

Santé environnement

Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine sur l'agglomération de Nancy, 2011

Impact à court et long terme

Sommaire

Abréviations	2
Glossaire	3
1. Contexte et objectifs	4
2. Effets sanitaires de la pollution atmosphérique	4
3. Matériel et méthodes	5
3.1 Définition de la période d'étude	5
3.2 Détermination de la zone d'étude	5
3.3 Estimation de l'exposition	6
3.4 Indicateurs sanitaires	7
3.5 Relations exposition-risque	7
3.6 Caractérisation du risque	8
4. Résultats	10
4.1 Définition de la période d'étude	10
4.2 Détermination de la zone d'étude	10
4.3 Indicateurs d'exposition	15
4.4 Indicateurs sanitaires	18
4.5 Nombre de cas attribuables à la pollution atmosphérique à court terme	18
4.6 Nombre de cas attribuables à la pollution atmosphérique à long terme	20
5. Discussion	20
5.1 Caractérisation de l'exposition	20
5.2 Analyse de sensibilité	20
5.3 Choix des relations exposition-risque	20
5.4 Données sanitaires	21
5.5 Impact sanitaire	21
6. Conclusion et recommandations	21
6.1 Impact de la PA à l'échelle régionale	21
6.2 Actions d'information à destination des décideurs et du grand public	22
Références bibliographiques	23
Index des tableaux et des figures	24
Annexes	25

Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine sur l'agglomération de Nancy, 2011

Impact à court et long terme

Rapport final

Étude réalisée par

Claire Janin, Ingénieur du génie sanitaire, Cellule de l'Institut de veille sanitaire en région (Cire) Lorraine Alsace.
Sophie Raguét, pharmacienne épidémiologiste, Cellule de l'Institut de veille sanitaire en région (Cire) Lorraine Alsace

Relecture

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

Ont participé à cette étude

Airlor

Jean-Pierre Schmitt, directeur
Julien Galigneau, ingénieur d'études

Agence régionale de santé (ARS) Lorraine

Cécile Brouillard, ingénieur du génie sanitaire, ARS Lorraine
Christian Mannschott, ingénieur du génie sanitaire, ARS Lorraine
Olivier Dosso, ingénieur d'étude sanitaire, délégation territoriale de Meurthe-et-Moselle
Manuel Rodicq, ingénieur d'étude sanitaire, délégation territoriale de Meurthe-et-Moselle

Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal)

Erwan Pinvidic, inspecteur des installations classées

Observatoire régional de la santé et des affaires sociales (Orsas)

Laurent Chamagne, chargé d'étude

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

ARS	Agence régionale de santé
As	Arsenic
Atih	Agence technique de l'information sur l'hospitalisation
Airlor	Association de surveillance de la qualité de l'air en Lorraine
Cd	Cadmium
CépiDC	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
CUGN	Communauté urbaine du grand Nancy
Dreal	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
EIS	Evaluation d'impact sanitaire
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
HCl	Chlorure d'hydrogène
HF	Fluorure d'hydrogène
Hg	Mercure
IC	Intervalle de confiance
Inserm	Institut national de la santé et de la recherche médicale
InVS	Institut de veille sanitaire
NA	Nombre attribuable
NH ₃	Ammoniac
Ni	Nickel
N ₂ O	Protoxyde d'azote
NO _x	Oxydes d'azote
O ₃	Ozone
OMS	Organisation mondiale de la santé
Orsas	Observatoire régional de la santé et des affaires sociales
PA	Pollution atmosphérique
Pb	Plomb
PCB	Polychlorobiphényle
PMSI	Programme de médicalisation des systèmes d'information
PM ₁₀	Particule de 10 µm de diamètre
PM _{2,5}	Particule de 2,5 µm de diamètre
PPA	Plan de protection atmosphérique
RR	Risque relatif
Se	Sélénium
SO ₂	Dioxyde de soufre
SO _x	Oxydes de soufre
TEOM	Tapered Element Oscillating Microbalance
V	Vanadium
Zn	Zinc

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 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 cancérigènes.

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 objectifs

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. C'est le cas de l'agglomération de Nancy pour laquelle un PPA a été adopté en février 2008 [2].

Ce PPA prévoit notamment l'actualisation de l'évaluation de l'impact sanitaire (EIS) de la pollution atmosphérique sur l'agglomération nancéenne. En effet, une EIS [3] avait déjà été réalisée en 2000 par la Cellule interrégionale d'épidémiologie Est devenue Cellule de l'Institut de veille sanitaire en région (Cire) Lorraine-Alsace en 2010.

Cette étude est un outil d'aide à la décision, destiné aux acteurs locaux et régionaux, pour 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. Elle répond à un double objectif :

- estimer l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine à court et à long terme sur la mortalité et les admissions hospitalières ;
- calculer le gain sanitaire attendu selon deux scénarios de réduction du niveau des polluants atmosphériques, afin de comparer l'efficacité des différentes stratégies en terme de bénéfices sanitaires et d'aider ainsi au choix des objectifs d'amélioration.

Ce document présente la méthodologie [4] et les résultats de l'évaluation réalisée pour l'agglomération de Nancy.

2. Effets sanitaires de la pollution atmosphérique

L'impact de la PA sur la santé humaine est difficile à appréhender du fait que :

- la pollution de l'air est un mélange complexe composé d'un grand nombre de polluants qui peuvent réagir entre eux pour former des polluants secondaires ;
- l'exposition à la PA est hétérogène dans le temps et dans l'espace et dépend notamment des lieux fréquentés par l'individu et de ses activités ;
- les risques individuels sont faibles mais à l'échelle de la population toute entière, les impacts ne sont pas négligeables car toute la population est exposée ;
- l'état de santé et les antécédents pathologiques, qui vont modifier la sensibilité vis-à-vis de la pollution atmosphérique, sont différents pour chaque individu ;
- les maladies susceptibles d'être liées à la PA sont multifactorielles, c'est-à-dire que la PA n'est qu'un des facteurs parmi d'autres qui contribuent à leur apparition.

Parmi les effets sanitaires de la PA, on distingue les effets d'une **exposition à court terme** et ceux liés à une **exposition à long terme**.

Les effets à court terme sont des « manifestations » cliniques, fonctionnelles ou biologiques aiguës survenant dans des délais brefs (quelques jours, semaines) après l'exposition à la pollution atmosphérique [5, 6]. Les études françaises ont montré un lien entre :

- les niveaux de pollution couramment observés et la mortalité toutes causes confondues non accidentelles [6, 7] ;
- les niveaux d'ozone et les admissions hospitalières pour causes respiratoires chez les personnes âgées de 65 ans et plus [8] ;
- les niveaux de particules de diamètre inférieur à 10 μm (PM_{10}) et les admissions hospitalières pour causes cardio-vasculaires chez les personnes âgées de 65 ans et plus [9].

Concernant les effets d'une exposition à long terme, il s'agit de la responsabilité de l'exposition à la pollution atmosphérique dans le développement de processus pathogènes au long cours qui peuvent conduire au final à un événement morbide ou même au décès [10].

Pour les effets à long terme, les études internationales ont montré un lien entre les niveaux de particules fines (PM_{10} et $PM_{2,5}$) et la mortalité toutes causes confondues non accidentelles [11,12].

Par ailleurs, certaines populations sont plus sensibles que d'autres en termes d'effets sur la santé :

- les **enfants** dont les poumons ne sont pas complètement formés (la fin de la croissance de l'appareil pulmonaire se produit vers 10-12 ans) ;
- les **personnes âgées**, qui sont plus sensibles en raison du vieillissement des tissus respiratoires et de pathologies plus fréquemment associées, ainsi que d'une diminution des défenses respiratoires ;
- les **personnes souffrant de pathologies chroniques** (par exemple : maladies respiratoires chroniques ou maladies cardio-vasculaires), les **diabétiques**.

En raison de l'augmentation de la ventilation lors de l'activité physique, les personnes pratiquant une activité sportive sont soumises à une exposition plus importante.

3. Matériel et méthodes

La démarche d'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique (PA) est formalisée par l'InVS dans un guide méthodologique intitulé « Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine-concepts et méthodes », paru en 2008 [4].

Elle comprend cinq étapes :

- définition de la période d'étude ;
- détermination de la zone d'étude ;
- construction des indicateurs d'exposition de cette population à la PA à partir des données de qualité de l'air recueillies par l'association de surveillance de la qualité de l'air en Lorraine Airlor ;
- recueil de données sanitaires afin de construire les indicateurs de mortalité et de morbidité hospitalière ;
- calcul du nombre d'évènements attribuables à la PA urbaine pour une variation donnée du niveau de pollution, à partir des relations exposition-risque choisies par l'InVS.

3.1. Définition de la période d'étude

Le choix de la période d'étude est établi en fonction de la disponibilité des données de pollution et des données sanitaires. La période doit être de préférence commune aux deux séries de données. Elle ne doit pas comporter d'évènements climatiques ou sanitaires exceptionnels (exemple : canicule de 2003) et doit être peu différente des années précédentes sur le plan météorologique. Les années civiles sont privilégiées.

3.2. Détermination de la zone d'étude

La zone d'étude choisie pour la réalisation de l'EIS doit être construite de telle sorte que l'exposition de la population à la PA puisse y être considérée comme homogène. Elle doit pour cela répondre à différents critères :

- géographiques : continuité urbaine, absence de relief particulier pouvant influencer la dispersion du polluant sur la zone étudiée ;
- de qualité de l'air : absence de sources fixes de pollution majeures pouvant impacter la qualité de l'air de certaines communes dans la zone, représentativité des stations de mesures ;

- météorologiques : direction des vents pouvant influencer la dispersion des polluants sur la zone ;
- démographiques : taille de la population suffisante (>100 000 habitants), présence en permanence de la majorité de la population active sur la zone.

3.3. Estimation de l'exposition

Cette étape consiste à quantifier l'exposition de la population de la zone d'étude à la PA à partir de l'analyse des mesures de polluants réalisées par Airlor.

3.3.1. Choix des polluants analysés

Le choix des polluants analysés est guidé par la disponibilité des mesures réalisées en routine par Airlor et par la disponibilité de relations Exposition-Risques dans la littérature. Le guide InVS recommande d'utiliser les niveaux de particules (PM₁₀) et l'ozone (O₃) préférentiellement.

3.3.2. Sélection des stations de mesures

La méthodologie développée par l'InVS recommande de sélectionner les stations de fond urbaines et périurbaines. Les distributions des niveaux journaliers (moyenne des 24 h ou maximum des moyennes glissantes sur 8 h pour l'ozone) enregistrées par les stations ont été comparées entre elles pour leur période commune de fonctionnement et les coefficients de corrélation linéaire entre les différentes séries ont été calculés.

Les stations éligibles doivent répondre aux critères suivants [4] :

- un fonctionnement sans interruption de longue durée (supérieure à 15 jours) pendant la période retenue ;
- un chevauchement de l'étendue des interquartiles (c'est-à-dire que le 25^{ème} percentile de la distribution des niveaux journaliers mesurés par une station doit être inférieur au 75^{ème} percentile de la distribution des niveaux journaliers mesurés par une autre) ;
- une différence entre les moyennes inférieure à 15 µg/m³ ;
- un coefficient de corrélation supérieur ou égal à 0,6 entre les séries des niveaux journaliers mesurés par 2 stations différentes.

Ces stations de fond respectent la règle des 75 % pour la validation des données journalières (c'est-à-dire, 75 % des valeurs horaires présentes pour une journée sinon la mesure journalière est considérée comme manquante).

3.3.3. Construction des indicateurs d'exposition

3.3.3.1. Indicateur d'exposition aux PM₁₀

L'indicateur d'exposition aux PM₁₀ est construit à partir de la moyenne arithmétique des valeurs journalières de PM₁₀ mesurées par les stations. Cette construction repose sur l'hypothèse que cette moyenne constitue une bonne approximation de la moyenne des expositions individuelles de la population résidant sur la zone d'étude.

En France, les particules fines sont mesurées à l'aide de Tapered Element Oscillating Microbalance (TEOM) ou de jauges Béta. Ces méthodes diffèrent de la méthode de référence préconisée dans la directive européenne et peuvent entraîner une sous estimation des teneurs en PM₁₀. 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. Les données de PM₁₀ ont été corrigées avec un facteur multiplicatif de 1,4 (expertise Airlor). Ce facteur a été calculé à partir des

moyennes en PM₁₀ mesurées sur la période 2007-2009 sur la station Nancy Charles III par 2 méthodes de mesures différentes (mesure de la fraction volatile / ancienne mesure).

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.

3.3.3.2. Indicateur d'exposition à l'O₃

L'indicateur d'exposition à l'O₃ correspond à la moyenne journalière des maxima des moyennes glissantes sur 8 heures construites à partir des valeurs horaires mesurées par les stations sélectionnées. Les maxima des moyennes glissantes sur 8 heures ont été construits à partir de la feuille de calcul Excel® MoyMob téléchargeable sur le site de l'InVS. Le remplacement des valeurs manquantes et la construction de l'indicateur ont été réalisés avec le logiciel Epi-expo.

