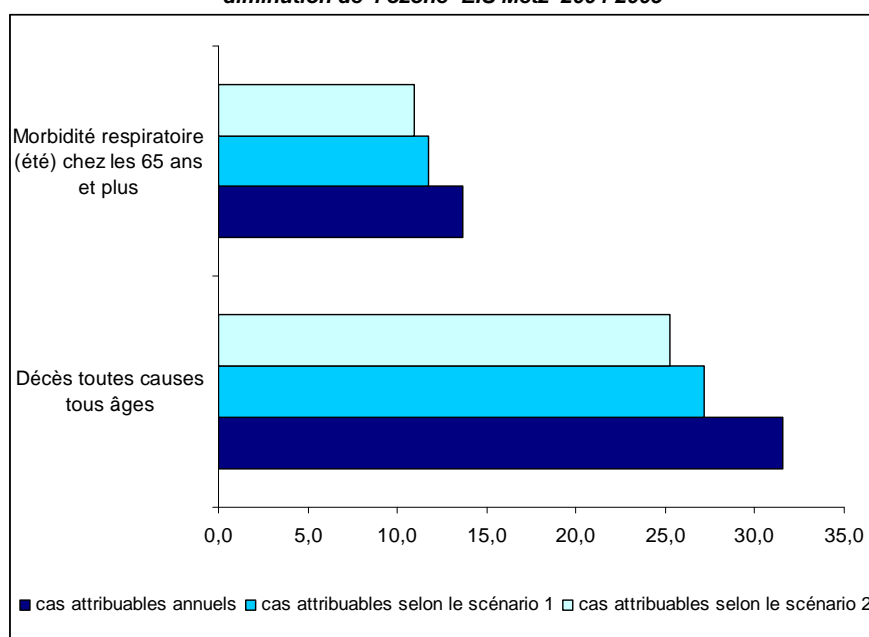
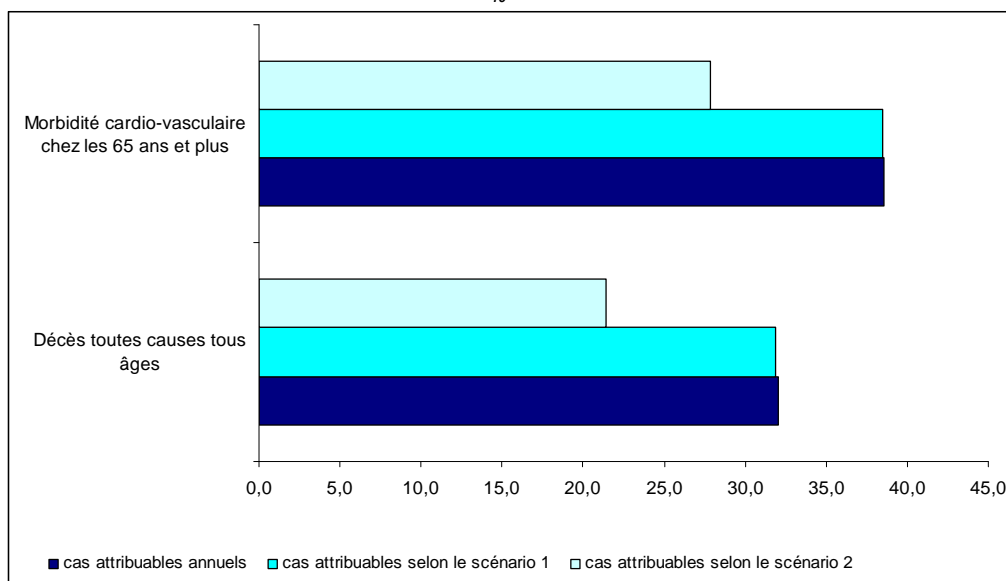


Figure 9: Nombre d'événements sanitaires attribuables à la pollution atmosphérique par an et par scénario de diminution des PM₁₀ EIS Metz 2004-2005.



4.2.2. Impact à long terme

Sous l'hypothèse d'une diminution de la valeur moyenne annuelle des PM₁₀ à 20 µg/m³ (scénario 1), 14 décès annuels auraient pu être évités. Sous l'hypothèse d'une réduction de 5 µg/m³ de la valeur moyenne annuelle, (scénario 2), 32 décès annuels auraient pu être évités (tableau 17).

