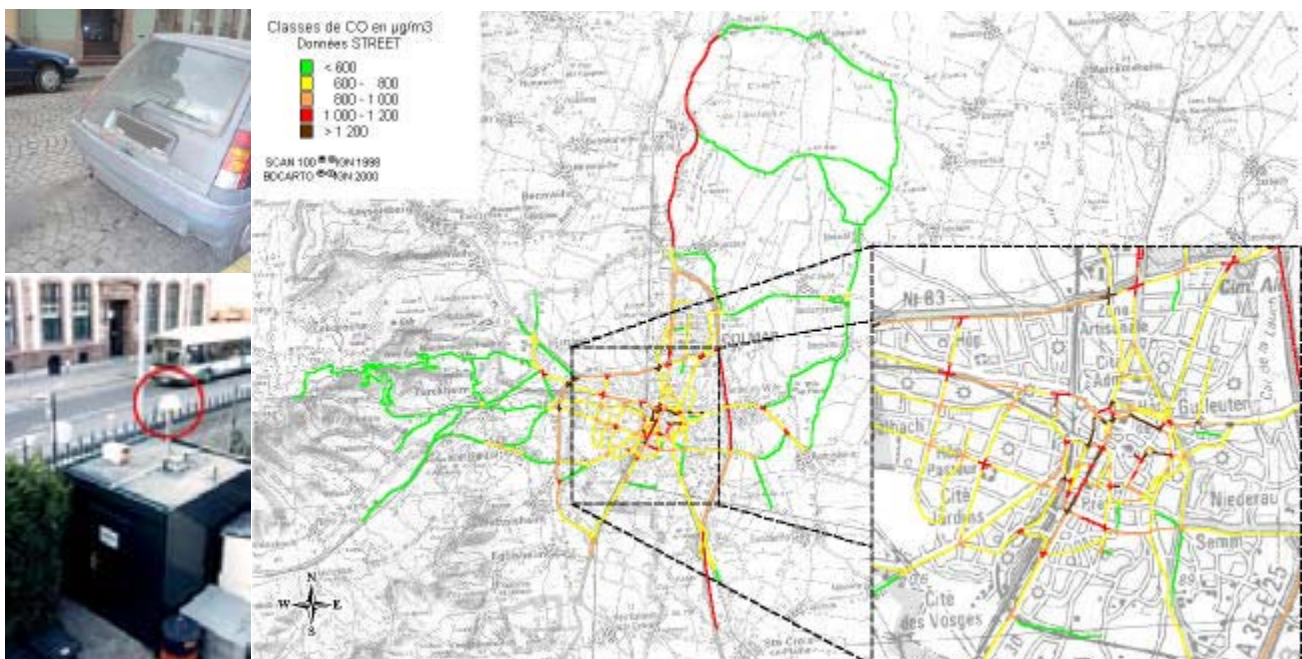




Estimation de la pollution en proximité du trafic routier dans l'unité urbaine de Colmar

Simulation état initial 2000



ASPA 02102501-I-D
Août 2002

Association pour la Surveillance et l'Etude de la Pollution Atmosphérique en Alsace

5, rue de Madrid – 67309 SCHILTIGHEIM

tél. 03 88 19 26 66 – fax 03 88 19 26 67 – mél aspa@atmo-alsace.net
site internet : www.atmo-alsace.net

Conditions de diffusion des données :

- Diffusion libre pour une réutilisation ultérieure des données dans les conditions ci-dessous.
- Toute utilisation partielle ou totale de ce document doit faire référence à l'ASP en terme de « Source d'information ASPA 02102501-I-D ».
- Données non rediffusées en cas de modification ultérieure des données AQ 133.
- Sur demande, l'ASP met à disposition les caractéristiques des techniques de mesures et des méthodes d'exploitation des données mises en oeuvre ainsi que les normes d'environnement en vigueur.
- Rediffusion du document réservé au demandeur.

Avertissement concernant l'interprétation des résultats

En lien avec l'outil de modélisation mis en œuvre, l'étude porte sur les valeurs annuelles maximales des immissions observables dans la rue et sur le total des émissions par tronçon.

Les résultats présentés dans le rapport doivent donc être interprétés comme suit :

« 10% des tronçons dépassent la valeur réglementaire signifie que 10% des tronçons présentent au moins une zone sur laquelle l'estimation du modèle présente un dépassement de cette valeur réglementaire ».

Coordinateur du projet :

Cyril Pallares

Intervenants :

- | | | |
|---|---------------------------|---------------------|
| - | Réalisateur de l'étude : | Charles Schillinger |
| - | Rédaction du rapport : | Charles Schillinger |
| - | Tiers examen du rapport : | Cyril Pallares |
| - | Approbation finale : | Joseph Kleinpeter |

SOMMAIRE

I. Cadre et objectif de l'étude	7
II. Méthode et moyens mis en œuvre	9
A. Données d'entrée du modèle	9
B. Paramètres étudiés	11
1. Justification du choix de ces paramètres et répartition des rejets sur les zones étudiées.....	12
2. Principales normes de qualité de l'air	13
III. Etude de la pollution en proximité du trafic routier	14
A. Qualification du réseau.....	14
B. Résultats en émissions.....	16
C. Résultats en immissions.....	19
1. Le benzène	20
2. Le monoxyde de carbone	21
3. Les particules.....	22
4. Le dioxyde de soufre	23
5. Le dioxyde d'azote	24
6. Bilan.....	25
D. Limites	27
1. Limites de l'étude	27
2. Limites spécifiques au logiciel	27
3. Influence de la pollution de fond	28
IV. Conclusion	29

LISTE DES ACRONYMES ET SIGLES UTILISES

ASPA :	Association pour la Surveillance et l'Etude de la Pollution Atmosphérique en Alsace
CUS :	Communauté Urbaine de Strasbourg
PDU :	Plan de Déplacement Urbain
INRA :	Institut National de Recherche Agronomique
SIG :	Système d'Information Géographique
CO :	Monoxyde de carbone
COV :	Composés Organiques Volatils
COVNM :	Composés Organiques Volatils Non Méthaniques
DDE :	Direction Départementale de l'équipement
SIVOM :	Syndicat Intercommunal à Vocations Multiples
PL :	Poids Lourds
VUL :	Véhicules Utilitaires Légers
IGN :	Institut Géographique National
NO _x :	Oxydes d'azote (NO+ NO ₂ exprimés en équivalent NO ₂ pour les rejets)
Pb :	Plomb
PM ₁₀ :	Particules de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 10 µm
SO ₂ :	Dioxyde de soufre

I. Cadre et objectif de l'étude

Au cours des années 2000 et 2001, l'ASPAs (Association pour la Surveillance et l'Etude de la Pollution Atmosphérique en Alsace) a étudié la qualité de l'air en proximité du trafic routier dans la plupart des principales agglomérations de l'Alsace : Strasbourg¹ (périmètre de la Communauté Urbaine de Strasbourg - CUS), Mulhouse² (périmètre concerné par le Plan de Déplacement Urbain), les villes moyennes d'Haguenau³ et de Sélestat⁴ et sur les principaux axes de circulation alsaciens⁵ (autoroutes, nationales et départementales ayant un trafic important) dont ceux de transit des vallées vosgiennes.

L'estimation de la qualité de l'air en proximité du trafic routier dans l'unité urbaine de Colmar s'inscrit dans la continuité de ces études en couvrant ainsi la troisième agglomération Alsacienne intégrée dans les procédures haut-rhinoises d'information à la population et d'alerte. Cette étude s'attache à déterminer les niveaux de pollution atmosphérique en proximité du trafic routier sur l'agglomération en complément des données aux stations fixes du réseau de mesures à Colmar qui sont représentatives des niveaux de la pollution de fond. Pour compléter les mesures de pollution aux stations et pouvoir disposer d'une « photographie » cohérente et homogène de la qualité de l'air en proximité du trafic routier sur l'ensemble des tronçons routiers de la zone d'étude, des outils de modélisation sont mobilisés.

¹ Estimation de la qualité de l'air en proximité automobile sur la Communauté Urbaine de Strasbourg.
ASPAs 01102501-I-D

² Etude de la pollution atmosphérique de proximité automobile sur l'agglomération mulhousienne à l'aide du logiciel STREET.
ASPAs 00121901-I-D

³ Diagnostic de la qualité de l'air sur l'agglomération de Haguenau. Axe 3 : Estimation de la pollution de proximité automobile.
ASPAs 01111603-I-D

⁴ Diagnostic de la qualité de l'air sur l'agglomération de Sélestat. Axe 3 : Estimation de la pollution de proximité automobile.
ASPAs 02011803-I-D

⁵ Estimation de la qualité de l'air en proximité des routes nationales et des autoroutes en Alsace.
ASPAs 01101601-I-D

Cette étude pourra être utilisée dans une réflexion plus générale sur la pollution atmosphérique lors de la mise en place de Plan de Déplacements Urbains par exemple.

De plus, les éléments de cette étude permettent également d'alimenter la réflexion, dans le cadre de l'évolution des procédures d'information en cas de dépassement des niveaux de recommandation et d'alerte (spatialisation de l'information), pour ce qui concerne l'intégration des sites de proximité du trafic routier.

Les travaux mis en œuvre dans cette étude s'attachent :

En préalable

- à présenter les principaux indicateurs de la pollution atmosphérique d'origine trafic routier, en particulier à travers leurs effets sur la santé et l'environnement ;
- à présenter les principales normes de qualité de l'air associées.
- à qualifier le réseau et les paramètres d'influence

Puis, en développement

- à dresser un état 2000 des niveaux de pollution atmosphérique (émissions⁶ et immissions⁷) pour chaque axe routier de l'unité urbaine de Colmar ;
- à analyser et exploiter les données sur l'ensemble de la zone d'étude via l'utilisation d'un SIG (Système d'Information Géographique).