3.4. Indicateurs sanitaires

3.4.1. Données de mortalité

Les données de mortalité ont été obtenues par l'intermédiaire de l'InVS auprès du Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès (CépiDc) de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm). Les données ont été sélectionnées à partir de la cause principale de décès selon les codes de la Classification internationale des maladies, version 10 (CIM-10), de l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Elles correspondent au nombre de décès des personnes domiciliées dans la zone d'étude : mortalité toutes causes hors accidents et morts violentes (A00-R99), tous âges confondus.

Les données ont été demandées par années et par saisons dites "tropiques" (été : 1er avril-30 septembre et hiver : 1er octobre-30 mars).

3.4.2. Données d'hospitalisation

Les données d'admissions hospitalières ont été extraites à partir du Programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI) par l'intermédiaire de l'InVS. Seuls les établissements présents dans la zone d'étude ont été sélectionnés. La sélection des séjours hospitaliers pour les personnes âgées de 65 ans et plus a été effectuée selon le code CIM-10 du diagnostic principal :

- J00-J99, pour les admissions pour causes respiratoires ;
- I00-I99, pour les admissions pour causes cardio-vasculaires.

Les données ont été demandées par années et par saisons tropiques. Dans la requête, le lieu de résidence des patients est identifié par le code postal. Certaines communes de la zone d'étude ont un code postal en commun avec d'autres communes situées soit à l'intérieur, soit en dehors de cette zone. De ce fait, les indicateurs fournis par le PMSI sont pris en compte à hauteur du poids respectif de chaque commune (en nombre d'habitants) parmi les autres communes ayant le même code postal.

3.5. Relations exposition-risque

Dans son guide méthodologique, l'InVS a retenu des relations exposition-risque issues d'études épidémiologiques réalisées en population générale et s'intéressant directement aux liens existant entre la pollution de l'air et la santé de l'homme. Les études multicentriques et européennes ont été privilégiées [4].

3.5.1. Relations exposition-risque à court terme

L'impact sanitaire à court terme correspond aux effets d'une exposition à la pollution à très court terme puisqu'il s'intéresse aux répercussions sur la santé le jour même et le lendemain. Le tableau 1 indique les risques relatifs (RR) à court terme concernant la mortalité et les admissions hospitalières pour une augmentation de 10 µg/m³ du niveau de pollution, c'est-à-dire le 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 à des niveaux de 10 µg/m³ plus bas. Ainsi, pour la mortalité toutes causes non accidentelles, le RR de 1,014 associé à une augmentation de 10 µg/m³ du niveau de

PM₁₀ correspond à une augmentation de 1,4 % du risque de décéder suite à une élévation du niveau de PM₁₀ de 10 µg/m³.

Tableau 1 : Risques relatifs de mortalité et morbidité hospitalière à court terme estimés pour une augmentation de 10 µg/m³ du niveau de l'indicateur de pollution

Polluant	Indicateur	Risque relatif	IC 95 %
O ₃	Mortalité toutes causes non accidentelles, été	1,009	1,004-1,014
	Admissions respiratoires, 65 ans et plus, été	1,010	1,004-1,018
PM ₁₀	Mortalité toutes causes non accidentelles, année	1,014	1,007-1,020
	Admissions cardio-vasculaires, 65 ans et plus, année	1,011	1,005-1,017

Sources : Programme de surveillance air et santé 2006 [5] et 2008 [6].

3.5.2. Relation exposition-risque long terme

Le tableau 2 présente les risques relatifs et leur intervalle de confiance à 95 % retenus pour l'effet long terme de l'exposition chronique aux PM₁₀ sur la mortalité.

Tableau 2 : Risques relatifs de mortalité à long terme estimés pour une augmentation de 10 µg/m³ du niveau des PM₁₀

Polluant	Indicateur	Risque relatif	IC 95 %
PM ₁₀	Mortalité toutes causes non accidentelles, année	1,043	1,026-1,061

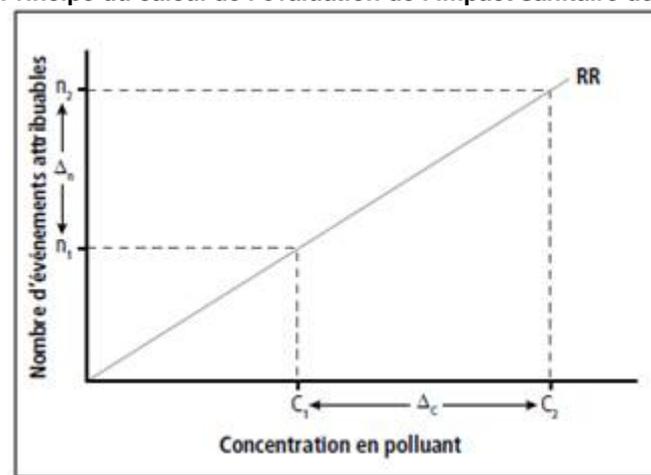
Sources : Étude tri-nationale [12]

3.6. Caractérisation du risque

Cette étape permet de quantifier l'impact sanitaire en calculant un nombre d'événements attribuables à un indicateur d'exposition donné pour un indicateur sanitaire donné sur la période d'étude choisie. Elle consiste à appliquer les relations exposition-risque préconisées par l'InVS aux données locales de pollution, de mortalité et de morbidité collectées pour cette étude.

Le principe de la démarche d'EIS est représenté dans la figure 1.

Figure 1 : Principe du calcul de l'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution



Le RR provient d'une étude épidémiologique dont les résultats sont considérés comme pouvant être extrapolés dans les villes françaises. Il permet de connaître, pour chaque concentration en polluants Ci, le nombre de cas ni attribuables à la pollution ; ainsi, on peut également déterminer une variation du nombre d'événements Δn attribuables à une variation des concentrations ΔC. Pour estimer l'impact

global de la pollution atmosphérique, on fixe C1 à une valeur très basse en dessous de laquelle il serait impossible de descendre même en mettant en place des mesures très strictes de réduction de la pollution atmosphérique et C2 prend la valeur des concentrations journalières mesurées. En projetant ces valeurs journalières sur la courbe dose-réponse, on obtient ainsi :

- n1, nombre de décès attribuables à la concentration en polluant C1 ;
- n2, nombre de décès attribuables à la concentration en polluant C2 ;
- Δn , nombre de décès attribuables au différentiel de pollution ΔC .

Pour chaque jour, on obtient ainsi un nombre de cas attribuables, ces cas étant ensuite additionnés pour obtenir le nombre annuel. Pour estimer le gain sanitaire pouvant être obtenu par une réduction de la pollution, le principe est le même. C2 prend la valeur des concentrations journalières mesurées et on fixe C1 ou ΔC en fonction du scénario que l'on veut tester. On obtient ainsi les gains quotidiens en ramenant les concentrations observées à une certaine valeur ou en les abaissant d'un certain pourcentage, que l'on additionne ensuite pour obtenir le gain sanitaire annuel.

En pratique, le nombre d'événements sanitaires attribuables à la pollution atmosphérique est calculé pour chacun des indicateurs d'exposition et pour chaque journée de la période d'étude considérée. L'impact sanitaire sur l'année et saisonnier est ensuite obtenu en additionnant les événements sanitaires attribuables pour chaque jour. Ce calcul s'applique pour chacun des indicateurs d'exposition caractérisant la pollution urbaine. Cependant, les RR associés à chaque indicateur n'étant pas indépendants, les nombres d'événements attribuables aux indicateurs de pollution ne sont pas cumulables.

L'impact sanitaire de la pollution atmosphérique est donc estimé comme étant au minimum égal au plus grand nombre d'événements attribuables à l'un des indicateurs d'exposition étudiés.

Cette étape de caractérisation du risque a été réalisée sous Excel grâce à une feuille de calcul développée par l'InVS [4] et nommée EIS-PA. Cette application permet de réaliser de manière automatisée et standardisée une EIS pour différents indicateurs de pollution atmosphérique, différents indicateurs sanitaires et selon différents scénarios préétablis. Ce calcul s'applique pour chacun des indicateurs d'exposition caractérisant la pollution urbaine.

3.6.1. Caractérisation du risque, EIS à court terme

Les niveaux de référence (C1) choisis sont de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour l' O_3 et de $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les particules (PM_{10}). Ils correspondent à des niveaux faibles de pollution proches ou inférieurs au 5e percentile des valeurs mesurées sur la zone d'étude.

Les scénarios de gains sanitaires sont les suivants selon le polluant considéré :

- scénario 1 : gain sanitaire attendu en ramenant les niveaux mesurés de l'indicateur de pollution aux valeurs guides recommandées par l'OMS en 2005 [14] les jours où cette valeur était dépassée (impact des pics de pollution) soit :
 - indicateur O_3 : $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (en moyenne sur 8 heures, l'été),
 - indicateur PM_{10} : $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (en moyenne sur 24 heures) ;
- scénario 2 : gain sanitaire attendu sous l'hypothèse d'une diminution des valeurs journalières (impact des niveaux de fond de pollution) des indicateurs O_3 : $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et PM_{10} : $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.6.2. Caractérisation du risque, EIS à long terme

Les niveaux de référence ont été choisis en cohérence avec ceux utilisés dans le programme européen APHEIS [15]. Les scénarios de gains sanitaires pour les PM_{10} sont les suivants (tableau 3) :

- scénario 1 : gain sanitaire attendu sous l'hypothèse d'une diminution de la moyenne annuelle des PM_{10} à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, qui correspond à la valeur guide pour la protection de la santé humaine OMS 2005 [14] ;
- scénario 2 : gain sanitaire attendu sous l'hypothèse d'une diminution de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de la moyenne annuelle des PM_{10} .

Tableau 3 : Récapitulatif des valeurs des niveaux de référence (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en fonction du scénario et du polluant, PPA Nancy, 2004-2005

EIS	Polluant	Scénario 1 : niveaux ramenés à un niveau de référence	Scénario 2 : diminution des niveaux
Court terme	O ₃	100 (en moyenne glissante sur 8 h)	10
	PM ₁₀	50 (en moyenne journalière 24 h)	5
Long terme	PM ₁₀	20 (en moyenne annuelle)	5

4. Résultats

4.1. Définition de la période d'étude

La période d'étude retenue couvre une période de deux années consécutives, excluant les années comportant des événements climatiques ou sanitaires exceptionnels (2003 et 2006). Etant donné le délai de mise à disposition des données sanitaires, la période d'étude retenue s'étend du 1^{er} janvier 2004 au 31 décembre 2005. Ce choix permet d'avoir la même période d'étude pour les données sanitaires et météorologiques.

Les températures moyennes, le nombre de jours avec précipitations supérieures à 1 mm et la durée moyenne d'insolation enregistrés durant la période 2004-2005 sont proches des valeurs enregistrées durant la période 1971-2000 (Tableau 4). Le nombre de jours avec vent fort (supérieur ou égal à 16 m/s) enregistré sur la période d'étude est inférieur de 20 % à celui enregistré durant la période historique.