Tableau 17: Comparaison des gains sanitaires attendus selon le mode de réduction de la pollution atmosphérique. Zone d'étude de Metz. Impact à long terme

	Scénario 1	Scénario 2
Estimation du nombre de décès évitables	14	32

5. Discussion et recommandations

5.1. Synthèse des résultats de l'étude

Les calculs sanitaires réalisés dans cette étude, du fait de la méthodologie utilisée et des limites qui seront présentés dans le paragraphe 5.2, sont des ordres de grandeur de l'impact et des gains sanitaires attendus sur la zone d'étude. Ils sont calculés avec des relations E-R entourées d'une incertitude statistique non présentée ici. Ils sont une estimation à minima des événements sanitaires graves associés à la PA.

De plus, les cas attribuables ont été calculés avec une relation E-R spécifique pour chaque polluant. Ils ne peuvent donc être additionnés, les effets sanitaires des polluants pouvant se recouper.

5.1.1. Zone d'étude

Comme explicité dans le paragraphe 2.1.3, la topographie de la zone d'étude du plan de protection de l'atmosphère des Trois Vallées engendre une hétérogénéité de l'exposition à la pollution atmosphérique au sein de la population résidant dans cette zone [9]. En effet, la présence de vallées encaissées, associée à l'existence d'activités industrielles spécifiques ne permet pas de faire l'hypothèse d'une exposition moyenne de la population résidant sur l'ensemble de la zone du PPA. Il a cependant été possible d'établir une zone d'étude plus réduite, centrée sur l'agglomération messine. L'étude réalisée concerne donc Metz et non le PPA des Trois Vallées comme initialement demandé.

A cette date, il n'existe pas de relations exposition-risque adaptées pour faire le calcul d'impact pour une zone industrielle. L'étude s'est donc concentrée sur les communes exposées à une pollution d'origine urbaine.

5.1.2. Interprétation des résultats

Cette étude d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique a été réalisée avec le guide méthodologique de l'InVS qui utilise les relations exposition-risque estimés par le Psas 2008 [11].

Bien que l'ozone et les PM10 respectent les limites réglementaires, la pollution a un impact non-négligeable sur la zone d'étude : 32 décès anticipés tous âges confondus pour l'ozone, 14 hospitalisations pour causes respiratoires et 16 hospitalisations pour causes cardiovasculaires chez les personnes de 65 ans et plus (pour les PM₁₀).

A court terme la suppression des pics de pollution d'ozone sur une année (scénario 1), aurait pour impact d'éviter 5 décès et 7 hospitalisations pour cause respiratoire. Une réduction globale des niveaux d'ozone se traduirait par 7 décès et 3 hospitalisations évitées par an.

Pour les PM10, la suppression des pics ne se traduirait pas par un gain important. Une réduction des niveaux de fond (scénario 2) se traduirait par contre par 11 décès et 11 hospitalisations pour causes cardiovasculaires évitées chaque année.

En conséquence il apparaît clairement que la suppression des seuls pics de pollution sur une année aurait un impact à court terme bien moins intéressant que la diminution de la moyenne journalière de la pollution.

A long terme, une diminution à 20 µg/m³ de la moyenne annuelle des PM₁₀ corrigées (scénario 1) permettrait d'éviter 14 décès. Une diminution de 5µg/m³ de la moyenne annuelle (scénario 2) permettrait un gain de 32 décès annuels évitables. La encore, il apparaît que les mesures de santé publique les plus efficaces sont la réduction quotidienne des émissions plutôt qu'une seule gestion du nombre de pics de pollution.