⁶ **Emissions** (exprimées en unité de masse) rejets de polluants dans l'atmosphère directement à partir des pots d'échappement ou des cheminées de sites industriels par exemple. Le cadastre des émissions est un inventaire réalisé habituellement avec une résolution de 1 km².

⁷ **Immissions** (exprimées en unité de masse par volume) concentrations de polluants dans l'atmosphère telles qu'elles sont inhalées. Les immissions résultent de la transformation et du transport des polluants émis. Le cadastre des immissions donne la répartition de la pollution de fond avec une résolution de 200 m x 200 m.

Réseau de surveillance de l'ASPA à Colmar

L'ASPA dispose dans la zone de l'unité urbaine de Colmar de 3 stations fixes de mesure de la pollution atmosphérique :

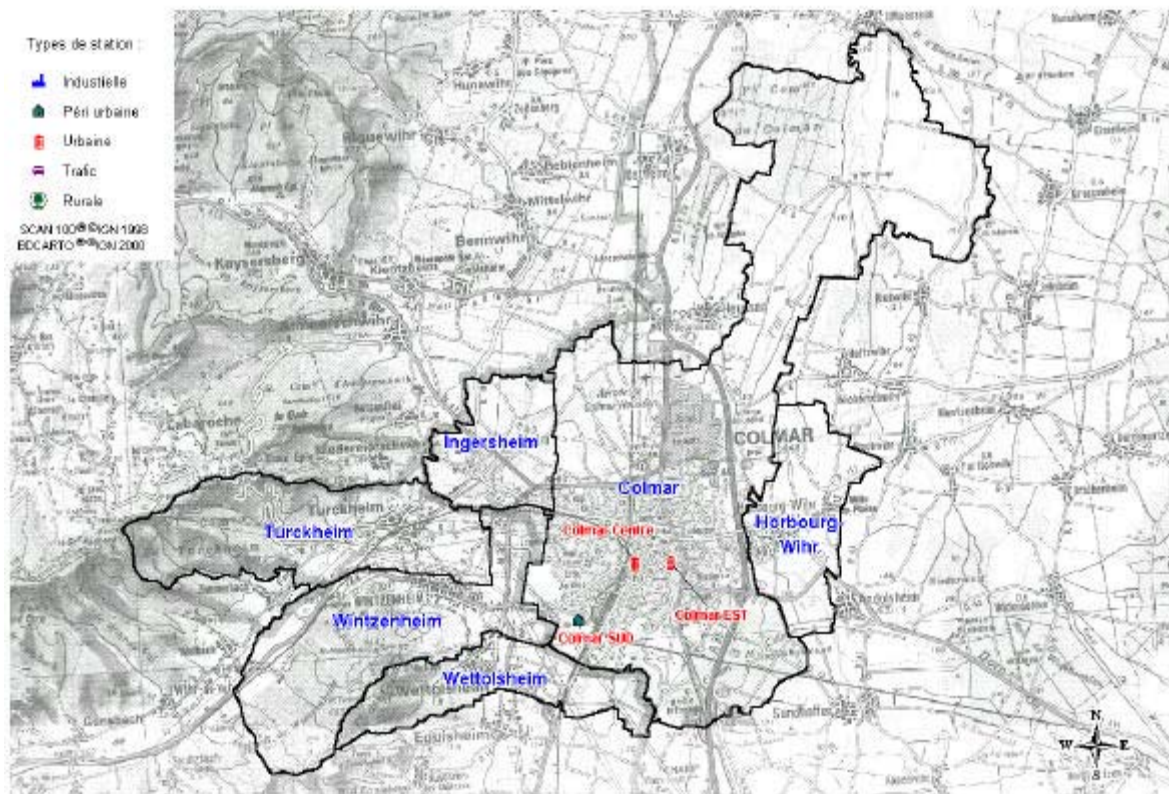
2 stations urbaines⁸

- 'Colmar Centre' située au niveau de la préfecture dans l'avenue de la République
- 'Colmar Est' située sur le parking de la Montagne Verte

1 station périurbaine

- 'Colmar Sud' située dans le périmètre de l'INRA

Ces stations mesurent la pollution urbaine et périurbaine de fond et ne sont donc pas représentatives des niveaux de pollution mesurés en proximité du trafic routier.



⁸ Typologie des stations

<i>urbaine</i>	<i>représentative de la pollution de fond (à laquelle est soumise la majorité de la population) dans les centres urbains hors proximité du trafic routier ou industrielle</i>
<i>périurbaine</i>	<i>représentative de la pollution de fond à la périphérie des centres urbains et de l'exposition maximale à la pollution « secondaire » (ozone) en zone habitée</i>
<i>rurale</i>	<i>représentative de la pollution de fond en zone rurale peu habitée</i>
<i>trafic</i>	<i>représentative de la pollution en proximité d'une infrastructure routière à forte circulation</i>
<i>industrielle</i>	<i>représentative de la pollution sous le panache d'une industrie</i>

Carte 1 : Zone d'étude : Unité Urbaine de Colmar (regroupant les communes : Colmar, Horbourg-Wihr, Ingersheim, Wettolsheim, Turckheim, Wintzenheim).

II. Méthode et moyens mis en œuvre

L'utilisation d'un logiciel de modélisation à l'échelle d'une rue permet d'estimer rapidement et dans une première approche les niveaux d'émissions et d'immissions en moyenne annuelle au niveau des rues d'un quartier ou d'une agglomération. Dans le cadre de cette étude, le logiciel STREET4 est utilisé.

Le logiciel permettra par la suite de simuler l'impact annuel moyen de la pollution atmosphérique (émissions et immissions dans l'air) d'origine routière suite à des modifications de voirie, de circulation, etc.

L'ASP dispose d'une expérience d'utilisation de ce logiciel pour l'avoir appliqué et testé sous système d'information géographique (SIG) sur plusieurs agglomérations alsaciennes (Mulhouse, Strasbourg, Haguenau et Sélestat).

A. Données d'entrée du modèle

L'utilisation du logiciel à l'échelle d'un réseau routier d'une portion d'agglomération, voire d'une agglomération entière, exige, d'une part, des bases de données importantes pour les paramètres d'entrée du logiciel et, d'autre part, l'utilisation d'un SIG.

La mise en oeuvre du modèle a nécessité de pouvoir disposer des paramètres morphologiques (orientation, rapport largeur sur hauteur des bâtiments attenants, densité du bâti, nombre de voies, etc.), des caractéristiques du trafic pour chaque rue (circulation, pourcentages de véhicules utilitaires légers (VUL), poids lourds (PL) et bus en circulation, les vitesses de circulation et les pourcentages de bouchon). Il faut également pouvoir disposer des niveaux de pollution de fond sur la zone. Cette étude a également nécessité le développement par l'ASP d'un fond de carte numérisé des axes routiers des zones concernées.

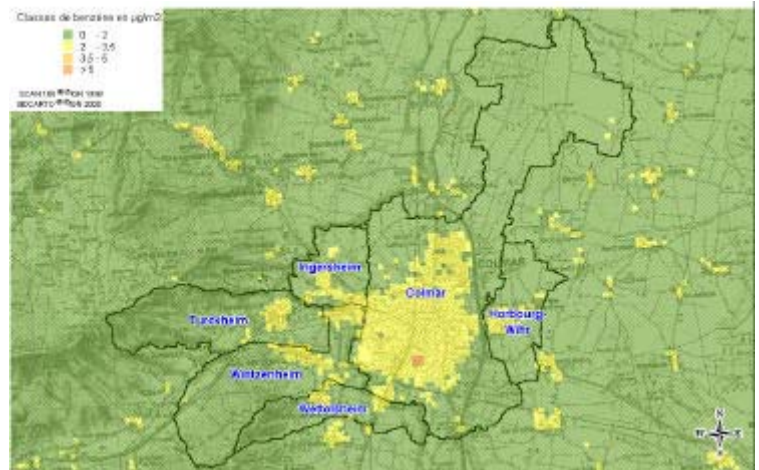
Ces données d'entrée du modèle sont déterminées à partir des outils suivants :

- Des plans de Colmar et de l'unité urbaine qui servent à définir l'orientation et le nom de chaque rue.
- **La carte SCAN25 de l'IGN** où sont représentés les bâtiments avec une grande précision. Cet outil a servi à définir la **morphologie de chaque rue**.
- **Les simulations de comptages trafics effectuées par la ville de Colmar, Vialis et la DDE du Haut-Rhin** qui fournissent l'ensemble des caractéristiques du trafic routier rue par rue pour l'année 2000 et les pourcentages de poids lourds.

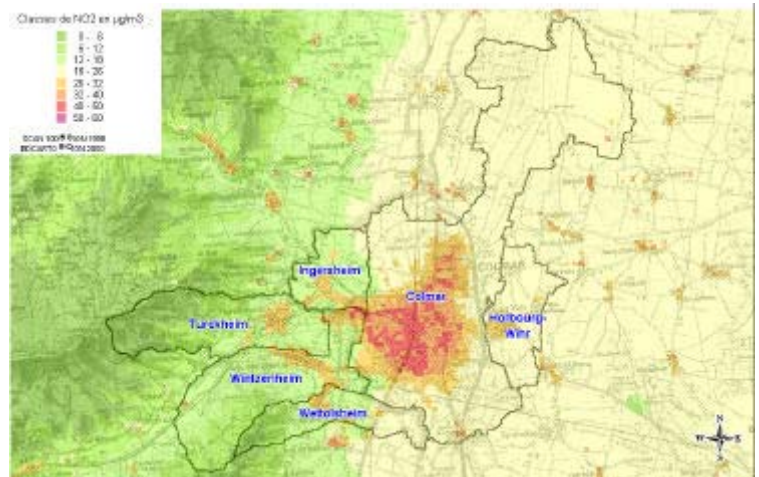
- **Les cadastres des immissions** issus du programme transfrontalier INTERREG II⁹ qui fournissent la pollution de fond pour toute la zone (cartes 2 et 3).
- **La base POL'AIR de l'ASPA** qui fournit les données météorologiques (sens et vitesse du vent) et des données de pollution de fond.

