

**Faisabilité d'une Etude d'Impact
Sanitaire de la pollution
atmosphérique sur Calais de
2000 à 2001**

Cette étude a été réalisée par :

Bakhao NDIAYE

Cellule Interrégionale d'Épidémiologie Nord/Picardie

Ont participé à la réalisation de cette étude :

Cellule Interrégionale d'Épidémiologie Nord/Picardie

Pascal FABRE

Christophe HEYMAN

OPAL'AIR

Arabelle ANQUEZ

Charles BEAUGARD

Charles POINSOT

Institut de Veille Sanitaire

Département Santé Environnement

Sylvie Cassadou

Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales du Nord/Pas-de-Calais

Laurent MAURIER

Michelle LEGRAND

Emmanuel CHAZARD

Sommaire

1. Acronymes	4
2. Contexte et objectifs	5
3. Matériels et méthodes	5
3.1. Définition de la zone d'étude	5
3.2. Estimation de l'exposition.....	6
3.3. Recueil des données sanitaires	6
3.4. Calcul du nombre de cas attribuables	6
4. Résultats	7
4.1. Détermination de la période d'étude	7
4.2. Choix de la zone d'étude	7
4.2.1. Population et déplacements	9
4.2.1.1. Population exposée	9
4.2.1.2. Densités de population	9
4.2.1.3. Déplacements domicile- travail.....	9
4.2.1.4. Attractivité hospitalière	9
4.2.2. Source de pollution	9
4.3. Estimation de l'exposition.....	10
4.3.1. Surveillance de la qualité de l'air	10
4.3.2. Sélection des stations	12
4.4. Disponibilité des données sanitaires.....	13
5. Discussion	13
6. Conclusion.....	13
7. Références	14

1. Acronymes

Ademe : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

Aphea : Air Pollution and Health- A European Approach

OPAL'AIR : Association de Surveillance de la qualité de L'Air FLANDRE – COTE d'OPALE

Citepa : Centre Interprofessionnel Technique d'étude de la Pollution Atmosphérique

Cov : Composés Organiques Volatils

Cov nm :

Ddass : Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales

Drass : Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales

Drire : Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement

EIS : Évaluation d'Impact Sanitaire

Finess : Fichier National des Etablissements Sanitaires et Sociaux

FN : Fumées Noires

Insee : Institut National de la Statistique et des Études Economiques

Inserm : Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale

InVS : Institut de Veille Sanitaire

IRE : L'Industrie au Regard de l'Environnement

NO : Monoxyde d'azote

NO₂ : Dioxyde d'azote

NO_x : Oxydes d'azote

O₃ : Ozone

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PDU : Plan de Déplacement Urbain

PM10 : Particules d'un diamètre aérodynamique inférieur à 10 microns

PMSI : Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information

PRQA : Plan Régional pour la Qualité de l'Air

PS : Particules en suspension

PSAS 9 : Programme de Surveillance Air Santé- 9 villes

RSA : Résumé de Sortie Anonymisé

RUM : Résumé d'Unité Médicale

SO₂ : Dioxyde de soufre

2. Contexte et objectifs

Le plan régional pour la qualité de l'air (PRQA), prévu par la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30 décembre 1996 et dont les modalités de mise en œuvre sont précisées par le décret du 6 mai 1998, fixe les orientations visant à prévenir, réduire ou atténuer les effets de la pollution atmosphérique. Il s'appuie autant que possible sur une évaluation des effets de la qualité de l'air sur la santé publique.

Le PRQA du Nord Pas-de-Calais [1] se décline en 54 orientations. La quinzième indique que la « réalisation d'études pour l'évaluation locale de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique dans les principales agglomérations de la région Nord/Pas-de-Calais couvertes par un réseau de mesures » est jugée prioritaire. C'est dans ce cadre que s'inscrit la réalisation de l'évaluation de l'impact sanitaire (EIS) de la pollution atmosphérique sur Calais.