5.2. Hypothèses limites et incertitudes

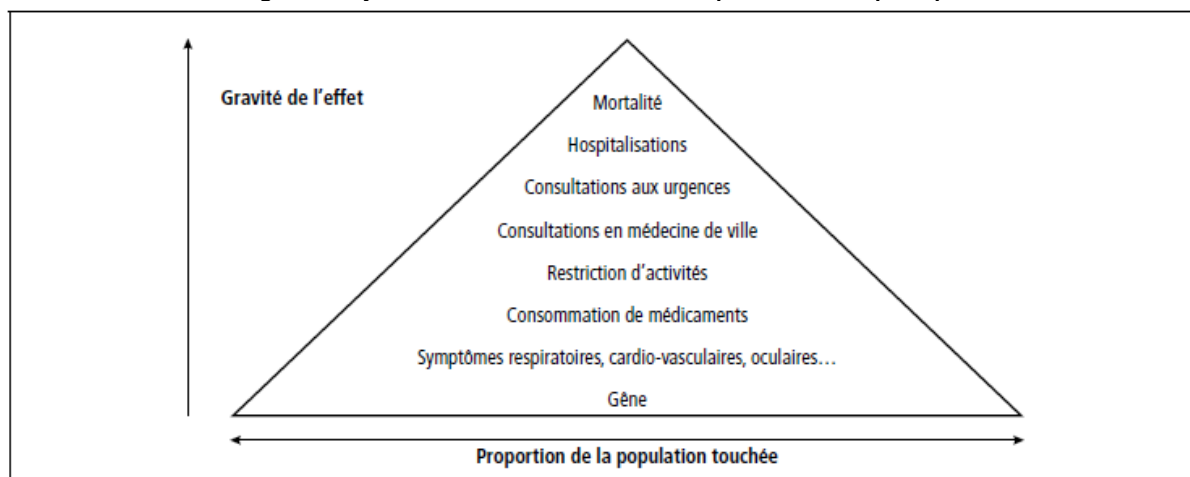
- Dangers sanitaires

Les indicateurs d'expositions sont construits sur des données de surveillance de qualité d'air extérieur et ne prennent pas en compte les expositions à des dangers pouvant être retrouvés dans l'air intérieur. Ne sont pas pris en compte non plus des variabilités d'exposition individuelle.

- Impact sanitaire

La méthodologie utilisée pour cette étude, ne prend en compte que des indicateurs de morbidité hospitaliers, qui ne sont pas les seuls à être associés à la pollution atmosphérique. En effet, les événements graves que sont les décès et hospitalisations ne représentent qu'une partie de l'impact sanitaire plus global de la PA (figure 10). D'autres symptômes ou pathologies tels que les crises d'asthmes ou irritations oculaires et respiratoires peuvent survenir suite à la PA et ne peuvent être pris en compte dans cette étude.

Figure 10: Pyramide des effets sanitaires de la pollution atmosphérique



- Indicateur de pollution

L'hypothèse de la méthodologie est que la population est exposée à des niveaux de pollution homogènes sur l'ensemble de la zone d'étude. Cette hypothèse masque les inégalités d'exposition géographique. De plus, 25 % actifs travaillent en dehors de la zone d'étude.

Des stations de mesure retenues pour la construction des indicateurs d'exposition possédaient des données manquantes pour des durées exactes ou légèrement supérieures à 15 jours. Afin de vérifier les incertitudes que leur inclusion pouvait engendrer, une analyse de sensibilité a été réalisée en excluant ces stations lors de la construction des indicateurs d'exposition. Il s'agissait pour l'ozone de la station Metz-Sablon (16 jours de données manquantes) et pour les PM₁₀ la station de Metz-Centre (15 jours de données manquantes).

Pour le court terme, l'exclusion de ces stations n'influence pas les résultats pour les gains sanitaires attendus via les scénarios retenus. Seul l'impact sanitaire est diminué d'un décès attribuable par an et d'une hospitalisation pour causes respiratoire par an. A l'inverse, cela augmente de 3 hospitalisations le nombre d'admissions pour causes cardiovasculaires par an. Ainsi, pour le court terme, l'incertitude engendrée par l'inclusion de ces stations est faible.

Pour le long terme, l'exclusion de ces stations n'influe pas sur les résultats du scénario 2, en revanche, elle influe sur les résultats du scénario 1. En effet, en excluant la station de Metz-Centre, la diminution à 20 µg/m³ de la moyenne annuelle des PM₁₀ corrigées permettrait d'éviter 24 décès et non 14. Cela s'explique par le fait que cette station possède des valeurs inférieures à notamment Metz-Borny et que par son exclusion, la moyenne annuelle augmente légèrement (1 à 2 µg/m³). Cependant, la station possède exactement 15 jours de données manquantes, et cela peut être considéré comme acceptable. De plus, elle est située dans le centre de Metz, une zone fortement peuplée. Il est donc raisonnable d'accepter son maintien dans les calculs.

Enfin, la nécessité de corriger les données de PM10 mesurées par TEOM pour l'estimation de l'impact à long-terme introduit également une incertitude dans les résultats.

-Données sanitaires

Les données de morbidité utilisées peuvent engendrer une sous estimation de l'impact sanitaire, car les passages aux urgences sans admissions ne sont pas comptabilisés dans les données du PMSI. De même, l'hôpital Legouest pour les données 2004-2005 ne transmettait pas ses données au PSMI, ce qui risquait d'engendrer une sous estimation de l'impact sanitaire. La prise en compte des données de cet établissement a été cependant possible.