Ces informations qui constituent les données d'entrée du modèle ont également permis d'élaborer une base de données décrivant chaque tronçon des zones étudiées.

Enfin, le modèle a été couplé à un Système d'Information Géographique permettant de découper les axes en tronçons de trafic et de morphologie homogènes (rue droite, croisements), une analyse plus fine de la pollution atmosphérique est possible.



Carte 2 : Répartition spatiale de la pollution de fond en benzène sur l'unité urbaine de Colmar - moyenne calculée sur la période de mesure juin 98 – mai 99



Carte 3 : Répartition spatiale de la pollution de fond en dioxyde d'azote sur l'unité urbaine de Colmar - moyenne calculée sur la période de mesure juin 98 – mai 99

⁹ Analyse transfrontalière de la qualité de l'air dans le Rhin supérieur
Programme INTERREG II – Communauté Européenne – Fonds Européen pour le Développement Régional
Septembre 2000

B. Paramètres étudiés

Les paramètres étudiés correspondent essentiellement aux polluants rejetés par le transport routier.

- **NO_x** (NO et/ou NO₂) oxydation de l'azote de l'air à températures élevées
- **CO** combustion incomplète des carburants routiers
- **Benzène** présent dans les carburants routiers et libéré lors de la combustion
- **Composés Organiques Volatils** présents dans les carburants routiers et libérés lors de la combustion
- **Particules PM₁₀** libérées par la combustion incomplète des carburants routiers
- **SO₂** oxydation du soufre contenu dans les carburants routiers en particulier le diesel. C'est également un polluant d'origine industrielle

Effets des principaux polluants sur la santé

NO₂ : irritant pour les bronches, augmente la fréquence et la gravité des crises d'asthme, favorise les infections pulmonaires chez l'enfant

CO : se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang conduisant à un manque d'oxygénation du système nerveux ; l'exposition prolongée à des taux élevés (rarement relevé en atmosphère extérieure) peut conduire au coma et à la mort

Benzène : effets sur le système nerveux, les globules et plaquettes sanguins pouvant provoquer une perte de connaissance ; classification CIRC : groupe 1 agent cancérigène pour l'homme.

PM₁₀ : irritant des voies respiratoires et altération de la fonction respiratoire ; certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérigènes

SO₂ : irritant des muqueuses, de la peau et des voies respiratoires supérieures

Effets des principaux polluants sur l'environnement

NO₂ : pluies acides, formation d'ozone troposphérique (gaz à effet de serre indirect), altération de la couche d'ozone

CO : formation d'ozone troposphérique, gaz à effet de serre indirect (oxydation en CO₂)

Benzène : formation d'ozone troposphérique

PM₁₀ : salissure des bâtiments et des monuments

SO₂ : pluies acides, dégradation de la pierre, altération des monuments

1. Justification du choix de ces paramètres et répartition des rejets sur les zones étudiées

Les inventaires de rejets de polluants dans l'atmosphère qui ont été réalisés par l'ASPA en 1997 à travers différents projets régionaux et transfrontaliers permettent d'appréhender la part de chaque secteur d'activité aux émissions des polluants précédemment cités dans l'air.

Pour le secteur du transport routier, ces inventaires se basent sur des données de comptages de trafic, de parc de véhicules et de coefficients d'émission par polluant caractéristiques du type de véhicule (essence ou diesel, catalysé ou non, cylindrée) et de voie (milieu urbain, milieu rural, autoroute) considérés.

Les polluants majoritairement émis par le transport sont les oxydes d'azote, le benzène, les particules et le monoxyde de carbone (figure 1).

Le transport routier représente respectivement 61, 94, 50 et 72% des émissions d'oxydes d'azote, de benzène, de particules et de monoxyde de carbone sur la zone d'étude.

La part du transport, en particulier routier, aux rejets de dioxyde de soufre est assez faible sur la zone d'étude en raison de la présence de nombreuses industries.

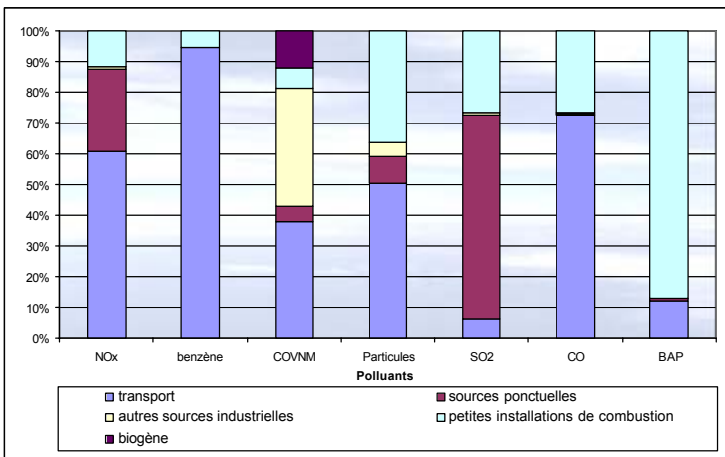


Figure 1 : Répartition des émissions polluantes par type de source sur l'unité urbaine de Colmar

2. Principales normes de qualité de l'air

Dans ce chapitre sont présentés les objectifs de qualité de l'air et certaines valeurs limites (tableau 1).

Les objectifs de qualité de l'air et les valeurs limites se réfèrent soit à la protection de la santé humaine, soit à la protection des végétaux, soit à la protection des écosystèmes.

		Benzène	
		Type de données	Valeur
Décret du 15 février 2002	Valeur limite	moyenne annuelle	5 µg/m ³
	Objectif de qualité de l'air	moyenne annuelle	2 µg/m ³
		Dioxyde d'azote	
		Type de données	Valeur
Décret du 15 février 2002	Objectif de qualité de l'air	Moyenne annuelle	40 µg/m ³
	Valeur limite 2000	Moyenne annuelle	60 µg/m ³
	Valeur limite 2010	Moyenne annuelle	40 µg/m ³
		Monoxyde de carbone	
		Type de données	Valeur
Décret du 6 mai 1998 Allemagne	Objectif de qualité de l'air	moyenne sur 8 heures	10000 µg/m ³
	Objectif de qualité de l'air	Moyenne annuelle	1000 µg/m ³
		Particules	
		Type de données	Valeur
Décret du 15 février 2002	Objectif de qualité de l'air	Moyenne annuelle	30 µg/m ³
	Valeur limite 2000	Moyenne annuelle	48 µg/m ³
	Valeur limite 2005	Moyenne annuelle	40 µg/m ³
		Dioxyde de soufre	
		Type de données	Valeur
Décret du 15 février 2002	Objectif de qualité de l'air	Moyenne annuelle	50 µg/m ³

Tableau 1 : Principales normes de qualité de l'air

III. Etude de la pollution en proximité du trafic routier

Les données d'entrée permettent de réaliser une classification du réseau en terme de trafic ou encore de morphologie de rue.

Après avoir qualifier le réseau, un bilan des émissions puis des immissions est effectué sur la zone d'étude.