L'intérêt d'une étude d'impact sanitaire donnerait aux acteurs locaux (décideurs, associations, habitants,...) un ordre de grandeur de l'impact de la pollution atmosphérique afin de fixer des objectifs d'amélioration de la qualité de l'air fondés sur des critères de santé publique. Elle est également un outil de planification et d'évaluation des politiques publiques puisqu'elle permet de mesurer l'efficacité de mesures de prévention.

Elle suit la démarche méthodologique d'évaluation d'impact sanitaire réactualisée par l'InVS [2], en accord avec les recommandations OMS. L'impact sanitaire à court terme de la pollution atmosphérique est calculé en terme de morbidité (entrées hospitalières) et de mortalité anticipée. Une estimation de l'impact sanitaire à long terme est calculée en terme de mortalité grâce aux résultats des études épidémiologiques internationales.

L'objectif principal de ce travail est d'étudier la faisabilité d'une étude d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique sur le Calaisien : c'est à dire vérifier les conditions nécessaires à la réalisation de cette étude : caractéristiques de la zone d'étude, disponibilité des données pour l'estimation de l'exposition et la disponibilité des données sanitaires.

3. Matériels et méthodes

Cette étude repose sur des principes méthodologiques proposés par l'Institut de Veille Sanitaire regroupés en 4 étapes (définition de la zone d'étude, estimation de l'exposition, recueil des données sanitaires et le calcul de cas attribuables)(3).

3.1. Définition de la zone d'étude

L'exposition de la population à la pollution atmosphérique doit être homogène dans la zone d'étude et doit couvrir une zone urbaine. En pratique cette définition repose sur les critères suivants :

- **zone sans rupture d'urbanisation**
 - **où la majorité de la population séjourne en permanence**
- où la qualité de l'air (mesurée par des stations de fond) et la répartition des émissions peuvent être considérées, a priori, comme homogènes.**

3.2. Estimation de l'exposition

Cette construction se déroule en quatre étapes :

- recueil des données pertinentes auprès du réseau de surveillance de la qualité de l'air,
- détermination de la période d'étude,
- sélection des stations,
- construction des indicateurs d'exposition à partir des stations sélectionnées

La méthode utilisée pour la construction des indicateurs d'exposition est comparable pour les études à court terme et à long terme.

Pour le calcul de l'impact sanitaire à court terme, l'indicateur d'exposition correspond à la moyenne arithmétique des moyennes journalières des stations ou des moyennes glissantes -8 heures- pour l'ozone.

Pour le calcul de l'impact sanitaire à long terme, la moyenne arithmétique annuelle est prise en compte.

3.3. Recueil des données sanitaires

Les données de mortalité ont été obtenues auprès du service CepiDC de l'INSERM par l'intermédiaire de l'InVS. L'étude concerne la mortalité toutes causes (hors mort violente), la mortalité pour cause respiratoires et pour cause cardiovasculaires pour les individus domiciliés dans la zone d'étude.

Les informations concernant la morbidité hospitalière sont extraites du Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information (PMSI) à partir de la base régionale des Résumés de Sortie Anonymisés (RSA) de la DRASS Nord Pas-de-Calais. Les admissions hospitalières sont donc comptabilisées, pour les périodes étudiées et les diagnostics retenus, à partir des Résumés de Sortie Anonymisés (RSA) des patients hospitalisés plus de 24h et en provenance de leur domicile.

3.4. Calcul du nombre de cas attribuables

Une feuille de calcul permet, à partir des données de pollution, du nombre journalier d'évènements sanitaires et du risque relatif (quantifiant la relation exposition / risque), de calculer l'impact sanitaire pour un indicateur de pollution, pour une saison et un effet sanitaire donné.

Pour la mortalité et les admissions hospitalières cardio-vasculaires, le calcul est effectué sur l'ensemble de la population, tous ages confondus. Pour les admissions respiratoires, le calcul est effectué pour des tranches d'âge (15-64 ans et 65 ans et plus) (3).