En l'absence des données de l'hôpital militaire de Legouest dans la base PMSI pour la période d'étude, les données ont été directement demandées au SIM de l'établissement. Il n'a cependant pas été possible d'obtenir dans les délais impartis, les réponses à nos questions soulevées lors de l'étape de validation de ces données. Toutefois, afin de vérifier la cohérence et les incertitudes que leur qualité pouvait avoir sur les calculs, les données sanitaires complétées ont été testées dans le modèle de l'EIS de Nancy aussi en cours de réalisation [22]. Ainsi les données sanitaires ont été appliquées avec les données d'exposition de l'EIS de Nancy, et les résultats en termes d'impacts et de gains sanitaires ont été comparés au prorata des populations des zones d'étude. Cette comparaison a permis de confirmer la cohérence des données sanitaires, et de retenir les données de HIA Legouest même en l'absence de réponses à nos questions.

-Choix des relations exposition-risque

L'EIS repose sur l'application de relations expositions-risques issues de données épidémiologiques nationales ou européennes à des données locales. L'hypothèse prise est donc que la pollution et la population exposée au niveau local possède les mêmes caractéristiques que celles constatées lors des études épidémiologiques. Il est possible que des caractéristiques de la pollution ou de la population sur notre zone d'étude diffèrent de celles des études dont les relations sont issues. Pour les effets à court terme, les relations expositions-risques utilisées proviennent d'études françaises (PSAS) ou européennes. Le biais est alors limité.

L'ensemble de ces incertitudes devrait se traduire par une sous-estimation des risques et de l'exposition. De plus, les données de qualité de l'air pour les années 2007 à 2010 [21], indiquent que les niveaux des particules (PM₁₀) et les niveaux d'ozone en période estivale sont en légère

augmentation sur cette période (+ 10% pour les PM₁₀). L'estimation de l'impact sanitaire est donc une estimation a minima.

6. Conclusion

Il s'agit de la première étude considérant la faisabilité d'une EIS sur le PPA des Trois Vallées. L'étude n'a pas été possible sur l'ensemble de ce territoire mais a été réalisée sur l'agglomération de Metz.

A court-terme, pour l'ozone comme pour les PM₁₀, l'EIS montre que le gain sanitaire est plus important dans le cadre d'une réduction des niveaux de fond (scénario 2) que dans le cadre d'une réduction des pics de pollution. Ceci serait accompagné par un gain sanitaire significatif à long-terme pour les PM₁₀.

De plus, la sectorisation des émissions réalisées dans le cadre du PPA des Trois Vallées [2] fait apparaître que sur la zone de Metz, une part importante des polluants imputables au transport routier, (le cas pour les PM₁₀, les COV et les NOx). D'un point de vue sanitaire, à partir de ces constats, il peut être recommandé la mise en place d'une politique diminuant les émissions de fond de polluants liés au trafic automobile.

Ces résultats peuvent être mis en perspective avec les résultats pour l'EIS-PA de l'agglomération de Nancy qui a été réalisée concomitamment et sur la même période par la Cire Lorraine-Alsace [22]. Les conclusions sanitaires sont identiques sur l'EIS de Nancy.