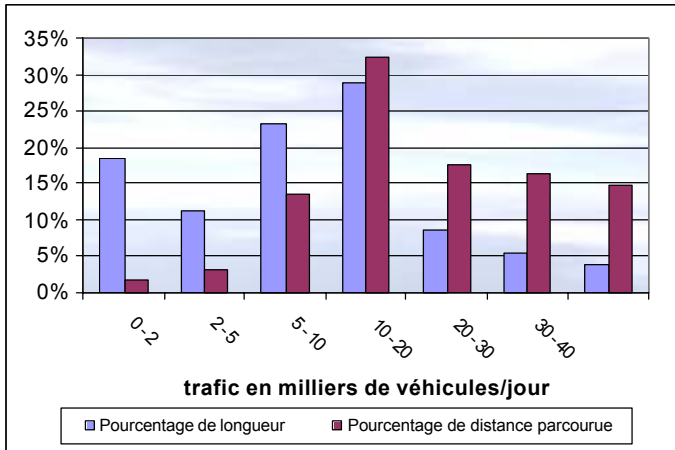


Figure 2 : Répartition du trafic sur l'unité urbaine de Colmar

A. Qualification du réseau

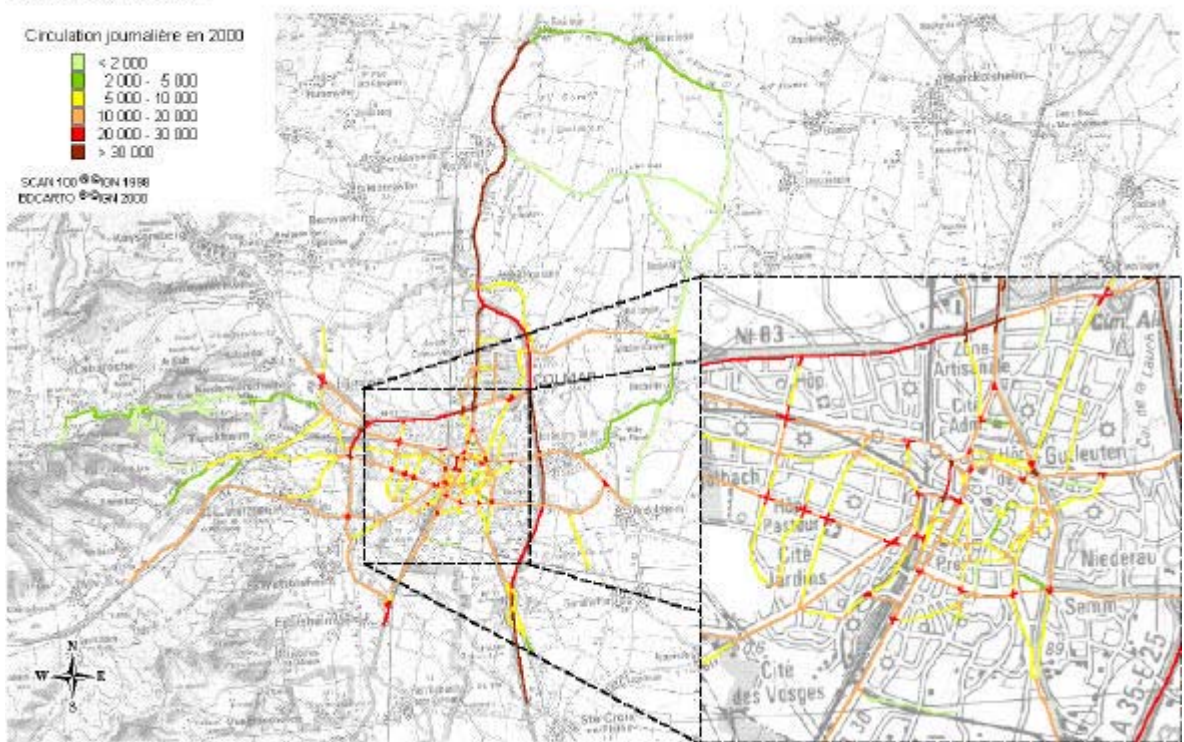
Sur un total de 198 km de voirie étudiée, 18% soit 36 km présentent un trafic journalier dans les 2 sens de plus de 20000 véhicules (tableau 2, figure 2). Il s'agit des grands axes de la zone d'étude (A35, N83, route de Strasbourg) et de croisements entre axes importants (carte 4).

La même opération de classement a été réalisée pour la configuration de rue de chaque tronçon et il est possible, par exemple, de connaître le kilométrage de tronçons à 4 voies ou plus qui est de 45 km soit environ 23% de la voirie totale. Le kilométrage de rues canyons (rue dont la hauteur des bâtiments est supérieure ou égale à sa largeur avec une configuration très dense du bâti) s'élève à 6 km représentant environ 3% de la voirie.

Trafic en milliers de Véhicules/jour	Nombre de tronçons	Longueur en km	Pourcentage de longueur	Longueur moyenne du tronçon en m	Distance parcourue en Véh.km	Pourcentage de distance parcourue
< 2	28	36	18%	1302	41 264	2%
] 2-5]	36	22	11%	622	76 337	3%
] 5-10]	119	46	23%	388	325 060	14%
] 10-20]	145	57	29%	394	771 159	32%
] 20-30]	42	17	9%	405	420 200	18%
] 30-40]	13	11	6%	847	389 146	16%
> 40	3	8	4%	2583	353 474	15%
total	386	198	100%	934	2 376 640	100%

Tableau 2 : Trafic journalier sur l'unité urbaine de Colmar

Circulation journalière sur l'unité urbaine de Colmar
Situation année 2000



Carte 4

B. Résultats en émissions

Les émissions dépendent de trois paramètres principaux :

- le parc automobile,
- le trafic journalier,
- la vitesse de circulation.

La vitesse de circulation (différenciée suivant la qualification des axes routiers : centre ville, autoroutes,...) est un facteur déterminant.

La combustion met en jeu un carburant (hydrocarbures) et un comburant (l'air). Les 6 polluants ou familles de polluants étudiés sont émis différemment par le moteur mais on peut regrouper ces polluants en 2 groupes bien distincts :

Les polluants majoritairement émis à bas régime : le CO, les COV (composés organiques volatils dont le benzène), les particules et le SO₂.

Pour ces polluants, les maxima d'émissions s'obtiennent à bas régime suite à la combustion incomplète qui entraîne une plus forte formation de benzène, de CO, de COV et de particules. Nous distinguons tout de même des vitesses optimales du point de vue pollution atmosphérique différentes pour les polluants. Pour le monoxyde de carbone (CO) et les particules, cette vitesse se situe aux alentours de 80 km/h, alors que pour les composés organiques volatils (dont fait partie le benzène) et le dioxyde de soufre, elle est de 90 km/h (figure 3).

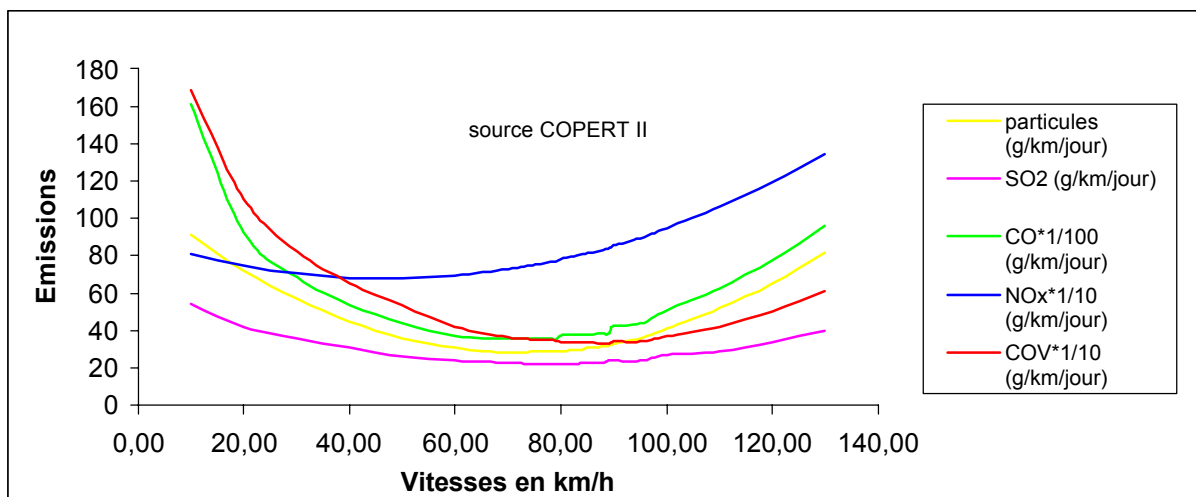
Les polluants majoritairement émis à haut régime : le NO₂

Pour ce polluant, les maxima d'émissions s'obtiennent à haut régime suite à une plus grande oxydation de l'azote de l'air favorisée par les hautes températures. La vitesse optimale pour le dioxyde d'azote se situe aux alentours de 50 km/h.

Les émissions de CO, COV, benzène, particules et SO₂ ont des profils identiques et sont localisées sur les grands axes et croisements à forte circulation mais également sur des tronçons à circulation moins dense mais où la vitesse est faible.

Pour les oxydes d'azote, les maxima d'émission s'observent surtout sur les grands axes à forte circulation (plus de 20 000 véhicules/jour).

Figure 3 : Relation émissions – vitesse moyenne de circulation pour 1000 véhicules en 2000 (source COPERT II).



De manière générale pour les 3 polluants considérés, les émissions les plus fortes de la zone d'étude sont situées au niveau des grands axes de circulation comme l'A35, la RN83, la route de Strasbourg et les croisements à forte circulation (cartes 5, 6 et 7) car ces axes présentent de forts trafics couplés à des conditions de circulation difficiles.

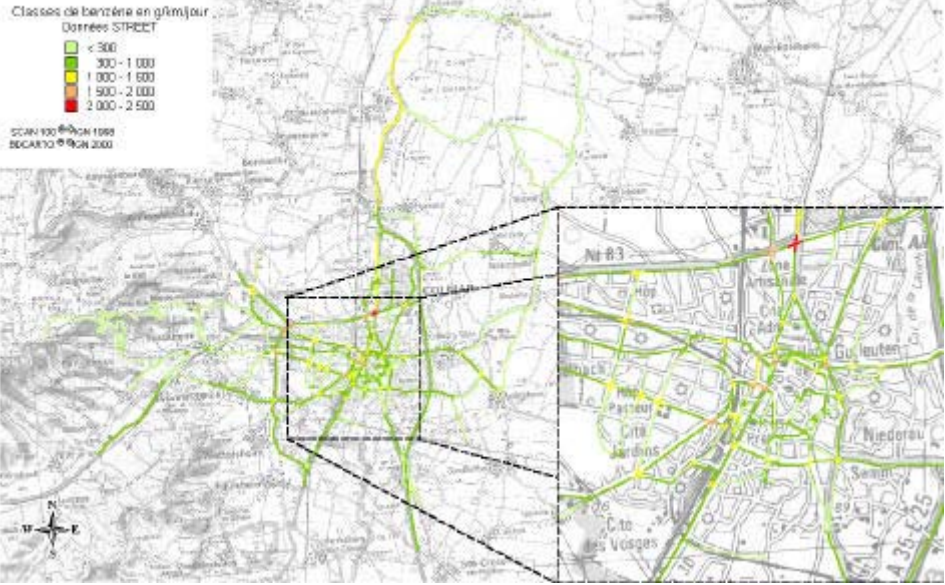
De forts rejets en benzène et en particules sont visibles au niveau d'axes où si le trafic est moins élevé, les conditions de circulation denses incitent l'automobiliste à une vitesse faible donc à un bas régime moteur ; c'est le cas de nombreux croisement au centre ville (cartes 5 et 7).

A titre indicatif, les rejets de COV et de NO_x du trafic routier sur l'agglomération (tableau 3) sont largement supérieurs à 150 tonnes pour l'un ou l'autre polluant (critère d'assujettissement d'une industrie au paiement de la Taxe Générale sur les Activités Polluantes).