4. Résultats

4.1. Détermination de la période d'étude

La détermination de la période d'étude pour laquelle l'indicateur d'exposition sera construit dépend de la disponibilité des données. Les données d'exposition que nous avons reçu du réseau O'palair nous conduit à définir une période d'étude qui s'étend de janvier 2000 à décembre 2001.

4.2. Choix de la zone d'étude

L'unité urbaine de Calais, au sens Insee* comprend 7 communes présentant une population de 118 311 habitants, au dernier recensement (1999) de l'Insee.

Le réseau de mesures OPAL'AIR, possède des stations de mesures dans les communes de Calais, Sangatte et Marck. Cependant afin de respecter le principe de continuité urbaine, **le choix de la zone d'étude ne peut concerner que la commune de Calais uniquement qui forme une zone « continue et homogène ».**

** On entend par unité urbaine une ou plusieurs communes sur le territoire desquelles se trouve un ensemble d'habitations qui présentent entre elles une continuité et comportent au moins 2000 habitants.*

Figure 1 : Localisation générale de Calais

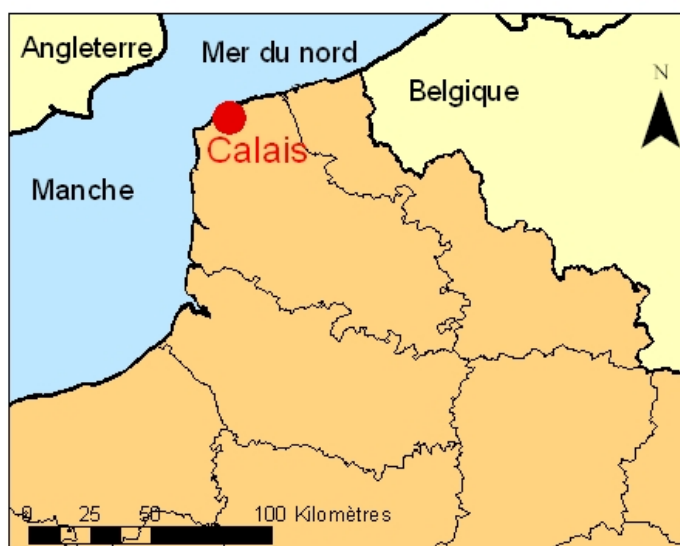
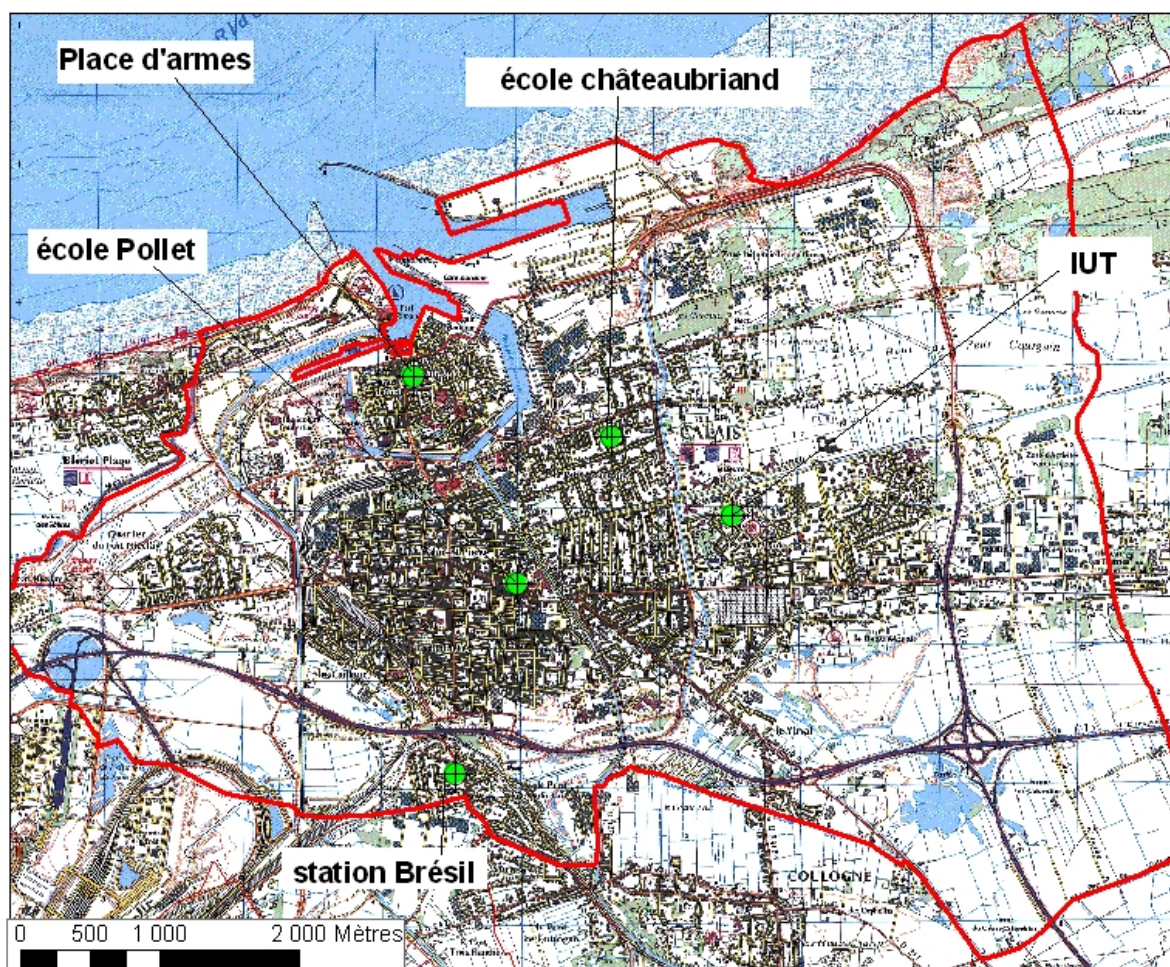