Références

- [1] Loi 96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (partiellement codifiée dans le code de l'environnement art 44-I). Ministère chargé de l'environnement. Ordonnance n° 2000-214 du 18 septembre 2000. JO 21 septembre 2000. [Disponible à l'URL : <http://www.legifrance.gouv.fr>]
- [2] Plan de protection de l'atmosphère des Trois vallées, de la Fensch, de l'Orne et de la Moselle. Préfecture de Moselle. 2008. 170 p.
- [3] Institut de veille sanitaire. Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine. Concepts et méthodes ; Saint Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2008. 35 p. [Disponible à l'URL : <http://www.invs.sante.fr>].
- [4] Signoret J., Karagounis A-S. Evaluation et cartographie des impacts de la pollution atmosphérique des impacts de la pollution atmosphérique sur l'environnement avec des lichens épiphytes en Lorraine Nord : Bassin du Warndt et territoire du PPA des Trois Vallées. Atmo-Lorraine Nord. Metz; 2010. 15p.
- [5] Atmo-Lorraine Nord. Evaluation de la qualité de l'air ambiant sur la vallée de l'Orne. Metz ; 2008. 4p.
- [6] Atmo-Lorraine Nord. Evaluation de la qualité de l'air ambiant par tubes à diffusion passive dans la vallée de l'Orne : Metz ; 2008. 4p.
- [7] Atmo-Lorraine Nord. Evaluation de la qualité de l'air ambiant à Rombas : Metz ; 2009. 4p.
- [8] Fiche climatologique Metz-Frescaty. Météo France
- [9] Signoret J. Contribution des bioindicateurs et des biomarqueurs lichéniques à l'élaboration d'un diagnostic de la qualité de l'air en Lorraine Nord [Mémoire pour le DEA Toxicologie de l'Environnement]. Metz : université de Metz, université de Lille II ; 1999. 47 p. + annexes
- [10] Lefranc A, Blanchard M, Borelli D, Chardon B, Declercq C, Fabre P, *et al.* Relations à court terme entre les niveaux de pollution atmosphérique et les admissions à l'hôpital dans huit villes françaises. Saint Maurice (Fra) : Institut de veille sanitaire, novembre 2006, 66p. [Disponible à l'URL : www.invs.sante.fr]
- [11] Programme de surveillance air et santé. Analyses des liens à court terme entre les niveaux de pollution atmosphérique et mortalité dans neuf villes françaises. Saint Maurice (Fra) ; Institut de veille sanitaire ; 2008. 44p. [Disponible à l'URL : www.invs.sante.fr]
- [12] Kunzli N, Tager IB. Air pollution: from lung to heart. Swiss Med Wkly 2005 ; 135 :697-702.
- [13] InVS. Programme de surveillance air et santé 9 villes. Surveillance des effets sanitaires liés à la pollution atmosphérique en milieu urbain- phase II. Saint Maurice , (Fra) : Institut de veille sanitaire; 2002. 184 p. [Disponible à l'URL : www.invs.sante.fr]
- [14] Le Tertre A, Quénel P, Elstein D, Medina S, Prouvost H, Pascal L, *et al.* Short term effects of air pollution on mortality in nine french cities: a quantitative summary. Arch Environ Health 2002; 57 (4):311-9.
- [15] Dockery DW, Arden Pope, C, Xu X, Spengler JD, Ware JH, Fay Me, *et al.* An association between air pollution et mortality in six US cities. N Engl J Med 1993; 329 (24):1753-9.
- [16] Pope CA, Thun MJ, Namboodiri MM, Dockery DW, Evans JS, Speizer FE *et al.* Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of US adults. Am J respir Crit Care Med 1995; 151:669-74.
- [17] Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air. Ministère chargé de l'environnement. JORF n°0247 du 23 octobre 2010. [disponible à l'URL : www.legifrance.gouv.fr]

[18] Kunzli N, Kaiser R, Medina S, Studnicka M, Chanel O *et al.* Public health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. *Lancet* 2000; 356(9232):795-801.

[19] WHO. Air quality guidelines, Global Updates 2005.2006.

[20] Pope CA, III, Dockery DW. Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. *J Air Waste Manag Assoc* 2006; 56:70942.

[21] Atmo Lorraine Nord. Evolution des niveaux en PM10 et en Ozone des stations retenues pour l'EIS Metz, PPA des Trois Vallées. De 2007 à 2010. Communication personnelle

[22] Janin C. Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine de l'agglomération de Nancy. Impact à court et long terme. Saint Maurice (Fra) : Institut de veille sanitaire .A paraître en 2011.

Annexes

Annexe 1 : Fiche climatique de la station Metz-Frescaty entre le 1^{er} janvier 2004 et le 31 décembre 2005.



METEO FRANCE

ROSE DES VENTS

Vent horaire à 10 mètres, moyenné sur 10 mn

Du 01 JANVIER 2004 au 31 DÉCEMBRE 2005

METZ-FRESCATY (57)

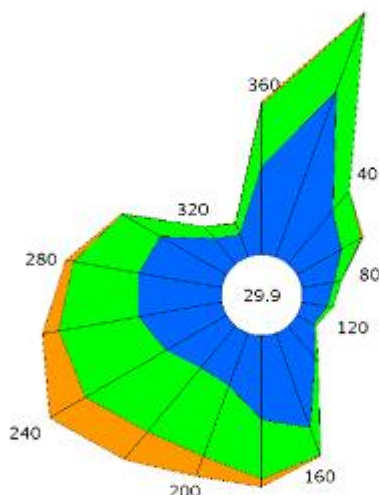
Indicatif : 57039001, alt : 190 m., lat : 49°04'18"N, lon : 06°07'30"E

Fréquence des vents en fonction de leur provenance en %

Valeurs trihoraires entre 0h00 et 21h00, heure UTC

Tableau de répartition

Nombre de cas étudiés : 5827
Manquants : 21

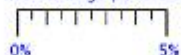


Dir.	[1.5;4.0 [[4.0;6.0 [> 6.0 m/s	Total
20	5.9	2.8	+	8.7
40	2.4	0.8	+	3.2
60	1.7	0.8	+	2.6
80	1.1	0.2	0.0	1.3
100	0.9	0.2	0.0	1.1
120	0.7	+	0.0	0.7
140	1.4	0.2	0.0	1.6
160	3.4	1.0	+	4.4
180	2.8	2.0	0.3	5.1
200	1.9	2.5	0.7	5.1
220	1.8	2.8	1.2	5.8
240	2.4	3.1	1.4	6.9
260	2.8	2.7	0.6	6.1
280	2.8	2.2	0.3	5.3
300	2.6	1.5	+	4.1
320	1.1	0.5	+	1.7
340	0.8	0.4	+	1.2
360	3.0	2.0	0.1	5.1
Total	39.5	25.8	4.8	70.1
[0;1.5 [29.9