Tableau 4 : Comparaison des paramètres météorologiques entre la période d'étude "2004-2005" et la période "1971-2000", station météorologique de Nancy Essey

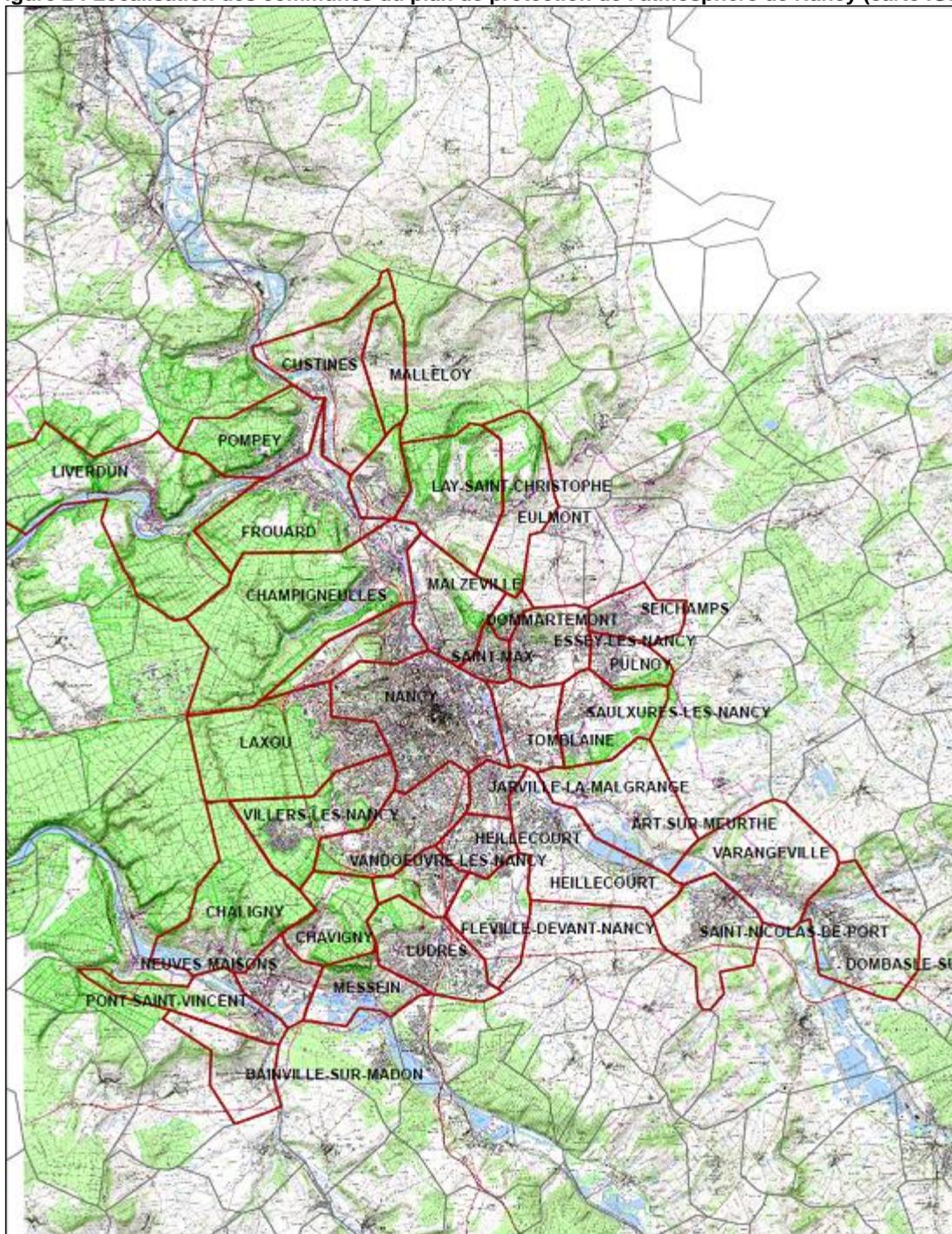
Période	Températures moyennes			Nombre de jours avec précipitations ≥ 1 mm	Durée moyenne d'insolation (heures)			Nombre de jours avec vent fort (≥ 16 m/s)
	Eté	Année	Hiver		Année	Eté	année	
2004-2005	16,0	10,6	5,2	125,5	1209,2	1701,4	492,2	30,5
1971-2000	15,1	10,0	4,9	123,3	1194,3	1638,1	443,8	37,9

Source : Météo France

4.2. Détermination de la zone d'étude

Le PPA de l'agglomération de Nancy s'étend sur 38 communes, issues de la communauté urbaine du grand Nancy, des communautés de communes du bassin de Pompey, du Grand Couronné, de Moselle et Madon et des Pays du Sel et du Vermois (figure 2).

Figure 2 : Localisation des communes du plan de protection de l'atmosphère de Nancy (carte IGN)



4.2.1. Unité urbaine

Le zonage de départ pour cette étude est l'unité urbaine de Nancy, définie par l'Institut national de la statistique et des études économiques (Insee) qui regroupe 37 communes. L'ensemble de ces communes appartient au PPA. La commune d'Art-sur-Meurthe, comptant moins de 2000 habitants ne fait pas partie de l'unité urbaine de Nancy. Cependant, cette commune reste sous influence des flux d'ouest et est soumise à des niveaux de pollution comparables à ceux rencontrés dans le reste de l'unité urbaine (expertise Airlor). Cette commune a donc été conservée dans la zone d'étude.

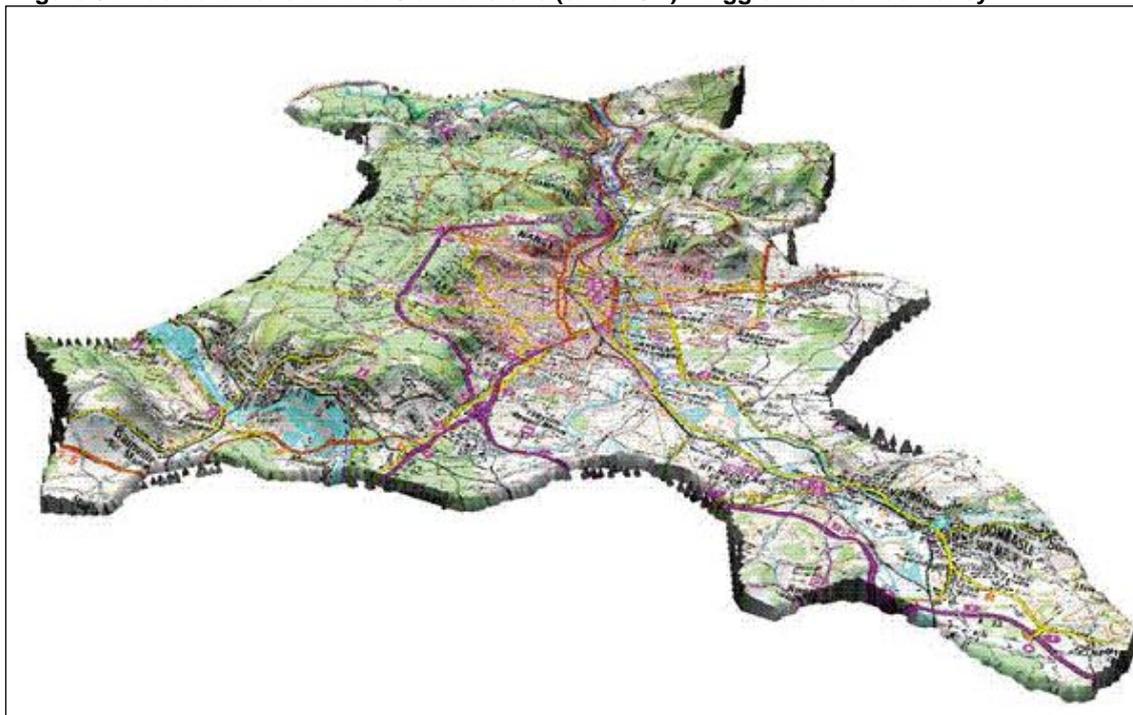
4.2.2. Critères géographiques et météorologiques

L'agglomération nancéenne se caractérise par une topographie de vallée liée à la présence de la Meurthe qui détermine plusieurs zones (Figure 3) :

- une zone de plateaux, à l'ouest et au nord, fortement boisée, culminant à 400 m d'altitude,
- une zone de coteaux reliant les plateaux et les plaines,
- des zones de plaines resserrées entre les coteaux et la rivière d'une part, et qui s'étendent largement vers l'est, d'autre part.

Sur l'ensemble de la zone du PPA, il n'y a pas de reliefs importants ni de ceintures vertes pouvant modifier notablement la dispersion des polluants et pouvant justifier l'exclusion d'une commune de la zone d'étude.

Figure 3 : Vue de la zone PPA en 3 dimensions (carte IGN) – Agglomération de Nancy



La station météorologique de référence choisie est la station d'Essey-les-Nancy (à l'Est de Nancy). Nancy et ses environs se trouvent à la limite d'un climat océanique plus ou moins dégradé et d'un climat semi continental [2].

Les étés sont plutôt chauds avec en moyenne plus de 40 jours avec des températures maximales supérieures à 25°C. Les hivers sont plutôt froids avec en moyenne plus de 70 jours avec des températures minimales inférieures à 0°C. La température moyenne annuelle est de + 10°C. La durée moyenne annuelle d'insolation est de 1638 heures et il pleut en moyenne 120 jours par an. Les vents forts (> 60 km/h) sont présents en moyenne 40 jours par an. Les vents dominants sont de secteur Sud-Sud-Ouest avec en moyenne plus de 120 jours par an soit 34 % des cas. Les vents de secteur Nord-Est, représentent 20 % des cas soit en moyenne plus de 70 jours par an (source : Météo France – rose des vents en annexe 1).

4.2.3. Critères de qualité de l'air

Les principales sources fixes de pollution présentes sur la zone PPA ont été recensées à partir du registre français des émissions polluantes (base IREP) et sont détaillées dans le tableau 5.

Tableau 5 : Recensement des sources fixes de pollution présentes sur la zone PPA Nancy, 2006

Commune	Installation industrielle	Principales émissions dans l'air
Custines	Crown Bevcan	COVNM : 503 000 kg/an
Dombasle sur Meurthe	Solvay Carbonate	NOx : 2140 000 kg/an Poussières totales : 572 000 kg/an CO ₂ : 612 000 t/an CO : 15 900 000 kg/an SOx : 2 100 000 kg/an NH ₃ : 473 000 kg/an
Frouard	Delipapier	CO ₂ : 47 500 t/an
Laneuveville	Novacarb	NOx : 642 000 kg/an PM ₁₀ : 324 000 kg/an Poussières totales : 572 000 kg/an NH ₃ : 1 040 000kg/an CO ₂ : 613 000 t/an CO : 8 480 000 kg/an SOx : 1 460 000 kg/an N ₂ O : 14 400 kg/an
	Socoma	CO ₂ : 78 000 t/an
Ludres	Impress production	COVNM : 552 000 kg/an
	Nancy énergie	NOx : 144 000 kg/an CO ₂ : 81 000 t/an
Nancy	Nancy énergie	CO ₂ : 18 200 t/an
	Chaufferie Haut du Lièvre	CO ₂ : 14 000 t/an
Neuves-Maisons	SAM	NOx : 169 000 kg/an COVNM : 34 000 kg/an (2007) CO ₂ : 133 000 t/an N ₂ O : 5 660 kg/an
Varangeville	Elyo Nord Est	NOx : 108 000 kg/an CO ₂ : 88 400 t/an
	Gensel	NOx : 163 000 kg/an CO ₂ : 131 000 t/an
Vandoeuvre les Nancy	SEEV Vandoeuvre	CO ₂ : 30 100 t/an SOx : 188 000 kg/an (2005)
	Hôpitaux de Brabois	CO ₂ : 15 200 t/an

Source : IREP

En 2002, un inventaire des émissions a été réalisé en Lorraine par les 2 associations de surveillance la qualité de l'air : Atmo-Lorraine Nord et Airlor. A partir de cet inventaire, ont été établis la sectorisation des émissions et le cadastre des émissions.

En ce qui concerne les polluants retenus comme prioritaires pour le PPA de l'agglomération de Nancy¹, les sources fixes sont les principaux émetteurs de dioxyde de soufre (SO₂) et de particules (PM₁₀), représentant respectivement 77 % et 66 % des émissions. Elles sont également à l'origine de 41% des émissions d'oxydes d'azote (NOx).

Une cartographie des concentrations en moyenne annuelle de NO₂ et de PM₁₀ a été réalisée par Airlor sur l'ensemble du périmètre du PPA. Le modèle utilisé est le modèle ADMS avec les émissions de l'inventaire 2002 et les données météorologiques de l'année 2005. Cette cartographie a permis de mettre en évidence des niveaux de concentrations homogènes en PM₁₀ sur l'ensemble de la zone PPA en moyenne annuelle. Les concentrations maximales sont principalement rencontrées au niveau des axes routiers mais aucune contribution industrielle majeure n'a été mise en évidence (annexe 2).

4.2.4. Critères démographiques

Le recensement Insee fait état de 332 595 habitants sur la zone PPA en 2006, dont environ 50 000 personnes âgées de plus de 65 ans (15 % de la population) (tableau 6). Le détail des données démographiques figure en annexe 3.

¹ Pollution locale urbaine : NOx, COVNM (dont benzène), 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 6 : Répartition de la population de la zone d'étude par classes d'âge, PPA Nancy

Commune	Classes d'âges						Total
	0-14 ans	%	15-64 ans	%	65 ans et plus	%	
Nancy	13707	13,0	78830	74,8	12905	12,2	105442
Autres communes du PPA	39722	17,5	150247	66,1	37184	16,4	227153
TOTAL	53429	16,1	229077	68,9	50089	15,0	332595

Source : Insee, RP2006 exploitation principale

Dans le tableau 7 figurent les déplacements domicile-travail des actifs ayant un emploi. Globalement, plus de 80 % des gens résident et travaillent sur la zone PPA. En moyenne, 13 % des actifs qui ont un emploi quittent cette zone pour aller travailler. La part des déplacements hors de la zone PPA varie selon les communes, de 8,6 % pour la commune d'Art-sur-Meurthe à 17,3 % pour les communes de Pompey et Liverdun. La majorité de la population séjourne donc en permanence sur la zone PPA.