Figure 2 : localisation des stations de mesure sur Calais



sources : ATMO Nord Pas-de-Calais. fonds cartographiques : © IGN – SCAN 1/25000me © - BD CARTO®

4.2.1. Population et déplacements

4.2.1.1. Population exposée

La zone d'étude, composée de la seule commune de Calais, regroupe une population de 77 333 habitants au dernier recensement INSEE de 1999. La zone d'étude a été définie sur le fait qu'elle est en continuité urbaine avec le centre ville, c'est à dire où tous les quartiers construits sont jointifs, ce qui a exclu les communes périphériques séparées du centre par une ceinture verte.

4.2.1.2. Densités de population

La zone d'étude proposée représente une population totale de 77 333 habitants au dernier recensement Insee de 1999. Elle fait une superficie de 34 km². La densité globale de cette zone est de 2308 habitants par km².

Le tableau 1 montre la répartition de la population de la zone d'étude par tranche d'âge. Les jeunes de 0 à 14 ans représentent 22% de la population. Les 15 - 65 ans constituent les deux tiers de notre population d'étude et les 65 ans et plus 14%.

Tableau 1 : Répartition de la population de la zone d'étude par tranche d'âge*

Commune	Population 0-14 ans	Population 15-64 ans	Population ≥ 65 ans
Calais	16963(21,9%)	49879 (64,5%)	10502 (13,6%)

* Source, INSEE Recensement 1999

4.2.1.3. Déplacements domicile- travail

L'étude des déplacements de population (navettes domicile - travail) au sein de l'unité urbaine de Calais/ indique que 76,3% des actifs ayant un emploi se déplacent à l'intérieur de cette zone (source : Drass d'après données Insee).