CO	COV	Benzène	NO _x	Particules	SO ₂
5548	676	29	1250	84	45

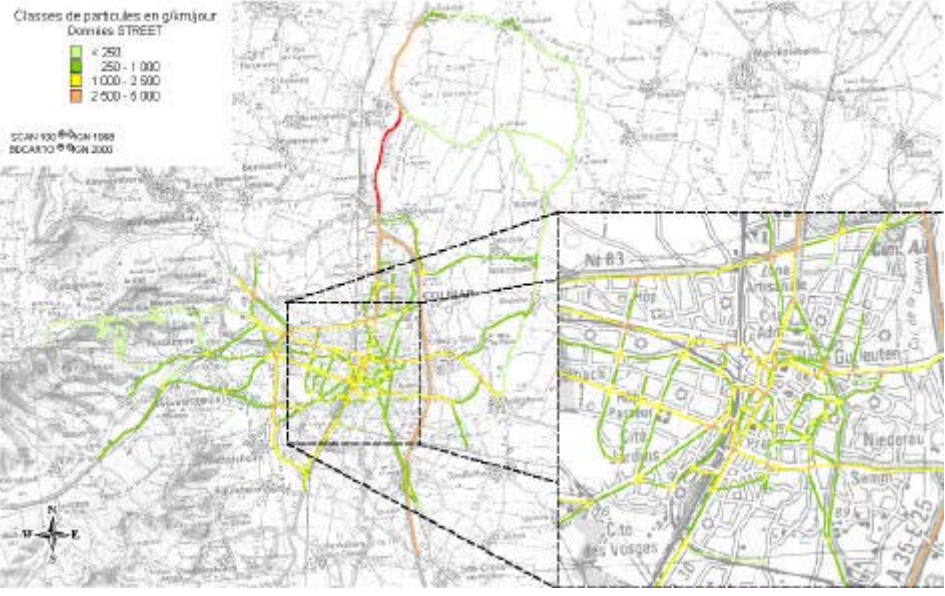
Tableau 3 : Total des émissions en tonnes par an issues du transport routier sur l'unité urbaine de Colmar.

Emission de benzène sur l'unité urbaine de Colmar
Situation année 2000



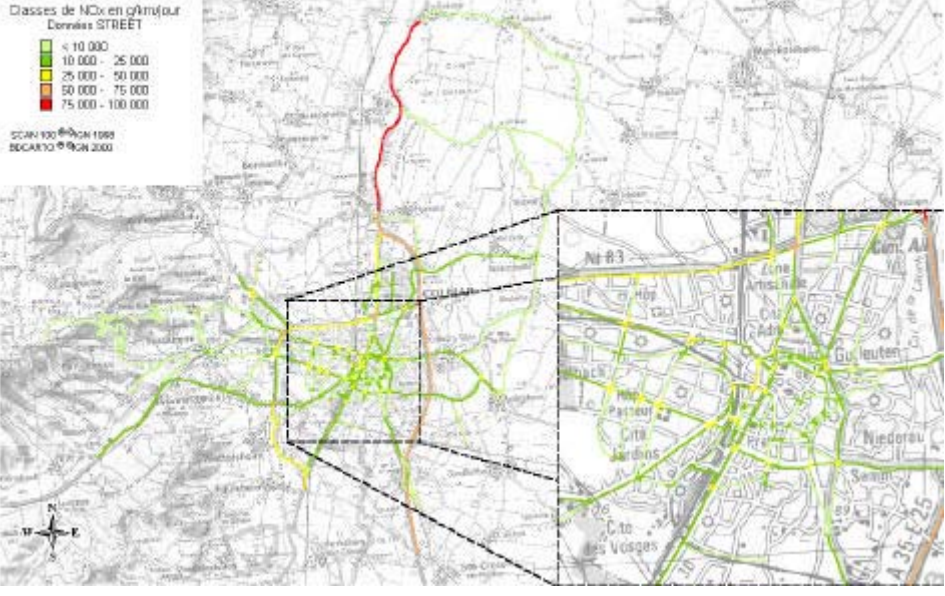
Carte 5

Emissions de particules sur l'unité urbaine de Colmar
Situation année 2000



Carte 6

Emissions de dioxyde d'azote sur l'unité urbaine de Colmar
Situation année 2000



Carte 7

C. Résultats en immissions

Rappelons que les valeurs guides ou objectifs de qualité de l'air définis par les réglementations européennes et nationales servent de référence à des fins de comparaison avec les niveaux observés sur les tronçons routiers des zones étudiées.

Lorsque les concentrations en polluants sont inférieures aux objectifs de qualité de l'air, les pouvoirs publics mettent en œuvre une politique de prévention de tout accroissement de la pollution atmosphérique ; lorsqu'elles sont supérieures à ces valeurs, des politiques de réduction de la pollution doivent être mises en place.

Le dépassement des valeurs limites entraîne la prise de mesures radicales à moyen terme.

Les niveaux de pollution de fond intégrés dans le modèle sont différenciés sur l'ensemble de la zone (cartes 3 et 4) à l'aide des cartographies de pollution issues du programme transfrontalier INTERREG II. Pour le CO, la valeur annuelle de pollution de fond est fixé à 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à Colmar et 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur le reste de la zone. Ces valeurs correspondent à une moyenne des mesures effectuées au centre et à proximité des agglomérations allemandes.

A noter que les immissions issues du modèle représentent la concentration maximale en polluant sur le tronçon routier considéré.

Note : le benzène émis par les véhicules provient à la fois de l'évaporation du benzène contenu dans le carburant et de la formation de ce composé lors de la combustion. Le taux maximal de benzène contenu dans l'essence est passé de 5 à 1% le 1^{er} janvier 2000. Le taux réel observé avant le 1^{er} janvier 2000 était en fait proche de 2%.

Les campagnes de mesure les plus récentes conduites par l'ASP ne font pas apparaître de différences notables entre les niveaux de benzène constatés avant et après le 1^{er} janvier 2000. Ainsi, les niveaux de fond déterminés pour 1999 (programme INTERREG II) restent applicables dans le cadre de cette étude pour l'année 2001. L'impact de la réduction de la pollution de fond est analysé à travers des études de sensibilité pour chacune des zones.

1. Le benzène

L'objectif de qualité de l'air pour le benzène (2 µg/m³ sur un an) est dépassé sur 82% de la zone d'étude (tableau 4 et figure 4). Ce résultat est à mettre en relation avec le réseau de trafic dense qui, en zone urbanisée, entraîne une forte pollution de fond déjà supérieure à la valeur objectif.

En proximité immédiate des axes routiers, cette pollution de fond, par l'action du trafic routier, est accentuée par les conditions de circulation (bas régime, bouchon, feu tricolore) et la morphologie du bâti entraînant des dépassement de la valeur limite de qualité de l'air (5 µg/m³ sur un an).

Environ 20% de la voirie soit environ 39 km dépassent la valeur limite (5 µg/m³ sur un an). Il s'agit des axes importants de la ville de Colmar (route d'Ingersheim, avenue de la République, avenue Poincaré, route de Neuf Brisach, route de Strasbourg, le contournement routier du centre ville composé de la rue du Nord, la rue de l'Est et la rue St Eloi), des axes à fortes circulation de la zone (N83) ainsi que des croisements attenant à ces voies (carte 8).

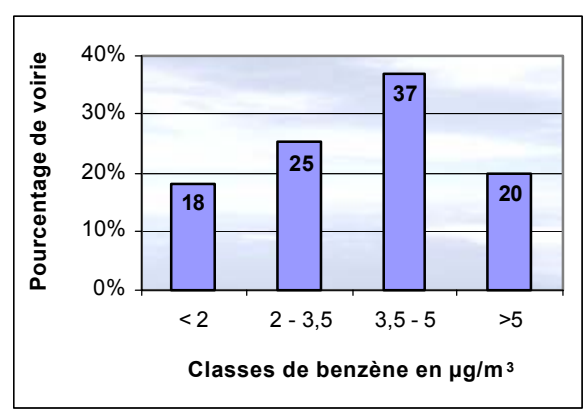
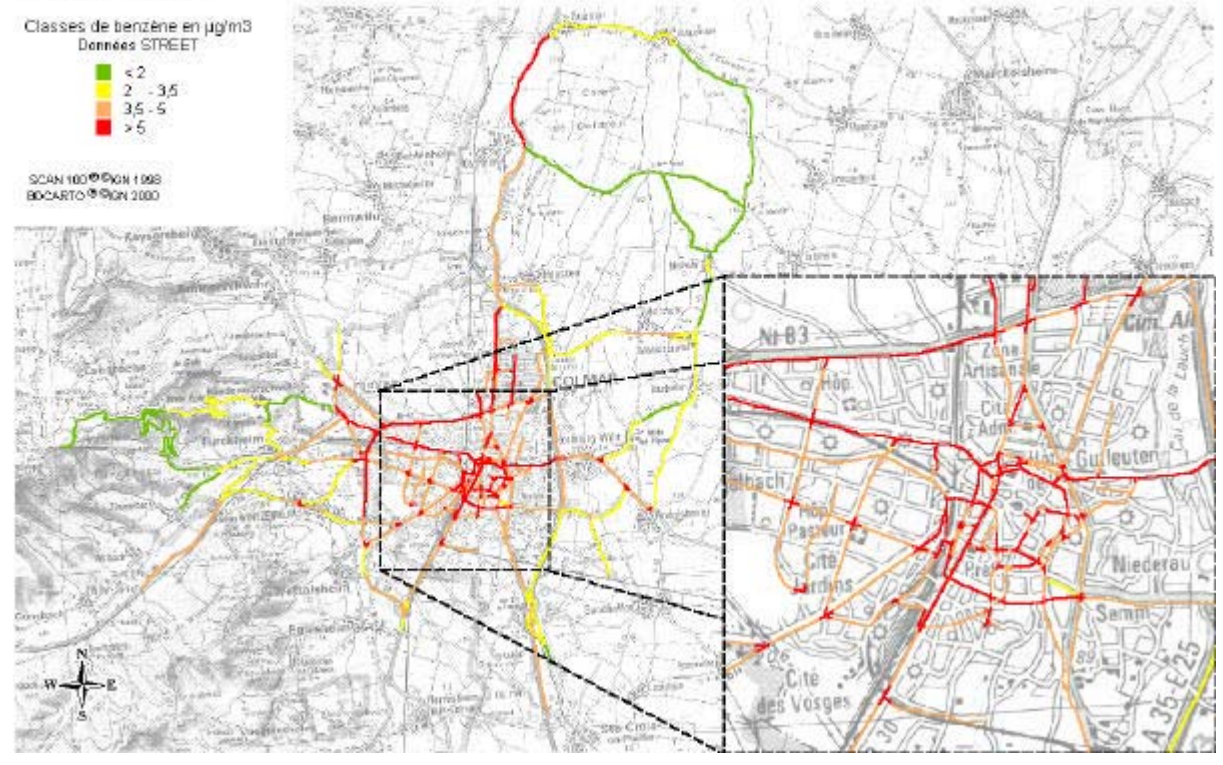