Groupes de vitesses (m/s)



Pourcentage par direction



Dir. : Direction d'où vient le vent en rose de 360° : 90° = Est, 180° = Sud, 270° = Ouest, 300° = Nord
le signe + indique une fréquence non nulle mais inférieure à 0.1%

Page 1/1

Edité le : 10/01/2011 dans l'état de la base

N.B. : La vente, redistribution ou rediffusion des informations reçues, en l'état ou sous forme de produits dérivés, est strictement interdite sans l'accord de METEO-FRANCE

Direction de la Production
42 avenue Gustave Coriolis 31057 Toulouse Cedex
Fax : 05 61 07 80 79 - Email : climatheque@meteo.fr

Annexe 2 : Signoret J., Karagounis A-S. Carte d'évolution de la richesse spécifique totale entre 1999 et 2009. Evaluation et cartographie des impacts de la pollution atmosphérique des impacts de la pollution atmosphérique sur l'environnement avec des lichens épiphytes en Lorraine Nord : Bassin du Warndt et territoire du PPA des Trois Vallées. Atmo Lorraine Nord- Janv. 2010.

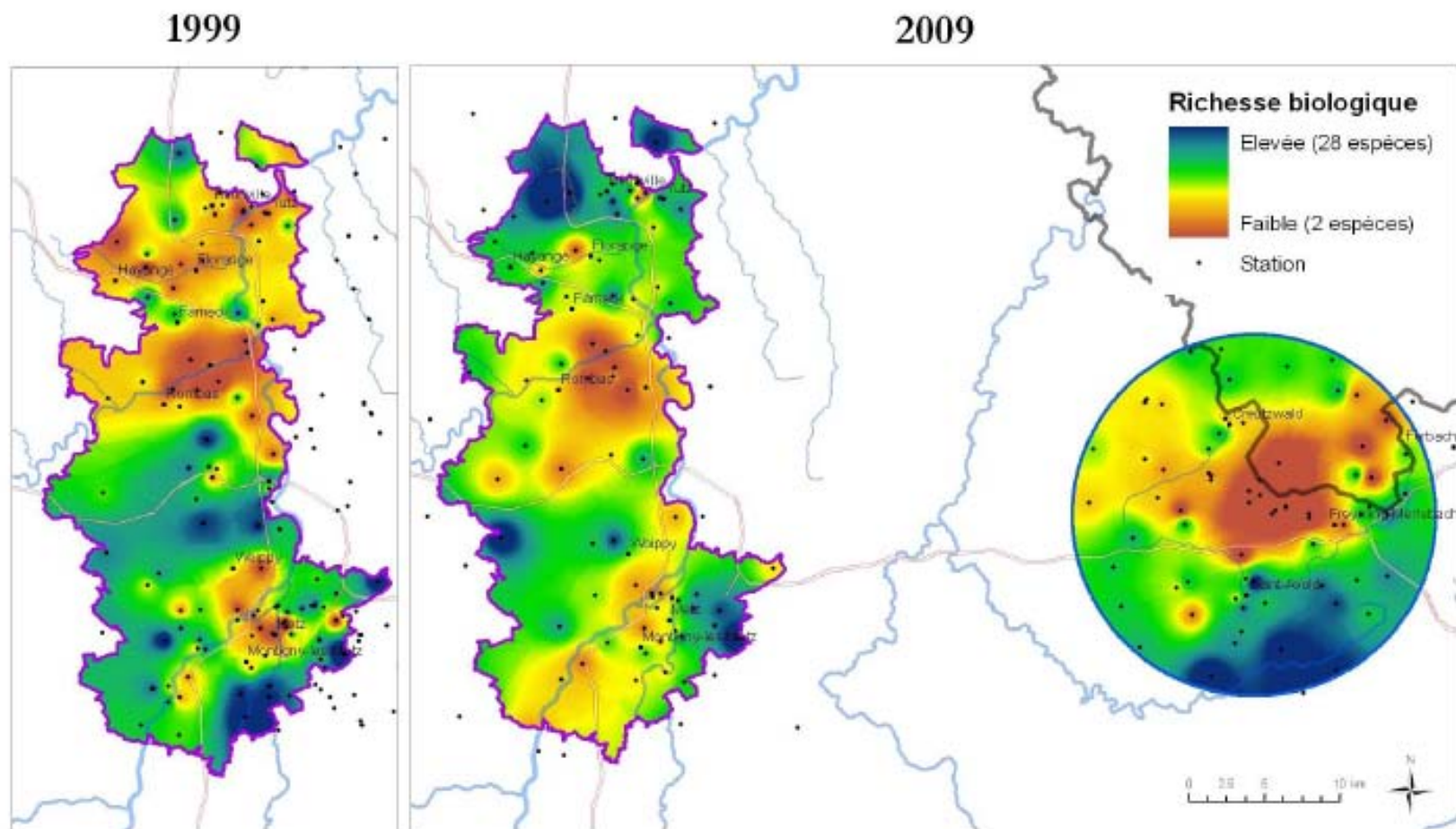


Figure 5 - Les cartes d'évolution de la richesse spécifique totale entre 1999 et 2009

Annexe 3 : Justification de l'inclusion et de l'exclusion des communes de l'unité urbaine de Metz dans la zone d'étude de l'EIS

CODE_COMM	NOM_COMM	Inclusion dans la zone d'étude :position Atmo LORRAINE	Explications
021	ANCY-SUR-MOSELLE	OUI	Le centre-ville de ces communes se situe dans la vallée de la Moselle. Les conditions météorologiques, sur ces secteurs, doivent se rapprocher de celles observées sur Scy-Chazelles. On peut également dire que nous avons une continuité urbaine avec la commune de Metz. Ces communes n'ont pas fait l'objet de mesures analytiques. Il faut toutefois indiquer que l'étude de biosurveillance sur le secteur du PPA effectuée en 2009 indique une qualité biologique de l'air moyenne sur ces communes.
032	ARS-SUR-MOSELLE	OUI	
039	AUGNY		
049	LE BAN-SAINT-MARTIN		
134	CHATEL-SAINT-GERMAIN	NON	D'un point de vue topographique, la commune de Chatel-Saint-Germain se situe dans la vallée de Montvaux dont les conditions météorologiques (notamment de vents) doivent différer de celles observées dans la vallée de la Moselle. Par ailleurs, le centre-ville de la commune se situe entre 200 et 220 mètres d'altitudes, soit au minimum 50 mètres au dessus des centre-villes des communes situées aux abords de la Moselle.