4.2.1.4. Attractivité hospitalière

D'après les renseignements fournis par l'ARH (Agence Régionale d'Hospitalisation) du Nord Pas-de-Calais à partir d'une extraction de données de la base du PMSI de 2001, 83% des personnes hospitalisées habitant Calais l'ont été dans les établissements de santé de l'agglomération Calais où les données pourront être recueillies.

4.2.2. Source de pollution

Sur la zone d'étude, 9 entreprises émettent des rejets polluants dans l'atmosphère qui sont présentés dans le tableau 2. Les données sont issues du document « l'Industrie au Regard de l'Environnement (IRE) en 2001 », édité par la Drire.

Tableau 2 : Emissions moyennes (en tonnes arrondies/an)* des entreprises de la zone d'étude

Etablissement	Commune	SO ₂	NOx	Cov	Ps
Ucar SNC	Calais	413	21	4	34
Umicore	Calais	375	1	-	-
Calaire chimie	Calais	0,6	30	53	0,2
Interor/Inter II	Calais	-	-	132	-
Huntsman Tioxide	Calais	707	116		15
Lipha	Calais	-	3 2	60	-
Synthexim	Calais	0,1	6	80	
Brampton Renold			1	13	1
Ets Bellier	Calais	-	7	-	
Chaufferie Energie	Calais Calais	1	66	-	0,1

*Source : DRIRE en 2002

Les sources fixes, sur « l'Aire Urbaine* » de Calais, sont responsables d'un peu plus de 4/5 des rejets en SO₂ alors que les NOx et le CO sont issus pour plus de deux tiers de la pollution émise par le transport routier (enquête Citepa 1997) (cf tableau 3).

* Une aire urbaine est un ensemble de communes, d'un seul tenant et sans enclave, constitué par un [pôle urbain](#), et par des communes rurales ou unités urbaines ([couronne périurbaine](#)) dont au moins 40 % de la population résidente ayant un emploi travaille dans le pôle ou dans des communes attirées par celui-ci.

Tableau 3 : Contribution des deux grands types de source aux émissions des principaux polluants, Citepa 1997.

Polluants	SO ₂	CO	NOx	COVNM
Emissions (Tonnes)	2134	9971	1463	3100
Origine principales en % de l'émission totale				
-résidence et tertiaire	8,5	30,7	9,9	21,3
-industrie et traitement des déchets	69,5	0,7	21,7	39,6
-transports routiers	7,8	67,1	64,0	34,7

4.3. Estimation de l'exposition

4.3.1. Surveillance de la qualité de l'air

Cinq stations de mesure de la qualité de l'air se trouvent dans la zone d'étude (commune de Calais) (voir tableau 4) :

- La station Brésil placée à l'école Félix Cadras, classée comme **urbaine** qui mesure le SO₂ et le PM10. Elle est implantée dans un quartier récent, sur le toit et à l'intérieur d'une école. La hauteur de prélèvement est de 6m pour les polluants gazeux et de 7m pour les particules solides. Cette station a été mise en service en 1983. Elle a été arrêtée en juin 2002 en raison d'un accès dangereux pour les interventions techniques. Par ailleurs, la station ne répondait plus aux critères d'implantation d'une station de la qualité de l'air (Guide Ademe) : ligne d'échantillonnage trop longue (20m), dégagement de la tête de prélèvement insuffisant.
- La station localisée à l'école Chateaubriand de type **industrielle** placée à proximité des zones industrielles, sur le toit et à l'intérieur de l'école. Elle mesure le SO₂ et les PM10. La hauteur de

prélèvement est de 10m pour les polluants gazeux et de 7m pour les particules solides. La longueur de la tige de prélèvement est de 20m.