Figure 4 : Répartition des immissions de benzène

Classes de Benzène en µg/m³	< 2	2 - 3,5	3,5 - 5	> 5
Nombre de tronçons	31	60	146	149
Km de voirie	36	50	73	39
Part de voirie en km	18%	25%	37%	20%

Tableau 4 : Immissions en benzène sur la zone d'étude

Immissions de benzène sur l'unité urbaine de Colmar Situation année 2000



Carte 8

2. Le monoxyde de carbone

Il n'existe pas de valeur limite annuelle pour le monoxyde de carbone. L'objectif français de qualité de l'air est de 10 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur 8 heures (une échelle de temps qui ne permet pas les comparaisons avec les sorties du modèle). Pour cette étude, l'objectif de qualité de l'air retenu est de 1 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle comme indiqué dans les normes allemandes de qualité de l'air (tableau 1).

Environ 12% de la voirie soit 24 km de tronçons dépassent cet objectif de qualité de l'air (tableau 5 et figure 5). Il s'agit essentiellement des points de circulation importants de la zone comme l'A35, la N83, l'avenue de la République, le contournement du centre ville de Colmar et de croisements entre grands axes (carte 9).

3.

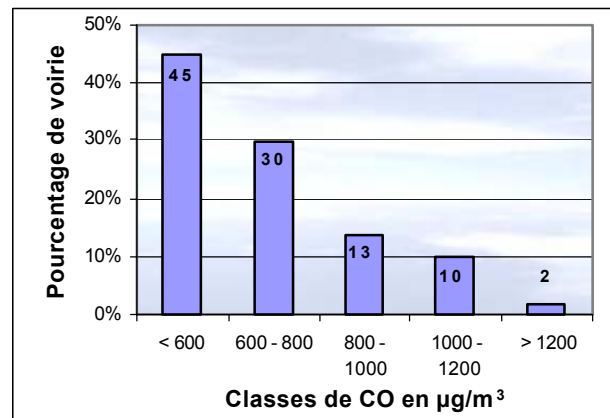


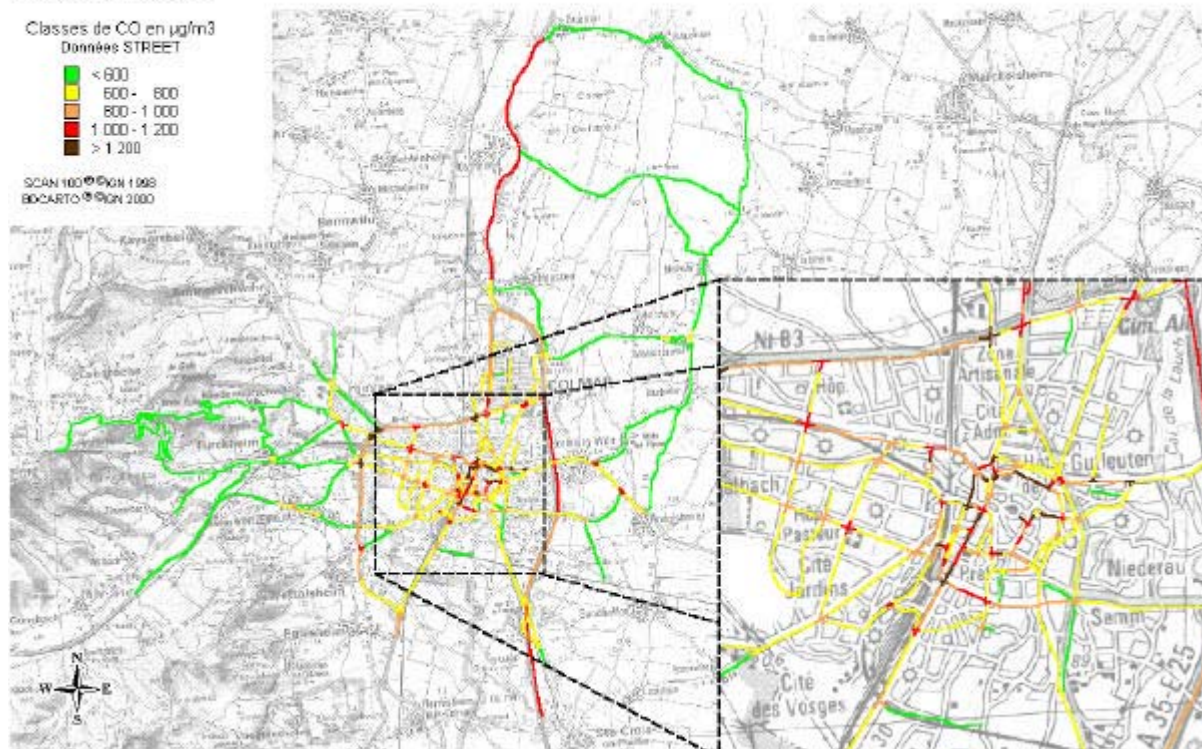
Figure 5 : Répartition des immissions de monoxyde de carbone

Tableau 5 : Immissions en monoxyde de carbone sur la zone d'étude

Classes de CO en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	400 - 600	600 - 800	800 - 1000	1000 - 1200	> 1200
Nombre de tronçons	91	156	78	37	24
Km de voirie	89	59	27	20	4
Part de voirie en km	45%	30%	13%	10%	2%

Immissions de monoxyde de carbone sur l'unité urbaine de Colmar
Situation année 2000

Carte 9



3. Les particules

Les particules prises en compte sont de type PM₁₀ (particules de diamètre inférieur ou égal à 10 µm). D'après le décret du 15 février 2002 (tableau 1), l'objectif de qualité de l'air est fixé à 30 µg/m³ par an et la valeur limite applicable en 2005 est de 40 µg/m³ par an (avec une marge de dépassement de 8 µg/m³ en 2000).

Environ 9% de la voirie présentent des concentrations en particules supérieures à l'objectif de qualité de l'air (tableau 6 et figure 6). Il s'agit de la N83, l'A35, l'avenue de la République et certains croisements entre des axes à fortes circulations (carte 10).

Les tronçons ayant une forte concentration en particules sont pratiquement les mêmes (et pour les mêmes raisons) que pour le benzène (A35, N83, route d'Ingersheim, avenue de la République, avenue Poincaré, route de Neuf Brisach, route de Strasbourg, le contournement routier du centre ville composé de la rue du Nord, la rue de l'Est et la rue St Eloi) avec, en plus, des rues ayant un fort pourcentage du trafic en poids lourds comme l'avenue d'Alsace. Ces véhicules fonctionnent pour la majorité d'entre eux avec du carburant diesel et émettent beaucoup plus de particules que les véhicules à essence.