Tableau 7 : Etude des navettes domicile-travail sur la zone PPA – Agglomération de Nancy

Commune	Total des déplacements Effectif	Déplacement dans la même commune		Déplacements dans les autres communes de la zone PPA		Déplacement hors de la zone PPA	
		Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Art-sur-Meurthe	465	51	11,0	374	80,4	40	8,6
Bainville-sur-Madon	440	64	14,5	307	69,8	69	15,7
Bouxières-aux-Dames	1703	189	11,1	1303	76,5	211	12,4
Chaligny	1262	137	10,9	950	75,3	175	13,9
Champigneulle	3011	662	22,0	1981	65,8	368	12,2
Chavigny	666	60	9,0	509	76,4	97	14,6
Custines	1224	275	22,5	748	61,1	201	16,4
Dombasle-sur-Meurthe	3207	1145	35,7	1559	48,6	503	15,7
Dommartemont	244	24	9,8	189	77,5	31	12,7
Essey-lès-Nancy	2953	756	25,6	1888	63,9	309	10,5
Eulmont	426	49	11,5	330	77,5	47	11,0
Fléville-devant-Nancy	1234	124	10,0	970	78,6	140	11,3
Frouard	2745	512	18,7	1844	67,2	389	14,2
Heillecourt	2872	389	13,5	2186	76,1	297	10,3
Houdemont	1051	137	13,0	807	76,8	107	10,2
Jarville-la-Malgrange	3642	689	18,9	2587	71,0	366	10,0
Laneuveville-devant-Nancy	2064	382	18,5	1498	72,6	184	8,9
Laxou	6041	1401	23,2	3810	63,1	830	13,7
Lay-Saint-Christophe	1063	155	14,6	786	73,9	122	11,5
Liverdun	2705	641	23,7	1596	59,0	468	17,3
Ludres	3214	661	20,6	2144	66,7	409	12,7
Malleloy	354	35	9,9	260	73,4	59	16,7
Malzéville	3125	449	14,4	2317	74,1	359	11,5
Maxéville	3456	833	24,1	2187	63,3	436	12,6
Messein	641	74	11,5	472	73,6	95	14,8
Nancy	39679	22393	56,4	11248	28,3	6038	15,2
Neuves-Maisons	2678	829	31,0	1542	57,6	307	11,5
Pompey	1781	452	25,4	1021	57,3	308	17,3
Pont-Saint-Vincent	786	111	14,1	563	71,6	112	14,2
Pulnoy	2109	281	13,3	1601	75,9	227	10,8
Saint-Max	4431	603	13,6	3287	74,2	541	12,2
Saint-Nicolas-de-Port	2852	725	25,4	1730	60,7	397	13,9
Saulxures-lès-Nancy	1565	163	10,4	1240	79,2	162	10,4

Commune	Total des déplacements	Déplacement dans la même commune		Déplacements dans les autres communes de la zone PPA		Déplacement hors de la zone PPA	
	Effectif	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Seichamps	2184	215	9,8	1698	77,7	271	12,4
Tomblaine	2811	637	22,7	1901	67,6	273	9,7
Vandœuvre-lès-Nancy	10892	3768	34,6	5817	53,4	1307	12,0
Varangéville	1706	297	17,4	1198	70,2	211	12,4
Villers-lès-Nancy	6048	1024	16,9	4313	71,3	711	11,8
Total	129330	41392	32,0	70761	54,7	17177	13,3

Source : Insee, Recensement 1999

4.2.5. Attractivité hospitalière

Les données relatives à l'attractivité hospitalière ont été fournies par l'Observatoire régional de la santé et des affaires sociales (Orsas) en Lorraine. Il apparaît que plus de 90 % des patients résidant dans la zone PPA sont hospitalisés dans les établissements publics ou privés de la zone PPA (annexe 4).

Au final, la zone d'étude retenue est donc l'ensemble de la zone PPA.

4.3. Indicateurs d'exposition

Les indicateurs de pollution ayant un impact sanitaire et pour lesquels des valeurs de mesures étaient disponibles sur la période d'étude retenue sont l'O₃ et les PM₁₀. Les niveaux de polluants sont exprimés en µg/m³.

Entre le 01/01/2004 et le 31/12/2005, le réseau Airlor était composé de 8 stations sur la zone d'étude (tableau 8).

La station localisée sur la commune de Saint-Nicolas-de-Port n'a pas été retenue (station industrielle). De même, les stations urbaines de Nancy Poincaré et Nancy Charles III ont été exclues du fait de période d'arrêt trop importante (fermeture de la station Nancy Poincaré en août 2004 et ouverture de Nancy Charles III en août 2005).

Tableau 8 : Caractéristiques des stations de mesure présentes sur la zone PPA Nancy en 2004-2005

Station de mesure	Saint Nicolas de Port	Nancy Charles III	Nancy Poincaré	Nancy Kennedy	Neuves-Maisons	Fléville	Brabois	Tomblaine
Typologie	industrielle	urbaine	urbaine	urbaine	urbaine	périurbaine	périurbaine	périurbaine
Fonctionnement 2004-2005	oui	non, mise en service 02/08/2004	non, arrêt 11/08/2004	oui	oui	oui	oui	oui
Polluant mesuré	SO ₂ , NO ₂ , O ₃	CO, NO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ , FDMS PM ₁₀ , PM _{2.5}	SO ₂ , CO, NO ₂ , O ₃ , PM ₁₀	O ₃ , SO ₂ , NO ₂ , CO	PM ₁₀ , NO ₂	O ₃ , PM ₁₀ , NO ₂	O ₃ , SO ₂ , NO ₂	O ₃ , NO ₂

Source : Airlor.

L'étude de corrélation des séries des différentes périodes communes de fonctionnement a permis de retenir les 5 autres stations pour la construction des indicateurs PM₁₀ et O₃ (annexe 5). Il s'agit de 2 stations urbaines et 3 périurbaines (Figure 4). Le choix des stations retenues en fonction des critères étudiés est précisé dans le tableau 9.

Figure 4 : Localisation des stations de mesures des polluants retenues, PPA Nancy, 2004-2005

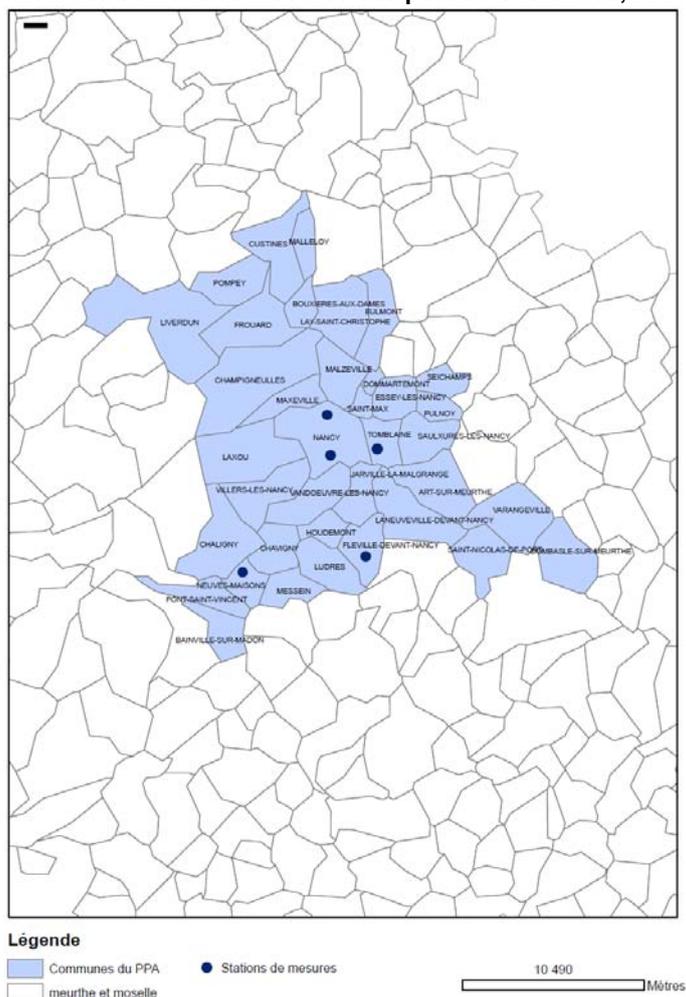


Tableau 9 : Stations de mesure retenues pour la construction des indicateurs d'exposition, PPA de Nancy, 2004-2005

Critère de sélection	Conclusion
stations de fond urbaines ou péri-urbaines	exclusion station Saint-Nicolas de Port (ind)
fonctionnement sans interruption de longue durée	exclusion Nancy Poincaré et Charles III
chevauchement de l'étendue des interquartiles (p25<p75)	conservation des stations Nancy Kennedy, Neuves-Maisons, Fléville, Brabois et Tomblaine
différence entre les moyennes < 15 µg/m ³	conservation des stations Nancy Kennedy, Neuves-Maisons, Fléville, Brabois et Tomblaine
coefficient de corrélation supérieur à 0,6 entre les séries	conservation des stations Nancy Kennedy, Neuves-Maisons, Fléville, Brabois et Tomblaine

La distribution des niveaux moyens journaliers de PM₁₀ variait de 2 à 74 µg/m³ avec une moyenne annuelle sur la période d'environ 22 µg/m³. La distribution des niveaux moyens journaliers d'O₃ l'été variait de 17 à 167 µg/m³ avec une moyenne estivale sur la période d'environ 84 µg/m³ (tableau 10).

Tableau 10 : Distribution des niveaux moyens journaliers d'O₃ et de PM₁₀ non corrigées, PPA Nancy, 2004-2005

Indicateur de pollution	PM ¹⁰ (µg/m ³)	O ₃ été (µg/m ³)
Minimum	2,3	17
1 ^{er} quartile	14	67
Médiane	19,5	81
3 ^{ème} quartile	27,5	100
Maximum	73,5	167
Moyenne	21,6	84
Ecart-type	10,3	24,9

La comparaison des niveaux de polluants avec les objectifs de qualité réglementaires en vigueur [16] a montré :

- pour l'O₃ : que l'objectif de qualité n'a pas été respecté avec 29 jours de dépassement de la moyenne sur 8 heures consécutives supérieure à 120 µg/m³, soit 8 % de la période été 2004-2005 (Figure 5) ;
- pour les PM₁₀ : que l'objectif de qualité a été respecté avec des moyennes annuelles inférieures à 30 µg/m³. La distribution par classes montrait que les valeurs journalières n'ont pas dépassé le seuil de 50 µg/m³ plus de 35 jours (figure 6).

Figure 5 : Distribution par classes de l'indicateur d'exposition O₃ en été, PPA Nancy, 2004-2005

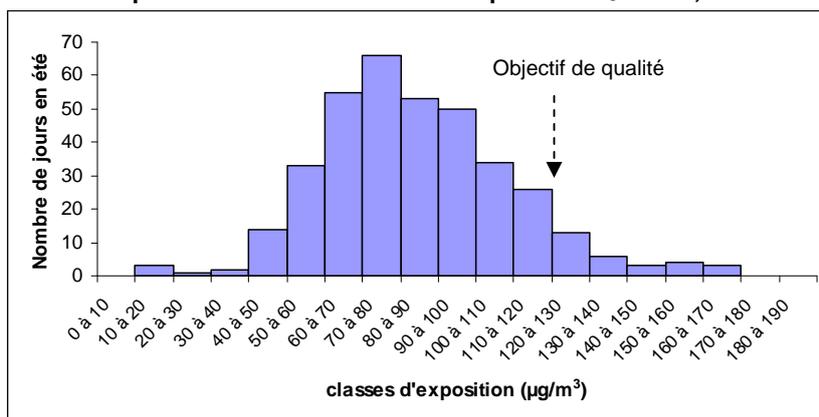
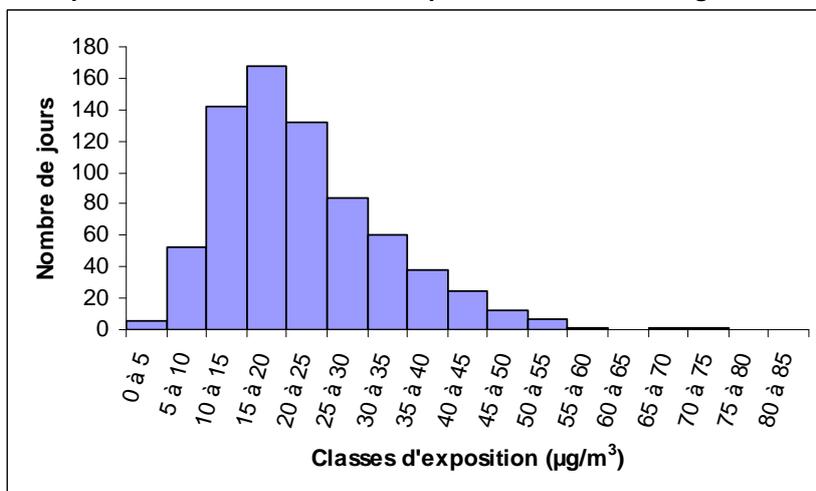


Figure 6 : Distribution par classes de l'indicateur d'exposition PM₁₀ non corrigées, PPA Nancy, 2004-2005



4.4. Indicateurs sanitaires

Le tableau 11 présente pour la période 2004-2005, la moyenne quotidienne du nombre de décès toutes causes hors mort violente et/ou accidentelle, utilisée pour estimer l'impact à court terme, et la moyenne annuelle utilisée pour l'impact à long terme.