350	JOUY-AUX-ARCHES	OUI	Le centre-ville de la commune se situe dans la vallée de la Moselle. Une continuité urbaine existe entre la commune et la commune de Metz. Cette commune n'a pas fait l'objet de mesures analytiques. Il faut toutefois notifier que l'étude de biosurveillance sur le secteur du PPA indique une qualité biologique de l'air moyenne sur ces communes.
352	JUSSY	NON	Le centre-ville de la commune se situe aux alentours de 230 mètres. Il est trop élevé par rapport à la vallée de la Moselle. Les conditions de dispersions des polluants ainsi que les concentrations doivent différer de celles observées dans la vallée de la Moselle.
396	LESSY		
412	LONGEVILLE-LES-METZ		
447	MARLY		
463	METZ		
467	MEY	OUI	Par rapport aux critères à respecter pour les communes intégrant la zone d'étude, la commune de Mey est, selon l'INSEE, en rupture d'urbanisation avec l'unité urbaine de Metz. Cependant, elle est très proche de la commune de Vantoux que nous intégrons dans la zone d'étude. En termes de qualité de l'air, de précédentes campagnes par tubes passifs sur l'agglomération messine ont montré des concentrations similaires à celles observées en périphérie du centre urbain de Metz. Pour ce critère, nous pourrions intégrer la commune dans la zone d'étude en tant que typologie périurbaine.
480	MONTIGNY-LES-METZ		
487	MOULINS-LES-METZ		
510	NOISSEVILLE	NON	Par rapport aux critères à respecter pour les communes intégrant la zone d'étude, les communes de Nouilly et Noisseville sont, selon l'INSEE, en rupture d'urbanisation avec l'unité urbaine de Metz. Aucune campagne de mesures analytiques n'a été effectuée sur ces communes.
512	NOUILLY	NON	
545	PLAPPEVILLE		
601	ROZERIEULLES	NON	D'un point de vue topographique, une partie de la population de la commune de Rozérieulles se situe dans le lit du "Bord du Rupt". De plus, elle se trouve en partie protégée par le secteur Ouest où les altitudes sont légèrement plus élevées (commune de Sainte-Ruffine). Le choix de ne pas l'inclure dans la zone d'étude est en cohérence avec celui émis pour la commune de Chatel-Saint-Germain.
616	SAINT-JULIEN-LES-METZ		
642	SCY-CHAZELLES		
693	VANTOUX		
701	VAUX	OUI	La partie Est de la commune de Vaux peut être intégrée dans la zone d'étude au même titre que les communes d'Ars-sur-Moselle ou d'Ancy-sur-Moselle. Toutefois, l'ensemble de la commune ne peut être intégrée car une grande partie de la commune (partie Ouest) est située en altitude et ne présente que de la forêt.