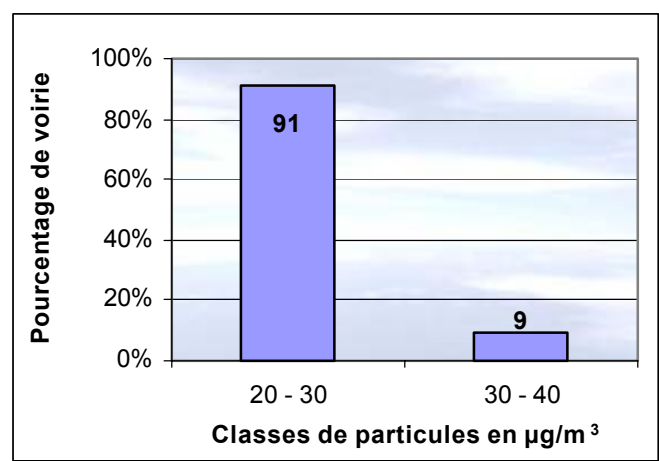


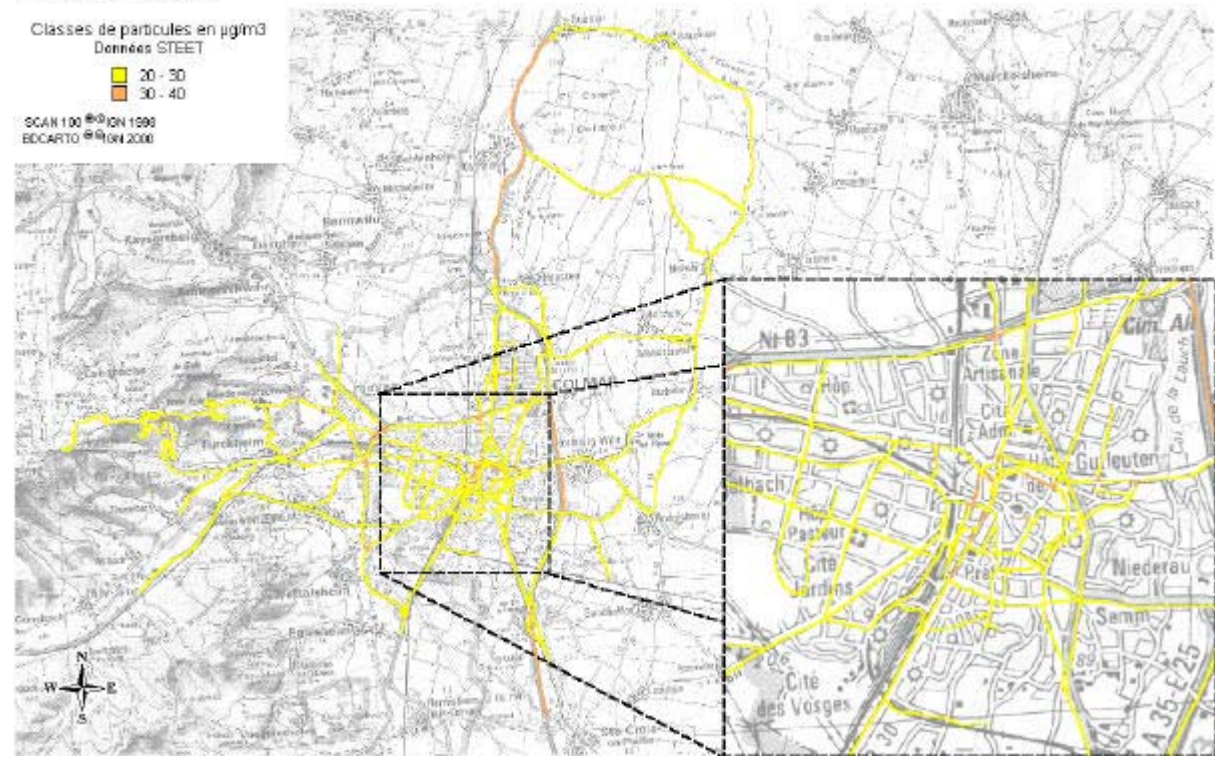
Figure 6 : Répartition des immissions de particules

Classes de particules en µg/m ³	20 - 30	30 - 40
Nombre de tronçons	363	23
Km de voirie	181	17
Pourcentage de longueur de voirie en km	91%	9%

Tableau 6 : Immissions en particules sur la zone d'étude

Immissions de particules sur l'unité urbaine de Colmar
Situation année 2000

Carte 10



4. Le dioxyde de soufre

L'objectif de qualité de l'air pour le dioxyde de soufre est de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tableau 1).

La pollution de fond, principalement attribuable aux sources industrielles qui sont les principaux émetteurs de pollution soufrée, a chuter les 20 dernières années à Colmar en raison de la baisse réglementaire des taux de soufre dans les combustibles ramenant la quasi-totalité des niveaux mesurés ou estimés largement sous les niveaux réglementaires en vigueur.

Les combustibles automobiles étant également concernés par cette diminution, la part de la pollution atmosphérique soufrée imputable au trafic routier est faible.

Au bilan, en proximité du trafic routier, les concentrations restent largement inférieures à l'objectif de qualité de l'air (carte 11) en raison de cette faible pollution de fond sur la zone d'étude.

Immissions de dioxyde de soufre sur l'unité urbaine de Colmar
Situation année 2000

Carte 11



5. Le dioxyde d'azote

L'objectif de qualité de l'air pour le dioxyde d'azote est de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et la valeur limite applicable pour l'année 2010 est de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle (avec une marge dégressive de tolérance qui est de 50% en 2000 et 0% en 2010).

Environ 43% de la voirie étudiée dépasse l'objectif de qualité de l'air (tableau 7 et figure 7). Ce pourcentage important est dû à une pollution de fond importante présente sur la zone urbaine de Colmar induite par la présence de nombreux grands axes urbains dans ce secteur et de la concentration d'habitat (chauffage domestique en hiver).

En revanche seule 2% de la voirie étudiée dépasse la valeur limite de qualité de l'air pour l'année 2000 ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 1 an) : la RN 83 d'Ostheim à Houssen (carte 12).

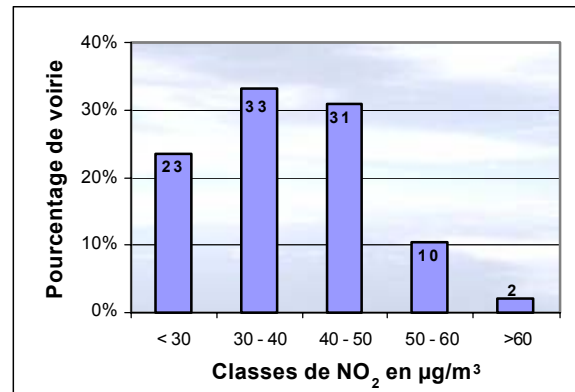


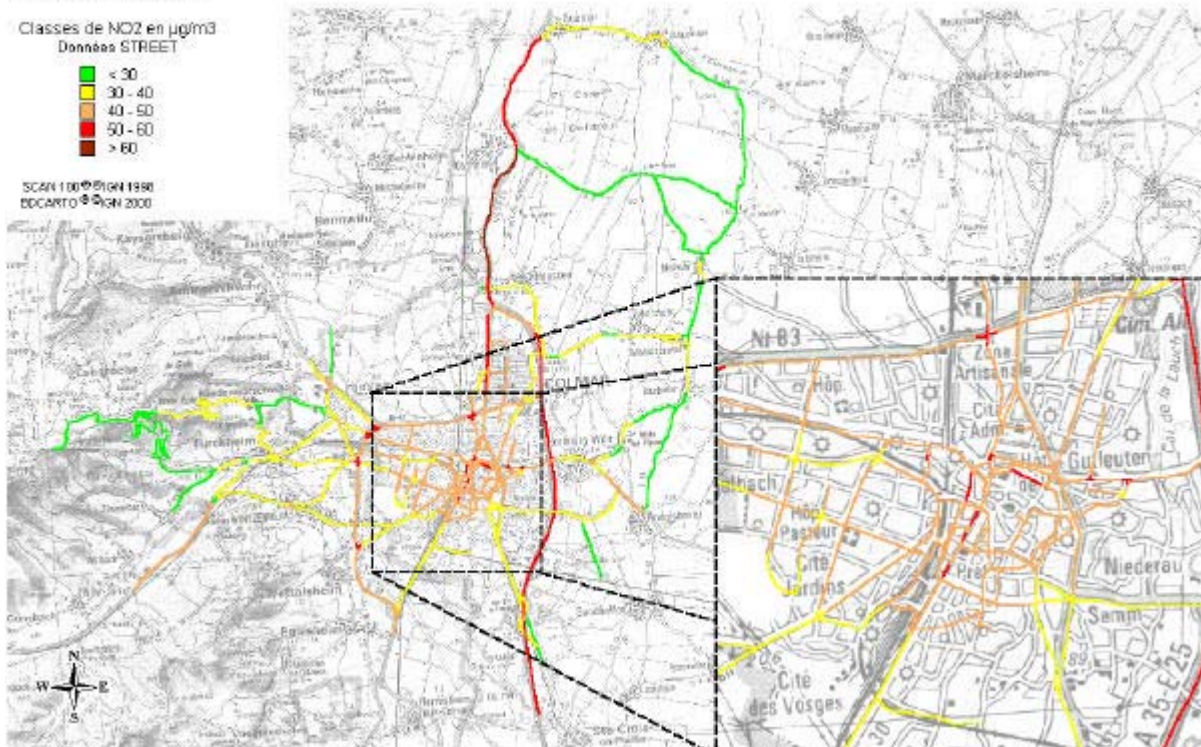
Figure 7 : Répartition des immissions de dioxyde d'azote en moyenne annuelle

Tableau 7 : Immissions en dioxyde d'azote sur la zone d'étude

Classes de NO ₂ en µg/m ³	< 30	30 - 40	40 - 50	50 - 60	> 60
Nombre de tronçons	46	104	212	23	1
Km de voirie	46	66	61	21	4
Part de la voirie en km	23%	33%	31%	10%	2%

Immissions de dioxyde d'azote sur l'unité urbaine de Colmar
Situation année 2000

Carte 12



6. Bilan

Polluants émis à bas régime

Les tronçons ayant de fortes concentrations en particules, CO et benzène sont soit des routes présentant un trafic important comme la l'avenue de la République, l'A35 ou la N83, soit des rues ayant une morphologie du bâti très étroite avec des bâtiments relativement élevés et non séparés les uns des autres entraînant une dispersion plus difficile des polluants comme les rues appartenant au contournement du centre ville de Colmar ou la rue Turenne.

La différence de concentration observée pour les 4 polluants entre les tronçons de la zone s'explique par une disparité de la pollution de fond présente sur le périmètre étudié en partie déterminée par la densité surfacique du réseau induisant. En effet, la pollution de fond est moins élevé du côté de Turckheim ou Wintzenheim qu'au centre ville de Colmar.

Certaines rues avec un trafic journalier modéré à 10 000 véhicules présentent tout de même de forts taux en particules, benzène et CO (rue de la Grenouillère, par exemple, en raison de sa configuration de rue « canyon » : rue droite à 2 voies avec un alignement bilatéral et un front de bâtiments dense ; de plus, cette rue se situe dans une zone où la pollution de fond est élevée et la vitesse de circulation assez faible).

Polluants émis à haut régime

Les émissions en NO₂ étant moins dépendantes de la vitesse de circulation (figure 3), les plus forts taux en polluant sont associés aux axes présentant des trafics importants comme sur l'A35 et la N83.