Tableau 11 : Nombre moyen de décès toutes causes non accidentelles, PPA Nancy, 2004-2005

Mortalité	Nombre moyen annuel de décès			Nombre moyen quotidien de décès		
	Été	Hiver	Total	Été	Hiver	Total
Toutes causes non accidentelles	1082	1274	2356	5,9	7,0	6,5

Sources : CépiDC, Inserm, InVS.

Le nombre annuel d'hospitalisations des personnes âgées de 65 ans et plus résidant dans la zone d'étude était de 3157 pour les causes cardio-vasculaires et de 1007 pour les motifs respiratoires (Tableau 12). Le détail par commune des hospitalisations pondérées par la part de la population concernée est présenté en annexe 6.

Tableau 12 : Nombre moyen d'admissions hospitalières chez les 65 ans et plus, PPA Nancy, 2004-2005

Admissions hospitalières	Nombre moyen annuel			Nombre moyen quotidien		
	Été	Hiver	Total	Été	Hiver	Total
Motif respiratoire	454	553	1007	2,5	3,1	2,8
Motif cardio-vasculaire	1496	1661	3157	8,2	9,2	8,6

Sources : PMSI, InVS.

4.5. Nombre de cas attribuables à la pollution atmosphérique à court terme

4.5.1. Impact sanitaire total

Les effets des différents indicateurs de pollution n'étant pas indépendants entre eux, les cas attribuables à chaque indicateur ne sont pas cumulables. Ainsi, pour un indicateur sanitaire donné, le nombre de cas attribuables retenu correspond à la valeur la plus élevée parmi celles obtenues pour les différents indicateurs de pollution. Elle s'interprète comme l'estimation minimale de l'impact de la pollution atmosphérique urbaine dans son ensemble.

Le nombre de décès, tous âges confondus, attribuables à la pollution atmosphérique dans la zone PPA de Nancy, a été estimé à 43 décès annuels, soit 1,8 % de la totalité des décès (tableau 13).

Le nombre d'admissions hospitalières, chez les personnes âgées de 65 ans et plus, attribuables à la pollution atmosphérique sur la zone PPA Nancy a été estimé à 20 hospitalisations pour motif respiratoire et 42 pour motif cardio-vasculaire. Ces événements représentent respectivement 2,0 % et 1,3 % des hospitalisations pour causes respiratoires et cardio-vasculaires survenant annuellement dans la zone d'étude.

Tableau 13 : Nombre de décès toutes causes et d'admissions hospitalières chez les 65 ans et plus, attribuables à la pollution atmosphérique à court terme et proportion des événements de santé, PPA Nancy, 2004-2005

Indicateur sanitaire		Indicateur d'exposition	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Estimation du nombre annuel de cas attribuables	Proportion des événements de santé
Mortalité toutes causes		O ₃ (été)	84	43	1,8 %
		PM ₁₀	21,6	39	1,7 %
Hospitalisations 65 ans et plus	Respiratoires	O ₃ (été)	84	20	2 %
	Cardio-vasculaires	PM ₁₀	21,6	42	1,3 %

4.5.2. Gains sanitaires attendus par réduction de la pollution

Sous l'hypothèse d'une diminution des niveaux dépassant le niveau de référence en les ramenant à ce niveau (scénario 1), 4 décès annuels auraient pu être évités, soit 11 % de la mortalité attribuable à la PA (tableau 14). De même, 2 admissions hospitalières annuelles pour motif respiratoire auraient pu être évitées, soit 10 % des admissions respiratoires et aucune admission pour motif cardio-vasculaire.

Sous l'hypothèse d'une diminution des valeurs journalières (scénario 2), 16 décès annuels auraient pu être évités, soit 38 % de la mortalité attribuable à la PA.

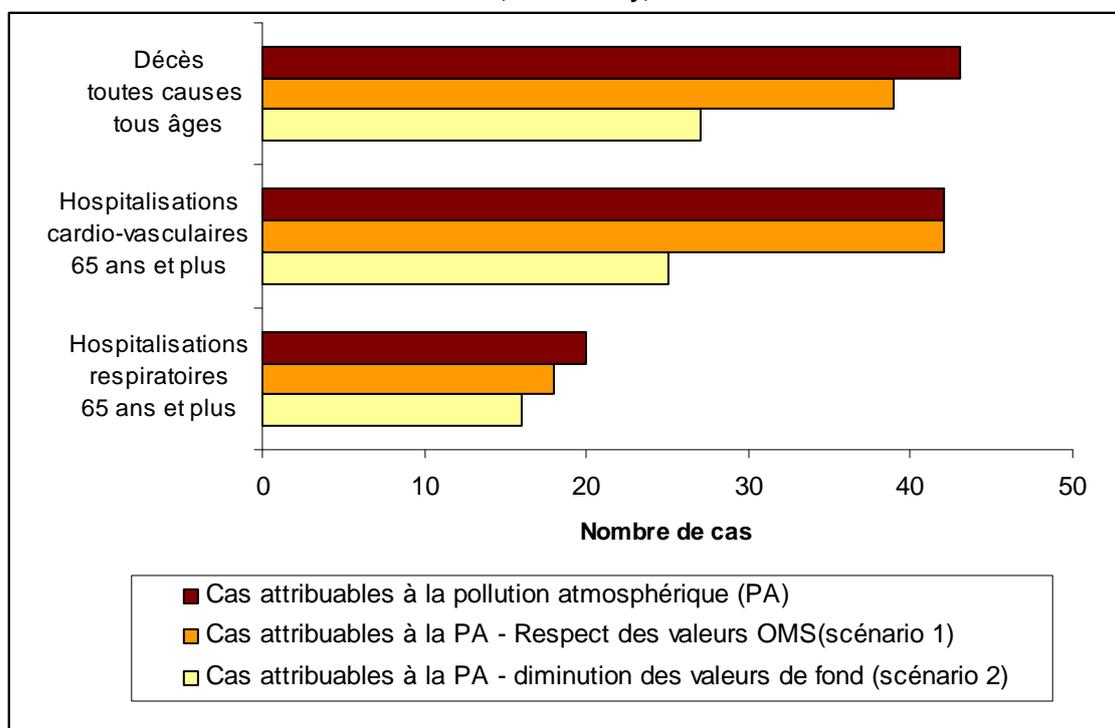
De même, 4 admissions hospitalières annuelles pour motif respiratoire auraient pu être évitées, soit 20 % des admissions respiratoires et 17 admissions pour motif cardio-vasculaire, soit 41 % des admissions cardio-vasculaires.

Tableau 14 : Gains sanitaires annuels attendus selon le mode de réduction de la pollution atmosphérique, PPA Nancy. Impact à court terme 2004-2005.

Gain sanitaire		Mortalité globale tous âges	Morbidité respiratoire chez les 65 ans et plus	Morbidité cardio-vasculaire chez les 65 ans et plus
Scénario 1	O ₃	4	2	/
	PM ₁₀	1	/	0
Scénario 2	O ₃	10	4	/
	PM ₁₀	16	/	17

La proportion d'évènements de santé pouvant être évités en fonction des scénarios étudiés est présentée dans la figure 7.

Figure 7 : Proportion d'évènements sanitaires pouvant être évités en fonction des deux scénarios, EIS court terme, PPA Nancy, 2004-2005



4.6. Nombre de cas attribuables à la pollution atmosphérique à long terme

Sous l'hypothèse d'une diminution de la valeur moyenne annuelle des PM₁₀ à 20 µg/m³ (scénario 1), 100 décès annuels auraient pu être évités, ce qui représente 4 % de la mortalité toutes causes non accidentelle.

Sous l'hypothèse d'une réduction de 5 µg/m³ de la valeur moyenne annuelle des PM₁₀ (scénario 2), 49 décès annuels auraient pu être évités, soit 2 % de la mortalité toutes causes non accidentelle.

5. Discussion

5.1. Caractérisation de l'exposition

Sur la période d'étude retenue (2004-2005), le nombre de jours avec vents forts (>16 m/s) était inférieur de 20% à celui observé sur la période historique (1971-2000). D'après l'expertise d'Airlor, les vents forts n'ont qu'un impact minime sur la dispersion des polluants atmosphériques. Ils n'influencent donc pas l'exposition des populations à la PA.

L'exposition a été estimée de manière globale à l'échelle de la population de la zone d'étude. L'hypothèse sous-jacente est que la population est exposée quotidiennement à des niveaux de pollution homogènes sur l'ensemble de la zone d'étude. Cette hypothèse masque les inégalités d'exposition géographique (notamment, l'impact du trafic routier avec une exposition au NO₂, précurseur de l'O₃ dans les rues "canyons"). Or, le programme européen Aphekom (Improving Knowledge and Communication for Decision Making on Air Pollution and Health in Europe) [13] a récemment montré qu'habiter à proximité du trafic routier est un facteur majorant dans le développement de pathologies chroniques. Il a été estimé notamment que, dans 10 villes européennes (hors France), le fait d'habiter à proximité du trafic routier pourrait être responsable d'environ 15 à 30 % des asthmes de l'enfant et de pathologies chroniques respiratoires et cardio-vasculaires fréquentes chez les adultes de plus de 65 ans.

De plus, un même niveau moyen quotidien d'exposition a été attribué aux personnes résidant dans la zone d'étude alors que ces dernières étaient exposées à des niveaux variables dans la même journée. Cette estimation de l'exposition au niveau de la population ne tenait pas compte non plus de la vulnérabilité des personnes sensibles (enfants, personnes âgées, asthmatiques, fragilités cardio-vasculaires). L'impact sanitaire a, par conséquent, pu être sur ou sous-estimé.

Par ailleurs, l'exposition de la population aux particules ultrafines (PM_{2,5}) n'a pas pu être quantifiée, ce polluant n'étant pas mesuré par Airlor en 2004-2005. L'impact sanitaire associé n'a donc pas pu être calculé. En 2011, 2 stations mesurent désormais les PM_{2,5} sur la zone PPA : la station Nancy libération (proximité trafic, mise en service le 14/12/2009) et Nancy Charles III (station urbaine, mise en service le 18/10/2008).

5.2. Analyse de sensibilité

Les stations retenues pour la construction des indicateurs d'exposition ne prenaient pas en compte 2 stations de fond urbaines (Nancy Poincaré et Nancy Charles III) du fait de périodes d'arrêt trop importantes sur la période d'étude. Afin de vérifier les incertitudes que leur exclusion pouvait engendrer, une analyse de sensibilité a été réalisée en incluant ces stations lors de la construction des indicateurs d'exposition.

Les indicateurs d'exposition O₃ et PM₁₀ construits avec et sans ces 2 stations suivent la même distribution et les moyennes annuelles sont du même ordre de grandeur (PM₁₀ : 21,5 µg/m³ vs 21,6 µg/m³, O₃ : 82 µg/m³ vs 84 µg/m³).

Les estimations d'impact sanitaire lié à la pollution atmosphérique et les gains sanitaires calculés selon les différents scénarios ne sont ainsi pas influencées par l'exclusion de ces 2 stations de mesures.

5.3. 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 différent de celles des études dont les relations sont issues. L'impact sanitaire a par conséquent, pu être sur ou sous-estimé.

5.4. Données sanitaires

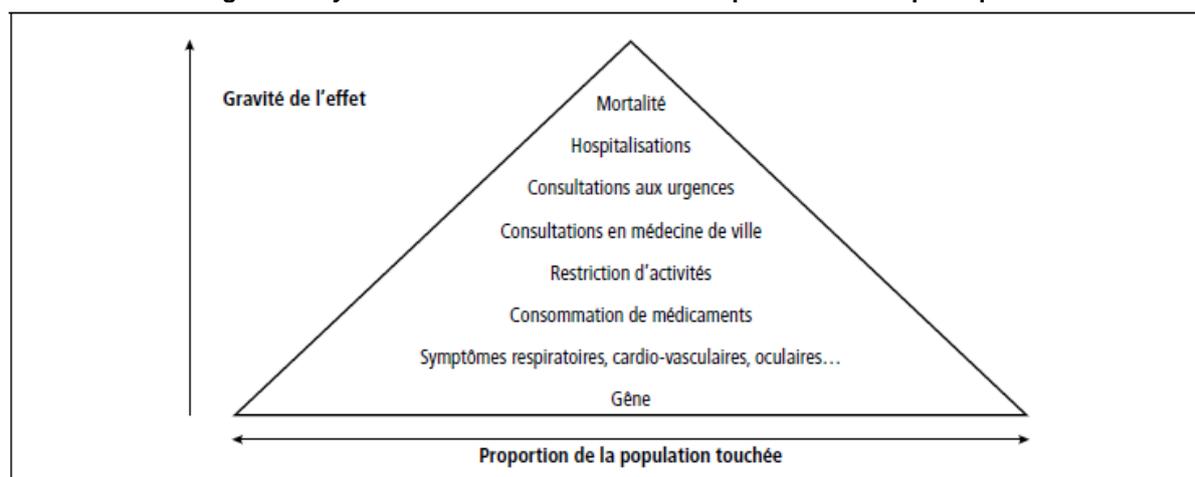
Bien que les données de mortalité soient standardisées en s'appuyant sur la CIM-10, elles peuvent être imprécises du fait d'erreur de codage. Les données de morbidité s'appuyant sur le PMSI peuvent également être soumises à ces erreurs. Cependant, ce biais a été diminué en utilisant de grandes catégories de cause (admissions respiratoires, cardio-vasculaires et décès toutes causes).