Annexe 4: Lieu d'hospitalisation en fonction du lieu de résidence en 2007 (en nombre de séjours)- Source ATIH

Code PMSI de résidence	Zone d'étude	Zone géographique d'hospitalisation		
		Moselle hors zone d'étude	Lorraine hors Moselle	Autre région
57000	91,5%	0,1%	7,5%	0,9%
57130	86,8%	0,6%	11,9%	0,7%
57155	88,3%	1,1%	8,7%	2,0%
57160	88,7%	1,0%	9,7%	0,5%
57685	95,2%	0,0%	4,8%	
57950	91,5%	0,9%	6,9%	0,7%
Zone d'étude	90,33%	0,62%	8,25%	0,96%

Annexe 5 : Proportion d'habitants par commune et par code postal-facteurs de pondération appliqués aux indicateurs du PMSI

Code géographique PMSI	Code Postal	Commune	Nb d'habitants (INSEE 2006)	Facteur multiplicatif
57000	57050	LE BAN-SAINT-MARTIN	4 453	
57000	57050	LONGEVILLE-LES-METZ	3 834	
57000	57000,57050,	METZ	124 435	
57000	57050	PLAPPEVILLE	2 271	0,98
57000	57070	SAINT-JULIEN-LES-METZ	2 981	
57000	57070	VANTOUX	915	
57000	57070	MEY	203	
57130	57021	ANCY-SUR-MOSELLE	1 414	
57130	57032	ARS-SUR-MOSELLE	4 603	0,74
57130	57350	JOUY-AUX-ARCHES	1 590	
57130	57701	VAUX	877	
57155	57447	MARLY	9 653	1,00
57160	57396	LESSY	868	
57160	57487	MOULINS-LES-METZ	4 995	0,71
57160	57642	SCY-CHAZELLES	2 825	
57685	57039	AUGNY	2 478	1,00
57950	57480	MONTIGNY-LES-METZ	22 843	1,00

Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine, Metz. Plan de protection de l'atmosphère des Trois Vallées, 2011

Impact à court et long terme

Cette étude d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique a été réalisée avec le guide méthodologique de l'InVS. Initialement demandée sur la conurbation Metz-Thionville, dans le cadre du plan de protection de l'atmosphère (PPA) des Trois Vallées ; l'étude n'a pu être appliquée que sur l'agglomération messine. En effet, la présence de vallées encaissées, associée à l'existence d'activités industrielles spécifiques ne permettait pas de faire l'hypothèse d'une exposition moyenne de la population résidant sur l'ensemble de la zone du PPA.

Les résultats mettent en évidence que la suppression des seuls pics de pollution sur une année aurait un impact à court terme et long terme bien moins intéressant que la diminution de la moyenne journalière de la pollution.

Or la sectorisation des émissions réalisées par Atmo-Lorraine Nord sur cette zone dans le cadre du PPA, montre qu'une part importante des polluants est imputable au transport routier. A partir de ces 2 constats, la recommandation est la mise en place de politiques de diminution des émissions de ce secteur.

Mots clés : impact sanitaire, pollution atmosphérique, qualité air, Metz, France

Assessment of health effects of the urban air pollution of Metz, France. Short and long term impact.

This study on the health effects of air pollution was carried out with the InVS methodological guideline. It was first requested for the Metz-Thionville conurbation, for the 3 valleys air protection plan (APP), but the study could apply only on the town of Metz. The presence of deep valleys, together with the existence of specific industrial activity made the hypothesis of a mean exposure of the population living on the whole of the APP area unlikely.

The results confirm that deleting only the pollution peaks over the year would represent a quite less beneficial short and long term impact than decreasing the mean daily pollution.

The localization of pollutant emissions established by Atmo-Lorraine Nord on this area for APP, shows that the main part of pollutants is due to road traffic. As a conclusion of these two observations, setting up a policy leading to the decrease of pollutant emissions in this area is strongly recommended.

Raguet S. Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine, Metz. Plan de protection de l'atmosphère des Trois Vallées, 2011. Impact à court et long terme. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire; 2011. 31 p. Disponible sur : www.invs.sante.fr.