Polluants	Objectif de qualité	Valeur limite	Pourcentage de longueur de voirie dépassant l'objectif de qualité	Pourcentage de longueur de voirie dépassant la valeur limite
Benzène en moyenne annuelle	2 µg/m ³	5 µg/m ³	82%	20%
CO en moyenne annuelle	1000 µg/m ³	---	12%	---
Particules en moyenne annuelle	30 µg/m ³	40 µg/m ³ (valeur limite 2005)	9%	0%
NO ₂ en moyenne annuelle	40 µg/m ³	60 µg/m ³	43 %	2%

Tableau 8 : Récapitulatif des dépassements observés sur l'unité urbaine de Colmar

Résultats concernant les valeurs limites 2000

Pour le dioxyde d'azote et le benzène, les dépassements des valeurs limites actuelles concernent respectivement 20% et 2% de la voirie et sont surtout observés sur des axes à forte circulation. Sont concernés par ces dépassements :

Pour le benzène (valeur limite de 5 µg/m³)

	trafic journalier important	Circulation à bas régime	Bouchons	Croisement	Bâti dense
Croisement entre les grands axes urbains hors du centre ville de Colmar, entre la route d'Ingersheim et la rue de la poudrière par exemple.	X	X		X	
Croisement entre les grands axes interurbains, entre la N83 et N415 par exemple	X			X	
N83, N415	X				
Rue de la Gare, route d'Ingersheim, route de Strasbourg, route de Neuf Brisach, route de Rouffach, avenue Poincaré, avenue Clemenceau	X		X		
Croisement entre les grands axes urbains du centre ville de Colmar, entre la rue du Nord et la rue Vauban par exemple		X		X	X
Rue Stanislas, rue du Nord, avenue de la république	X		X		X
Rue de l'Eglise, rue de la Bagatelle, rue des Blés, rue de la Grenouillère, Grand Rue		X			X

Et pour le dioxyde d'azote (valeur limite de 60 µg/m³)

	trafic journalier important	Circulation à haut régime	Bouchons	Croisement	Bâti dense
La route nationale 83 entre Ostheim et Houssen	X	X			

D. Limites

1. Limites de l'étude

La pollution de fond utilisée comme donnée d'entrée du modèle pour l'ensemble des simulations provient du cadastre des concentrations dans l'air de l'analyse transfrontalière dans le Rhin supérieur pour l'année de référence 1998/1999 (programme INTERREG II). L'ambiance de pollution ayant évolué pour certains polluants en lien avec les réductions des émissions (notamment celles liées aux transports), les études de sensibilité présentées pour chaque zone d'étude permettent d'estimer l'influence de ce paramètre.

Le parc automobile utilisé dans cette étude est le parc national, ramené au nombre de véhicules en circulation sur les axes routiers considérés.

Les résultats fournis par le modèle, en moyenne annuelle limitent les analyses à des comparaisons avec des normes annuelles de pollution.

Les données de trafic fournies par la DDE du Haut Rhin, Vialis et la ville de Colmar n'intègrent pas tous les axes routiers de la zone d'étude.

2. Limites spécifiques au logiciel

au niveau des résultats...

Le résultat fourni par le logiciel correspond à la concentration polluante maximale observée dans la rue. Les résultats présentés doivent être interprétés comme suit :

« 10% des tronçons dépassent la valeur réglementaire signifie que 10% des tronçons présentent au moins une zone sur laquelle l'estimation du modèle présente un dépassement de cette valeur réglementaire ».

au niveau des paramètres d'entrées...

La vitesse de vent prise en compte sur l'ensemble des zones d'étude est de 2 m/s. A noter que la vitesse du vent est celle au-dessus des bâtiments dans un flux non perturbé.

Certains types de voie (sens unique, rue à 3 voies, rond point) ne sont pas identifiés dans les configurations de rues prédéterminées du logiciel ; ces rues sont néanmoins pris en compte en trafic équivalent sur 2 voies pour les deux premières et en carrefour pour la dernière.

Seule la hauteur moyenne des bâtiments le long de la rue est retenue.

sur la typologie des voies...

Le modèle propose 98 types de voies. Cependant cette typologie comporte plusieurs imprécisions pour être adaptée au mieux au réseau routier français.

Cette typologie demande une interprétation de la part de l'utilisateur en ce qui concerne le ratio hauteur des bâtiments/largeur de rues, l'espacement du bâti et la prise en compte des trottoirs mal définis ou encore l'absence d'un "facteur" végétal dans la rue.

Au-delà de ces limites, les résultats permettent de fournir une approche réaliste des niveaux de pollution atmosphérique sur les zones concernées.

3. Influence de la pollution de fond

Les niveaux de fond utilisés dans l'étude proviennent des résultats du programme transfrontalier INTERREG II pour l'ensemble des polluants à l'exception des particules (pollution de fond provenant des stations de mesures permanentes de l'ASPAs) et du monoxyde de carbone (500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la ville de Colmar et 400 sur le reste de la zone).

Les niveaux d'immissions calculés par le logiciel intègrent ces niveaux de fond. Or, certains de ces niveaux, en particulier pour le benzène et le dioxyde d'azote sont proches des valeurs réglementaires.

Ainsi, il est pertinent d'étudier l'influence de la pollution de fond sur les résultats finaux.

Pour le dioxyde d'azote, les calculs ont été mis en œuvre en utilisant comme pollution de fond :

- Les résultats issus du programme INTERREG II (objet du rapport) ;
- Ces mêmes résultats minorés de 2 et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pour le benzène, les calculs ont été mis en œuvre en utilisant comme pollution de fond :

- Les résultats issus du programme INTERREG II (objet du rapport)
- Ces mêmes résultats minorés de 0,2 et 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les résultats obtenus sont les suivants :

- pour le dioxyde d'azote (tableau 10), une réduction de 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ des niveaux de pollution de fond n'a que peu d'influence sur les résultats concernant les dépassements l'objectif de qualité de l'air. Néanmoins la part du réseau présentant un dépassement de la valeur limite 2000 est passé de 20% à 16%. Une réduction de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ entraînent une diminution d'un facteur 2 du nombre de des dépassements de la valeur limite 2000;
- pour le benzène (tableau 11), une réduction de 0,2 et même de 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ des niveaux de pollution de fond n'a pas d'influence modérée sur le pourcentage de longueur dépassant la valeur limite mais entraîne une forte baisse des dépassements de l'objectif de qualité de l'air.

Les résultats doivent donc être considérés au regard de l'incertitude attachée aux niveaux de pollution de fond.

Valeur de pollution de fond en dioxyde d'azote	% de longueur dépassant l'objectif de qualité de l'air du NO ₂ (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de longueur dépassant la valeur limite 2000 du NO ₂ (60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Valeur INTERREG II	82%	20%
Valeur INTERREG II – 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	78%	16%
Valeur INTERREG II – 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	77%	10%

Tableau 10 : Influence de la pollution de fond sur les immissions en NO₂

Valeur de pollution de fond en benzène	% de longueur dépassant l'objectif de qualité de l'air du benzène (2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de longueur dépassant la valeur limite du benzène (5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Valeur INTERREG II	43%	2%
Valeur INTERREG II – 0,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	39%	2%
Valeur INTERREG II – 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	29%	2%

Tableau 11 : Influence de la pollution de fond sur les immissions en Benzène

IV. Conclusion

Cette étude a permis d'estimer, sur le territoire de l'unité urbaine de Colmar, l'état 2000 des niveaux de pollution atmosphérique en proximité du trafic routier à travers une double caractérisation :

- des niveaux d'émissions, la base mise en place pouvant être utilisée ultérieurement pour la mise en œuvre de scénarios de réduction de rejets de polluants atmosphériques ;
- des niveaux de concentrations dans l'air relativement aux valeurs réglementaires.

Concernant les axes routiers les plus pollués du réseau structurant de l'unité urbaine de Colmar

...

La situation globale pour l'année 2000 montre que la zone comporte des axes présentant de fortes concentrations polluantes. Les immissions les plus élevées se situent au niveau du « ring » constitué par l'autoroute A35 et la route nationale N83 mais également sur les grands axes urbains de Colmar (avenue de la République, rue Stanislas, contournement du centre ville de Colmar, route de Neuf Brisach, route d'Ingersheim...). Ce « ring » a pour effet de dévier le flux de circulation vers l'est et l'ouest de la zone urbaine de Colmar hors des vents dominant, avec pour conséquence une atténuation des concentrations urbaines de fond.

Concernant les dépassements de valeurs réglementaires ...

Ces axes routiers présentent au moins un dépassement d'objectifs de qualité de l'air ou de valeurs limites issus du décret du 15 février 2002. De façon générale :

- les objectifs de qualité de l'air relatifs au benzène ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$), au dioxyde d'azote ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et aux particules fines ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sont dépassés sur respectivement 82, 43 et 9% des tronçons routiers ;
- les valeurs limites de qualité de l'air relatifs au benzène ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et au dioxyde d'azote ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sont dépassées sur respectivement 20 et 2 % des tronçons routiers. Aucun dépassement de la valeur limite pour les particules ($48 \mu\text{g}/\text{m}^3$) n'est recensé.

Concernant l'utilisation des résultats de cette étude ...

Les résultats de cette étude peuvent apporter une aide technique dans la définition des politiques liées aux déplacements dans l'unité urbaine de Colmar.

- Ils mettent en évidence les zones géographiques où des efforts particuliers pourront être portés pour écrêter les niveaux les plus élevés de pollution atmosphérique (considérés en moyenne annuelle).
- Ils mettent également en évidence à l'échelle d'une agglomération la réciprocity des phénomènes de pollution de fond et en proximité du trafic routier liée notamment à la densité du réseau routier structurant du centre ville.

- Cet état initial pour l'année 2000 pourra également être comparé à des simulations réalisées pour les prochaines années suite à des travaux ou projet d'aménagement routier ou urbain sur le territoire de l'unité urbaine de Colmar. Par exemple, l'impact sur la pollution atmosphérique du nouveau plan de circulation mis en place en novembre 2002 pourra être évalué à l'échelle de la rue.

Cette étude permet également de chercher des analogies avec d'autres axes étudiés par ailleurs dans d'autres agglomérations dans le but de spatialiser l'information en cas de dépassements de niveaux d'alerte.

Enfin, cette étude pourra être développée, dans les limites du modèle utilisé, pour intégrer des éléments permettant, en croisant les données de pollution et des données géoréférencées de densité d'habitants par km², d'appréhender l'exposition de la population à la pollution atmosphérique le long des axes routiers du réseau structurant de l'unité urbaine de Colmar.