- La station IUT localisée à la périphérie de Calais dans la zone **industrielle** des Dunes au nord est. Elle mesure le SO₂. La hauteur de prélèvement est de 9m pour les polluants gazeux. La longueur de la tige de prélèvement est de 10m.
- La station localisée à l'école Louise Pollet de type **automobile** placée au centre de Calais, cabine située dans une cour de l'école, sur le toit et à l'intérieur de l'école. Elle mesure les NO_x et le O₃. La hauteur de prélèvement est de 3,5m pour les polluants gazeux. La longueur de la tige de prélèvement est de 8m.
- La station placée à la place d'armes dans un local type « Colonne Maurice », sur trottoir, à proximité d'un feu. Elle est de type **automobile**. Elle mesure les NO_x. La hauteur de prélèvement est de 3,5m pour les polluants gazeux. La longueur de la tige de prélèvement est de 2m.

Tableau 4 : Description des stations de la zone d'étude*

Station - Localisation	Type de station	Polluants et date de mise en service			
		SO ₂	NO _x	O ₃	PM10
Ecole Chateaubriand, rue Pascal	industrielle	1985	Pas de mesure	Pas de mesure	1985
IUT, rue Louis David	industrielle	1990	Pas de mesure	Pas de mesure	Pas de mesure
Ecole Louise Pollet, Bd la Fayette	automobile	Pas de mesure	1993	1993	Pas de mesure
Place d'armes	automobile				
Ecole Félix Cadras, rue du Brésil	urbaine	1983	Pas de mesure	Pas de mesure	1983

*Source : OPAL'AIR

Les méthodes de mesure des différents polluants sont résumées dans le tableau 5.

Tableau 5 : Méthodes de mesures des différents polluants*

Polluants	Méthode de mesure
SO ₂	Fluorescence UV
NO _x	Chimiluminescence
O ₃	Photométrie UV
PM10	Jauge β(chateaubriand) ou micro-balance (brésil)

*Source : OPAL'AIR

Au total le réseau ne dispose que d'une station urbaine pour l'ensemble de la zone d'étude (commune de Calais)

4.3.2. Sélection des stations

Pour décrire l'exposition d'une population, on privilégie les stations qui sont représentatives des immissions ambiantes et non celles qui caractérisent des situations particulières, influencées directement par une source de pollution proche. Les critères pour la sélection des stations sont les suivants :

1/ nature de la station : sont retenues, **a priori**, les stations urbaines.

Il n'existe qu'une station urbaine (station Brésil) dans notre zone d'étude (cf chapitre 3.4)

2/ nature des polluants mesurés et de la méthode de mesure : sont retenues, les stations qui mesurent le SO₂, PM10 et O₃ et NO_x.

3/ lorsque plusieurs stations sont disponibles, comparaison des concentrations moyennes journalières : sont retenues, **à priori**, les stations pour lesquelles les moyennes journalières sont proches et les mesures corrélées dans le temps.

Afin de pouvoir utiliser, à posteriori les autres stations (automobile et industrielle) présentes dans la zone d'étude, la corrélation des 5 stations présentes a été étudiée et aucune station n'était corrélée à l'autre (voir tableau 6a à 6c). On parle de bonne corrélation à partir d'un coefficient de corrélation supérieur ou égal à 0,65.

Tableau 6a : Coefficient de corrélation des stations de mesure du SO₂

SO ₂	Brésil	châteaubriant	IUT
Brésil	1		
chateaubriand	0,55	1	
IUT	0,54	0,48	1

Tableau 6b : Coefficient de corrélation des stations de mesure du PM10

PM10	Brésil	châteaubriant
Brésil	1	
chateaubriand	0,61	1

Tableau 6c : Coefficient de corrélation des stations de mesure NO₂

NO ₂	Pollet	Place d'armes
Pollet	1	
Place d'armes	0,62	1

L'ozone n'était mesurée que par la station Pollet.

En annexe, sont présentées les moyennes mensuelles en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ des différents polluants surveillés pour chaque capteur à Calais

4.4. Disponibilité des données sanitaires

Les données de mortalité de l'année 2000 et les données PMSI (hospitalisations) des années 2000 à 2001 étaient disponibles pour une éventuelle réalisation d'une étude d'impact sanitaire sur Calais.