5.5. Impact sanitaire

Cette EIS a permis de quantifier les effets graves de la pollution atmosphérique qui ont conduit à une hospitalisation ou un décès. Les données de morbidité ne prennent pas en compte les passages aux urgences ni les pathologies traitées en médecine ambulatoire (allergies, asthme, irritations oculaires...) qui peuvent être liées à la PA et touchent une part plus importante de la population (figure 8). Ainsi, ces résultats donnent un ordre de grandeur des conséquences sanitaires graves de l'exposition à la PA. Elle a montré que l'impact collectif était réel malgré des niveaux de pollution considérés comme faibles.

En concertation avec Airlor et l'ARS Lorraine, il a été décidé que cette étude serait mise à jour lorsque les outils méthodologiques développés par l'InVS intégreront les avancées du programme Aphekom [13] et permettront notamment de quantifier la part des maladies chroniques (asthme, broncho-pneumopathie chronique obstructive...) attribuable à la pollution atmosphérique urbaine.

Figure 8 : Pyramide des effets sanitaires de la pollution atmosphérique



6. Conclusion et recommandations

6.1 Impact de la PA à l'échelle régionale

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 [6].

Bien que la période d'étude retenue puisse paraître ancienne (2004-2005), cette étude donne un ordre de grandeur de l'impact de la PA sur la zone PPA de Nancy, qui peut s'extrapoler sur les années les plus récentes (2007-2010), les niveaux de fond en O₃ et PM₁₀ sur lesquels sont basés ces estimations étant relativement stables d'une année sur l'autre.

Par contre, les résultats de cette étude ne peuvent pas être comparés à ceux de l'étude réalisée par la Cire en 2000 [3] car les zones d'études et les relations E-R retenues sont différentes. En effet, l'EIS réalisée en 2000 portait uniquement sur les 20 communes de la communauté urbaine du grand Nancy (CUGN) et non pas sur les 38 communes du PPA.

Ainsi, l'impact sanitaire à court terme de la PA a été estimé chaque année à 43 décès anticipés tous âges confondus et 62 admissions hospitalières pour motifs respiratoires et cardio-vasculaires des personnes âgées de 65 ans et plus, et ce malgré une qualité de l'air ayant respecté globalement les

objectifs de qualité réglementaires. La suppression des pics de pollution réduirait de 11 % la mortalité attribuable à la PA à court terme et de 10 % les admissions pour causes respiratoires. À court terme, une réduction globale de la moyenne journalière de la pollution atmosphérique réduirait la mortalité de 38 %, les admissions hospitalières pour causes respiratoires de 23 % et celles pour causes cardiovasculaires de 43 %.

Ces résultats peuvent être rapprochés des résultats pour l'EIS-PA de l'agglomération de Metz qui a été réalisée concomitamment et sur la même période par la Cire Lorraine-Alsace [17]. Les conclusions sanitaires sont identiques sur l'EIS de Nancy à savoir que le gain sanitaire est plus important dans le cadre d'une réduction des niveaux de fond que dans le cadre d'une réduction des pics de pollution.

Les effets sanitaires des particules fines sur la mortalité et les admissions cardiovasculaires notamment, ont été largement décrits dans la littérature internationale. D'un point de vue sanitaire, il apparaît donc important de renforcer le réseau de surveillance de la qualité de l'air pour permettre une estimation plus précise et complète de l'impact sanitaire à court et à long terme. Le renforcement de la surveillance de l'exposition de fond de la population aux particules fines de moins de 2,5 µm (PM_{2,5}) est en cours. Pour l'année 2010, 2 stations de mesures sont en fonctionnement en Lorraine (2 à Nancy, 1 à Metz et 1 à Thionville).

L'agglomération de Nancy est caractérisée par des niveaux d'ozone et de PM₁₀ respectant globalement la réglementation en vigueur. Cette étude indique cependant que la plupart des décès ou hospitalisations attribuables à la pollution surviennent suite à une exposition à des concentrations inférieures aux objectifs de qualité pour la santé.

En termes de santé publique, ces résultats montrent qu'une action est possible pour améliorer la santé de la population, en associant les mesures visant à contrôler les niveaux dépassant les objectifs de qualité et à diminuer de façon importante et quotidienne les niveaux de fond. **Un gain sanitaire conséquent ne pourra être obtenu qu'à condition de parvenir à une amélioration durable de la qualité de l'air tout au long de l'année.** Ainsi les mesures favorisant la réduction des principales sources d'émissions (industrie, secteur résidentiel/tertiaire et transports) sont à privilégier.

6.2 Actions d'information à destination des décideurs et du grand public

Les résultats de cette étude ont été présentés au comité de suivi du PPA de l'agglomération de Nancy [2] et seront intégrés au bilan d'étape du PPA. Un document de synthèse à destination du grand public sera prochainement réalisé en collaboration avec l'ARS Lorraine et Airlor.

Ils seront également présentés aux 2èmes rencontres nationales de l'hygiène et de la santé qui se tiendront à Epinal les 25 et 26 mai 2011.

Par ailleurs, une des actions du PPA de l'agglomération de Nancy concernait l'amélioration de la connaissance de la population sur les effets sanitaires liés à la pollution atmosphérique. Ainsi l'ARS Lorraine a initié une campagne d'information, avec la diffusion de 10 000 affiches et 50 000 dépliants distribués en Lorraine en janvier 2010, dont 2000 affiches et 6900 dépliants sur la zone PPA de Nancy. Ces supports ont été diffusés auprès des communes, des élus, des établissements de santé et des établissements sociaux, des professionnels de santé et des associations sportives.

Références bibliographiques

- [1] Loi sur l'air de l'utilisation rationnelle de l'énergie (Laure, loi n°96-1236 du 30 décembre 1996), article 2.
- [2] Plan de protection de l'atmosphère de l'agglomération de Nancy. Préfecture de Meurthe-et-Moselle, 19 février 2008.
- [3] Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique sur l'agglomération de Nancy. Cellule Interrégionale en épidémiologie Est, août 2000.
- [4] Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine-concepts et méthodes – InVS, mars 2008.
- [5] Lefranc A, Blanchard M, Borelli D 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, 66 p. Disponible sur : www.invs.sante.fr.
- [6] Programme de surveillance air et santé. Analyse des liens à court terme entre pollution atmosphérique urbaine et mortalité dans neuf villes françaises. Saint-Maurice (Fra) : Institut de veille sanitaire, juin 2008, 41 p. Disponible sur : www.invs.sante.fr.
- [7] Katsouyanni K, Touloumi G, Spix C et al. Short-term effects of ambient sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities: results from time series data from the APHEA project. *Air Pollution and Health: a European Approach*. *BMJ* 1997;314:1658-63.
- [8] Atkinson RW, Anderson HR, Sunyer J et al. Acute effects of particulate air pollution on respiratory admissions: results from APHEA 2 project. *Air Pollution and Health: a European Approach*. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164:1860-6.
- [9] Morris RD. Airborne particulates and hospital admissions for cardiovascular disease: a quantitative review of the evidence. *Environ Health Perspect* 2001;109:495-500.
- [10] Kunzli N, Tager IB. Air pollution: from lung to heart. *Swiss Med Wkly* 2005;135:697-702.
- [11] Pope CA, III, Thun MJ, Namboodiri MM 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.
- [12] Kunzli N, Kaiser R, Medina S et al. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. *Lancet* 2000;356:795-801.
- [13] Aphekom Program (Improving knowledge and communication for decision making on air pollution and health in Europe). Summary report of the Aphekom project 2008-2011.
- [14] WHO. Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide – global update 2005 – summary of risk assessment 2005.
- [15] Air Pollution and Health: a European Information System (APHEIS). Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique en Europe. Rapport de la troisième phase, 2002-2003, 2006.
- [16] Décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air.
- [17] Raguet S. Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine - Unité urbaine de Metz - Impact à court et long terme. Cellule de l'institut de veille sanitaire en région Lorraine Alsace, 2011

Index des tableaux et des figures

Tableaux

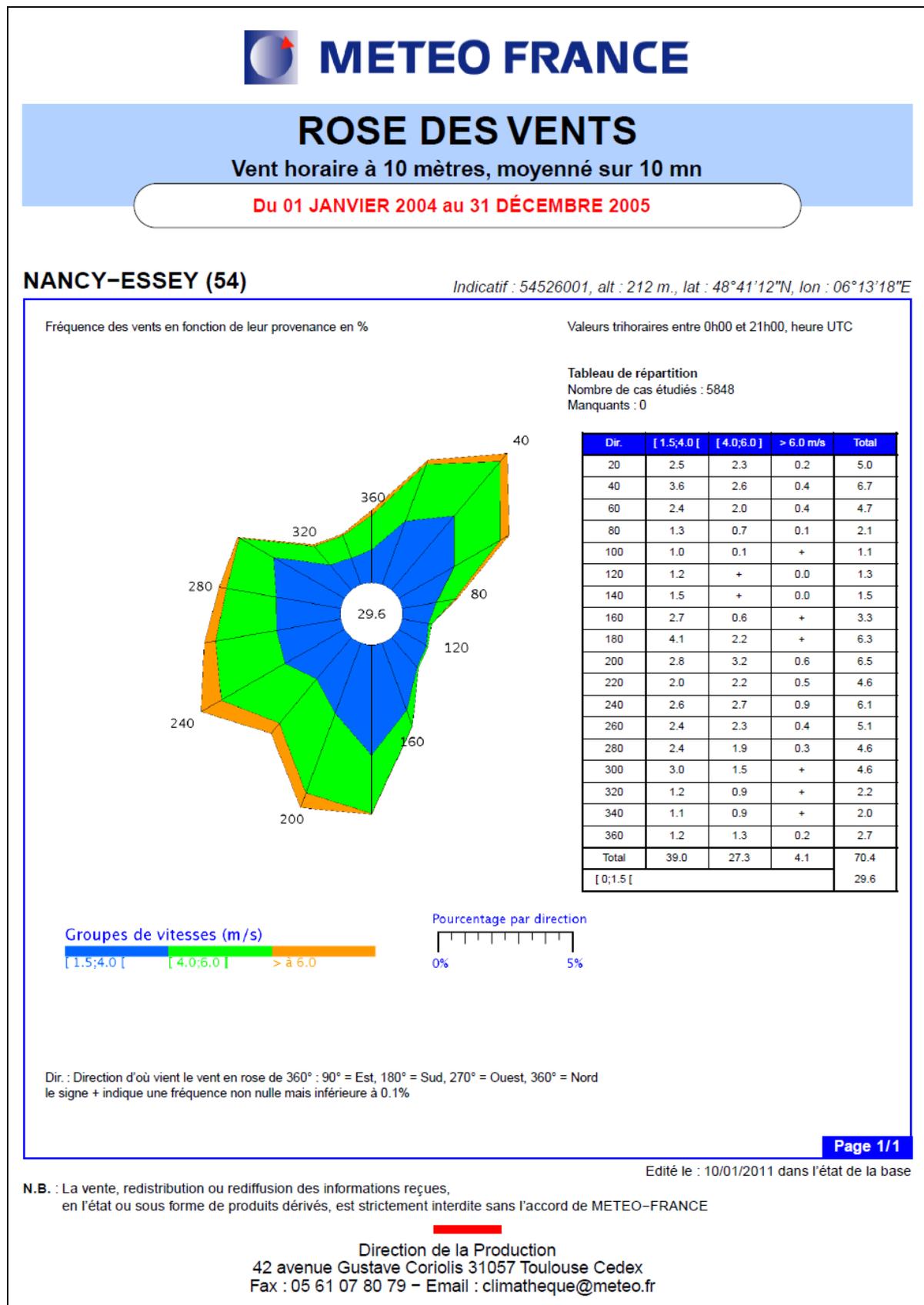
Tableau 1 : Risques relatifs de mortalité et morbidité hospitalière à court terme estimés pour une augmentation de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ du niveau de l'indicateur de pollution	8
Tableau 2 : Risques relatifs de mortalité à long terme estimés pour une augmentation de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ du niveau des PM_{10}	8
Tableau 3 : Récapitulatif des valeurs des niveaux de référence (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en fonction du scénario et du polluant, PPA Nancy, 2004-2005	10
Tableau 4 : Comparaison des paramètres météorologiques entre la période d'étude "2004-2005" et la période "1971-2000", station météorologique de Nancy Essey	10
Tableau 5 : Recensement des sources fixes de pollution présentes sur la zone PPA Nancy, 2006	13
Tableau 6 : Répartition de la population de la zone d'étude par classes d'âge, PPA Nancy	14
Tableau 7 : Etude des navettes domicile-travail sur la zone PPA – Agglomération de Nancy	14
Tableau 8 : Caractéristiques des stations de mesure présentes sur la zone PPA Nancy en 2004-2005	15
Tableau 9 : Stations de mesure retenues pour la construction des indicateurs d'exposition, PPA de Nancy, 2004-2005	16
Tableau 10 : Distribution des niveaux moyens journaliers d' O_3 et de PM_{10} non corrigées, PPA Nancy, 2004-2005	17
Tableau 11 : Nombre moyen de décès toutes causes non accidentelles, PPA Nancy, 2004-2005	18
Tableau 12 : Nombre moyen d'admissions hospitalières chez les 65 ans et plus, PPA Nancy, 2004-2005	18
Tableau 13 : Nombre de décès toutes causes et d'admissions hospitalières chez les 65 ans et plus, attribuables à la pollution atmosphérique à court terme et proportion des événements de santé, PPA Nancy, 2004-2005	18
Tableau 14 : Gains sanitaires annuels attendus selon le mode de réduction de la pollution atmosphérique, PPA Nancy. Impact à court terme 2004-2005.	19