5. Discussion

En tenant compte de la zone d'étude et de la période considérée et des critères de sélection des stations, la seule station susceptible d'être retenue est la station Brésil car elle est de type urbaine et mesure le SO_2 et les PM_{10} . Les autres stations présentes dans la zone d'étude mesurent la pollution industrielle et automobile. La corrélation entre ces stations (industrielle et automobile) a été étudiée, mais aucune n'était corrélée avec l'autre ce qui justifie qu'elles n'ont pas été retenues **à posteriori** pour estimer la pollution à Calais.

En somme nous avons une seule station utilisable pour l'estimation de l'exposition à la pollution atmosphérique urbaine dans notre zone d'étude.

Or l'estimation de la pollution par la seule station de fond de Calais (arrêtée depuis juin 2002) qui mesure les PM_{10} et le SO_2 ne nous permet pas de savoir si la qualité de l'air et la répartition des émissions peuvent être considérées comme homogènes dans toute la zone d'étude, ce qui ne nous permet pas de réaliser une étude d'impact sanitaire sur Calais.

Compte tenu de ces éléments, nous n'avons pas jugé valide de poursuivre cette étude car le dispositif du réseau ne nous permet pas d'estimer l'exposition de la population à la pollution urbaine de Calais.

6. Conclusion

D'après le réseau de surveillance de la qualité de l'air Opal'air, il n'existe plus de capteurs de fond depuis juin 2002 dans la commune de Calais. Les capteurs qui sont installés dans Calais, ont pour but de mesurer la pollution industrielle et automobile et ne peuvent estimer l'exposition moyenne de la population. En effet, pour réaliser une étude d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique, il est nécessaire d'utiliser, à priori les données des capteurs de fond (urbains ou périurbains). L'utilisation des stations (industrielle et automobile) pourrait être envisagée, à posteriori si les moyennes journalières étaient proches et corrélées dans le temps, mais tel n'est pas le cas à Calais.

L'étude d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique à Calais n'est pas donc pas faisable pour l'instant. Pour ce faire, il faudrait envisager dans le futur l'implantation de stations de fond ou à défaut placer de nouveaux capteurs sur certaines stations existantes dans la zone.

7. Références

- [1] Direction régionale de l'Industrie de la Recherche et de l'Environnement du Nord/Pas-de-Calais. Plan Régional de la Qualité de l'Air du Nord/Pas-de-Calais. 127p. 2000.
- [2] Pascal L., Cassadou S. Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine; actualisation du guide méthodologique. Institut de veille sanitaire, 31p, 2003.
- [3] Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine : Guide méthodologique juillet, 1999. http://www.invs.sante.fr/publications/pol_atmo4/index.html

ANNEXE IMoyenne mensuelle en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ des différents polluants surveillés pour chaque capteur à Calais

Ozone, moyenne mensuelle en $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
stations		années	
lieu	type	2000	2001
Ecole Chateaubriand, rue Pascal	industrielle	Non surveillé	Non surveillé
IUT, rue Louis David	industrielle		
Ecole Louise Pollet, Bd la fayette	automobile	33	31
Place d'armes	automobile	Non surveillé	Non surveillé
Station Brésil	urbain		

Dioxyde de soufre, moyenne mensuelle en $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
stations		années	
lieu	type	2000	2001
Ecole Chateaubriand, rue Pascal	industrielle	11	11
IUT, rue Louis David	industrielle	8	9
Ecole Louise Pollet, Bd la fayette	automobile	Non surveillé	
Place d'armes	automobile	-	9
Station Brésil	urbain	5	5

Poussières en suspension, moyenne mensuelle en $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
stations		années	
lieu	type	2000	2001
Ecole Chateaubriand, rue Pascal	industrielle	20	22
IUT, rue Louis David	industrielle	Non surveillé	Non surveillé
Ecole Louise Pollet, Bd la fayette	automobile		
Place d'armes	automobile	Non surveillé	Non surveillé
Station Brésil	urbain		