Figures

Figure 1 : Principe du calcul de l'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution	8
Figure 2 : Localisation des communes du plan de protection de l'atmosphère de Nancy (carte IGN)	11
Figure 3 : Vue de la zone PPA en 3 dimensions (carte IGN) – Agglomération de Nancy	12
Figure 4 : Localisation des stations de mesures des polluants retenues, PPA Nancy, 2004-2005	16
Figure 5 : Distribution par classes de l'indicateur d'exposition O_3 en été, PPA Nancy, 2004-2005	17
Figure 6 : Distribution par classes de l'indicateur d'exposition PM_{10} non corrigées, PPA Nancy, 2004-2005	17
Figure 7 : Proportion d'événements sanitaires pouvant être évités en fonction des deux scénarios, EIS court terme, PPA Nancy, 2004-2005	19
Figure 8 : Pyramide des effets sanitaires de la pollution atmosphérique	21

Annexes

Annexe 1 : rose des vents de la station Nancy Essey entre le 1^{er} janvier 2004 et le 31 décembre 2005

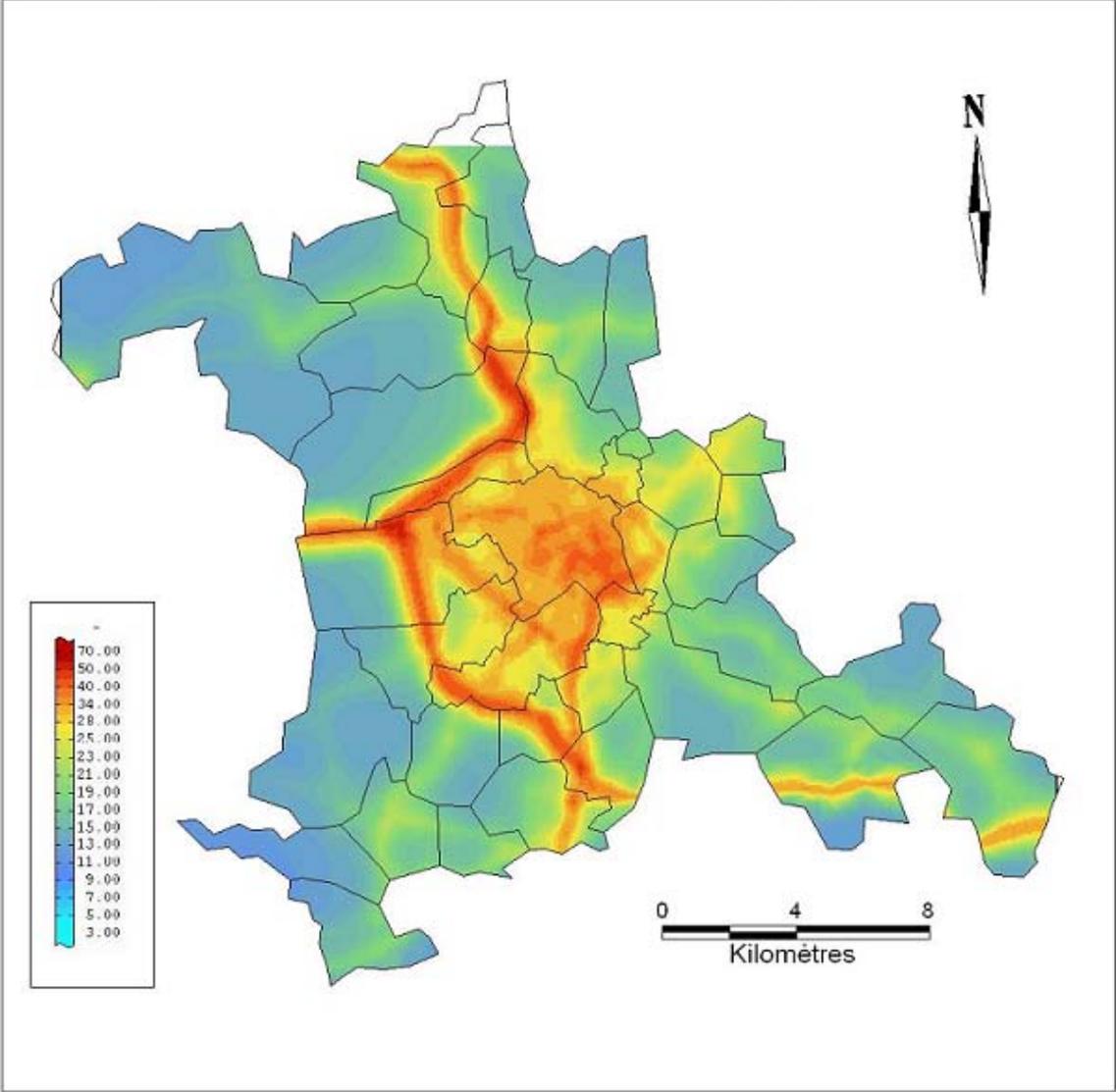


N.B. : La vente, redistribution ou rediffusion des informations reçues, en l'état ou sous forme de produits dérivés, est strictement interdite sans l'accord de METEO-FRANCE

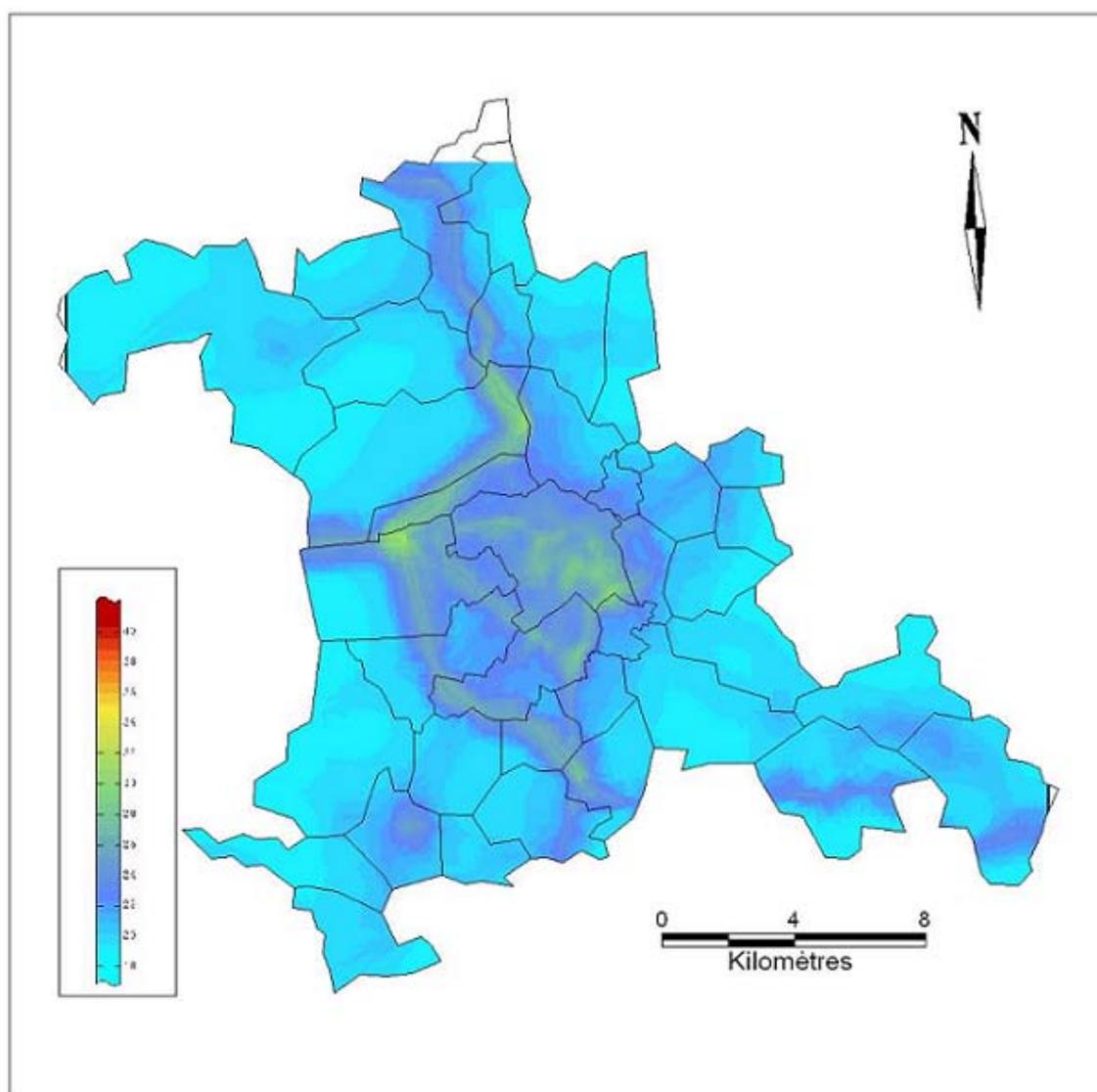
Direction de la Production
 42 avenue Gustave Coriolis 31057 Toulouse Cedex
 Fax : 05 61 07 80 79 – Email : climattheque@meteo.fr

Annexe 2 : Cartographies des concentrations annuelles en NO₂ et PM₁₀ modélisées par Airlor

Cartographie des concentrations annuelles en NO₂ en µg/m³



Cartographie des concentrations annuelles en PM10 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Annexe 3 : Répartition de la population de la zone d'étude par classes d'âge, PPA Nancy

Commune	Classes d'âges						Total
	0-14 ans	%	15-64 ans	%	65 ans et plus	%	
ART-SUR-MEURTHE	217	16,9	954	74,2	115	8,9	1286
BAINVILLE-SUR-MADON	199	14,1	851	60,3	362	25,6	1412
BOUXIERES-AUX-DAMES	768	19,0	2588	64,0	688	17,0	4044
CHALIGNY	658	21,5	1892	61,7	516	16,8	3066
CHAMPIGNEULLES	1277	18,9	4412	65,2	1076	15,9	6766
CHAVIGNY	359	21,0	1112	64,8	244	14,2	1715
CUSTINES	604	20,2	1963	65,6	424	14,2	2991
DOMBASLE-SUR-MEURTHE	2036	21,2	5866	60,9	1724	17,9	9626
DOMMARTEMONT	96	14,5	436	66,1	128	19,4	660
ESSEY-LES-NANCY	1202	16,4	4688	64,0	1438	19,6	7329
EULMONT	152	15,4	719	72,9	116	11,7	987
FLEVILLE-DEVANT-NANCY	413	16,7	1679	68,2	372	15,1	2463
FROUARD	1168	17,5	4328	65,0	1164	17,5	6660
HEILLECOURT	1017	17,0	4227	70,7	735	12,3	5980
HOUEMONT	517	20,7	1684	67,4	297	11,9	2498
JARVILLE-LA-MALGRANGE	1578	16,7	6293	66,7	1563	16,6	9434
LANEUVEVILLE-DEVANT-NANCY	1321	22,7	3694	63,5	801	13,8	5816
LAXOU	2299	15,0	10712	69,9	2319	15,1	15330
LAY-SAINT-CHRISTOPHE	499	19,2	1641	63,1	459	17,7	2600
LIVERDUN	1158	19,6	3988	67,3	776	13,1	5923
LUDRES	1303	19,4	4652	69,3	758	11,3	6713
MALLELOY	205	21,4	631	65,8	123	12,8	959
MALZEVILLE	1404	17,2	5424	66,6	1312	16,1	8140
MAXEVILLE	1735	19,4	6061	67,9	1135	12,7	8930
MESSEIN	228	15,5	1032	70,3	208	14,2	1468
NANCY	13707	13,0	78830	74,8	12905	12,2	105442
NEUVES-MAISONS	1402	20,2	4357	62,8	1182	17,0	6942
POMPEY	980	18,9	3108	60,0	1096	21,1	5184
PONT-SAINT-VINCENT	332	16,4	1251	61,9	437	21,6	2020
PULNOY	803	17,3	3148	67,7	700	15,1	4651
SAINT-MAX	1510	14,7	6482	63,2	2267	22,1	10259
SAINT-NICOLAS-DE-PORT	1221	16,1	4903	64,7	1448	19,1	7572
SAULXURES-LES-NANCY	663	16,9	2348	59,9	906	23,1	3917
SEICHAMPS	880	16,9	3243	62,2	1088	20,9	5212
TOMBLAINE	1564	20,4	4857	63,3	1250	16,3	7671
VANDOEUVRE-LES-NANCY	5153	16,4	22238	70,7	4043	12,9	31434
VARANGEVILLE	816	19,8	2662	64,6	640	15,5	4118
VILLERS-LES-NANCY	1983	12,9	10121	65,8	3274	21,3	15379
TOTAL	53429	16,1	229077	68,9	50089	15,1	332595

Source : Insee, RP2006 exploitation principale

Annexe 4 : Lieux d'hospitalisation en fonction du lieu de résidence en 2007 (nombre de séjours)

Code PMSI de résidence	Taux de couverture de la population par le PPA en 2006	zone d'hospitalisation			
		Nancy	autre	Total	Nancy
54000	100,0%	29640	1506	31146	95,2%
54110	63,8%	7719	1196	8915	86,6%
54130	100,0%	3920	67	3987	98,3%
54136	100,0%	1398	20	1418	98,6%
54140	100,0%	3442	72	3514	98,0%
54180	100,0%	2676	68	2744	97,5%
54210	71,7%	3548	176	3724	95,3%
54220	100,0%	2490	42	2532	98,3%
54230	93,4%	4850	77	4927	98,4%
54250	100,0%	2427	50	2477	98,0%
54270	100,0%	2650	50	2700	98,1%
54280	58,7%	3012	52	3064	98,3%
54320	100,0%	2992	65	3057	97,9%
54340	100,0%	1973	44	2017	97,8%
54390	100,0%	2172	52	2224	97,7%
54410	100,0%	1808	44	1852	97,6%
54420	87,1%	1434	44	1478	97,0%
54425	100,0%	1311	10	1321	99,2%
54460	90,8%	2218	59	2277	97,4%
54500	100,0%	9459	175	9634	98,2%
54510	100,0%	3416	44	3460	98,7%
54520	100,0%	4926	101	5027	98,0%
54600	100,0%	5259	125	5384	97,7%
54670	87,5%	1702	36	1738	97,9%
54690	100,0%	1055	15	1070	98,6%
54710	100,0%	2724	63	2787	97,7%
54850	50,2%	975	25	1000	97,5%
54c08	61,0%	1783	58	1841	96,8%
Total général		112979	4336	117315	

Source : Orsas – Atih (PMSI)

Mode de lecture :

- 63,8% de la population résidant dans la zone du code PMSI "54110" habite dans une commune couverte par un PPA.

- 86,6% des séjours hospitaliers de personnes résidant dans la zone du code PMSI "54110" se sont produits dans un hôpital situé dans le PPA de Nancy.

Annexe 5 :Coefficients de corrélations entre les stations de mesures par polluant, PPA Nancy, 2004-2005

Séries de mesures de l'O₃

Station	Nancy Kennedy	Fléville	Brabois	Tomblaine
Nancy Kennedy	1			
Fléville	0,96	1		
Brabois	0,91	0,92	1	
Tomblaine	0,95	0,95	0,92	1

Séries de mesures des PM₁₀

Station	Fleville
Neuves-Maisons	0,78

Annexe 6 : Répartition du nombre moyen d'admissions hospitalières chez les personnes âgées de 65 ans et plus, selon le motif d'hospitalisation, la commune de domicile et la saison tropique, PPA Nancy, 2004-2005

commune	saison	Motif respiratoire			Motif cardio-vasculaire		
		Nombre brut	Facteur	Nombre pondéré	Nombre brut	Facteur	Nombre pondéré
Nancy	Eté	238	1	238	762	1	762
	Hiver	324	1	324	868	1	868
	Total	562	1	562	1630	1	1630
Art-sur-Meurthe, Tomblaine	Eté	35	1	35	108	1	108
	Hiver	39	1	39	109	1	109
	Total	74	1	74	217	1	217
Bainville-sur-Madon, Pont-Saint-Vincent	Eté	16	0,61	10	30	0,61	18
	Hiver	17	0,61	10	47	0,61	29
	Total	33	0,61	20	77	0,61	47
Bouxières-aux-Dames	Eté	12	1	12	60	1	60
	Hiver	10	1	10	58	1	58
	Total	22	1	22	118	1	118
Chaligny, Chavigny, Neuves-Maisons	Eté	44	0,93	41	115	0,93	107
	Hiver	28	0,93	26	125	0,93	116
	Total	72	0,93	67	240	0,93	223
Champigneulles	Eté	29	1	29	71	1	71
	Hiver	34	1	34	81	1	81
	Total	63	1	63	152	1	152
Custines, Malleloy	Eté	13	0,88	11	61	0,88	54
	Hiver	16	0,88	14	45	0,88	40
	Total	29	0,88	26	106	0,88	93
Dombasle-sur-Meurthe, Varangéville	Eté	53	0,64	34	212	0,64	136
	Hiver	94	0,64	60	206	0,64	132
	Total	147	0,64	94	418	0,64	268
Dommartemont, Saint-Max	Eté	45	1	45	149	1	149
	Hiver	57	1	57	174	1	174
	Total	102	1	102	323	1	323
Essey-les-Nancy	Eté	31	1	31	104	1	104
	Hiver	24	1	24	83	1	83
	Total	55	1	55	187	1	187
Eulmont, Lay-Saint-Christophe	Eté	15	1	15	45	1	45
	Hiver	21	1	21	47	1	47
	Total	36	1	36	92	1	92
Fleville-devant-Nancy, Ludres	Eté	22	1	22	53	1	53
	Hiver	22	1	22	61	1	61
	Total	44	1	44	114	1	114
Frouard	Eté	23	1	23	86	1	86
	Hiver	27	1	27	73	1	73
	Total	50	1	50	159	1	159
Heillecourt, Houdemont	Eté	5	1	5	58	1	58
	Hiver	16	1	16	82	1	82
	Total	21	1	21	140	1	140
Jarville-la-Malgrange	Eté	30	1	30	105	1	105
	Hiver	43	1	43	117	1	117
	Total	73	1	73	222	1	222
Laneuveville devant Nancy	Eté	21	1	21	60	1	60
	Hiver	16	1	16	68	1	68
	Total	37	1	37	128	1	128

commune	saison	Motif respiratoire			Motif cardio-vasculaire		
		Nombre brut	Facteur	Nombre pondéré	Nombre brut	Facteur	Nombre pondéré
Laxou	Eté	53	1	53	134	1	134
	Hiver	64	1	64	168	1	168
	Total	117	1	117	302	1	302
Liverdun	Eté	19	0,91	17	35	0,91	32
	Hiver	19	0,91	17	48	0,91	44
	Total	38	0,91	35	83	0,91	76
Malzeville	Eté	16	1	16	65	1	65
	Hiver	23	1	23	99	1	99
	Total	39	1	39	164	1	164
Maxeville	Eté	35	1	35	68	1	68
	Hiver	29	1	29	99	1	99
	Total	64	1	64	167	1	167
Messein	Eté	3	0,5	2	29	0,5	15
	Hiver	7	0,5	4	14	0,5	7
	Total	10	0,5	5	43	0,5	22
Pompey	Eté	30	1	30	89	1	89
	Hiver	28	1	28	91	1	91
	Total	58	1	58	180	1	180
Pulnoy, Saulxures-les-Nancy	Eté	11	0,94	10	68	0,94	64
	Hiver	18	0,94	17	72	0,94	68
	Total	29	0,94	27	140	0,94	132
Saint-Nicolas-de-Port	Eté	42	0,76	32	116	0,76	88
	Hiver	60	0,76	46	106	0,76	81
	Total	102	0,76	78	222	0,76	169
Seichamps	Eté	12	0,59	7	80	0,59	47
	Hiver	31	0,59	18	129	0,59	76
	Total	43	0,59	25	209	0,59	123
Vandoeuvre-les-Nancy	Eté	67	1	67	245	1	245
	Hiver	73	1	73	297	1	297
	Total	140	1	140	542	1	542
Villers-les-Nancy	Eté	37	1	37	171	1	171
	Hiver	45	1	45	154	1	154
	Total	82	1	82	325	1	325
Zone d'étude	Eté	957		908	3179		2993
	Hiver	1185		1107	3521		3320
	Total	2142		2015	6700		6314

Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine sur l'agglomération de Nancy, 2011

Impact à court et long terme

Cette évaluation a été réalisée dans le cadre du Plan de protection de l'atmosphère (PPA) qui fixe les orientations visant à prévenir, réduire ou atténuer les effets de la pollution atmosphérique. Elle a été conduite selon une méthode standardisée proposée par l'InVS qui s'appuie sur des données épidémiologiques établissant un lien entre pollution atmosphérique et santé. L'impact sanitaire de la pollution atmosphérique à court et à long termes a été estimé en termes de morbidité (admissions hospitalières) et de mortalité anticipée sur la période 2004-2005. La zone d'étude était constituée des 38 communes couvertes par le PPA de Nancy, représentant une population d'environ 330 000 habitants. L'impact sanitaire à court terme attribuable à la pollution atmosphérique a été estimé chaque année à 43 décès anticipés tous âges confondus, à 20 admissions hospitalières pour motif respiratoire et 42 admissions hospitalières pour motif cardio-vasculaire chez les adultes de 65 ans et plus.

Les résultats des scénarios étudiés ont mis 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.

Cette étude a fourni un ordre de grandeur des effets sanitaires graves de la pollution atmosphérique qui ont conduit à une hospitalisation ou à un décès. Elle a sous-estimé les effets sanitaires réels car elle n'a pas pris en compte les passages aux urgences ni les pathologies traitées en médecine ambulatoire qui touchent une plus grande partie de la population. Cette étude a montré que des effets sanitaires apparaissent malgré de faibles niveaux de pollution qui respectent les objectifs de qualité. En termes de santé publique, la mesure préventive la plus efficace est la réduction quotidienne des niveaux de pollution en réduisant les émissions à la source et principalement sur les secteurs industriel, routier et tertiaire/résidentiel.

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

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

This assessment was undertaken within the Air Protection Plan (APP) that settles the policies aiming to prevent, reduce or limit the effects of air pollution. It was carried out following a standardised method provided by InVS based on epidemiological data linking air pollution and health. The health impact of air pollution on short and long term was estimated in terms of morbidity (hospitalizations) and premature mortality over the 2004-2005 period. The area studied concerned the 38 cities included in the APP of Nancy, which represents a population of about 330,000 inhabitants. The short term health impact attributable to air pollution was estimated to 43 premature deaths per year, for all age groups, 20 hospitalizations due to respiratory symptoms and 42 admissions to hospital for cardiovascular diseases in adults aged 65 and more.

The results of various patterns that were analysed confirmed that deleting only the pollution peaks over one year would represent a quite less beneficial short and long term impact than decreasing the mean daily pollution.

This study provided an overview on severe health effects of air pollution leading to hospitalization or death. The real health effects were underestimated as the visits to emergency wards and diseases treated in outpatients were not addressed, although they concern a larger part of the population. The survey showed that health effects occur despite low pollution levels that meet quality objectives. In terms of public health, the most effective preventive measure consists in decreasing daily pollution levels by reducing pollutant emissions at their source, mainly on the road traffic sector.

Janin C, Raguet S. Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine sur l'agglomération de Nancy, 2011 - Impact à court et long terme. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2011. 32 p. Disponible à partir de l'URL : <http://www.invs.sante.fr>.

INSTITUT DE VEILLE SANITAIRE

12 rue du Val d'Osne

94 415 Saint-Maurice Cedex France

Tél. : 33 (0)1 41 79 67 00

Fax : 33 (0)1 41 79 67 67

www.invs.sante.fr

ISSN : 1958-9719

ISBN-NET : 978-2-11-128445-6